

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESTANDARIZACIÓN DE MÓDULOS DE TRABAJO PARA LA
EMPRESA CALZADO COBÁN
PLANTA GUATEMALA**

TESIS

**PRESENTADA A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

ESTUARDO ANÍBAL OCHOA RAMÍREZ

**PREVIO A CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO-INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 1,999



HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

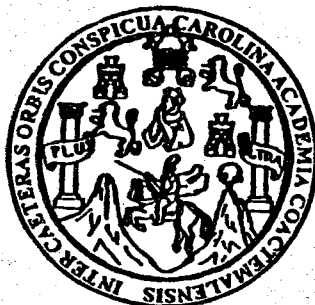
Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de tesis titulado:

**ESTANDARIZACIÓN DE MÓDULOS DE TRABAJO PARA LA
EMPRESA CALZADO COBÁN
PLANTA GUATEMALA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica-Industrial con fecha 1 de septiembre de 1,997, No. 91-12553.

Estuardo Anibal Ochoa Ramirez

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
VOCAL 1o	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL 2o	Ing. Carlos Humberto Pérez Rodríguez
VOCAL 3o	Ing. Jorge Benjamín Gutiérrez Quintana
VOCAL 4o	Br. Oscar Stuardo Chinchilla Guzmán
VOCAL 5o	Br. Mauricio Alberto Grajeda Mariscal
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Herbert René Miranda Barrios
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
EXAMINADOR	Ing. Luis Antonio Tello Castro
EXAMINADOR	Inga. Norma Ileana Sarmiento de Serrano
SECRETARIA	Inga. Gilda Marina Castellanos Baiza de Illescas

ACTO QUE DEDICO A:

Dios, nuestro señor:

Por darme la fortaleza y la sabiduría necesaria para poder llegar a la culminación de una meta más.

Mis Padres:

En agradecimiento especial, por la educación que me han brindado y por todos aquellos sabios consejos que hoy quedan plasmados en su propia satisfacción.

Mis Hermanos:

Por su comprensión y esfuerzo en la constante tarea de apoyarme en todo momento.

Mis Abuelos y Tíos:

Que de alguna forma, cada uno siempre me ha brindado su apoyo.

La Facultad de Ingeniería: Que me dió todos los conocimientos necesarios para hoy poder subir un escalón más.



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.G.072.99
Guatemala, 30 de julio de 1999.

Señor
Ing. Juan Merck Cos
Coordinador Unidad de Prácticas de
Ingeniería y E.P.S.
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente.-

Señor Coordinador:

Por medio de la presente informo a usted, que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **ESTUARDO ANIBAL OCHOA RAMIREZ**, procedí a revisar el Informe Final de la Práctica Supervisada, cuyo título es: **"ESTANDARIZACION DE MODULOS DE TRABAJO PARA LA EMPRESA CALZADO COBAN, PLANTA GUATEMALA."**, el cual lo encuentro satisfactorio.

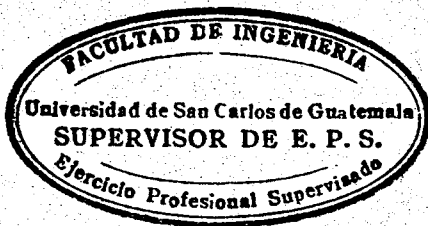
Cabe mencionar que las soluciones planteadas en este trabajo, constituyen un valioso aporte de nuestra Universidad a uno de los muchos problemas que padece el país, principalmente en el apoyo técnico realizado a los sectores industriales, en la búsqueda de soluciones viables a los problemas que atraviesan.

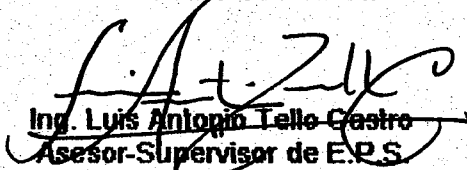
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy deferentemente,

"ID Y ENSEÑAR A TODOS"




Ing. Luis Antonio Tello Castro
Asesor-Supervisor de E.P.S.
Area de Ingeniería Mecánica-Industrial

LAT/lac
c.c.: Archivo



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.EPS.C.94.99
Guatemala, 30 de julio de 1999.

Señor
Ing. Francisco Gómez Rivera
Director de la Escuela
De Ingeniería Mecánica-Industrial
Facultad de Ingeniería, USAC
Presente.-

Señor Director:

Por medio de la presente, envío a usted el Informe Final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: "ESTANDARIZACION DE MODULOS DE TRABAJO PARA LA EMPRESA CALZADO COBAN, PLANTA GUATEMALA".

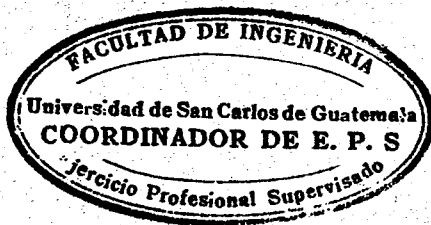
Este trabajo, lo desarrolló el estudiante universitario ESTUARDO ANIBAL OCHOA RAMIREZ, quien fue debidamente asesorado y supervisado por el Ingeniero Luis Antonio Tello Castro.

Por lo que, habiendo cumplido con los objetivos y los requisitos de Ley del referido trabajo, y existiendo la APROBACION del mismo por parte del Asesor-Supervisor, esta COORDINACION también APRUEBA su contenido, solicitándole darle el trámite correspondiente.

Sin otro particular, me es grato suscribirme de usted.

Muy Atentamente,

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"



Ing. JUAN MERCK COS
COORDINADOR DE E.P.S.

JMC/lac
c.c.: Archivo
Adjunto Informe Final



FACULTAD DE INGENIERIA

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 con el Visto Bueno del Revisor de Tesis y del Licenciado en Letras, al trabajo de tesis titulado **ESTANDARIZACION DE MODULOS DE TRABAJO PARA LA EMPRESA CALZADO COBAN, PLANTA GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **Estuardo Anibal Ochoa Ramírez**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Francisco Gómez Rivera
DIRECTOR

INGENIERIA MECANICA INDUSTRIAL



Guatemala, octubre de 1999.

emds



FACULTAD DE INGENIERIA

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 tesis titulado ESTANDARIZACION DE MODULOS DE TRABAJO PARA LA EMPRESA CALZADO COBAN, PLANTA GUATEMALA, presentado por el estudiante universitario Estuardo Anibal Ochoa Ramirez, procede a la autorización para la impresión de la misma.

IMPRIMASE

Ing. Herbert René Miranda Barrios
DECANO



Guatemala, octubre de 1999

emds

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	XI
GLOSARIO	XII
INTRODUCCIÓN	XVII
OBJETIVOS	XIX
1. GENERALIDADES	1
1.1 Descripción de la empresa	1
1.1.1 Planta San Cristóbal	2
1.1.2 Planta Guatemala	2
1.2 Estilos de Calzado	3
1.2.1 Planta San Cristóbal	3
1.2.2 Planta Guatemala	4
2. FACTORES QUE CONTRIBUYEN A ESTABLECER MEJORAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO	5
2.1. Estudio de tiempos y movimientos	5
2.1.1. Objetivo del estudio de tiempos y movimientos	6
2.2. Principios del estudio de movimientos	7
2.3. Análisis de operaciones	11
2.4. Calificación del rendimiento	13
2.4.1. Métodos de calificación	14
2.4.1.1 Sistema Westinghouse	14
2.5. Establecimiento del tiempo estándar	17
2.6. Estandarización de la mano de obra	17

2.7. Distribución de cargas de trabajo	18
2.8. Medio ambiente	19
2.8.1. Iluminación	19
2.8.2. Ruido	22
2.9. Manufactura de Categoría Mundial	26
3. ANÁLISIS DE LA PLANTA	29
3.1 Condiciones generales de la planta	29
3.1.1 Tipo de producto	29
3.1.2 Sistema de producción	30
3.1.3 Iluminación	31
3.1.4 Ruido	33
3.2 Tiempos cronometrados en producción	34
3.2.1 Tiempos del estilo Campo Cobán de 6"	35
3.2.2 Tiempos del estilo Campo Cobán de 8"	37
3.2.3 Tiempos del estilo Bota Jungla	39
3.3 Diagramas del proceso	42
3.4 Cálculo de la eficiencia actual de la planta	44
4 MÉTODO PROPUESTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN	49
4.1 Distribución de cargas de trabajo	49
4.2 Diseño de módulos de trabajo por estilo de calzado	54
4.3 Combinación de módulos de trabajo similares	57
4.4 Cambios propuestos para el mejoramiento de las operaciones	57
4.4.1. Diseño del alumbrado artificial	58
4.4.1.1. Departamento de corte y preparado	58
4.4.1.2. Departamento de pespunte	60
4.5 Tiempos cronometrados y estandarizados	62

4.6 Cálculo de la eficiencia lograda en la planta	65
5 MANTENIMIENTO	69
5.1 Generalidades	69
5.1.1. Fuentes de fallas en máquinas	70
5.2 Mantenimiento correctivo	71
5.3 Mantenimiento preventivo	72
5.3.1. Programa de visitas	74
5.3.2. Programa de inspecciones, pruebas y rutinas	75
5.4 La inspección	76
5.5 Inspección preventiva	77
5.5.1 Programa de inspecciones	78
5.5.2 Notas de inspección	78
5.5.3 Informes de calidad de servicio	82
5.6 Inspección correctiva	82
6 PROPUESTA DE MANTENIMIENTO	85
6.1 Tipo de mantenimiento utilizado	85
6.2 Problemática encontrada	86
6.3 Ventajas de otro tipo de mantenimiento	88
6.4 Programa de inspecciones	89
6.5 Programa de mantenimiento preventivo	97
CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
BIBLIOGRAFÍA	113

ANEXO 1: PLANO DE DISTRIBUCION DE ÁREA	115
ANEXO 2: TABLAS PARA EL CÁLCULO DE ILUMINACIÓN	116
ANEXO 3: DIAGRAMAS DE OPERACIONES	122
ANEXO 4: TABLA DE TOLERANCIAS	134

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

No.	Título	Página
I	Descripción de los diferentes estilos de calzado que se fabrican en la industria de Calzado Cobán, Planta San Cristóbal	4
II	Descripción de los diferentes estilos de calzado que se fabrican en la industria de Calzado Cobán, Planta Guatemala	4
III	Factores de calificación de destreza o habilidad	15
IV	Factores de calificación de esfuerzo (o empeño)	15
V	Factores de calificación de Condiciones	15
VI	Factores de calificación de Consistencia	16
VII	Velocidad del sonido	24
VIII	Exposiciones al ruido permisibles	26
IX	Datos registrados por la empresa 3M (análisis de ruido)	34
X	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de corte y preparado del estilo Campo Cobán de 6"	35
XI	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de respunte y montado del estilo Campo Cobán de 6"	36
XII	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de corte y preparado del estilo Campo Cobán de 8"	37
XIII	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de respunte y montado del estilo Campo Cobán de 8"	38
XIV	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de corte y preparado del estilo de la Bota Jungla	39

XV	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de respunte del estilo de la Bota Jungla	40
XVI	Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de montado del estilo de la Bota Jungla	41
XVII	Cálculo de la eficiencia actual para el estilo CC6" en respunte	46
XVIII	Cálculo de la eficiencia actual para el estilo CC8" en respunte	47
XIX	Cálculo de la eficiencia actual para el estilo Bota Jungla en respunte	48
XX	Porcentajes de operarios del área de respunte que puede manejar cierta cantidad de máquinas	49
XXI	Distribución de cargas de trabajo del estilo CC6" para el área de respunte	51
XXII	Distribución de cargas de trabajo del estilo CC8" para el área de respunte	52
XXIII	Distribución de cargas de trabajo del estilo Bota Jungla para el área de respunte	53
XXIV	Tiempos cronometrados y estandarizados para el área de respunte del estilo Campo Cobán de 6"	63
XXV	Tiempos cronometrados y estandarizados para el área de respunte del estilo Campo Cobán de 8"	63
XXVI	Tiempos cronometrados y estandarizados para el área de respunte del estilo Bota Jungla	64
XXVII	Cálculo de la eficiencia lograda con el estilo CC6"	65
XXVIII	Cálculo de la eficiencia lograda con el estilo CC8"	66
XXIX	Cálculo de la eficiencia lograda con el estilo Bota Jungla	67
XXX	Hoja de chequeo de inspección preventiva	89
XXXI	Programa de visitas para los departamentos de preparado y respunte	90
XXXII	Programa de inspección preventiva para las máquinas poste de 1y2 agujas y máquina plana de 2 agujas	91

XXXIII	Programa de inspección preventiva para las máquinas de string	91
XXXIV	Programa de inspección preventiva para las máquinas ribeteadoras	92
XXXV	Programa de inspección preventiva para la máquina remachadora	92
XXXVI	Programa de inspección preventiva para la máquinas ojeteadora	93
XXXVII	Programa de inspección preventiva para la máquina marcadora	93
XXXVIII	Programa de inspección preventiva para la máquina engomadora	94
XXXIX	Programa de inspección preventiva para las máquinas de zig-zag	94
XL	Programa de inspección preventiva para la máquina de ganchos	95
XLI	Programa de inspección preventiva para la máquina de sellos	95
XLII	Programa de inspección preventiva para la máquina desvastadora	96
XLIII	Listado del total de máquinas de las áreas de preparado y respunte	96
XLIV	Listado de máquinas en uso y fuera de servicio	97
XLV	Horas necesarias para prestar servicio de mantenimiento a cada una de las máquinas	98
XLVI	Programa de mantenimiento preventivo para los departamentos de preparado y respunte	99
XLVII	Programa de mantenimiento preventivo para las máquinas poste de 1 y 2 agujas y máquina plana de 2 agujas	100
XLVIII	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina de string	101
XLIX	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina ribeteadora	102
L	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina remachadora	103
LI	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina marcadora	103
LII	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina ojeteadora	104
LIII	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina engomadora	105
LIV	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina de ganchos	105
LV	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina de zig-zag	106

LVI	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina de sellos	107
LVI	Programa de mantenimiento preventivo para la máquina desvastadora	107
LVII	Coefficiente de reflexión	116
LVIII	Clasificación de trabajos	116
LIX	Rangos de iluminación	117
LX	Factores de peso	117
LXI	Factores de mantenimiento	118
LXII	Coefficiente de utilización	119
LXIII	Tipos de lámparas	120
LXIV	Niveles de iluminación	121
LXV	Márgenes o tolerancias	134

FIGURAS

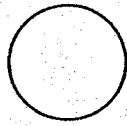
No.	Título	Página
1	Niveles de iluminación del departamento de respunte	32
2	Niveles de iluminación del departamento de corte y preparado	33
3	Diagrama de operaciones	43
4	Diseño del nuevo módulo para la Bota Jungla	55
5	Diseño de los nuevos módulos para el Campo Cobán de 6" y 8"	56
6	Organigrama de funciones de inspección	77
7	Nota de inspección	79
8	Control de notas de inspección	80
9	Procedimiento de inspección	81
10	Reporte de maquinaria fuera de servicio	83
11	Estadísticas de tiempos fuera de servicio de las distintas máquinas	87
12	Plano de distribución	115
13	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 6" en el área de preparado, método actual	123
14	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 6" en el área de Respunte, método actual	124
15	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 6" en el área de Preparado, método propuesto	125
16	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 6" en el área de Respunte, método propuesto	126
17	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 8" en el área de Respunte, método actual	127
18	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 8" en el área de Preparado, método propuesto	128

19	Diagrama de operaciones para el estilo Campo Cobán de 8" en el área de Pespunte, método propuesto	129
20	Diagrama de operaciones para el estilo Bota Jungla en el área de Preparado, método actual	130
21	Diagrama de operaciones para el estilo Bota Jungla en el área de Pespunte, método actual	131
22	Diagrama de operaciones para el estilo Bota Jungla en el área de Prepatrado, método propuesto	132
23	Diagrama de operaciones para el estilo Bota Jungla en el área de Pespunte, método propuesto	133

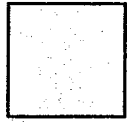
LISTA DE SÍMBOLOS

SÍMBOLO

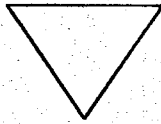
SIGNIFICADO



Operación



Inspección



Almacenaje

GLOSARIO

- Actuación normal** Actuación esperada de un operario con adiestramiento medio que sigue el método prescrito y trabaja a un ritmo medio.
- Análisis de operaciones** Proceso de investigación relativo a las operaciones en el trabajo industrial o de oficina y es el proceso que lleva a la estandarización de las operaciones junto con el estudio de tiempos y movimientos.
- Análisis de trabajos (Análisis de puestos a ocupar)** Procedimiento para realizar un examen cuidadoso de cada trabajo y luego registrar los detalles de la actividad de modo que pueda ser evaluada equitativamente.
- Calificación de la actuación** Asignación de un valor o porcentaje al tiempo medio observado de un operario, con base en la productividad real de éste comparada con la conceptuada como normal por el observador.
- Candela** Unidad de medida (símbolo: cd) de la intensidad luminosa de una fuente de luz o de una superficie que emite o refleja luz. La medición se efectúa con un fotómetro. Es la unidad básica del Sistema Internacional (SI).
- Consistencia** Ausencia de variación perceptible o significativa en datos numéricos o de comportamiento.
- Destreza o habilidad técnica** Facilidad y acierto al seguir un método prescrito.

Diagrama de Gantt Serie de gráficas que consisten en barras o líneas horizontales en posiciones y longitudes que muestran la magnitud de programas o cuotas y el avance o progreso, en una escala común de tiempo.

Diagrama de proceso Representación gráfica de un proceso de fabricación o manufactura.

Eficiencia Relación existente entre la actuación o producción real respecto de la actuación o producción estándar.

Ensamblar Acción de unir o juntar dos piezas embonantes

Esfuerzo (Empeño) Voluntad o disposición a realizar trabajo productivo, manual o mental.

Estación de trabajo Lugar o área donde el trabajador realiza los elementos de trabajo en una operación específica.

Estándar Valor o condición de referencia que se singulariza por ciertas características detalladas y específicas, para que otras clasificaciones se puedan considerar superiores, inferiores o comparables al estándar de referencia.

Estudio de métodos Análisis de una operación para aumentar la producción por unidad de tiempo y en consecuencia, reducir el costo unitario.

Fatiga Disminución en la capacidad o voluntad de trabajar.

Hertz	Unidad de la frecuencia o periodicidad de un fenómeno. Un hertz (Hz) equivale a un ciclo por segundo.
Iluminancia	Densidad del flujo luminoso que incide sobre una superficie. Se mide en luxes o en pie-candelas.
Incentivo	Retribución económica o de otra clase, que recompensa al trabajador por desarrollar una actuación más elevada y/o continua sobre el estándar
Lumen	Unidad de flujo luminoso (símbolo: lm). Es el contenido en un ángulo sólido unitario que dimana desde una fuente luminosa puntiforme cuya intensidad es de una candela.
Luminancia	Densidad del flujo luminoso que emana una superficie. Se mide en lúmenes por metro cuadrado o en pie-lamberts.
Lux	Unidad de iluminancia (o iluminación), igual a un lumen por metro cuadrado, o bien a 0.093 pie-candelas. Su símbolo es lx.
Método	Término utilizado para designar la técnica empleada para realizar una operación.
Mocasín chilero	Estilo de zapato. Fue el primer diseño de la empresa.
Operario normal	Operario que puede lograr el estándar establecido de actuación siguiendo el método prescrito y trabajando a un ritmo o paso de tipo medio.

Pie-candela	Unidad de iluminancia (o iluminación). Un pie-candela es igual a 10.8 luxes (o lúmenes por metro cuadrado).
Proceso	Serie de operaciones de manufactura que hacen avanzar el producto hacia sus especificaciones finales de tamaño y forma.
Rendimiento (o producción) total	El total de la producción de una máquina, un proceso o un trabajador en una unidad de tiempo especificada.
Tiempo estándar	Valor de tiempo unitario para una tarea que se determina por aplicación apropiada de las técnicas de la medición de trabajo mediante personal calificado.
Tiempo muerto	Intervalo de tiempo correspondiente a la suspensión de las operaciones debida a descompostura de la herramienta o máquina, falta de material, etc.
Tiempo normal	Tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables.
Tolerancia	Tiempo que se agrega al tiempo normal para compensar retrasos o demoras personales inevitables y por fatiga.
Tolerancia por fatiga	Tiempo que se suma al tiempo normal para compensar el efecto de fatiga.

**Tolerancia
personal**

Porcentaje de margen agregado al tiempo normal para compensar el tiempo requerido para la satisfacción de las necesidades personales de un operario.

INTRODUCCIÓN

La principal finalidad de la empresa Calzado Cobán es la comercialización de productos referentes al ramo de la zapatería. Este trabajo representa un estudio que se lleva a cabo en dicha empresa, el cual trata del análisis de tiempos de producción y distribución de trabajo para cada operario.

En el trabajo se toman en cuenta que las variables que más afectan la productividad son internas de toda organización; y que en la vida ningún empleado desea ser mediocre ya que todos quieren sentirse útiles. Así pues, hay que hacer del trabajo algo productivo, estimulante y satisfactorio; para cumplir las metas y objetivos de la empresa.

Con el propósito de optimizar los recursos de la empresa, el presente estudio toma en cuenta los siguientes aspectos: estudio de tiempos, distribución de cargas mejor definidas, análisis de la iluminación, módulos de trabajo bien diseñados y estudio del mantenimiento de la maquinaria.

El contenido del trabajo se detalla a continuación: en el capítulo uno se hace una reseña histórica de la empresa y se detallan los estilos de calzado que se dedica a confeccionar. El capítulo dos se refiere a los factores que contribuyen al establecimiento de mejoras en un proceso, tales como: estudio de tiempos y movimientos, análisis de las operaciones, como calificar el rendimiento del operario, establecer el tiempo estándar, distribuciones de cargas de trabajo, medio ambiente y el concepto de manufactura de categoría mundial, siendo ésta una de las últimas filosofías en lo que se refiere a sistemas de producción.

En el capítulo tres se hace referencia al análisis de la planta en estudio, donde se describen las condiciones generales de la misma, tales como: tipo de producto, sistema de producción, iluminación, ruido; también se presentan cuadros conteniendo los tiempos cronometrados con el sistema establecido por la empresa y por último se presenta un diagrama de proceso general y tablas con el cálculo de la eficiencia de dicha planta.

En el capítulo cuatro se presentan las propuestas para el mejoramiento del proceso, estableciendo nuevas distribuciones de cargas de trabajo al igual que los diseños modulares, también los tiempos cronometrados con los cambios propuestos y los resultados obtenidos tanto en el incremento de la eficiencia como en la reducción de tiempos de producción.

Los capítulos cinco y seis se refieren al mantenimiento de la maquinaria, siendo el primero es puramente teórico donde se describen los tipos de mantenimiento, programas de visitas y de inspecciones. El segundo, trata sobre la propuesta al departamento de mantenimiento, en donde se establecen los formatos a seguir para el programa de mantenimiento preventivo y el de inspecciones. A la vez, se describen la problemática encontrada en dicho departamento y las ventajas de otro tipo de mantenimiento distinto al utilizado.

Con la adquisición de conocimientos y de experiencia, junto a la ejecución de las propuestas del presente estudio; los errores, los desperdicios, las pérdidas de tiempo, etc. se van reduciendo; sobresale la eficiencia con énfasis en un mejor aprovechamiento de los recursos.

El presente trabajo tiene la finalidad de servir como guía para la fábrica de calzado Cobán, teniendo en cuenta que contará con tiempos estandarizados y con un programa de mantenimiento preventivo para su equipo.

OBJETIVOS

General

Establecer los tiempos de operaciones que rigen en el proceso de calzado, y analizar el rendimiento y los beneficios obtenibles con la buena distribución de los mismos para la estandarización de los procesos.

Específicos

1. Establecer la eficiencia del proceso actual del área de producción para verificar si se está trabajando entre los parámetros deseados.
2. Estandarizar los tiempos de operaciones para establecer mejoras en el diseño de los módulos de trabajo.
3. Establecer una distribución de cargas de trabajo que reduzca el desbalance en las actividades y así lograr que los operarios sean más productivos.
4. Instituir los programas de inspección de maquinaria y el de mantenimiento preventivo para mejorar la calidad de servicio del equipo.

1. GENERALIDADES

1.1. Descripción de la empresa

En 1914 Alfonso Herring de Nacionalidad Alemana, funda en San Cristóbal Alta Verapaz la tenería Cobán. Su primer producto lo constituyó la suela de res. Se inicio el primer mocasín chilero y la polaina de cuero que se ataba al muslo de la pierna.

En 1920 se establece una talabartería. Para el siguiente año un taller completo para la fabricación de calzado y se amplía la tenería. Se introduce a la producción la Bota Federica y zapato Burro, por el cual se conocería Calzado Cobán en los años venideros.

En 1927 se inaugura la Hidroeléctrica San Joaquín, para abastecer tanto a la fábrica como a la Villa.

Así llega el año 1951 en que el empresario Miguel Torrebiarte Sohanin adquiere la Empresa. Quien con su dinamismo y capacidad empresarial logra un desarrollo en la productividad de Calzado Cobán. Los productos se renovan, se amplían, hay un incremento en las instalaciones y en 1955 se abre la primera tienda, que posteriormente constituiría la cadena de Tiendas Cobán.

Don Miguel Torrebiarte poseía una fe religiosa por lo que trajo una imagen esculpida del Sr. de Esquipulas desde España, que en homenaje a su memoria se estableció en la Iglesia Católica de la Empresa.

La huella que dejó don Miguel Torrebiarte trascendió lo empresarial, ya que tenía gran comprensión por la gente y sus necesidades; auténtico calor humano en la relación con los obreros y comunidad de San Cristóbal, imprimió un sello especial en Calzado

Cobán que aún hoy perdura. Al fallecer don Miguel Torrebiarte, sus herederos asumieron diferentes responsabilidades en la empresa.

Actualmente el Ingeniero José Carmelo Torrebiarte Lantzandorffer es el Gerente General de la empresa Calzado Cobán.

1.1.1. Planta San Cristóbal

Hoy Calzado Cobán San Cristóbal comprende, entre otros, de un moderno complejo industrial formado por las plantas de Tenería y Zapatería, en el que se produce la mejor piel de su clase en el país y se elabora calzado de trabajo de calidad.

Entre sus objetivos tiene: a. Competir con las mejores empresas en la producción de calzado de seguridad industrial; b. Producir pieles de calidad para abastecer la planta de zapatería, para la venta local y nacional.

Su meta es producir zapato de prestigio internacional, que compita con las mejores marcas de calzado de seguridad.

Las instalaciones de San Cristóbal cuentan con dos plantas: Tenería y Zapatería. La tenería se encarga del procesamiento del cuero, del que se extraen tres partes: piel, gamuzón y carnaza. La zapatería se encarga del proceso de elaboración del calzado, especializándose en zapatos de seguridad industrial.

1.1.2. Planta Guatemala

En enero de 1992, Calzado Cobán inició labores en la Planta de Guatemala de la zona 7 llamada "Calzado el Istmo", trabajando allí todo el zapato textil en los estilos XT, Joger, Gomititas, Coloricos, Campus, Converse Junior y de adulto; en piel se elaboraba: Campo Cobán alto y bajo (6" y 8").

En 1995 Calzado el Istmo es trasladado a la zona 12, cambiándole el nombre por Planta Guatemala.

Bajo mucha presión, con desavenencias, con incomodidades y sin producción se logró montar la maquinaria de la planta con la ayuda de los trabajadores de ese tiempo. Luego de una baja de producción, se lograron recuperar; siendo así el 11 de mayo de 1995 el día que se terminó el primer par de zapatos Joger. Quedando este día como el aniversario de la Planta.

Su calidad le permite competir con productos de Estados Unidos y Japón, por lo que podemos decir que Industria de Calzado Cobán, S.A. tiene un pasado glorioso y que su futuro es brillante y lo seguirá siendo gracias a la participación y colaboración de todo su personal.

LEMA:

“TRABAJANDO EN EQUIPO, LLEGAREMOS AL PROGRESO CON UN BUEN APROVECHAMIENTO DE NUESTROS RECURSOS”.

1.2. Estilos de calzado

Calzado Cobán es una industria que se dedica a la fabricación de varios estilos de calzado y para un conocimiento de sus productos, a continuación se presentan los estilos que se fabrican tanto en la Planta San Cristóbal como en la Planta Guatemala.

1.2.1. Planta San Cristóbal

En esta planta se fabrica una diversidad de estilos, los cuales se detallan en la tabla I.

Tabla I. Descripción de los diferentes estilos de calzado que se fabrican en la Industria de Calzado Cobán, Planta San Cristóbal.

1	Campo Aceitado hombre	20	81
2	46M01-15-10-11	21	81ST26E
3	Bota Minera de 6"	22	61 ST
4	46MOOV	23	81 T-01
5	Bota Minera de 8"	24	6HT12G Hiker
6	41M150	25	61 T-01
7	Bota Minera Niño	26	82M26-28E
8	47ST150	27	82T06E
9	Rambo 6 T-02, T-09	28	62-M26-28-21E
10	46ST01E	29	62T06E
11	Rambo 8 T-02, T-09	30	61-68M28-26-21E
12	43T06E	31	Mackey 69 T-10-11-16
13	Bota Industrial de 6"	32	66M10-11G
14	Wellinton/Roper gamuzón	33	Mackey.61 T10
15	Bota Industrial de 8"	34	81-88R06-M28-26
16	Wellinton/Roper piel	35	46M01-15-10-11 New Post
17	Campo Cobán de 6"	36	81M01-09C
18	47T01E	37	96ST38E
19	Campo Cobán de 8"	38	61M01-09C

1.2.2. Planta Guatemala

A diferencia del estilo Campo Cobán que se fabrica en ambas plantas, Planta Guatemala cuenta con otra diversidad de estilos de calzado, siendo estos los descritos en la tabla II.

Tabla II. Descripción de los diferentes estilos de calzado que se fabrican en la Industria de Calzado Cobán, Planta Guatemala.

1	Bota Minera de 6"	7	Campo Cobán de 6"
2	Campo Cobán de 8"	8	Converse 6106
3	XTS (Campeón)	9	Scout
4	Campus 2115	10	Bota Jungla
5	Steel Toe	11	Converse 6209
6	Post Man.	12	

2. FACTORES QUE CONTRIBUYEN A ESTABLECER MEJORAS EN LOS PUESTOS DE TRABAJO

2.1. Estudio de tiempos y movimientos

El estudio de tiempos y el estudio de movimientos son dos procedimientos distintos. Sin embargo, cuando se utilizan por el ingeniero se emplean casi siempre unidos entre sí, de modo que el nombre de dichos procedimientos combinados, como originalmente lo usó Frederick W. Taylor, es todavía completamente apropiado.

De acuerdo con la terminología estándar de ingeniería industrial de la ASME (Standar Industrial Engineering Terminology), el estudio de movimientos se define por:

“... el análisis de los movimientos manuales y de los ojos que se realizan en el ciclo de una operación o de un trabajo con el fin de eliminar movimientos inútiles y de establecer una mejor sucesión y coordinación de dichos movimientos.”(1:17-29)

En la misma publicación se define el estudio de los tiempos por:

“...el procedimiento por el cual se determina el tiempo real empleado para realizar una operación, o subdivisiones o elementos de ella, por medio de un conveniente medidor y registrado del tiempo. El procedimiento comprende corrientemente, pero no siempre, el ajuste del tiempo real, que resulta en las ejecuciones clasificadas, para reducir el tiempo que se necesitará para que realice la tarea un obrero al paso normal (estándar) y siguiendo un método estandarizado bajo condiciones normales.”(2:17-29)

Se han hecho intentos para separar las dos funciones y asignar cada una a un especialista. Aunque el estudio de movimientos trata del método y el estudio de tiempos

se ocupa de éstos, en la labor práctica de su aplicación los dos son casi inseparables. El método fija el tiempo necesario y éste determina cuál de dos o más métodos es mejor. Por tanto, se ha visto que es mejor que ambas funciones sean desempeñadas por la misma persona. Por simplicidad se dice que esta persona es “la encargada del estudio de tiempos”, la cual realiza varias clases de estudios de movimientos o de métodos como parte de su labor regular.

2.1.1. Objetivo del estudio de tiempos y movimientos

Los fines de este estudio son: someter cada operación del trabajo de una pieza dada a un análisis minucioso, para eliminar toda operación innecesaria y determinar el procedimiento más rápido y mejor de realizar cada una de las operaciones que se precisen; estandarizar además el equipo, los métodos y las condiciones de trabajo; luego y no hasta después, determinar por medio de mediciones científicas el número de horas estándares en las cuales puede ejecutar la tarea un obrero medio (Lowry, Maynard y Stegemerten, Time and Motion Study).

Las responsabilidades del analista de tiempos suelen ser las siguientes:

1. Poner a prueba, cuestionar y examinar el método actual, para asegurarse de que es correcto en todos aspectos antes de establecer el estándar.
2. Analizar con el supervisor, el equipo, el método y la destreza del operario antes de estudiar la operación.
3. Contestar las preguntas relacionadas con la técnica del estudio de tiempos o acerca de algún estudio específico de tiempos que pudieran hacerle el representante sindical, el operario o el supervisor.

4. Colaborar siempre con el representante del sindicato y con el trabajador para obtener la máxima ayuda de ellos.
5. Abstenerse de toda discusión con el operario que interviene en el estudio o con otros operarios y de lo que pudiera interpretarse como crítica o censura de la persona.
6. Mostrar información completa y exacta en cada estudio de tiempos realizado para que se identifique específicamente el método que se estudia.
7. Anotar cuidadosamente las medidas de tiempos correspondientes a los elementos de la operación que se estudia.
8. Evaluar con toda honradez y justicia la actuación del operario.
9. Observar siempre una conducta irreprochable con todos y dondequiera, a fin de atraer y conservar el respeto y la confianza de los representantes laborales y de la empresa.

2.2. Principios del estudio de movimientos

El análisis de la operación es fundamental para eliminar las ineficiencias principales. El estudio de movimientos es un estudio secundario que viene a reafinar todavía más el método que ha sido propuesto en base a los tiempos registrados. Este estudio viene a sugerir cada vez más mejoras tanto en los factores considerados en el análisis de la operación como los factores humanos. Entre los factores de operación podemos mencionar las herramientas, equipo, manipulación de materiales, distribución del área y los factores humanos son estudiados de acuerdo con las limitaciones, tanto físicas como psicológicas de los operarios.

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación. Estos principios fundamentales son los siguientes, (según su clasificación indicada):

A. Relativos al uso del cuerpo humano.

1. Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
2. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y efectuarse simultáneamente al alejarse del cuerpo y al acercarse a éste.
3. Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante su esfuerzo muscular.
4. Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
5. Debe emplearse el menor número de elementos o therbligs y éstos se deben limitar a los del más bajo orden o clasificación posible. Estas clasificaciones enlistadas en orden ascendente, del tiempo y del esfuerzo requeridos para llevarlas a cabo, son:
 - a. Movimientos de dedos.
 - b. Movimientos de dedos y muñeca.
 - c. Movimientos de dedos, muñeca y antebrazo.
 - d. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo y brazo.
 - e. Movimientos de dedos, muñeca, antebrazo, brazo y todo el cuerpo.

6. Debe procurarse que todo trabajo que pueda hacerse con los pies se ejecute al mismo tiempo que el efectuado con las manos. Hay que reconocer, sin embargo, que los movimientos simultáneos de pies y manos son difíciles de realizar.
7. Los dedos índice y pulgar son los más fuertes para el trabajo. El índice, el anular y el meñique no pueden soportar o manejar cargas considerables por largo tiempo.
8. Los pies no pueden accionar pedales eficientemente cuando el operario está de pie.
9. Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.
10. Para asir herramientas deben emplearse las falanges, o segmentos de los dedos, más cercanos a la palma de la mano.

B. Disposición y condiciones en el sitio de trabajo.

1. Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir los therbligs buscar y seleccionar.
2. Hay que utilizar depósitos con alimentación por gravedad y entrega por caída o deslizamiento, para reducir los tiempos de alcanzar y mover; asimismo, conviene disponer de expulsores, siempre que sea posible, para retirar automáticamente las piezas acabadas.
3. Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como en el vertical.

4. **Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.**
5. **Se debe contar con el alumbrado, la ventilación y la temperatura adecuados.**
6. **Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo las exigencias de fijación de la vista.**
7. **Un buen ritmo es esencial para llevar a cabo suave y automáticamente una operación, y el trabajo debe organizarse de manera que permita obtener un ritmo fácil y natural siempre que sea posible.**

C. Diseño de las herramientas y el equipo.

1. **Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples de las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operación múltiple en los dispositivos alimentadores, si fuera el caso (por ejemplo, en tornos con carro transversal y de torreta hexagonal).**
2. **Todas las palancas, manijas, volantes y otros elementos de manejo deben estar fácilmente accesibles al operario y deben diseñarse de manera que proporcionen la ventaja mecánica máxima posible y pueda utilizarse el conjunto muscular más fuerte.**
3. **Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.**

4. Investigúese siempre la posibilidad de utilizar herramientas mecanizadas (eléctricas o de otro tipo) o semiautomáticas, como aprietatuercas y destornilladores motorizados y llaves de tuercas de velocidad, etc.

2.3. Análisis de operaciones

El análisis de las operaciones es el procedimiento empleado para estudiar todos los factores principales que influyen en una operación determinada. Se emplea con el fin de descubrir las posibilidades de mejorar el método. Se hace este estudio revisando las operaciones con un espíritu abierto y respondiendo por uno mismo o con la ayuda de otros a preguntas que sea probable conduzcan a ideas mejoradas de los métodos. Si se hace esto sistemáticamente, de modo que se reduzca al mínimo la probabilidad de que se olviden algunos de dichos factores, es casi seguro que se consigan mejoras que valgan la pena.

Los 10 factores que se han de explotar durante el análisis de la operación, junto con las preguntas típicas que deberán responderse en relación con cada factor, son los siguientes:

1. Propósito de las operaciones.
 - a) ¿Es necesario el resultado conseguido por la operación?
 - b) ¿Puede alcanzarse mejor el propósito de la operación de alguna otra manera?
2. Diseño o proyecto del producto.
 - a) ¿Pueden eliminarse movimientos con modificaciones del diseño que no afecten al funcionamiento del producto?
 - b) ¿Es satisfactorio el diseño para el ensamble automatizado?

3. Examen completo de todas las operaciones ejecutadas sobre una pieza.

- a) ¿Puede eliminarse la operación que se analiza cambiando el procedimiento o la sucesión de las operaciones?
- b) ¿Puede combinarse con otra operación?

4. Requisitos de la inspección.

- a) ¿Son necesarios tolerancias, holguras, acabados y otros requisitos?
- b) ¿Será más fácil la ejecución de esta operación si se cambian los requisitos de una operación previa?

5. Material.

- a) ¿Está el material suministrado en estado conveniente para su empleo?
- b) ¿Se aprovecha lo mejor posible, durante el proceso, el material utilizado?

6. Manipulación de los materiales.

- a) ¿Dónde deberá situarse el material entrante y el saliente con respecto a la estación o lugar de trabajo?
- b) ¿Puede establecerse una línea progresiva de ensamble?

7. Instalación del equipo de herramientas y preparación de éstas.

- a) ¿Está de acuerdo la disposición o distribución de los lugares de trabajo con los principios de la economía de movimientos?
- b) ¿Puede sujetarse la pieza a la máquina por otros medios que proporcionen más ventajas?

8. Posibilidades comunes para mejorar la tarea.

- a) ¿Puede utilizarse la entrega por caída libre?
- b) ¿Pueden utilizarse mecanismos accionados por los pies para que queden libres las manos para realizar otros trabajos?

9. Condiciones de trabajo.

- a) ¿Se ha prestado la debida consideración a la seguridad?
- b) ¿Los nuevos obreros se han adaptado apropiadamente al medio y se les han dado las instrucciones suficientes?

10. Método.

- a) ¿La repetición de la tarea es suficiente para justificar un estudio más detallado de los movimientos?
- b) Deberá considerarse al automatismo?

Para proporcionar una serie más completa de preguntas pueden añadirse a la lista anterior otras generales del mismo tipo o bien específicas que se apliquen a un departamento o una industria dados. La experiencia ha demostrado ampliamente que la aplicación persistente de un espíritu interrogador descubrirá nuevas ideas para mejorar los métodos.

2.4. Calificación del rendimiento

En el sistema de calificación del rendimiento o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operario en términos del concepto de un operario normal.

Por operario normal se define al obrero o trabajador preparado, con experiencia, que trabaja a un ritmo normal de trabajo, ni muy rápido ni muy despacio y representa teóricamente, el promedio o la media de un grupo de trabajadores.

El trabajador normal sólo existe en la mente del analista de tiempos, como prototipo y es el resultado de un exigente plan de entrenamiento y una amplia experiencia en la medición de una gran variedad de trabajos.

No hay ningún método universalmente aceptado para calificar actuaciones, aún cuando la mayoría de las técnicas se basen primordialmente en el criterio o buen juicio del analista de tiempos. Ninguna otra fase del estudio de tiempos está sujeta a tan severa crítica y controversia como la fase de la evaluación o calificación del desempeño personal. El buen juicio es el criterio para la determinación del factor de calificación, sin que importe si dicho factor se basa en la celeridad o "tiempo" de la ejecución, o en la actuación del operario observado comparada con la del trabajador normal.

2.4.1. Métodos de calificación

Entre los métodos de calificación del rendimiento se tienen: el sistema westinghouse, calificación sintética, calificación por velocidad, y calificación objetiva. De estos cuatro métodos solamente el sistema westinghouse se describirá en el presente trabajo, siendo éste el utilizado para el desarrollo del mismo.

2.4.1.1 Sistema Westinghouse

En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario, que son: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia.

La habilidad se define como "pericia en seguir un método dado" y se pueden explicar más relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

La habilidad o destreza de una persona en una actividad determinada aumenta con el tiempo, ya que una mayor familiaridad con el trabajo trae consigo mayor velocidad, regularidad en el moverse y ausencia de titubeos y movimientos falsos.

Según el sistema Westinghouse de calificación o nivelación, existen seis grados o clases de habilidad asignables a operarios y que representan una evaluación de pericia aceptable. Tales grados son: deficiente, aceptable, regular, buena, excelente y extrema (tabla III).

Tabla III. Destreza o habilidad

0.15	A1	Extrema
0.13	A2	Extrema
0.11	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.06	C1	Buena
0.03	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Deficiente
-0.22	F2	Deficiente

Según este sistema o método de calificación, el esfuerzo o empeño se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad y puede ser controlado en alto grado por el operario. Cuando se evalúa el esfuerzo manifestado, el observador debe tener cuidado de calificar sólo el empeño demostrado en realidad (Tabla IV)

Tabla IV. Esfuerzo (o empeño)

0.13	A1	Extrema
0.12	A2	Extrema
0.10	B1	Excelente
0.08	B2	Excelente
0.05	C1	Buena
0.02	C2	Buena
0.00	D	Regular
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Deficiente
-0.17	F2	Deficiente

Las condiciones son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Serán calificadas como normales o promedio cuando éstas se evalúan en comparación con la forma en la que se hallan generalmente en la estación de trabajo. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son: temperatura, ventilación, luz y ruido. La denominación de estas condiciones se presentan en la tabla V.

Tabla V. Condiciones.

0.06	A	Ideales
0.04	B	Excelentes
0.02	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.03	E	Aceptables
-0.07	F	Deficientes

El último de los factores que influyen en la calificación de la actuación es la consistencia del operario. Esta debe evaluarse mientras se realiza el estudio. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión, debida a las muchas variables: dureza del material, afilado de la herramienta de corte, lubricante, habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños. En la tabla VI se podrán apreciar las características de los diversos grados de consistencia.

Tabla VI. Consistencia

0.04	A	Ideales
0.03	B	Excelentes
0.01	C	Buenas
0.00	D	Regulares
-0.02	E	Aceptables
-0.04	F	Deficientes

2.5. Establecimiento del tiempo estándar

El tiempo estándar se define como el tiempo normal más el tiempo concedido por márgenes de tolerancias y representa el tiempo en el que una operación o actividad debe ser realizado. Su cálculo se hará después de haber hecho todas las observaciones del estudio de tiempos. Este tiempo es el que se utiliza para realizar programaciones de producción, control de la producción, estimación de tiempos de entrega de producto terminado, etc.

Por lo que el tiempo estándar es una de las herramientas más importantes para el ingeniero industrial. Se define de la manera siguiente:

$$T_s = T_n + T_n * (\% \text{ de concesiones o tolerancias})$$

2.6. Estandarización de la mano de obra

Cuando se ha ideado un método aceptable, tienen que estandarizarse el equipo, los materiales y las condiciones, de modo que pueda seguirse siempre el método. Han de hacerse y guardarse cuidadosamente la información y los registros que describan el método estándar, pues la experiencia ha demostrado que, a menos que se haga esto, las variaciones secundarias que se escurren pueden, con el tiempo, constituir un problema importante.

Hay que enseñar al operario o los operarios a seguir el método aprobado. Siempre es importante entrenar al operario para que se consiga de él una razonable producción, pero su entrenamiento o instrucción es absolutamente necesario cuando los métodos se han deducido por el estudio de movimientos. Es bien evidente que no puede esperarse que los operarios descubran por sí mismos el método que el encargado del estudio de los tiempos desarrolló como resultado de horas de estudio concentrado. Por

tanto, ha de entrenárseles cuidadosamente si ha de esperarse que alcancen la producción estándar. Además, no puede hacerse bien un estudio exacto de los tiempos hasta que el operario siga el método aprobado con razonable habilidad.

2.7. Distribución de cargas de trabajo

La distribución de cargas de trabajo no es más que un balance de las tareas a realizar por cada operario. Establece un promedio general de horas de producción o número de actividades a desarrollar por operario en un día de trabajo de un módulo o grupo de operarios (manufactura celular).

Para desarrollar esta distribución se genera un cuadro, el cual en la columna del extremo izquierdo se enumeran las distintas actividades para desarrollar el proceso, a la derecha de ésta lleva otra con los respectivos tiempos de producción ya estandarizados. Después en la fila superior del cuadro, después de la columna de tiempos, se indican los nombres de cada uno de los operarios que componen el módulo de producción.

Luego de haber llenado la fila y columnas descritas en el párrafo anterior se procede a hacer la distribución respectiva de la manera siguiente: se toma la primera actividad con su tiempo estándar respectivo y se busca al mejor operario para la ejecución de la misma, colocando el tiempo en la intersección de la fila y columna correspondiente. Del mismo modo se sigue con la distribución hasta tener todas las actividades asignadas, claro está que en la última fila, después de la última actividad, se tendrá la sumatoria de las horas de trabajo a cubrir por cada operario durante un día de producción para ese proceso; teniendo que ser ésta igual para todos y así trabajar con un grupo cien por ciento balanceado (en el capítulo 4 en las tablas de la 4.2 a la 4.4, se puede visualizar este tipo de distribución de cargas de trabajo). Para lograr este tipo de balance se debe contar con personal multifuncional, de esa forma se pueden hacer rotaciones en las estaciones de trabajo y no estar restringido a que algún operario no esté

capacitado para manejar algún equipo o no pueda ejecutar la actividad que se le asigne provocando desbalances.

2.8. Medio ambiente

El medio ambiente es un factor muy importante a tomar en cuenta dentro de una planta de producción, ya que éste influye directamente en el rendimiento de los operarios. Dentro de lo que es el medio ambiente empresarial se puede mencionar: el ruido, la iluminación, ventilación; siendo éstos los que más influyen para mantener un ambiente constante de trabajo, de los cuales en el presente trabajo sólo se hará mención de los dos primeros.

2.8.1. Iluminación

Estudios al respecto han determinado que el 80% de la información que se requiere para la ejecución de un trabajo se adquiere por medio de la vista. La iluminación es un factor de primera importancia en cualquier proceso industrial, la eficiencia y la facilidad para ver de los operarios dependen, en condiciones normales, de las características cuantitativas y cualitativas de la iluminación en el área de trabajo (3:235-238).

El ojo se adapta a sí mismo a una gran variedad de iluminaciones, desde la luz de Luna hasta la del Sol, una gama casi de un millón a uno, pero ninguna de estas condiciones es deseable para tareas visuales cercanas. Los niveles de trabajo para el alumbrado eléctrico varían comúnmente de 10 a 200 fc (108 a 2,150 lux), pero en casos especiales se utilizan niveles más altos, sobre todo en áreas pequeñas.

La velocidad y precisión de la vista depende del tamaño del detalle y de su contraste con el fondo, lo mismo que de la iluminación.

a. Calidad

La calidad incluye la eliminación del reflejo, los contrastes excesivos y la calidad adecuada de color.

b. Reflejo molesto

El reflejo molesto depende de la luminancia promedio de la lámpara o artefacto o, en casos, de luminancia muy desequilibrada, de la porción más brillante. También depende del tamaño y posición del campo visual y de la luminancia global a la cual está adaptado el ojo.

Una medida subjetiva llamada *frontera entre el confort y la molestia* (FCM) se ha utilizado en la investigación para valorar una línea visual horizontal desde la posición sentada cerca de la pared trasera del cuarto. Las investigaciones hechas con el uso de la FCM condujeron al desarrollo de la *probabilidad de confort visual* (PCV). La PCV significa el porcentaje de gran número de personas que pueden encontrar confortable una instalación de alumbrado.

Para el trabajo de oficina se busca usualmente un valor de 70% o mayor. Algunos fabricantes de artefactos de alumbrado publican los valores de la PVC para artefactos particulares en situaciones diversas.

La calidad del color debe ser suficiente para satisfacer con las necesidades del trabajo y en las oficinas debe considerarse la iluminación “placentera”. Esta depende del color de los acabados así como del color de la luz.

La unidad que sirve para medir la iluminación es el pie-candela o LUX, en ambos casos es la intensidad con la cual incide la luz sobre una superficie localizada a un pie de la fuente de luz, que en este caso es una candela prendida.

Las unidades y definiciones de iluminación son las siguientes:

c. Intensidad luminosa

Intensidad luminosa de la luz dentro de un pequeño ángulo, en una dirección especificada. La unidad es Candela.

d. Flujo luminoso

Flujo de luz, independiente de la dirección, por lo general se usa para expresar la producción total de luz de una fuente y para expresar la cantidad incidente sobre una superficie. Su unidad es el Lumen.

e. Iluminancia

Cantidad de luz a una distancia dada. Su unidad es el Lux.

f. Brillantez

Es la cantidad de luz independiente de la distancia de observación, dado que las candelas desde el objeto y área del objeto percibido por el ojo humano disminuyen a la misma tasa con la distancia, su unidad es el Nit.

$$1 \text{ Nit} = 1 \text{ candela } M^2$$

g. Reflectancia

Porcentaje de luz reflejada desde una superficie. Esta definición no tiene unidad.

h. Contraste

Es la diferencia entre la iluminancia de lo más brillante y la luminancia de lo más oscuro, dividido entre la luminancia de lo más brillante.

i. Iluminación natural

Aunque la luz natural que penetra por las ventanas, tragaluces y galerías es útil al permitir que se apague la luz artificial en ciertas horas, en las distribuciones del alumbrado no se debe tener en cuenta debido a que en un día oscuro de invierno su efecto es despreciable.

2.8.2. Ruido

Desde el punto de vista del analista práctico, ruido es todo sonido no deseado. Las ondas sonoras se originan por la vibración de algún objeto, que establece una sucesión de ondas de compresión y expansión a través del medio de transporte del sonido (aire, agua, etc.). Así pues, el sonido se puede transmitir no sólo a través de aire y líquido, sino también a través de cuerpos sólidos, como las estructuras de las máquinas-herramienta. Se sabe que la velocidad de las ondas sonoras en el aire es aproximadamente de 340 m/s (1,100 pies/s). En materiales viscoelásticos, como el plomo y la masilla para vidrios ("mastique"), la energía del sonido se disipa rápidamente debido a la fricción viscosa.

El sonido se puede definir en función de la frecuencia, que determina su tono y calidad y de la amplitud de las ondas, que determina su intensidad. Las frecuencias audibles, o perceptibles por el oído humano, varían desde aproximadamente 20 hasta 20,000 ciclos por segundo. La unidad "ciclo por segundo" se denomina ahora comúnmente hertz, abreviado Hz. La ecuación fundamental de propagación de las ondas es $C = \mu f$, donde c es la velocidad del sonido (en m/s), la f la frecuencia (en Hz) y μ la longitud de onda (en metros). La intensidad del sonido se puede medir por medio de un medidor de nivel de sonido o decibelímetro, que expresa la intensidad en decibeles (dB). Cuanto mayor sea la amplitud de las ondas sonoras, tanto mayor será la presión de sonido que se registra en la escala de decibeles.

a. Control del ruido

El control del ruido puede efectuarse en varias etapas: 1) en la fuente, por cambios de diseño o por procedimientos de silenciamiento, 2) durante la transmisión, poniendo atención a la trayectoria por la que es propagado al receptor y 3) por silenciamiento en la posición del receptor. También puede controlarse en forma arquitectónica, en cuanto a la colocación cuidadosa de cuartos necesariamente ruidosos en un edificio.

b. La fuente

Un ruido se rastrea hasta su fuente, por inspección y por procedimientos de prueba. En algunos casos pueden usarse procedimientos de diseño que reducen la vibración o evitan su radiación. Esto puede necesitar el rediseño de elementos, como levas, engranajes, alojamientos (cajas) o medios de amortiguación. Los materiales amortiguadores viscosos, por ejemplo masilla o brea, pueden aplicarse a las superficies vibratorias en forma de mezclas plásticas no endurecedoras. Una máquina puede aislarse

por secciones o montajes de absorción, para evitar la transmisión de vibración de una sección a otra.

c. Transmisión aislamiento

Si las vibraciones de la maquinaria ruidosa no pueden suprimirse en la fuente, debe impedirse la transmisión al receptor. Para las frecuencias más altas que constituyen el ruido, el método más efectivo de aislamiento es la introducción de discontinuidades elásticas en la estructura transmisora del ruido (medida por la diferencia entre los productos densidad-velocidad como se dan en la tabla VII). Las discontinuidades pueden obtenerse usando fieltro, corcho, caucho o resortes en el montaje de la máquina, o por la introducción de láminas alternas de plomo y corcho en las juntas de anclaje. El tratamiento con aislamiento debe aplicarse tan cerca de la fuente como sea posible, con el fin de eliminar la radiación sonora desde las estructuras que transmiten las vibraciones.

Tabla VII. Velocidad del sonido

Material	Velocidad del sonido pie por segundo	Densidad lb por pie ³	Densid. * veloc. lb por pie ² por seg
Aluminio	16 740	168	2.85 * E6
Latón	11 480	530	6.08 * E6
Cobre.....	11 670	555	6.47 * E6
Hierro y acero dulce	16 410	486	7.98 * E6
Plomo	4 026	1125	4.54 * E6
Ladrillo.....	11 980	125	1.50 * E6
Corcho.....	1 640	15	0.025 * E6
Madera.....	10 000 - 15 000	30-50	0.3 *E6 -0.75 * E6
Agua	4 794	62.4	0.299 * E6
Aire, seco, sin CO ² , 32 F	1 088.5	0.0808	88.0
Hidrógeno	4 165	0.0056	23.3
Vapor de agua, 212 F	1 328	0.0372	49.4

d. Filtración

Algunos problemas de transmisión del ruido a través del aire se prestan a su resolución por procedimientos de filtración. Ejemplos típicos son la transmisión del sonido en los conductos de ventilación y la producción de ruido en los tubos de escape de las máquinas de combustión. En cada uno de estos casos, no se debe impedir la circulación continua del gas, pero se tiene que suprimir en forma efectiva su circulación en sentidos alternos, que significa transmisión del sonido.

Para los conductos de ventilación, puede obtenerse un grado aceptable de supresión del ruido revistiendo los conductos (por lo menos sobre dos paredes no opuestas) con un material absorbente del sonido en forma eficiente en una distancia de 10 a 15 pies, tanto desde la entrada como desde la salida.

e. Silenciamiento

El nivel de sonido establecido en una habitación por una fuente de ruido es más alto que el que produciría la misma fuente en espacio libre, a causa de las reflexiones sucesivas del sonido en las paredes. Es función del silenciamiento evitar tal reforzamiento del ruido, proporcionando un alto grado de la absorción del sonido en todas las superficies interiores reflectoras expuestas al ruido.

f. Seguridad

En el Occupational Safety and Health Act, OSHA (Registro Federal, vol. 37, no. 202, 18 de octubre de 1972), se establecieron definiciones que legalmente definen los niveles ya sea como seguros o peligrosos. Además el ruido está empezando a reconocerse como contaminante, en lo que se refiere a molestia y deterioro del oído.

La protección contra el ruido es necesaria cuando los niveles del sonido exceden a los de la tabla VIII. Sin embargo cuando el ruido es intermitente, si el pico ocurre dentro de 1 *segundo* o menos, se considera continuo. Cuando es necesario el equipo de protección, se debe proporcionar por una persona entrenada, quien debe hacer verificaciones periódicas de la efectividad.

Cuando se exceden los 90 dB, OSHA también exige que se “debe administrar un programa continuo y efectivo de conservación de la audición”, es decir, verificaciones periódicas del oído o mediciones del ruido.

Tabla VIII. Exposiciones al ruido permisibles

Duración por día, hrs.	Nivel del sonido respuesta lenta dB
8	90
6	92
4	95
3	97
2	100
1 ½	102
1	105
1/2	110
1/4 ó menos	115

2.9. Manufactura de Categoría Mundial

La manufactura de categoría mundial o también conocida como MCM, es una estrategia más para lograr el mejoramiento continuo de los procesos basándose en la eliminación de desperdicios.

El programa de MCM, además de la eliminación de los desperdicios, también se basa en cuatro estrategias más que se complementan: controles de flujo en la fabricación

justo a tiempo, control de calidad total, participación del personal en programas encaminados al mejoramiento continuo y mantenimiento preventivo total.

La aplicación de esta estrategia ha generado resultados muy satisfactorios y permanentes en las empresas que la han puesto a prueba, siendo algunos como: la reducción del tiempo de fabricación, reducción de requerimientos de espacio, reducción en costos de calidad, aumento en la productividad de la mano de obra directa o indirecta, reducción en el tiempo de alistamiento de la maquinaria, etc.; lo que la lleva a colocarse en una planta con niveles de productividad y calidad de categoría mundial.

Su forma de trabajar es por medio de células de trabajo (manufactura modular), o sea que se reúnen máquinas o estaciones de ensamble diferentes y sólo hay una estación de trabajo de cada tipo, salvo cuando se requiera más de una por razones de balance. El objetivo de estas células es reducir el número de estaciones de trabajo, logrando a la vez una reducción de espacios de producción en la planta.

No obstante, el ritmo de cambio es lento, debido en parte a que los costos de trasladar equipos pueden ser altos y aprender a manejar las máquinas toma tiempo. Si bien el costo y otras inquietudes más explican la lentitud; no la justifican. Las ventajas de la organización celular para aquellas industrias exceden por mucho a los costos.

La mejor célula de máquinas es aquella en que las máquinas se desconectan fácilmente de los servicios y de los dispositivos de transferencia máquina a máquina y se trasladan fácilmente. Si se trata de una célula de ensamble, los ensambladores deben aprender cada tarea que hay en la célula y rotarse de vez en cuando (trabajadores multifuncionales). También deben acostumbrarse a dejar la célula para ir a cumplir tareas en otra parte de la planta.

La flexibilidad es necesaria para que la célula pueda responder fácilmente ante los cambios de volumen o los cambios en la combinación de productos. Si el programa de producción se reduce a la mitad para una célula dotada de seis operarios, tres de ellos deben pasar a otro trabajo; los otros tres cumplirán el doble de las operaciones que cumplían antes.

Para que el flujo dentro de las células de trabajo sea continuo, la manufactura de categoría mundial se sostiene de las filosofías del Justo a Tiempo (JAT) y control total de calidad (CTC); además del mantenimiento preventivo. Siendo éste último muy importante para mantener la maquinaria en condiciones óptimas para el trabajo.

La MCM no emplea administradores de arriba hacia abajo ni de abajo hacia arriba, sino administración combinada.

3. ANÁLISIS DE LA PLANTA

3.1. Condiciones generales de la planta

Esta es una planta que se compone de dos áreas, cada una de ellas de dos aguas, de las cuales, la primera cuenta con paredes de block limpio sisado de 0.15 * 0.20 * 0.40 mts, piso de planchas de concreto independientes y techo de lámina de zink, dentro de la misma existe una área de dos niveles, en donde el segundo nivel cuenta con un comedor para el personal y servicios sanitarios para administración; en el primer nivel se tienen las oficinas administrativas, vestidores y servicios sanitarios para el personal operativo.

La segunda área posee techos con naves de diferente altura para ventilación artificial, siendo las paredes y pisos de igual condición que la primera.

En el área 1 se tienen los siguientes departamentos: corte, preparado, inyectado y bodega de materia prima. En el área 2 están los departamentos: montado, vulcanizado, inyectado, empaque y mantenimiento. Para mejor entendimiento ver plano de distribución en el anexo 1.

Por lo anteriormente expuesto, la planta se clasifica de acuerdo a sus características como una planta de segunda categoría (Según clasificación de *tipos de edificios que hace el ingeniero Sergio Torres en su tesis Ingeniería de plantas*).

3.1.1. Tipo de producto

El producto al que se dedica la empresa es el calzado, como se mencionó en el capítulo uno, siendo fabricado éste tanto en piel como en textil. La piel es procesada por

la misma empresa en Planta San Cristóbal, siendo ésta la que provee de materia prima a la Planta Guatemala. Para el calzado de textil se tiene un proveedor para el suministro de materia prima, ya que la empresa no cuenta con la maquinaria adecuada para procesar este tipo de material.

Calzado Cobán es una empresa que se dedica a la producción de calzado de seguridad industrial. Dentro de los estilos de calzado se especializa en el calzado de trabajo, variando los diferentes estilos de acuerdo a la necesidad del cliente.

3.1.2. Sistema de producción

El sistema de producción es de tipo modular ya que el personal trabaja por equipos, lo que viene a constituir los módulos de trabajo. El proceso de producción que se lleva con estos módulos es el de mano a mano (*Manufactura de Categoría Mundial*), siendo éste una de las innovaciones en el campo de la manufactura con el propósito de reducir espacios, tiempo de fabricación y aumentar la productividad.

El flujo de este proceso es en zig-zag, dado que el módulo se diseña de tal forma que los operarios queden uno frente al otro y sea más accesible el traspaso del trabajo para la siguiente operación. Esta forma de colocar a los operarios ayuda a la prevención de accidentes; dado que por cualquier caso de emergencia que se pudiera dar en cualquier operario, el compañero de enfrente le puede prestar auxilio de inmediato.

El proceso completo del zapato lleva un período de tres días: el primer día se lleva a cabo el corte de las piezas y el preparado de las mismas y al final del día son llevadas a la bodega para registrar la cantidad de piezas cortadas y preparadas; el segundo día estas piezas pasan al departamento de respunte donde son unidas por medio de las distintas máquinas de coser necesarias para el estilo deseado; al final del día todos los cortes son llevados a bodega para ser contados y guardados para el siguiente proceso; el

tercer y último día, los cortes pasan ya sea al área de montado o inyectado dependiendo del estilo trabajado. En el área de montado se lleva a cabo la colocación de la suela respectiva por medio de un proceso de varias operaciones; en inyectado el proceso es por medio de la inyección de PVC, siendo inyectado éste a temperaturas de 150 grados centígrados en un molde, el cual tiene la forma de la suela prevista para cada uno de los estilos a trabajar. En este proceso solo se necesita una operación para colocarle suela al zapato (inyectado).

La producción de la planta Guatemala de la industria de Calzado Cobán es continua. Su producto es para toda época y se produce en grandes cantidades, a la vez que sus pedidos son constantes, sus ciclos de fabricación son cortos, lo que corrobora su tipo continuo:

“ Producción continua: se conoce como tal al proceso repetido que se tiene para producir un número de artículos homogéneos o similares en cantidades grandes y para todo tiempo ó época”.(4:15)

“ Se puede decir que si los pedidos llegan en forma constante este producto pasa a ser de producción intermitente a continua”.(4:15)

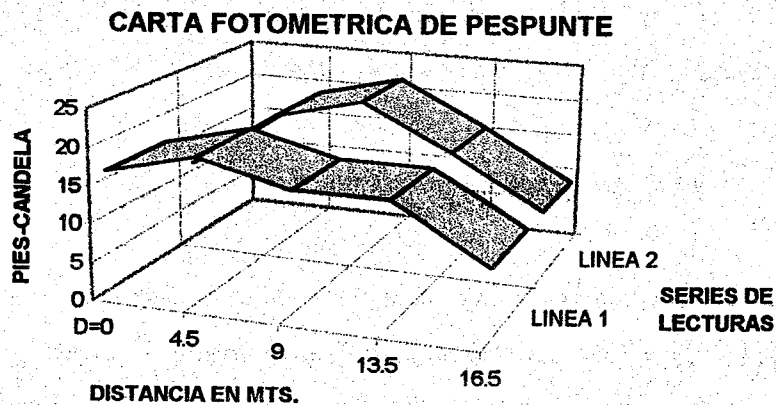
3.1.3. Iluminación

El sistema de iluminación artificial en esta planta es bajo comparado con los pies-candela que se recomiendan en la tabla de confort (ver anexo 2, tabla de confort). Viendo que existe variación en la iluminación de las áreas analizadas, se optó por rediseñar el alumbrado de las mismas, el cual se detallará en el siguiente capítulo (*ver diseño de iluminación artificial*).

La iluminación es un factor muy importante para el buen desarrollo de las actividades por parte de los operarios. Es de vital importancia contar con una buena calidad de iluminación para poder lograr una buena respuesta del ojo humano en las actividades que se estén desarrollando. Actualmente la planta de producción no cuenta con un estudio de iluminación tanto natural como artificial, por lo cual se optó por hacer un análisis solo de la iluminación artificial, debido a que por las condiciones de la empresa es la más factible de mejorar, ya que cuenta con los materiales necesarios para llevar a cabo los respectivos cambios.

En las gráficas 1 y 2 se presentan los gráficos correspondientes a los registros de las mediciones llevadas a cabo; siendo ubicados estos puntos en el plano de distribución que se presenta en el anexo 1. Estas mediciones se llevaron a cabo con la ayuda de un *luxómetro* de marca Weston Illumination Meter-Model 756 de la Weston Instruments, sus lecturas están dadas en pies-candela, por lo tanto los datos del plano corresponden a ese sistema de medición.

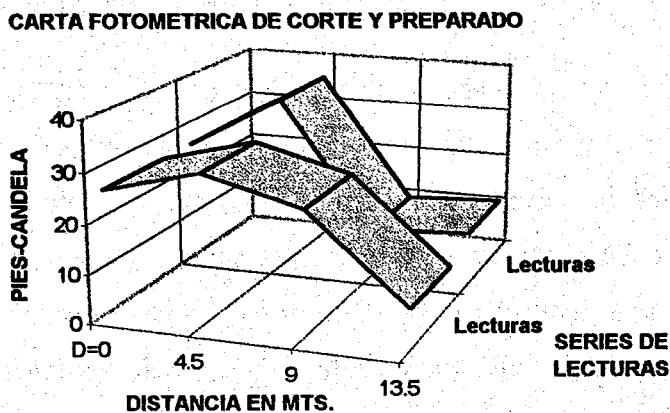
Gráfica 1. Niveles de iluminación del Departamento de Pespunte.



La gráfica 1, muestra los diversos niveles de iluminación existentes con sus marcadas variantes y disminuyendo en su extremo derecho que es donde hay muy poca iluminación. Siendo muy necesaria la iluminación en toda el área debido a que allí se

ensamblan todas las piezas del zapato, desarrollándose el trabajo con máquinas de coser de puntadas finas. Tomando en cuenta que se ejecutan operaciones que requieren de una alta calidad de iluminación para tener una mejor visión de la dirección de las costuras y unión de piezas, se diseñó el tipo de iluminación más recomendada. (ver diseño de iluminación artificial en el capítulo 4).

Gráfica 2. Niveles de iluminación de los Departamentos Corte y Preparado



La gráfica 2. muestra la variación de la iluminación en el área de corte y preparado. Al observar el gráfico podemos darnos cuenta que existe un extremo de la respectiva área donde la iluminación es más variable que en el otro. Siendo este departamento un poco más accesible con respecto al de respunte en lo que se refiere a iluminación ya que el tipo de operaciones que se desarrollan son manuales y que requieren hasta cierto punto un enfoque visual menor. Debido a que en el extremo que se ve más afectado por la iluminación se llevan a cabo las operaciones que requieren mayor claridad; se realizó el diseño de iluminación.

3.1.4. Ruido

Con este factor ambiental no hubo necesidad de hacer un estudio, puesto que ya se había llevado a cabo por medio de la empresa privada 3M contratada con anterioridad.

Entre los resultados obtenidos por la empresa se cuenta con los siguientes datos de la tabla IX.

Tabla IX. Datos registrados por la empresa 3M.

Corte	99 - 95 Decibeles
Troquelado	85 - 88 Decibeles
Inyectado	93 - 95 Decibeles
Costura	101 - 102 Decibeles
Máquina de lijado de orilla	101 - 103 Decibeles

Como se puede apreciar en el cuadro anterior la cantidad de decibeles en cada una de las áreas están altos de acuerdo a los niveles de sonido permitidos (6:12-141), lo cual coloca a esta planta entre un nivel muy intenso de ruido. Por lo tanto la empresa que llevó a cabo el estudio ha recomendado que se le proporcione a todo el personal tapones auditivos 1210 o tapones auditivos 1230. Con estos tapones se reduciría la cantidad de decibeles percibidos por el sistema auditivo de cada operario, evitando paros debidos a enfermedades auditivas por el exceso de ruido y a la vez se estaría estimulando al trabajador a ejercer su tarea diaria, ya que se darían cuenta de que la empresa también vela por su salud.

3.2. Tiempos cronometrados en producción

Debido a la cantidad de estilos y lo extenso que se volvería el presentar los tiempos cronometrados de cada uno de ellos, se presenta como una muestra tres estilos como los más significativos, los cuales son: Campo Cobán de 6" (CC6), Campo Cobán de 8" (CC8) y la Bota Jungla. Estos estilos son los que más se producen, por lo tanto, es más factible encontrar sus defectos.

La planta actualmente no cuenta con tiempos estandarizados, siendo así su control de la producción diaria "empírico", ya que se basan en la experiencia de los supervisores y no en datos calculados. La producción se lleva a cabo en base a metas

diarias, o sea que el supervisor indica cuántos pares del estilo a producir pueden sacar sus operarios y esa es la cantidad que les colocan en los rotafolios como meta del día. Esta cantidad de pares de zapatos se debe cumplir en la cantidad de horas indicada por el supervisor.

Tabla X. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de corte y preparado del estilo Campo Cobán de 6"

Area: Corte	Inicio: 7:30	Máquina
Estilo: Campo Cobán de 6"	Final: 17:00	Código: 587

	Tcron	Califica c	TN(min)	TS/unid	TS/par	No, Op.	Prod/op
Colocar piel	0.01	0.21	0.01	0.01	0.03	0.01	0.1
Corte de pala	0.05	0.21	0.06	0.07	0.14	0.07	0.6
Corte de talones	0.11	0.21	0.13	0.16	0.16	0.08	0.6
Corte de tiras	0.04	0.21	0.05	0.06	0.11	0.06	0.5
Corte de lengüeta	0.03	0.21	0.04	0.04	0.08	0.04	0.4
Corte de talonera	0.07	0.21	0.08	0.10	0.20	0.10	0.8
Sumatoria =	0.31	1.26	0.38	0.44	0.72	0.38	3.01

Area: Preparado	Inicio: 8:30
Estilo: Campo Cobán de 6"	Final: 16:45

	Tcron	Calific	TN(min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod/op
Clasificar piezas	0.05	0.21	0.06	0.06	0.06	0.06	0.26
Pintar cantos de talones	0.03	0.18	0.04	0.04	0.04	0.03	0.15
Pintar cantos de tiras	0.04	0.18	0.05	0.05	0.05	0.05	0.20
Pintar cantos de lengüeta	0.06	0.18	0.07	0.07	0.07	0.07	0.30
Pintar color de talla	0.02	0.18	0.02	0.02	0.02	0.02	0.10
Marcado de guías de talones	0.03	0.18	0.04	0.04	0.07	0.07	0.30
Marcado de guías de pala	0.04	0.18	0.05	0.05	0.10	0.09	0.40
Desbaste de talones	0.02	0.24	0.02	0.03	0.05	0.05	0.21
Desbaste de lengüeta	0.02	0.24	0.02	0.03	0.05	0.05	0.21
Desbaste de pala	0.06	0.24	0.07	0.08	0.15	0.15	0.63
Desbaste de tiras	0.04	0.24	0.05	0.05	0.10	0.10	0.42
Desbaste de taloneras	0.04	0.24	0.05	0.05	0.10	0.10	0.42
Lijado de pala	0.06	0.14	0.07	0.07	0.14	0.13	0.58
Sumatoria =	0.51	2.63	0.61	0.62	1.00	0.97	4.19

Tabla XI. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de respunte y montado para el estilo Campo Cobán de 6".

Area: Respunte		Inicio: 7:30					
Estilo: Campo Cobán de 6"		Final: 17:00					
	Tcron	Calific.	TN(min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod/op
Unión de talones	0.08	0.16	0.09	0.11	0.23	0.16	0.94
Coser tiras	0.22	0.12	0.25	0.30	0.60	0.43	2.51
Pegar guarnición	0.17	0.17	0.20	0.24	0.49	0.35	2.02
Ribeteado	0.07	0.12	0.08	0.10	0.19	0.14	0.80
Colocar talonera	0.17	0.12	0.19	0.23	0.46	0.33	1.94
Martinete	0.22	0.17	0.26	0.31	0.63	0.45	2.62
Recorte de hilos	0.08	0.21	0.10	0.12	0.24	0.17	0.98
Poner ojetes	0.06	0.21	0.07	0.09	0.18	0.13	0.74
Unión lengüeta-pala	0.11	0.2	0.13	0.16	0.32	0.23	1.34
Cierre pala-talón	0.21	0.19	0.25	0.30	0.61	0.44	2.54
Poner remaches	0.07	0.22	0.09	0.10	0.21	0.15	0.87
Amarre de talones	0.29	0.07	0.31	0.38	0.76	0.55	3.15
Sumatoria =	1.75	1.96	2.01	2.45	4.91	3.54	20.45

Area: Montado y empaque		Inicio: 8:50					
Estilo: Campo Cobán de 6"		Final: 17:00					
	Tcron	Calific.	TN (min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod/op
Engomar orilla del corte	0.24	0.15	0.28	0.33	0.66	3.03	2.74
Engomar parte frontal del corte	0.23	0.15	0.26	0.26	0.53	2.44	2.20
Engomar refuerzo de talón	0.10	0.13	0.11	0.13	0.27	1.24	1.12
Conformado	0.18	0.13	0.20	0.24	0.48	2.23	2.02
Activado	0.23	0.21	0.28	0.33	0.66	3.06	2.76
Colocar horma	0.03	0.21	0.04	0.04	0.09	0.40	0.36
Montado de puntas	0.09	0.21	0.11	0.13	0.26	1.20	1.08
Jalado	0.23	0.11	0.26	0.30	0.61	2.80	2.53
Montado de talón	0.33	0.13	0.37	0.44	0.89	4.10	3.70
Acentado	0.14	0.13	0.16	0.19	0.38	1.74	1.57
Cardado	0.19	0.13	0.21	0.26	0.51	2.36	2.13
Engomar	0.33	0.16	0.38	0.46	0.91	4.21	3.80
Inyectado	4.11	0.00	4.11	4.89	9.78	45.15	40.76
Quitar horma	0.03	0.18	0.04	0.04	0.08	0.39	0.35
Recorte de sobrantes	0.25	0.18	0.30	0.35	0.70	3.24	2.93
Inspección	0.07	0.15	0.08	0.10	0.19	0.88	0.80
Lavado	0.12	0.15	0.14	0.16	0.33	1.52	1.37
Resanado	0.78	0.15	0.90	1.07	2.13	9.85	8.90
Empacado	0.10	0.15	0.12	0.14	0.27	1.26	1.14
Sumatoria =	1.07	0.6	8.34	9.87	19.74	91.11	82.24

Tabla XII. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de corte y preparado para el estilo Campo Cobán de 8”.

Área: Corte	Inicio: 7:30	Máquina
Estilo: Campo Cobán de 8”	Final: 17:00	Código 587

	Tcron	Calificac	TN(min)	TS/uni d	TS/par	No, Op.	Prod /op
Colocar piel	0.01	0.21	0.01	0.01	0.03	0.01	0.1
Corte de pala	0.05	0.21	0.06	0.07	0.14	0.06	0.6
Corte de talones	0.11	0.21	0.13	0.16	0.16	0.07	0.6
Corte de mecapal	0.08	0.21	0.10	0.11	0.11	0.05	1.0
Corte de tiras	0.04	0.21	0.05	0.06	0.11	0.05	1.0
Corte de lengüeta	0.03	0.21	0.04	0.04	0.08	0.04	0.4
Corte de talonera	0.07	0.21	0.08	0.10	0.20	0.09	0.8
Sumatoria =	0.39	1.47	0.47	0.55	0.84	0.38	4.46

Área: Preparado	Inici 8:30
Estilo: Campo Cobán de 8”	Final 16:45

	Tcron	Calific	TN (min)	TS/un.	TS/par	# Op.	Prod /op
Clasificar piezas	0.05	0.21	0.06	0.06	0.06	0.07	0.26
Pintar cantos de talones	0.03	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.15
Pintar cantos de tiras	0.04	0.18	0.05	0.05	0.05	0.05	0.20
Pintar cantos de lengüeta	0.06	0.18	0.07	0.07	0.07	0.08	0.30
Pintar cantos mecapal	0.03	0.18	0.04	0.04	0.04	0.04	0.31
Pintar color de talla	0.02	0.18	0.02	0.02	0.02	0.03	0.10
Marcado de guías de talones	0.03	0.18	0.04	0.04	0.07	0.08	0.30
Marcado de guías de pala	0.04	0.18	0.05	0.05	0.10	0.10	0.40
Desbaste de talones	0.02	0.24	0.02	0.03	0.05	0.06	0.21
Desbaste de lengüeta	0.02	0.24	0.02	0.03	0.05	0.06	0.21
Desbaste de pala	0.06	0.24	0.07	0.08	0.15	0.17	0.63
Desbaste de tiras	0.04	0.24	0.05	0.05	0.10	0.11	0.42
Desbaste de mecapal	0.02	0.24	0.02	0.03	0.05	0.06	0.43
Desbaste de taloneras	0.04	0.24	0.05	0.05	0.10	0.11	0.42
Lijado de pala	0.06	0.14	0.07	0.07	0.14	0.15	0.58
Numerar mecapal	0.03	0.14	0.03	0.03	0.07	0.08	0.59
Sumatoria =	0.56	3.05	0.67	0.68	1.09	1.19	4.92

Tabla XIII. Tiempos cronometrados en las áreas de respunte y montaje del estilo CC8

Área: Respunte		Inicio 7:30					
Estilo: Campo Cobán de 8"		Final 17:00					
	Tcron	Calific	TN(min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod /op
Unión mecapal con talón	0.07	0.16	0.08	0.10	0.20	0.18	0.83
Unión de talones	0.09	0.16	0.10	0.13	0.25	0.23	1.06
Coser tiras	0.29	0.12	0.32	0.40	0.79	0.73	3.30
Pegar guarnición	0.17	0.17	0.20	0.24	0.49	0.45	2.02
Ribeteado	0.07	0.12	0.08	0.10	0.19	0.18	0.80
Colocar talonera	0.17	0.12	0.19	0.23	0.46	0.43	1.94
Martinete	0.33	0.17	0.39	0.47	0.94	0.87	3.93
Recorte de hilos	0.08	0.21	0.10	0.12	0.24	0.22	0.98
Poner ojetes	0.09	0.21	0.11	0.13	0.27	0.24	1.11
Unión lengüeta-pala	0.11	0.2	0.13	0.16	0.32	0.30	1.34
Cierre pala-talón	0.21	0.19	0.25	0.30	0.61	0.56	2.54
Poner remaches	0.06	0.22	0.07	0.09	0.18	0.16	0.74
Amarre de talones	0.29	0.07	0.31	0.38	0.76	0.70	3.15
Sumatoria =	1.96	1.96	2.25	2.75	5.50	5.05	22.92

Área: Montado y empaque		Inicio: 8:50					
Estilo: Campo Cobán de 8"		Final: 17:00					
	Tcron	Calific	TN (min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod /op
Engomar orilla del corte	0.24	0.15	0.28	0.33	0.66	3.03	2.74
Engomar parte frontal del corte	0.23	0.15	0.26	0.26	0.53	2.44	2.20
Engomar refuerzo de talón	0.10	0.13	0.11	0.13	0.27	1.24	1.12
Conformado	0.18	0.13	0.20	0.24	0.48	2.23	2.02
Activado	0.23	0.21	0.28	0.33	0.66	3.06	2.76
Colocar horma	0.03	0.21	0.04	0.04	0.09	0.40	0.36
Montado de puntas	0.09	0.21	0.11	0.13	0.26	1.20	1.08
Jalado	0.23	0.11	0.26	0.30	0.61	2.80	2.53
Montado de talón	0.33	0.13	0.37	0.44	0.89	4.10	3.70
Acentado	0.14	0.13	0.16	0.19	0.38	1.74	1.57
Cardado	0.19	0.13	0.21	0.26	0.51	2.36	2.13
Engomar	0.33	0.16	0.38	0.46	0.91	4.21	3.80
Inyectado	4.11	0.00	4.11	4.89	9.78	45.15	40.76
Quitar horma	0.03	0.18	0.04	0.04	0.08	0.39	0.35
Recorte de sobrantes	0.25	0.18	0.30	0.35	0.70	3.24	2.93
Inspección	0.07	0.15	0.08	0.10	0.19	0.88	0.80
Lavado	0.12	0.15	0.14	0.16	0.33	1.52	1.37
Resanado	0.78	0.15	0.90	1.07	2.13	9.85	8.90
Empacado	0.10	0.15	0.12	0.14	0.27	1.26	1.14
Sumatoria =	1.07	0.6	8.34	9.87	19.74	91.11	82.24

Tabla XIV. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes a las áreas de corte y preparado para el estilo de la Bota Jungla

Área: Corte	Inicio: 10:30	Máquina
Estilo: Bota Jungla	Final: 17:00	Código 587

	Tcron	Calificac	TN (min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod /op
Colocar piel	0.01	0.24	0.01	0.01	0.03	0.01	0.1
Corte de pala	0.06	0.24	0.07	0.09	0.17	0.07	0.7
Corte de talonera	0.06	0.24	0.07	0.09	0.17	0.07	0.7
Corte de guarniciones	0.04	0.24	0.05	0.06	0.12	0.05	0.5
Corte de aplicación	0.04	0.24	0.05	0.06	0.12	0.05	0.5
Contar piezas	0.01	0.24	0.01	0.01	0.03	0.01	0.1
Corte de talones de textil	0.20	0.24	0.25	0.29	0.58	0.24	2.4
Sumatoria =	0.42	1.68	0.52	0.61	1.22	0.51	5.08

Área: Preparado	Inicio 8:10
Estilo: Bota Jungla	Final 16:00

	Tcro n	Calific	TN (min)	TS/unid	TS/par	No.Op	Prod /op
Clasificar piezas	0.02	0.13	0.02	0.02	0.05	0.04	0.19
Pintar cantos de talonera	0.05	0.13	0.06	0.06	0.12	0.11	0.48
Pintar cantos de guarniciones	0.05	0.13	0.06	0.06	0.12	0.11	0.48
Pintar cantos de aplicación	0.02	0.13	0.02	0.02	0.05	0.04	0.19
Pintar del color de la talla	0.09	0.13	0.10	0.10	0.21	0.20	0.86
Clasificar piezas	0.001	0.13	0.00	0.00	0.002	0.00	0.01
Marcado de guías de talones	0.04	0.21	0.05	0.05	0.10	0.10	0.41
Marcado de guías de pala	0.05	0.21	0.06	0.06	0.12	0.12	0.51
Marcado de guías de lengüeta	0.07	0.21	0.08	0.09	0.17	0.17	0.72
Desbaste de talonera	0.05	0.13	0.06	0.06	0.12	0.11	0.48
Desbaste de guarniciones	0.03	0.13	0.03	0.03	0.07	0.07	0.29
Desbaste de aplicación	0.04	0.13	0.05	0.05	0.09	0.09	0.38
Desbaste de pala	0.06	0.13	0.07	0.07	0.14	0.13	0.58
Desbaste de refuerzo de talonera	0.09	0.13	0.10	0.10	0.21	0.20	0.86
Numerar refuerzo de talonera	0.03	0.24	0.04	0.04	0.08	0.07	0.32
Numerar talones	0.03	0.24	0.04	0.04	0.08	0.07	0.32
Numerar lengüeta de textil	0.04	0.24	0.05	0.05	0.10	0.10	0.42
Cortar aplicación de textil	0.09	0.19	0.11	0.11	0.22	0.21	0.91
Engomar y pegar forro a pala	0.08	0.19	0.10	0.10	0.19	0.19	0.81
Perforar pala	0.12	0.11	0.13	0.14	0.27	0.26	1.13
Colocar remaches	0.09	0.11	0.10	0.10	0.20	0.20	0.85
Doblar orilla de lengüeta	0.07	0.21	0.08	0.09	0.17	0.17	0.72
Sumatoria =	1.211	3.59	1.40	1.43	2.86	2.78	11.92

T

Tabla XV. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes al área de pespunte para estilo de la bota Jungla.

Área: Pespunte		Inicio		9:20	8:00		
Estilo: Bota Jungla		Final		16:00	14:00		
	Tcron	Calific	TN (min)	TS/unid	TS/par	No.Op.	Prod/op
1.Unión de talones	0.19	0.05	0.20	0.24	0.49	0.73	2.03
2.Acentar costura	0.29	0.05	0.30	0.37	0.74	1.11	3.10
3.Engomar orilla superior de talonera	0.09	0.16	0.10	0.13	0.25	0.38	1.06
4.Doblar y acentar orilla superior de talones	0.25	0.16	0.29	0.35	0.71	1.06	2.95
5.Pespuntar tira en unión de talones	0.32	0.20	0.38	0.47	0.94	1.40	3.90
6.Engomar tiras laterales	0.17	0.22	0.21	0.25	0.51	0.76	2.11
7.Pegar tiras laterales y acentarlas	0.39	0.06	0.41	0.50	1.01	1.50	4.20
8.Recorte de sobrantes en tiras laterales	0.14	0.08	0.15	0.18	0.37	0.55	1.54
9.Pespuntar tiras laterales	0.46	0.11	0.51	0.62	1.25	1.86	5.19
10.Pespuntar collar	0.41	0.13	0.46	0.57	1.13	1.69	4.71
11.Pespuntar laterales de piel	0.31	0.05	0.33	0.40	0.79	1.18	3.31
12.Pespuntar talonera	0.21	0.08	0.23	0.28	0.55	0.83	2.31
13.Unir tira de martinete a talones	0.35	0.04	0.36	0.44	0.89	1.33	3.70
14.Engomar parte interna de talonera	0.15	0.17	0.18	0.21	0.43	0.64	1.78
15.Engomar forro de talonera	0.11	0.22	0.13	0.16	0.33	0.49	1.36
16.Pegar forro de talonera	0.19	0.22	0.23	0.28	0.57	0.84	2.36
17.Costura de talonera para agarrar forro	0.19	0.15	0.22	0.27	0.53	0.80	2.22
18.Engomar martinete (parte interior)	0.16	0.19	0.19	0.23	0.46	0.69	1.94
19.Engomar laterales de lengüeta	0.14	0.19	0.17	0.20	0.41	0.61	1.69
20.Pegar lengüeta con talones	0.64	0.11	0.71	0.87	1.73	2.59	7.22
21.Pespuntar martinete	0.78	0.09	0.85	1.04	2.07	3.10	8.64
22.Poner ojetes	0.16	0.10	0.18	0.21	0.43	0.64	1.79
23.Unión de tiras con lengüeta	0.36	0.10	0.40	0.48	0.97	1.44	4.03
24.Unión de lengüeta con pala	0.19	0.18	0.22	0.27	0.55	0.82	2.28
25.Pespuntar pala con talón	0.89	0.15	1.02	1.25	2.50	3.73	10.41
26.Remate	0.50	0.15	0.58	0.70	1.40	2.09	5.85
27.Clasificar por lados	0.05	0.25	0.06	0.08	0.15	0.23	0.64
Sumatoria =	5.94	2.73	9.08	11.08	22.15	33.05	92.31

Tabla XVI. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes al área de montado para el estilo de la Bota Jungla.

Área: Montado y empaque	Inicio: 10:30	9:00
Estilo: Bota Jungla	Final: 17:00	13:00

	Tcron	Calific	TN (min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod/op
Engomar corte	0.24	0.16	0.28	0.33	0.66	0.80	2.76
Unión corte-horma	0.03	0.16	0.03	0.03	0.07	0.08	0.29
Montado de puntas	0.58	0.22	0.71	0.71	1.42	1.71	5.90
Jalado	0.65	0.11	0.72	0.72	1.44	1.75	6.01
Montado de talón	0.53	0.11	0.59	0.59	1.18	1.42	4.90
Acentado	0.09	0.16	0.10	0.10	0.21	0.25	0.87
Cardado	0.37	0.16	0.43	0.43	0.86	1.04	3.58
Quitar horma	0.06	0.22	0.07	0.07	0.15	0.18	0.61
Pasado	0.22	0.18	0.26	0.26	0.52	0.63	2.16
Engomar Plantilla	0.47	0.16	0.55	0.55	1.09	1.32	4.54
Colocar horma de vulcanizadora	0.5	0.16	0.58	0.58	1.16	1.40	4.83
Raspar orilla de plantilla del corte	1.07	0.16	1.24	1.24	2.48	3.00	10.34
Engomar plantilla	0.45	0.16	0.52	0.52	1.04	1.26	4.35
Colocar cambrellones	0.16	0.16	0.19	0.19	0.37	0.45	1.55
Colocar plantilla de hule y meter zapato a máquina vulcanizadora	0.67	0.16	0.78	0.78	1.55	1.88	6.48
Vulcanizado	10.40	0.00	10.40	10.40	20.80	25.17	176.80
Sacar zapato de vulcanizadora	0.19	0.16	0.22	0.22	0.44	0.53	1.84
Inspección	0.24	0.16	0.28	0.28	0.56	0.67	2.32
Quitar horma	0.12	0.16	0.14	0.14	0.28	0.34	1.16
Recorte de sobrantes	0.24	0.11	0.27	0.27	0.53	0.64	2.22
Quitar sobrante de pegamento	0.58	0.11	0.64	0.64	1.29	1.56	5.37
Lijado	0.54	0.22	0.66	0.66	1.32	1.59	5.49
Inspección	0.26	0.16	0.30	0.30	0.60	0.73	2.51
Lavado	0.47	0.13	0.53	0.53	1.06	1.29	4.43
Resanado	0.12	0.21	0.15	0.15	0.29	0.35	1.21
Empaque	0.06	0.21	0.07	0.07	0.15	0.18	0.61
Sumatoria =	13.89	1.79	20.71	20.76	41.52	34.94	210.42

Como todo proceso, el de calzado también debe estar estandarizado; es por ello que se llevó a cabo un estudio de tiempos con el cual se puede apreciar tanto el tiempo por operación, como la cantidad de producción diaria que se puede exigir a los operarios dependiendo del estilo a fabricar.

Otro factor que está afectando en la producción y que es dependiente del estudio de tiempos es el tiempo de ocio, siendo éste en ciertas ocasiones muy notorio debido a que algunos operarios desarrollan más operaciones que otros o están recargados con más horas de trabajo al día, lo cual lleva a una inconformidad por parte de ellos y se obtiene como consecuencia el bajo rendimiento de estas personas.

En las tablas de la X a la XVI se presentan los tiempos cronometrados para los estilos ya indicados anteriormente, con la única salvedad que el análisis respectivo se centra solamente para el área de respunte, debido a que es el área más afectada en lo que se refiere a la distribución de cargas de trabajo.

3.3. Diagramas de operaciones del proceso

En estos diagramas se aprecia la secuencia cronológica de todas las operaciones necesarias para la fabricación de cada uno de los estilos de calzado, márgenes de tiempo y materiales necesarios, abarcando desde la llegada de la materia prima y material de empaque hasta el empaque del producto final. Señala la entrada de todos los componentes al ensamble principal del zapato. Dichos diagramas se pueden apreciar en los anexos.

A continuación se presenta el diagrama del proceso completo para el estilo Campo Cobán de 6", el cual contiene todas las actividades necesarias para obtener un par de zapatos de dicho estilo; siendo éstas desde la llegada de la materia prima, hasta el almacenamiento del producto terminado.

Como se puede apreciar, primero pasa a la operación de corte, aquí la piel es cortada en diversas formas que van a constituir las partes a unir para la formación del zapato. Luego se procede a la preparación de dichas piezas, siendo constituida por una serie de actividades que complementan esta parte del proceso, entre las cuales se tiene la

Fig.3 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 6"

FECHA: 22-10-97

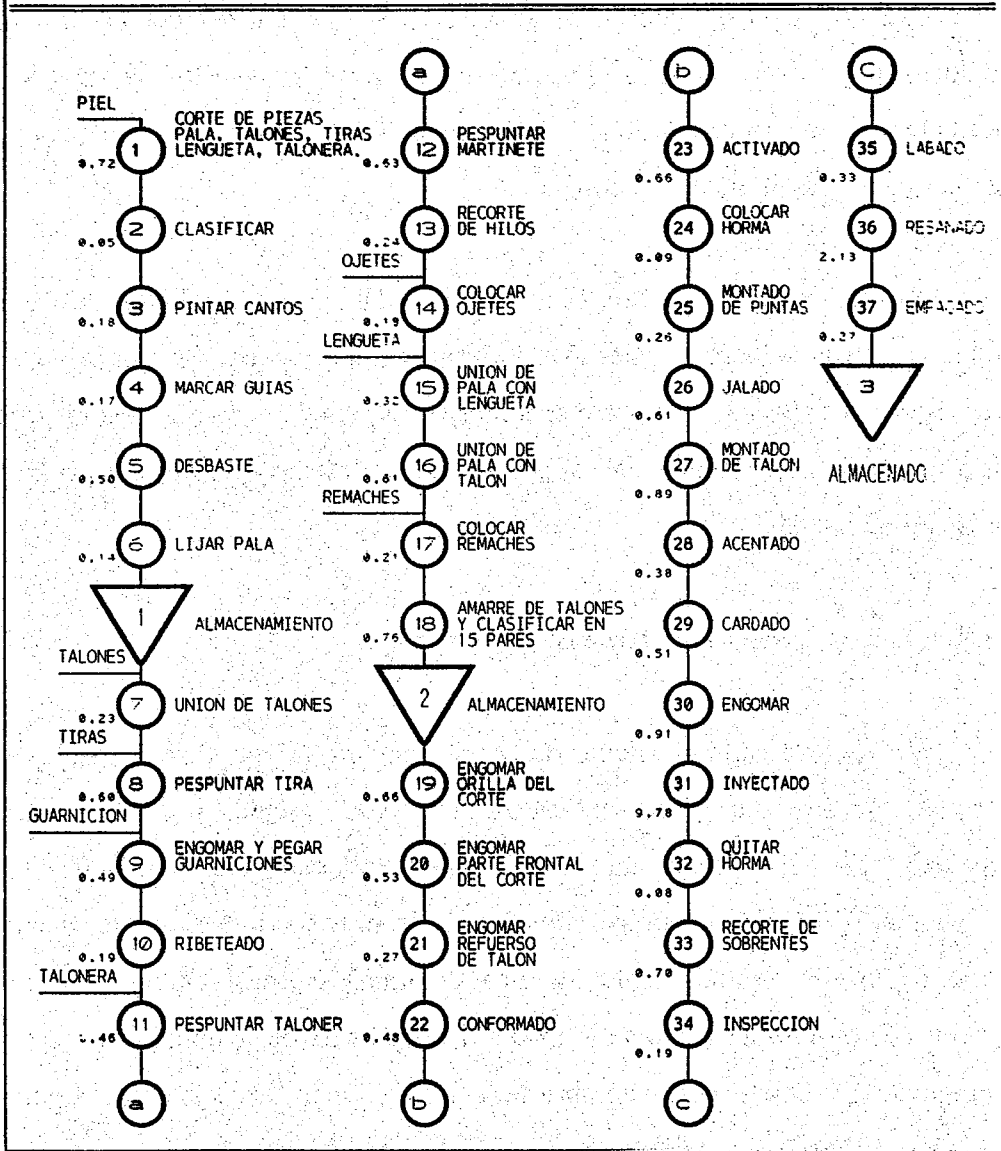
INICIA EN: UNION DE TALONES

FINALIZA EN: CLASIFICACION EN PARES

EL METODO ES: ACTUAL

ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA

REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



clasificación de las piezas enfocada en la calidad de la piel, después se procede a las operaciones como: pintar cantos, marcar guías, desbaste, lijar la pala; y por último, se lleva a bodega para ser almacenado todo el producto.

Al siguiente día se sigue con el proceso de respunte siendo este donde se unen todas las piezas en base a distintos tipos de costuras con la ayuda de maquinas especiales para cada tipo de puntada, llamándosele a esta unión de piezas “corte”. Este proceso también tiene una secuencia de actividades las cuales se pueden ver en el diagrama de operaciones presentado en la página anterior. Al final de este proceso se tiene un almacenamiento, siendo este al final del día, cuando se guardan todos los pares de cortes unidos para pasar al siguiente proceso.

Por último se tiene lo que es el montado del zapato, llevándose a cabo este por medio de varias actividades que llevan a la culminación de un par de zapatos. La finalidad de este proceso es acentar cada corte en su respectiva suela, pasar por una inspección para verificar la calidad del trabajo realizado y así pasar al empaque del zapato terminado y poder sacarlo a la venta.

3.4. Cálculo de la eficiencia actual de la planta

Para llevar a cabo el cálculo de la eficiencia de la planta se necesitan en primer lugar contar con los tiempos estandarizados; por lo cual, la empresa no sabía exactamente con que eficiencia estaba trabajando actualmente. Para este cálculo se utilizó el formato que utilizan en Planta San Cristobal, donde se enlistan todos los estilos de calzado y cada uno con su tiempo estándar total en una columna, en otra columna se registra la producción efectiva durante el día de trabajo, estos dos datos se multiplican y el resultado es la columna referente a horas hombre requeridas; donde se establece el total de horas necesarias en teoría para producir esa cantidad de pares de calzado.

Como primer paso se debe observar que la hoja electrónica ya cuente con los tiempos estandarizados de cada uno de los estilos en su columna respectiva. Luego en la columna de producción efectiva se coloca la cantidad de pares de zapatos producidos en el día en su casilla respectiva, dependiendo del estilo. Después de haber llenado todas las casillas correspondientes al día de producción, se procede a la sumatoria de esta columna, tomando en cuenta que todas las cantidades que aparecen en la misma corresponden a la producción de un mismo módulo de trabajo. El resultado de la sumatoria se coloca en la casilla "total pares".

Después de haber llenado las casillas respectivas en la columna de producción efectiva, la hoja electrónica automáticamente presenta el resultado del producto de ésta columna con la del tiempo estándar, en la columna de horas-hombre requeridas. Luego se llenan las siguientes casillas: tiempo de jornada real, la cantidad de personal utilizado para esa producción, si hay alguna meta extra, cuantos operarios se ausentaron ese día y la cantidad de horas que en realidad se utilizaron para la producción.

Con estos datos se calculan las horas utilizadas, que no es más que el producto de las horas utilizadas reales por la cantidad de personal. Por último la eficiencia se obtiene dividiendo el total de las horas hombre requeridas entre el dato de las horas utilizadas. A continuación se presentan las tablas XVII, XVIII y XIX con los respectivos cálculos de las eficiencias actuales.

Tabla XVII. Cálculo de la eficiencia actual para el estilo CC6" en pespunte.

Fecha: 12/97 Pespunte "A"

Actual

Prod.Efec= Producción efectiva
 Ts/par = Tiempo estándar por par en minutos.
 H.H.Req = Horas hombre requeridas (h.r.)

ESTILO	Prod.Efe c.	Ts/par	H.H.Req(hr)
Converse 620	0	4.20	0.00
Converse 610	0	7.92	0.00
Campus	0	5.05	0.00
Campo Cobán de 6"	450	6.34	47.55
Campo Cobán de 8"	0	5.50	0.00
Bota Minera	0	8.03	0.00
Postman	0	9.29	0.00
Bota Vulcanizada ST.	0	13.82	0.00
Scout	0	7.52	0.00
XTS	0	14.09	0.00
Bota Jungla	0	22.15	0.00
TOTAL PARES:	450		47.55
Jornada real	510		
Cantidad de personal	13		
Metas extras	0		
Ausencias	0		
Horas utilizadas	8.5		

EFICIENCIA= h.r./h.u = 43.03

Tabla XVIII. Cálculo de la eficiencia actual para el estilo CC8" en pespunte.

Fecha: 12/97 Pespunte "A"

Actual

Prod.Efec= Producción efectiva
 Ts/par = Tiempo estándar por par en minutos.
 H.H.Req = Horas hombre requeridas (h.r.)

ESTILO	Prod.Efec.	Ts/par	H.H.Req(hr)
Converse 620	0	4.20	0.00
Converse 610	0	7.92	0.00
Campus	0	5.05	0.00
Campo Cobán de 6"	0	6.34	0.00
Campo Cobán de 8"	330	5.50	30.25
Bota Minera	0	8.03	0.00
Postman	0	9.29	0.00
Bota Vulcanizada ST.	0	13.82	0.00
Scout	0	7.52	0.00
XTS	0	14.09	0.00
Bota Jungla	0	22.15	0.00
TOTAL PARES:	330		30.25
Jornada real	510		
Cantidad de personal	12		
Metas extras	0		
Ausencias	0		
Horas utilizadas	8.5		

EFICIENCIA= h.r./h.u = 29.66

Tabla XIX. Cálculo de la eficiencia actual para el estilo de la Bota Jungla en pespunte.

Fecha: 07/01/98	Pespunte	"A"
-----------------	----------	-----

Actual

Prod.Efec= Producción efectiva Ts/par = Tiempo estándar por par en minutos. H.H.Req = Horas hombre requeridas (h.r.)
--

ESTILO	Prod.Efec.	Ts/par	H.H.Req(hr)
Converse 620	0	4.20	0.00
Converse 610	0	7.92	0.00
Campus	0	5.05	0.00
Campo Cobán de 6"	0	6.34	0.00
Campo Cobán de 8"	0	5.50	0.00
Bota Minera	0	8.03	0.00
Postman	0	9.29	0.00
Bota Vulcanizada ST.	0	13.82	0.00
Scout	0	7.52	0.00
XTS	0	14.09	0.00
Bota Jungla	175	22.15	64.60
TOTAL PARES:	175		64.60
Jornada real	510		
Cantidad de personal	13		
Metas extras	0		
Ausencias	0		
Horas utilizadas	8.5		

EFICIENCIA= h.r./h.u = 58.47

4. MÉTODO PROPUESTO PARA EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

4.1. Distribución de cargas de trabajo

La resistencia al cambio es uno de los primeros factores en presentarse al hacer cualquier mejora en un proceso, no siendo la excepción el presente trabajo, con el cual se llevó a cabo una nueva distribución de cargas. Este es el resultado de la falta de capacitación del personal, ya que éstos no pueden desarrollar otra actividad más que la de ellos.

Para poder contar con una buena distribución de cargas de trabajo se debe contar con personal multifuncional, de no ser así surgen problemas cuando se hacen las distribuciones correspondientes, debido a que los operarios no pueden hacer otra operación más que sólo la que ellos hacen, lo cual provoca ineficiencias en los diseños, baja eficiencia de producción y resistencia al cambio. En estos casos se presenta uno de los aspectos sencillos y más importantes de decidir y este es “quién hace qué” (7:5), para poder lograr un buen equilibrio en la carga de trabajo de cada operario.

Tabla XX. Presenta los % de operarios del área de respunte que puede manejar cierta cantidad de máquinas.

% de operarios en respunte	# de máquinas utilizadas	Trabajo
8	1	Respunte
20	2	Respunte
24	3	Respunte
12	4	Respunte
16	5	Respunte
12	0	Manual

Los datos de la tabla XX nos indican como está la capacitación del personal operativo, estos valores están basados en un total de 10 tipos de máquinas que se utilizan en esta área. Por ejemplo: el ocho por ciento de los operarios solamente sabe manejar un tipo de máquina, por consiguiente si se le pone otra operación que no sea la que hace continuamente, no la podrá realizar. Solamente el 28 % de los operarios saben manejar entre cuatro y cinco tipos de máquina, lo cual no es de gran ayuda para los cambios necesarios de operaciones o módulos que se quieran realizar, debido a que es poco el personal que se puede rotar.

Las distribuciones de cargas de trabajo que se diseñaron para mejorar el proceso están basadas en la capacidad instalada de la planta; por lo tanto, cada uno de los diseños está balanceado tomando en cuenta la capacidad de cada operario para efectuar las distintas operaciones y por lo mismo tienen una eficiencia inicial de diseño, teniéndose que mejorar con el transcurso de la adaptación. Por ejemplo: los módulos para Campo Cobán de 6" y 8" fueron diseñados para una eficiencia del 65 %, los resultados obtenidos estuvieron cerca de esa eficiencia, pudiéndose corroborar en los datos de las tablas de cálculo de eficiencia para cada estilo (ver tablas XXVII, XXVIII y XXIX). Las respectivas distribuciones de cargas de trabajo se presentan en las tablas XXI, XXII y XXIII.

Para implantar los cambios necesarios en los módulos fue necesario hacer una introducción por medio de una serie de pláticas con el personal operativo para hacerles ver los beneficios que estos conllevan tanto para ellos como para la empresa; la participación de los operarios se obtuvo solamente de un módulo y en el otro se optó por la presión mientras se adaptaban al sistema.

Con el módulo A se hicieron pruebas para el estilo de la Bota Jungla siendo aceptados los cambios por la mayoría de operarios; en el módulo B, que fue el que se opuso al cambio, se hicieron las pruebas de los dos estilos de Campo Cobán, tanto el de

6" como el de 8" generándose resultados muy variables que fueron de 30 pares por hora, el mínimo alcanzado al inicio de las respectivas pruebas, hasta los 48 pares por hora que se lograron solamente por tres horas. Es necesario mencionar que estos datos son de diferentes pruebas, estableciéndose al final un promedio de 43 pares por hora que fue el mayor rendimiento logrado en los resultados finales.

Tablas XXI Distribución de cargas de trabajo para el área de respunte Método propuesto.

Área: Respunte		450 Pares/ día							
Estilo: Campo Cobán de 6"									
	TS/par	Prod/op	Oper	Oper.	Oper.	Oper.	Oper.5	Oper.	Oper.
			.1	2	3	4		6	7
Unión de talones	0.23	1.70	1.70						
Coser tiras	0.60	4.51		4.51					
Pegar guarnición	0.49	3.64			3.64				
Ribeteado	0.19	1.43			1.43				
Colocar talonera	0.46	3.48	3.48						
Martinete	0.63	4.71				4.71			
Recorte de hilos	0.24	1.77				1.77			
Poner ojetes	0.18	1.33					1.33		
Unión lengüeta-pala	0.32	2.42					2.42		
Cierre pala-talón	0.61	4.57						4.57	
Poner remaches	0.21	1.56							1.56
Amarre de talones	0.76	5.68							5.68
Sumatoria =	4.91	36.81	5.18	4.51	5.07	6.48	3.74	4.57	7.24

Tabla XII Distribución de cargas de trabajo para el área de respunte Método propuesto.

Área:											
Respunte											
Estilo: Campo Cobán de 8" 450 pares /día											
	TS/uni d	Prod/ op	Oper .1	Oper .2	Op. 3	Op. 4	Op. 5	Op. 6	Op 7	Ope. 8	Oper .9
Unión mecapal con talón	0.10	0.83	0.83								
Unión de talones	0.13	1.06		1.06							
Coser tiras	0.40	3.30			3.3						
Pegar guarnición	0.24	2.02				2.02					
Ribeteado	0.10	0.80				0.8					
Colocar talonera	0.23	1.94					1.94				
Martinete	0.47	3.93						3.93			
Recorte de hilos	0.12	0.98									
Poner ojetes	0.13	1.11							1.11		
Unión lengüeta-pala	0.16	1.34							1.34		
Cierre pala-talón	0.30	2.54								2.54	
Poner remaches	0.09	0.74									0.74
Amarre de talones	0.38	3.15									3.15
Sumatoria =	2.75	22.92	0.83	1.06	3.3	2.82	1.94	3.93	2.45	2.54	3.89

Tabla XXIII Distribución de cargas de trabajo para el área de pespunte

Area: Pespunte
 Estilo: Bota Jungla

08:00
 14:00

METODO: Propuesto
 250 Pares

	TS/par	Prod/op	Oper.1	Oper.2	Oper.3	Oper.4	Oper.5	Oper.6	Oper.7	Oper.8	Oper.9	Oper.10	Oper.11	Oper.12
1 Unión de talones	0.49	2.03	2.03											
2 Acentar costura	0.74	3.10		3.10										
3 Engomar orilla superior de talonera	0.25	1.06	1.06											
4 Doblar y acentar orilla superior de talones	0.71	2.95	2.95											
5 Pespuntar tira en unión de talones	0.94	3.90				3.90								
6 Engomar tiras laterales	0.51	2.11												
7 Pegar tiras laterales y acentarlas	1.01	4.20												
8 Recorte de sobrantes en tiras laterales	0.37	1.54												
9 Pespuntar tiras laterales	1.25	5.19			5.19									
10 Pespuntar collar	1.13	4.71	4.71											
11 Pespuntar laterales de piel	0.79	3.31			3.31									
12 Pespuntar talonera	0.55	2.31				2.31								
13 Unir tira de marinete a talones	0.89	3.70						3.70						
14 Engomar parte interna de talonera	0.43	1.78		1.78										
15 Engomar forro de talonera	0.33	1.36		1.36										
16 Pegar forro de talonera	0.57	2.36		2.36										
17 Costura de talonera para agarrar forro	0.53	2.22						2.22						
18 Engomar marinete (parte interior)	0.46	1.94	1.94											
19 Engomar laterales de lengüeta	0.41	1.69	1.69											
20 Pegar lengüeta con talones	1.73	7.22											7.22	
21 Pespuntar marinete	2.07	8.64							8.64					
22 Poner ojales	0.43	1.79								1.79				
23 Unión de tiras con lengüeta	0.97	4.03						4.03						
24 Unión de lengüeta con pala	0.55	2.28						2.28						
25 Pespuntar pala con talón	2.50	10.41				1.41					9.00			
26 Remate	1.40	5.85												5.85
27 Clasificar por lados	0.15	0.64								0.64				
28 Sumatoria =	22.15	92.31	6.74	7.64	8.60	8.50	7.62	6.31	5.92	8.64	2.42	9.00	7.22	5.85

4.2. Diseño de módulos de trabajo por estilo de calzado

Estos diseños se basaron en la capacidad del personal operativo, debido a lo expuesto en la tabla XX., que no se cuenta con personal multifuncional y siendo así no se puede hacer una distribución de cargas de trabajo cien por ciento equilibrada.

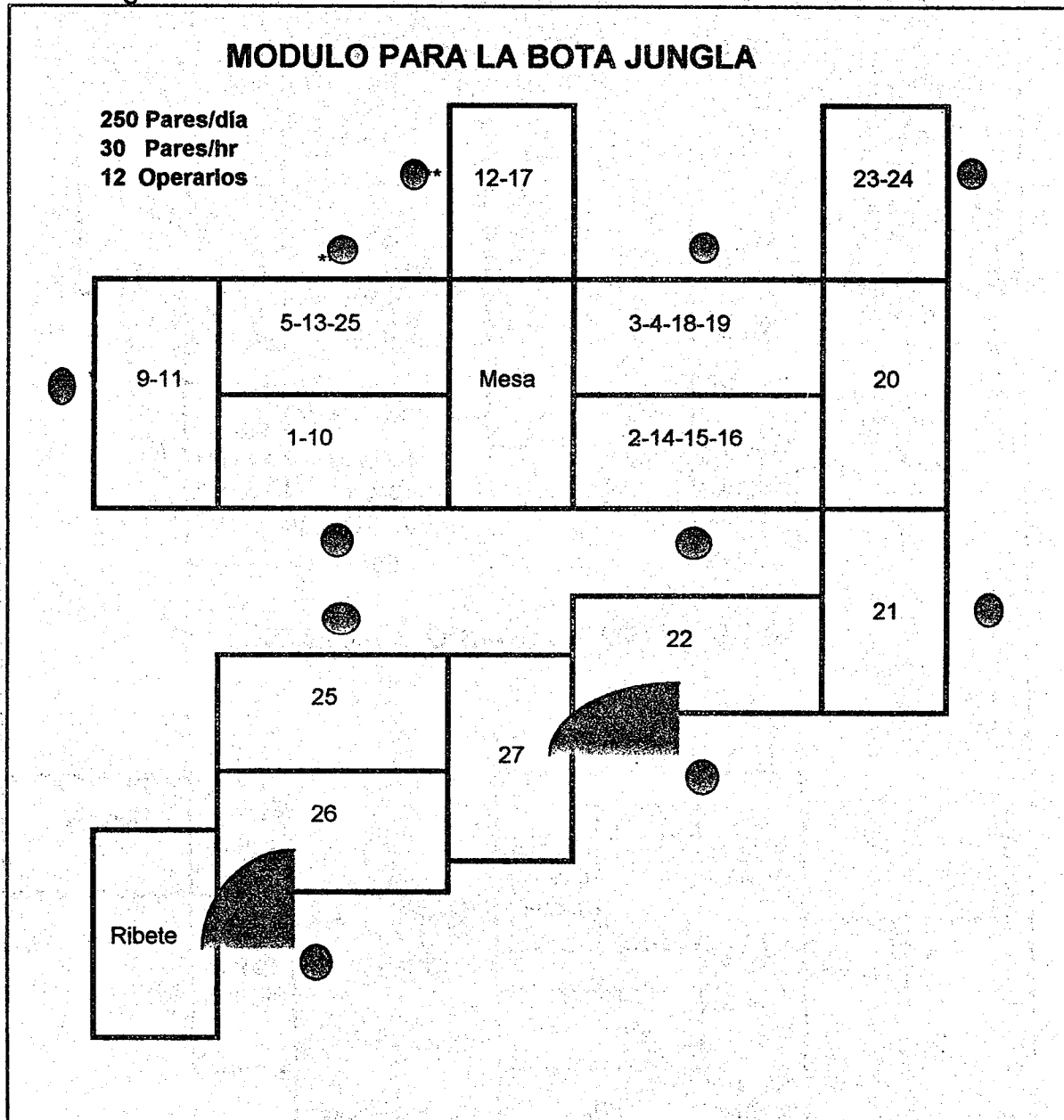
Debido al sistema de producción utilizado en esta empresa (manufactura modular), en algunas ocasiones la ubicación de las operaciones no es la adecuada dentro del módulo, provocando movimientos innecesarios por parte del operario para abastecerse de trabajo. Con estos diseños se logró disminuir este tipo de movimientos y en algunos estilos se redujo el personal, un ejemplo de esto es el módulo para el estilo CC6 que contaba con trece operarios para cumplir su producción y con el nuevo diseño se redujo a siete operarios y con un incremento del 28% de su producción.

La ubicación de cada uno de los puestos de trabajo de cada módulo, como se plantea en el párrafo anterior, juega un papel muy importante ya que tiene como fin lograr un mejor flujo, menor distancia entre puestos de trabajo, reducir áreas de trabajo (MCM), y que el operario realice la menor cantidad de movimiento para abastecer de trabajo al compañero de la siguiente operación.

La distribución de operaciones de estos módulos se presenta en las tablas XXI, XXII y XXIII; siendo éstas las que indican que operaciones realizará cada operario.

Los diseños respectivos de estos módulos de trabajo se pueden apreciar en los gráficos 3 y 4. En el gráfico 3, en cada uno de los puestos de trabajo se muestran números, siendo estos los que representan las diferentes operaciones enumeradas en la tabla XXIII.

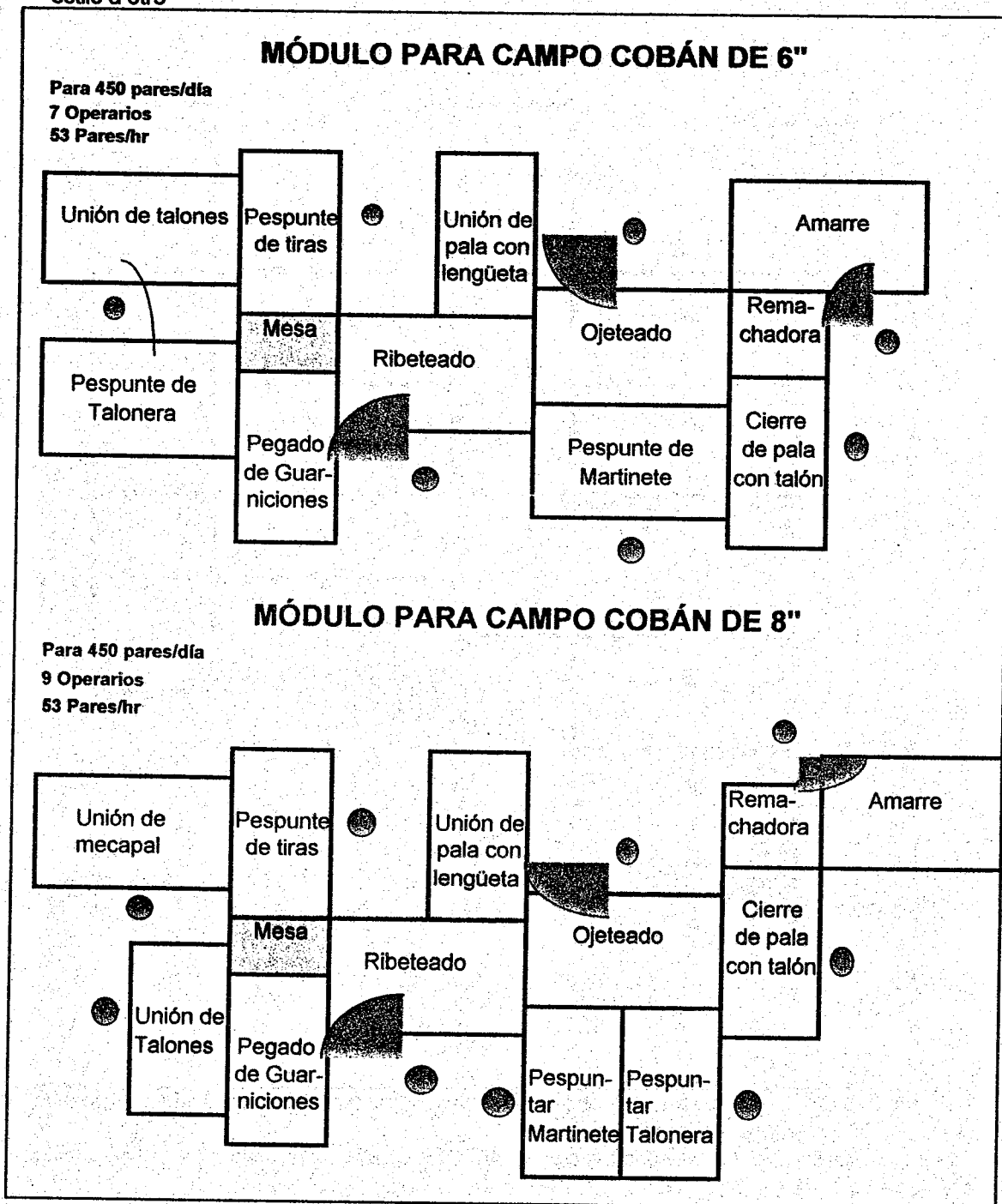
Fig. 4. En este gráfico se está representando el diseño del nuevo módulo para la Bota Jungla



* Los números representados en cada puesto de trabajo, corresponden al orden de las operaciones en la tabla XIII de cargas de trabajo.

* Los arcos significan que el operario tiene a su cargo dos operaciones, siendo éstas las que abarca el mismo.

Fig. 5. En esta representación gráfica se pueden observar los diseños respectivos para los módulos de CC6" y CC8" con los cambios de máquinas para pasar de la fabricación de un estilo a otro



4.3. Combinación de módulos de trabajo similares

Con esta combinación de módulos se trata de tener el menor movimiento de maquinaria posible para reducir el tiempo de cambio de módulos de trabajo. Para lograr este objetivo se recomienda combinar los módulos de Campo Cobán de 6" con el de Campo Cobán de 8", entre los cuales solamente se deben mover dos máquinas de posición y agregar una más, tal como se puede apreciar en los módulos expuestos en el gráfico 4.2. El módulo para la bota jungla no se puede combinar con éstos debido a que requiere de mayor cantidad de máquinas por la variedad de operaciones que se necesitan para la fabricación de dicho estilo (gráfico 3).

4.4. Cambios propuestos para el mejoramiento de las operaciones

Los cambios que se hicieron como ya se han mencionado anteriormente han sido nuevas distribuciones de cargas de trabajo, nuevos diseños de módulos, reducción de personal en algunos módulos de trabajo y rotar personal dentro de los mismos.

La mayor parte de los cambios tuvo que ver con el tiempo de ocio que se mantenía dentro de estos módulos, provocando cambios en las actividades de los operarios para balancear las cargas de trabajo y como apoyo mejorar la asistencia del departamento de mantenimiento.

Entre las mejoras se tiene que para el operario con dos operaciones a su cargo se hizo una silla giratoria, logrando que éste sólo tenga que hacer un giro para estar frente a la otra máquina y así poder desarrollar su tarea. Con este cambio se logró que la producción de este operario aumentara de 35 pares por hora a 45 pares por hora en las pruebas que se llevaron a cabo del estilo Campo Cobán de 6".

La reducción de tiempos que se obtuvo se puede apreciar en el punto 4.4. (tablas XXIV, XXV y XXVI), dando como resultado un incremento en la eficiencia y un aumento en la producción diaria.

Entre los cambios que se le proponen a la empresa para mejorar el rendimiento de los operarios se encuentra el diseño de iluminación para las áreas de corte, preparado y pespunte siendo estas las más afectadas por lo delicado de sus operaciones.

4.4.1. Diseño del alumbrado artificial

A continuación se describe el diseño de iluminación para cada una de estas áreas:

4.4.1.1. Departamento de Corte y Preparado

El espacio ocupado por estas áreas es de 7.03 mts. de ancho y 9.30 mts. de largo. Cielo color gris; $P_c = 40\%$; paredes color gris; $P_p = 50\%$, y piso gris, $P_f = 50\%$.

- 1) **Escoger el nivel lumínico:** en estas áreas se requiere apreciar bien la calidad de piel y textil que se trabaja, la tonalidad del reverso de la piel que sea lo más parejo posible entre las diversas piezas; para poder lograr los mejores resultados y de acuerdo con las recomendaciones de la IEEE (*ver tabla en anexos*), el ambiente se clasificará como "E", el cual tiene como rango de iluminación: 500 - 750 -1000 luxes. Siendo sus factores de peso los siguientes: edad < 40 años, -1; velocidad y exactitud, importante, 0; reflectancia de alrededores del 70%, 0. Al sumar los valores resultantes de los factores de peso tenemos un total de -1, por lo cual se deberá utilizar el valor medio del rango de iluminación que es de 750 lux.
- 2) **Calcular la altura de montaje:** para calcular la altura de montaje tenemos un promedio de altura total de 2.60 mts. y un promedio de altura de puestos de trabajo de

0.90 mts., de donde efectuando la resta correspondiente de la altura total menos altura de puestos de trabajo, resulta una altura de montaje de 1.70 mts.

3) **Calcular la relación ambiente:** para éste cálculo tenemos que el área en análisis es de 65.844 mts.²; la altura de montaje que es de 1.70 mts.. Al efectuar la operación correspondiente resulta una relación ambiente $RR = 2.36$ mts.

4) **Escoger el tipo de luminaria, lámpara y alumbrado:** debido a su bajo costo de mantenimiento y que son más económicas se eligen las lámparas fluorescentes de alumbrado semidirecto, tipo industrial.

5) **Estimar factor de mantenimiento:** para este cálculo se supone un servicio de mantenimiento malo, de donde se asigna un factor de mantenimiento (FM) de 0.50.

6) **Encontrar el coeficiente de utilización:** para este dato se observa la tabla respectiva en los anexos con el dato respectivo de claridad correspondientes a techo, pared y piso. Estos datos son: para paredes, semiclaro; techo, claro; piso, oscuro; relación ambiente de 2.36; alumbrado semidirecto. Por lo tanto, el coeficiente de utilización (K) definitivo será de 0.62.

7) **Calcular el espacio máximo:** este espacio está dado por la fórmula establecida para un tipo de luminaria industrial en el anexo correspondiente y esta es: $EM = 1.3 * hm.$, para la cual sólo necesitamos el dato de la altura de montaje (hm), siendo esta de 1.70 mts. Entonces al efectuar la operación se obtuvo un espacio máximo de 2.21 mts

8) **Calcular el número mínimo de lámparas:**

A lo largo: Se tiene una longitud de 9.30 mts., y un $EM = 2.21$ mts. Al dividir la longitud entre el EM, se tiene una cantidad de 4 lámparas.

A lo ancho: El ancho es de 7.08 mts., y el $EM = 2.21$. De donde al hacer la división respectiva se obtiene que se necesitan 3 lámparas.

En general, se necesita un total de 12 lámparas.

9) Flujo por lámpara (Q):

$Q = 159,290.3/12 = 13,274.19$ lúmenes. Para poder cubrir esta cantidad de lúmenes se necesitan 2 tubos fluorescentes SLIMLINE de 73.5 watts (datos de Catálogo Westinghouse 1973).

4.4.1.2. Departamento de Pespunte

El espacio ocupado por estas áreas es de 6.20 mts. de ancho y 20.00 mts. de largo. Cielo color gris; $P_c = 40\%$, paredes color gris; $P_p = 50\%$ y piso gris, $P_f = 50\%$.

- 1) **Escoger el nivel lumínico:** en estas áreas se requiere apreciar bien la calidad de piel y textil que se trabaja, la tonalidad del reverso de la piel que sea lo más parejo posible entre las diversas piezas; para poder lograr los mejores resultados y de acuerdo con las recomendaciones de la IEEE (*ver tabla en anexos*), el ambiente se clasificará como "E", el cual tiene como rango de iluminación: 500 - 750 -1000 luxes. Siendo sus factores de peso los siguientes: edad < 40 años, -1; velocidad y exactitud, importante, 0; reflectancia de alrededores del 70%, 0. Al sumar los valores resultantes de los factores de peso tenemos un total de -1, por lo cual se deberá utilizar el valor medio del rango de iluminación que es de 750 lux.
- 2) **Calcular la altura de montaje:** para calcular la altura de montaje tenemos un promedio de altura total de 2.60 mts. y un promedio de altura de puestos de trabajo de 0.80 mts., de donde efectuando la resta correspondiente de la altura total menos altura de puestos de trabajo, resulta una altura de montaje de 1.80 mts.

- 3) **Calcular la relación ambiente:** para éste cálculo tenemos que el área en análisis es de 124.0 mts.², la altura de montaje que es de 1.80 mts.. Al efectuar la operación correspondiente resulta una relación ambiente $RR = 2.63$ mts.
- 4) **Escoger el tipo de luminaria, lámpara y alumbrado:** debido a su bajo costo de mantenimiento y que son más económicas se eligen las lámparas fluorescentes de alumbrado semidirecto, tipo industrial.
- 5) **Estimar factor de mantenimiento:** para este cálculo se supone un servicio de mantenimiento malo, de donde se asigna un factor de mantenimiento (FM) de 0.50.
- 6) **Encontrar el coeficiente de utilización:** para este dato se observa la tabla respectiva en los anexos con el dato respectivo de claridad correspondientes a techo, pared y piso. Estos datos son: para paredes, semiclaro; techo, claro; piso, oscuro; relación ambiente de 2.63; alumbrado semidirecto. Por lo tanto, el coeficiente de utilización (K) definitivo será de 0.63.
- 7) **Calcular el espacio máximo:** este espacio está dado por la fórmula establecida para un tipo de luminaria industrial en el anexo correspondiente y esta es: $EM = 1.3 * hm.$, para la cual sólo necesitamos el dato de la altura de montaje (hm), siendo esta de 1.80 mts. Entonces al efectuar la operación se obtuvo un espacio máximo de 2.34 mts.
- 8) **Calcular el número mínimo de lámparas:**
- A lo largo:** se tiene una longitud de 20.00 mts. y un $EM = 2.34$ mts. Al dividir la longitud entre el EM, se tiene una cantidad de 9 lámparas.
- A lo ancho:** el ancho es de 6.20 mts., y el $EM = 2.34$. De donde al hacer la división respectiva se obtiene que se necesitan 3 lámparas.

En general, se necesita un total de 27 lámparas.

9) Flujo por lámpara (Q):

$Q = 295,238.09/27 = 10,934.7$ lúmenes. Para poder cubrir esta cantidad de lúmenes se necesitan 2 tubos fluorescentes SLIMLINE de 73.5 watts (datos de Catálogo Westinghouse 1973).

4.5. Tiempos cronometrados y estandarizados

En las siguientes tablas se puede apreciar la reducción de tiempos que se logró con los nuevos diseños modulares. Hay que tomar en cuenta que los operarios no están familiarizados al cien por ciento con este nuevo sistema, por lo tanto se espera que la reducción de tiempos sea mayor cuando se alcance la adaptación por parte de ellos.

Al comparar las tablas XXIV, XXV y XXVI con las tablas XI, XIII y XV respectivamente podemos apreciar la diferencia en los tiempos de producción para cada uno de los estilos, siendo éstos menores en la aplicación del método propuesto. Las reducciones dadas son las siguientes: Campo Cobán de 6" se redujo de 4.91 minutos a 4.83 minutos; el Campo Cobán de 6" tuvo una reducción de 5.50 minutos a 4.89 minutos; y la más significativa fue para el estilo de la Bota Jungla que de 22.15 minutos, bajó a 14.84 su tiempo de producción. A continuación se presentan las tablas del estudio de tiempos para el método propuesto:

Tabla XXIV. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes al área de respunte Estos tiempos fueron registrados con las pruebas del nuevo módulo para CC6". Método propuesto.

Área: Respunte	Inicio: 7:30
Estilo: Campo Cobán de 6"	Final: 17:00

	Tcron	Calific	TN(min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod/op
Unión de talones	0.11	0.16	0.13	0.16	0.31	0.23	1.30
Coser tiras	0.22	0.12	0.25	0.30	0.60	0.44	2.51
Pegar guarnición	0.15	0.17	0.18	0.21	0.43	0.31	1.78
Ribeteado	0.07	0.12	0.08	0.10	0.19	0.14	0.80
Colocar talonera	0.11	0.12	0.12	0.15	0.30	0.22	1.25
Martinete	0.31	0.17	0.36	0.44	0.88	0.65	3.69
Poner ojetes	0.07	0.21	0.08	0.10	0.21	0.15	0.86
Unión lengüeta-pala	0.21	0.2	0.25	0.31	0.61	0.45	2.56
Cierre pala-talón	0.23	0.19	0.27	0.33	0.67	0.49	2.78
Poner remaches	0.07	0.22	0.09	0.10	0.21	0.15	0.87
Amarre de talones	0.16	0.07	0.17	0.21	0.42	0.31	1.74
Sumatoria =	1.71	1.75	1.98	2.42	4.83	3.54	20.14

Tabla XXV. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes al área de respunte Estos tiempos fueron registrados con las pruebas del nuevo módulo para CC8".

Área: Respunte	Inicio: 7:30
Estilo: Campo Cobán de 8"	Final: 17:00

	Tcron	Calific	TN(min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod /op
Unión mecapal con talón	0.07	0.16	0.08	0.10	0.20	0.16	0.83
Unión de talones	0.11	0.16	0.13	0.16	0.31	0.24	1.30
Coser tiras	0.22	0.12	0.25	0.30	0.60	0.47	2.51
Pegar guarnición	0.15	0.17	0.18	0.21	0.43	0.34	1.78
Ribeteado	0.07	0.12	0.08	0.10	0.19	0.15	0.80
Colocar talonera	0.11	0.12	0.12	0.15	0.30	0.24	1.25
Martinete	0.33	0.17	0.39	0.47	0.94	0.74	3.93
Poner ojetes	0.09	0.21	0.11	0.13	0.27	0.21	1.11
Unión lengüeta-pala	0.21	0.2	0.25	0.31	0.61	0.48	2.56
Cierre pala-talón	0.21	0.19	0.25	0.30	0.61	0.48	2.54
Poner remaches	0.07	0.22	0.09	0.10	0.21	0.16	0.87
Amarre de talones	0.16	0.07	0.17	0.21	0.42	0.33	1.74
Sumatoria =	1.73	1.75	2.00	2.45	4.89	3.83	20.38

Tabla XXVI. Tiempos cronometrados y estandarizados correspondientes al área de respunte Estos tiempos fueron registrados con las pruebas del nuevo módulo para la Bota Jungla.

Área: Respunte
Estilo: Bota Jungla

	Tcron	Calific	TN (min)	TS/unid	TS/par	No. Op.	Prod /op
1.Unión de talones	0.14	0.05	0.15	0.18	0.36	0.46	1.49
2.Acentar costura	0.14	0.05	0.15	0.18	0.36	0.46	1.49
3.Engomar orilla superior de talonera	0.09	0.16	0.10	0.13	0.25	0.33	1.06
4.Doblar y acentar orilla superior de talones	0.2	0.16	0.23	0.28	0.57	0.72	2.36
5.Pespuntar tira en unión de talones	0.18	0.20	0.22	0.26	0.53	0.67	2.20
6.Pespuntar tiras laterales	0.53	0.11	0.59	0.72	1.44	1.83	5.98
7.Pespuntar collar	0.23	0.13	0.26	0.32	0.63	0.81	2.64
8.Pespuntar laterales de piel	0.3	0.05	0.32	0.38	0.77	0.98	3.20
9.Pespuntar talonera	0.15	0.08	0.16	0.20	0.40	0.50	1.65
10.Unir tira de martinete a talones	0.2	0.04	0.21	0.25	0.51	0.65	2.11
11.Engomar parte interna de talonera	0.14	0.17	0.16	0.20	0.40	0.51	1.67
12.Engomar forro de talonera	0.09	0.22	0.11	0.13	0.27	0.34	1.12
13.Pegar forro de talonera	0.21	0.22	0.26	0.31	0.63	0.80	2.60
14.Costura de talonera para agarrar forro	0.12	0.15	0.14	0.17	0.34	0.43	1.40
15.Engomar martinete (parte interior)	0.16	0.19	0.19	0.23	0.46	0.59	1.94
16.Engomar laterales de lengüeta	0.14	0.19	0.17	0.20	0.41	0.52	1.69
17.Pegar lengüeta con talones	0.32	0.11	0.36	0.43	0.87	1.11	3.61
18.Pespuntar martinete	0.68	0.09	0.74	0.90	1.81	2.31	7.54
19.Poner ojetes	0.18	0.10	0.20	0.24	0.48	0.62	2.01
20.Unión de tiras con lengüeta	0.36	0.10	0.40	0.48	0.97	1.23	4.03
21.Unión de lengüeta con pala	0.19	0.18	0.22	0.27	0.55	0.70	2.28
22.Pespuntar pala con talón	0.51	0.15	0.59	0.72	1.43	1.83	5.96
23.Remate	0.10	0.15	0.12	0.14	0.28	0.36	1.17
24.Clasificar por lados	0.05	0.25	0.06	0.08	0.15	0.19	0.64
Sumatoria =	4.02	2.37	6.08	7.42	14.84	18.94	61.84

4.5. Cálculo de la eficiencia lograda en la planta

En las tablas XXVII, XXVIII y XXIX se aprecia el incremento en la eficiencia, resultado que se obtuvo de las pruebas de los nuevos diseños de módulos de trabajo.

Tabla XXVII. Eficiencia lograda con el estilo CC6''.

Fecha: 01/98 Pespunte "B"

Propuesto

Prod.Efec= Producción efectiva
 Ts/par = Tiempo estándar por par en minutos.
 H.H.Reg = Horas hombre requeridas (h.r.)

ESTILO	Prod.Efec.	Ts/par	H.H.Reg(hr)
Converse 620	0	4.20	0.00
Converse 610	0	7.92	0.00
Campus	0	5.05	0.00
Campo Cobán de 6"	315	6.34	33.29
Campo Cobán de 8"	0	5.50	0.00
Bota Minera	0	8.03	0.00
Postman	0	9.29	0.00
Bota Vulcanizada ST.	0	13.82	0.00
Scout	0	7.52	0.00
XTS	0	14.09	0.00
Bota Jungla	0	22.15	0.00
TOTAL PARES:	315		33.29
Jornada real	510		
Cantidad de personal	7		
Metas extras	0		
Ausencias	0		
Horas utilizadas	7.5		

EFICIENCIA= h.r./h.u = 63.40

Tal como lo muestra la tabla XXVII; con el estilo CC6'' se logró un incremento en la eficiencia del 43.03% (tabla XVII) al 63.40%, siendo este un resultado satisfactorio tomando en cuenta que el módulo está diseñado para una eficiencia del 65% por las restricciones ya mencionadas en el capítulo anterior.

Tabla XXVIII. Eficiencia lograda con el estilo cc8"

Fecha: 01/98 Pespunte "A"

Propuesto

Prod.Efec= Producción efectiva
 Ts/par = Tiempo estándar por par en minutos.
 H.H.Req = Horas hombre requeridas (h.r.)

ESTILO	Prod.Efe c.	Ts/par	H.H.Req(hr)
Converse 620	0	4.20	0.00
Converse 610	0	7.92	0.00
Campus	0	5.05	0.00
Campo Cobán de 6"	0	6.34	0.00
Campo Cobán de 8"	390	5.50	35.75
Bota Minera	0	8.03	0.00
Postman	0	9.29	0.00
Bota Vulcanizada ST.	0	13.82	0.00
Scout	0	7.52	0.00
XTS	0	14.09	0.00
Bota Jungla	0	22.15	0.00
TOTAL PARES:	390		35.75
Jornada real	510		
Cantidad de personal	11		
Metas extras	0		
Ausencias	0		
Horas utilizadas	7		

EFICIENCIA= h.r./h.u = 46.43

La gráfica XXVIII nos muestra la eficiencia que ha sido lograda por el personal con el estilo de CC 8", la cual ha sido mejorada de un 29.66% a un 46.43% con los cambios propuestos para este estilo. Siendo necesario la utilización constante de este diseño para lograr una adaptación al cien por ciento en el menor tiempo posible.

Tabla XXIX. Cálculo de la eficiencia lograda con la Bota Jungla

Fecha: 01/98 Pespunte "A"

Propuesto

Prod.Efec= Producción efectiva
 Ts/par = Tiempo estándar por par en minutos.
 H.H.Reg = Horas hombre requeridas (h.r.)

ESTILO	Prod.Efec c.	Ts/par	H.H.Reg(hr)
Converse 620	0	4.20	0.00
Converse 610	0	7.92	0.00
Campus	0	5.05	0.00
Campo Cobán de 6"	0	6.34	0.00
Campo Cobán de 8"	0	5.50	0.00
Bota Minera	0	8.03	0.00
Postman	0	9.29	0.00
Bota Vulcanizada ST.	0	13.82	0.00
Scout	0	7.52	0.00
XTS	0	14.09	0.00
Bota Jungla	195	22.15	71.99
TOTAL PARES:	195		71.99
Jornada real	510		
Cantidad de personal	12		
Metas extras	0		
Ausencias	0		
Horas utilizadas	8.5		

EFICIENCIA= h.r./h.u = 70.58

El diseño de éste módulo es para 250 pares por día y la mayor producción que han sacado de este estilo es de 210 pares en 9.5 horas. Por lo tanto se espera que conforme se vaya dando la adaptación de los operarios al sistema se vaya incrementando esta producción hasta llegar a lo planificado y como efecto lograr una mayor eficiencia.

Entre los principales objetivos para cualquier empresa está el alcanzar un estándar de diseño en sus operaciones de producción o de cualquier servicio que la

misma preste. Claro, que para lograr llegar a obtener esa estandarización se tienen siempre ventajas y desventajas, procurando que sean más abundantes las primeras.

Entre las ventajas que obtiene la empresa, si alcanza ese estándar de diseño, se tienen: tiempos de producción estandarizados, un mejor flujo del proceso, una eficiente distribución de cargas de trabajo, módulos de trabajo bien diseñados, un marcado incremento en su eficiencia de producción, reducción de tiempos de ocio, un control eficiente en los tiempos de producción, reducción de tiempos de producción y operarios multifuncionales.

Una de las principales desventajas que se presentan para alcanzar la estandarización es la resistencia al cambio, siendo provocada por la inconformidad de los operarios al cambio de sus actividades, la falta de tiempo para la capacitación del personal operativo para hacerlos multifuncionales, también se tiene el bajo rendimiento al inicio del cambio, provocándose una baja en la producción mientras se de la adaptación al cambio.

Tal como se puede apreciar, los cambios siempre tienen mayores ventajas que desventajas, tanto para la empresa como para el personal y como resultado se tienen procesos con flujos eficientes y a la vez productos de mejor calidad.

5. MANTENIMIENTO

5.1. Generalidades

Dada la relación tan estrecha entre los conceptos de servicio, calidad de servicio y mantenimiento, es necesario definir cada uno estableciendo las relaciones entre ellos.

El servicio, calificado como la utilidad que presta una cosa o las acciones de una persona (física o moral), para lograr la satisfacción directa o indirecta de una necesidad; es algo subjetivo, pues se determina por el concepto que una persona tiene de lo que debe obtener de otra, en retribución del pago que de alguna forma efectúa (8:98).

Desde épocas remotas, el ser humano ha buscado servirse de los recursos materiales que lo rodean para lograr la satisfacción de sus necesidades, ha creado cada vez más complicados aparatos partiendo de las características básicas de elementos presentes en la naturaleza y así como el rudimentario martillo del cavernícola dejaba satisfecho a su dueño siempre que requería golpear algo, la avanzada máquina automática de un moderno taller de zapatería logra complacer a su operario cuando golpea clavos para colocar tacones a un ritmo de 80 por minuto; es claro que si el zapatero mencionado pudiese obtener el *mismo servicio* mediante el martillo del cavernícola, sin duda elegiría este último por su costo menor y el poco mantenimiento que requiere.

La calidad de servicio, se entiende como el grado de satisfacción que se logra dar a la necesidad de una persona o entidad diferente mediante un servicio. Esta calidad de servicio siempre estará en relación directa con las expectativas del receptor del mismo (9:91).

Considerando los conceptos anteriores, podemos decir que el mantenimiento es la actividad humana que conserva la calidad del servicio que prestan las máquinas, instalaciones y edificios en condiciones seguras, eficientes y económicas (10:92).

La correcta comprensión de la relación entre necesidad, máquina, servicio y mantenimiento, logrará orientar este último, de tal forma que en lugar de convertirse en pérdida para una empresa, sea un camino más hacia el logro de sus objetivos.

5.1.1. Fuentes de fallas en una máquina

Las fallas que se originan en un equipo o maquinaria, son ocasionadas por las siguientes fuentes:

- a) La maquinaria o equipo mismo.
- b) El ambiente circundante.
- c) El personal que en él interviene (por mantenimiento, operación o ampliaciones).

La maquinaria o equipo mismo se vuelve una fuente más o menos importante de fallas, dependiendo de las propiedades eléctricas, mecánicas y electrónicas de sus partes; la calidad de los materiales empleados en ella; la bondad del diseño y por último, la calidad de su instalación en el lugar a donde va a prestar el servicio.

El ambiente circundante se torna una fuente de fallas cuando es agresivo a la maquinaria -por ejemplo: humedad y temperatura fuera de especificaciones, polvo, humo, salinidad o acidez, etc.-. Es necesario construir un ambiente adecuado para la maquinaria en cuestión a fin de reducir al mínimo las fallas por este concepto.

El personal que en él interviene, se comporta como una fuente de fallas cuando sus habilidades de pensamiento lógico y manuales son de baja calidad; también cuando no

se conoce en forma plena el equipo que va a mantener. La mano de obra de mantenimiento debe ser considerada muy cuidadosamente con la finalidad que se adecue a la calidad deseada.

Otro tipo de personal que interviene en este tipo de fallas es el operativo, o sea, aquellos que manejan las máquinas; provocado por la falta de conocimiento del equipo y por consiguiente un mal uso del mismo.

Cualquiera que sea el caso, el personal de mantenimiento siempre va a ser el responsable de la buena conservación de la maquinaria, ya que la función de este departamento es que no se pierda la calidad del servicio que presta éste.

Con todo lo anteriormente descrito se llega a pensar en el principio esencial del mantenimiento y éste es: "Toda máquina deber ser intervenida lo menos posible".

5.2. Mantenimiento Correctivo

Por definición, mantenimiento correctivo es la actividad humana desarrollada en máquinas, instalaciones o edificios, cuando a consecuencia de una falla, han dejado de prestar la calidad de servicio para la que fueron diseñadas (11:100).

Las labores que se llevan a cabo en el caso de este mantenimiento son para la recuperación inmediata de la calidad de servicio, es decir llevar la maquinaria a un punto dentro de los límites de calidad esperados, no importando que se tengan que hacer arreglos provisionales o definitivos.

Las labores de cualquier mantenimiento correctivo deben ser atendidas de inmediato, ya que se debe a una falla imprevista y provoca un paro en el servicio; por lo cual ésta no puede ser programada y solamente se controla y tramita por medio de los

reportes de mantenimiento en donde se indica que máquina esta fuera de servicio, por lo que el personal debe efectuar los trabajos absolutamente indispensables, evitando arreglar otros elementos de la máquina o hacer cualquier trabajo adicional que no sea necesario para que pueda seguir prestando su servicio.

5.3. Mantenimiento Preventivo

Es la acción necesaria tomada para alargar la vida del equipo y prevenir periodos de paralización de trabajos imprevistos (12).

Su propósito es planificar periodos de paralización de trabajo en momentos específicos para inspeccionar y engrasar el equipo, así previniendo reparaciones de emergencia y teniendo disponibles los repuestos necesarios.

Según las estadísticas (12), un mantenimiento planificado mejorará su productividad hasta un 25%, reducirá costos de mantenimiento a un 30% y alargará la vida de la máquina tanto como un 50%.

La existencia de diferentes condiciones, equipos, instalaciones, etc., ha determinado a través del tiempo la necesidad de diferentes prioridades y técnicas para la aplicación del mantenimiento preventivo; a continuación se mencionarán los criterios de cada una de ellas:

1. Mantenimiento periódico. En algunas empresas la prioridad en el suministro del servicio que proporciona una maquinaria (o un conjunto operativo) es tan grande, que prefieren duplicar el equipo y darle mantenimiento a todo el conjunto simultáneamente al cumplir con el total de horas trabajadas ya establecidas por la empresa.

Este tipo de mantenimiento considera que con el tiempo las características físicas del equipo van a ir cambiando debido a la horas de trabajo que el mismo tenga. Por lo cual a cierta cantidad de horas de trabajo se le hace el cambio de piezas necesario sin importar su estado, inspeccionar otras y continuar con el análisis respectivo, limpiar, lubricar, etc.

2. **Mantenimiento progresivo.** Este tipo de mantenimiento, a diferencia del periódico, no cuenta con un duplicado del equipo para poder intervenir el principal sin dejar de prestar el servicio. El concepto de este mantenimiento es el aprovechamiento al máximo de los tiempos de ocio, durante los cuales se harán los trabajos necesarios de una forma racional y progresiva. Es mejor programar este tipo de mantenimiento durante los periodos en que el equipo esté fuera de servicio, porque los tiempos de ocio son muy cortos y no permiten llevar a cabo las actividades necesarias.
3. **Mantenimiento técnico.** Este es una combinación de los mantenimientos periódico y progresivo; en éste las actividades se programan bajo calendario (después de cumplir cierta cantidad de horas de trabajo) y se llevan a cabo progresivamente; o sea que se aprovechan los tiempos de ocio para el desarrollo del mismo.
4. **Mantenimiento analítico.** Las actividades para este tipo de mantenimiento están basadas en el análisis de las estadísticas de fallas, recomendaciones del fabricante, las condiciones del lugar donde está instalado el equipo, etc. No se le dará mantenimiento hasta cuando las estadísticas indiquen la necesidad de intervenir el equipo.
5. **Sintomático.** Sus labores son enfocadas a la intervención del equipo cuando se detectan ciertos síntomas en el mismo, tales como: temperaturas anormales, ruidos, lecturas de medidores desfasadas, alto consumo de energía, etc.

6. **Continuo.** Sus labores son ejecutadas en periodos muy frecuentes y siendo o no necesaria la intervención en el equipo. Este se basa en el concepto de que mientras mejor atendida esté la máquina, su funcionamiento será óptimo.
7. **Predictivo.** Se basa en los antecedentes de la maquinaria, o sea, en los síntomas y fallas anteriores, ya que si ésta presentara un síntoma conocido, se podría decir que tendrá la falla similar o igual a las ya registradas.
8. **Mixto.** Es la aplicación de labores correctivas y preventivas de cualquier tipo, pero al mismo tiempo.
9. **Mantenimiento Productivo Total (TPM).** Esta nueva filosofía del mantenimiento es el resultado de la importación que hicieron los japoneses en los años cincuenta, del mantenimiento preventivo y después del mantenimiento productivo. No es más que el mantenimiento productivo al estilo americano, mejorado y adaptado al medio ambiente industrial japonés.

El Instituto Internacional de TPM lo define como: *TPM, es el mantenimiento productivo que implica una total participación de los empleados o es el mantenimiento productivo llevado por todos los trabajadores a través de actividades de pequeños grupos (13:20).* Básicamente este tipo de mantenimiento es realizado por todos los operarios (operadores de máquinas), a través de actividades de grupos. Al igual que el control total de calidad es a todo nivel de la empresa; el TPM es el mantenimiento y mejoramiento de los equipos por todo el personal que los opera.

5.3.1. Programa de visitas

Estas son listas de los lugares o artefactos a los cuales debe dirigirse el personal de mantenimiento, de acuerdo con la frecuencia que se haya estimado necesaria, para

desarrollar los trabajos de mantenimiento recomendados por el fabricante (de los artefactos) y por la propia experiencia de los técnicos de mantenimiento.

Es necesario usar dos tipos de programas de visita, a largo y corto plazo. El primero debe ser anual y será preparado por el jefe de mantenimiento, quien en una junta de planificación planteará los objetivos a alcanzar y el producto de dicha junta será el programa de visita, el cual debe estar regido por la cantidad y calidad de trabajo a realizar en cada visita; así también tendrán que determinar las horas-hombre necesarias y el orden de prioridad de cada una de éstas.

El programa a corto plazo debe ser mensual, y en el se plantearán todas las actividades del mes en curso y las del siguiente, entregándolo a su personal de mantenimiento, comprobando más adelante que se esté cumpliendo con lo previsto.

Buenos programas de visitas aseguran la atención adecuada del equipo y combinándolo con buenos diagnósticos, se obtienen inspecciones eficientes, pruebas útiles y rutinas bien ejecutadas.

Para hacer programas de visitas más eficientes se deben tomar en cuenta las especificaciones del fabricante, estudiar bien los artefactos para ubicarlos en el lugar más apropiado logrando un mejor rendimiento.

5.3.2. Programas de inspecciones, pruebas y rutinas

Estos programas no son más que listas en las cuales se indican las partes de la maquinaria que hay que inspeccionar, probar o rutinar. Por lo general estos tienen lugares para anotaciones sencillas durante un año, las cuales deben estar colocadas al lado mismo de la maquinaria que se refiere el programa, para verificar que los trabajos que indican estas anotaciones hayan sido ejecutados en la máquina.

A veces, por lo resumido de las frases colocadas en el programa, el personal de mantenimiento no logra entender exactamente lo que se persigue, por lo que en algunos casos se acostumbra acompañar este tipo de programa con una guía de mantenimiento, donde se detalla cada una de las actividades que se tenga que ejecutar.

Es importante el cambio de este programa cada año por uno nuevo, debiendo ser estudiado el anterior para verificar cuales son los factores más importantes a tomar en cuenta para el siguiente y si la frecuencia de las visitas fue la adecuada. Para facilitar el diagnóstico se tienen en dicho programa dos columnas en cada visita, **P** indica visita por mantenimiento preventivo y **C** por mantenimiento correctivo, por lo que al terminar el año se podrá llevar a cabo el análisis de la frecuencia de las visitas si fue la adecuada o no.

5.4. La inspección

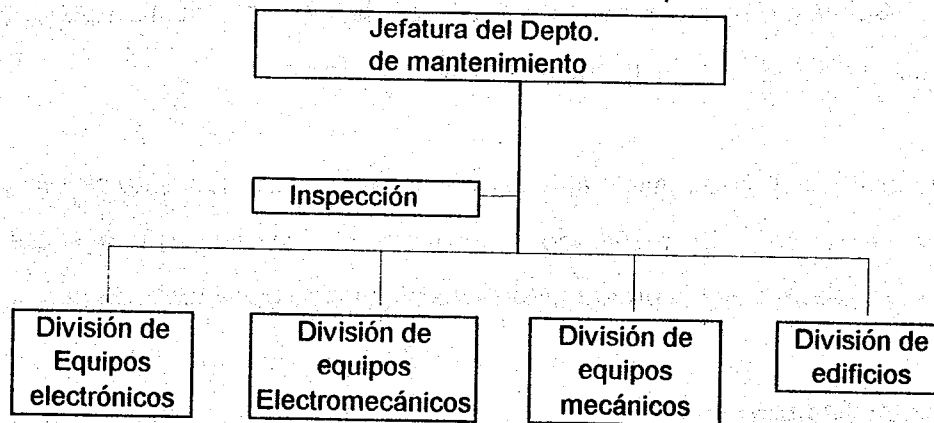
La inspección como función de apoyo o de staff, probablemente es una de las labores menos utilizada en nuestro medio, por lo que para aclarar el concepto de la inspección se puede pensar en tener que atender en sus necesidades a los componentes de una maquinaria de producción por medio de la cada día más complicada maquinaria de mantenimiento, es lógico que pasará lo mismo con esta última; que tiene que observarse que no falle; por lo que también se necesitan establecer puntos de control que nos sirvan de referencia para conocer su comportamiento.

Precisamente son los puntos de control los que revisa periódicamente el inspector; todos ellos deben llevar a la detección de fallas en la maquinaria de mantenimiento, las cuales siempre serán fallas humanas. Al inspector solo le deben interesar las fallas encontradas en los artefactos o en los procedimientos, desde el punto de vista que éstas son producidas por alguna anormalidad en la maquinaria humana, encargada de su atención.

Las anomalías encontradas deben ser corregidas de inmediato por el propio personal de mantenimiento; pero si por algún motivo esto no es posible, el inspector levantará una “nota de inspección” describiendo el problema encontrado, el por qué del mismo, su solución y la entregará al personal de mantenimiento. En esta forma seguirá operando el inspector, hasta completar su ciclo de visitas, al final del cual será recibido por el jefe del departamento para enterarlo de su labor y comentar con él las notas de inspección levantadas; posteriormente vigilará que se cumpla lo ordenado de esta notas.

La localización de las funciones de inspección, usadas como labores de auxilio o ayuda (staff), la aclara el siguiente organigrama:

Fig. 6 Organigrama



5.5. La Inspección Preventiva

La parte más importante de todo programa de mantenimiento preventivo es la inspección. Esta actividad no sólo revela la condición de la máquina, sino que supone un ajuste, reparación o cambio de piezas desgastadas; es decir la corrección o eliminación de circunstancias que pueden ser causa de averías o deterioro.

Para conseguir una aplicación y uso adecuado de estas observaciones, así como para facilitar su control, es conveniente dividir los programas y reportes de inspección en:

- a. Programa de inspecciones.
- b. Notas de inspección.
- c. Informes de calidad de servicio.

5.5.1. Programa de inspecciones

Este tipo de programas son listas de las diferentes actividades que el inspector debe desarrollar en el lugar que el programa de visitas le indique. Estas listas muestran los puntos a observar en la maquinaria con la finalidad de prevenir futuras fallas y que éstas generen paros en la producción.

Los programas de inspecciones nacen del análisis que es necesario hacer a la maquinaria de mantenimiento para determinar sus lugares claves e idóneos de supervisión, los cuales indicarán si existen fallas incipientes en dicha maquinaria.

En el siguiente capítulo se puede apreciar una rutina de visitas, siendo ésta la que se llevará a cabo en las áreas de preparado y pespunte, por ser las áreas analizadas. Adjunto a dicha rutina se presenta el programa de inspección para las respectivas áreas.

5.5.2. Notas de inspección

La figura 6 muestra una nota de inspección, siendo éstas necesarias para el control de las irregularidades que no pudieron ser corregidas de inmediato y que ameriten ser registradas para el control respectivo. Cada nota de inspección se hará en duplicado, quedando la copia en el departamento de mantenimiento. Esta nota llevará indicado el problema encontrado, dando una explicación ligera del mismo.

Fig. 7 Nota de inspección

NOTA DE INSPECCIÓN No.	
INDUSTRIA DE CALZADO COBAN PLANTA GUATEMALA	MANTENIMIENTO INSPECTOR:
EXPLICACIÓN DE LA FALTA ENCONTRADA	
MOTIVOS Y CAUSAS	
RECOMENDACIONES PARA SU ARREGLO	
Fecha de expedición:	Avances del proceso
Fecha de terminación:	
INSPECTOR	RECIBIDO
	SUPERVISOR DE MANTTO.

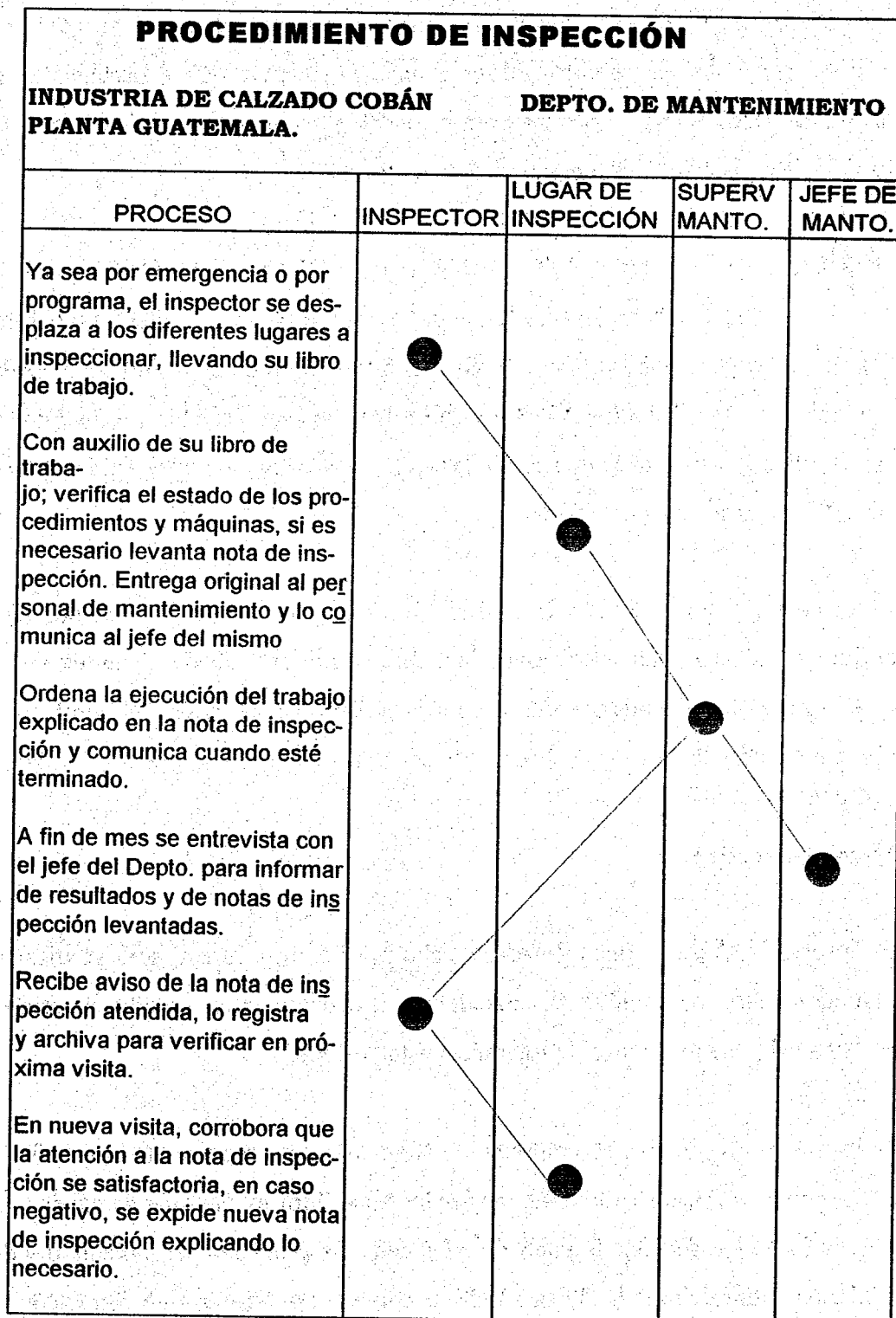
A continuación se describirá la causa que originó el problema, seguidamente se describirán las distintas recomendaciones para corregir la problemática. El inspector debe llevar una numeración corrida de sus notas con el fin de llevar un buen control de éstas en la hoja de "control de notas de inspección", siendo la misma representada por la figura 7. Al finalizar el periodo de la inspección, el inspector tendrá una entrevista con el jefe de mantenimiento para indicarle la problemática encontrada y sus respectivas soluciones (las recomendadas).

Fig. 8 Control de notas de inspección

CONTROL DE NOTAS DE INSPECCIÓN			
INDUSTRIA DE CALZADO COBÁN PLANTA GUATEMALA		MANTENIMIENTO INSPECTOR:	
Nota No.	Fecha exped.	Relacionada con	Pendiente por

Para una mayor claridad en el proceso de la inspección se presenta la figura 8, donde se detalla cada uno de los pasos para una buena inspección; tanto preventiva como correctiva.

Fig. 9 Procedimiento de inspección



5.5.3. Informes de calidad de servicio

Siempre es muy importante llevar un control de la calidad del servicio que presta la maquinaria tomando en cuenta que el principal objetivo del departamento de mantenimiento es “conservar económicamente y en perfectas condiciones el servicio que prestan los edificios, instalaciones o equipos de la empresa”.

Para este proceso de información se utilizan las gráficas de control de calidad, en las cuales se representan las faltas registradas en un periodo establecido; luego éstas serán comparadas con el siguiente periodo para verificar si están logrando las metas establecidas por mantenimiento. Los resultados de los informes de daños son pasados a estas gráficas con el fin de facilitar al inspector la detección de cualquier desviación importante a la meta o de los límites de tolerancia establecidos.

El inspector tendrá que estar revisando estas gráficas constantemente para corroborar que los daños no han sobrepasado la meta y seguir atendiendo el equipo con el programa de inspección preventiva; en caso contrario éste procederá con el control por excepciones, atendiendo de inmediato el caso que se le presente como primera prioridad.

5.6. Inspección correctiva

Es la serie de observaciones llevadas a cabo por los inspectores, para verificar la actuación humana sobre los equipos, instalaciones y procedimientos, cuando el servicio que prestan éstos salga de los límites de tolerancia establecidos.

La inspección correctiva se emprende cuando existe un reporte “Máquina fuera de servicio” (figura 9) o por los resultados mostrados en el informe mensual de calidad de servicio y anotados en las gráficas de control de calidad. Se procederá de inmediato y de acuerdo con la magnitud de la falla, hasta comprobar que el servicio ha sido restablecido.

Al haber logrado el reestablecimiento, el inspector levantará, si es necesario, una nota de inspección (fig. 6), o en su caso, sugerirá la necesidad de hacer un programa de rehabilitación.

Fig. 10 Reporte de maquinaria fuera de servicio

REPORTE DE MAQUINARIA FUERA DE SERVICIO	
INDUSTRIA DE CALZADO COBÁN PLANTA GUATEMALA	DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO
FECHA _____	HORA: _____
LUGAR DEL DAÑO	
CAUSA DEL DAÑO	
SUGERENCIAS PARA SU ARREGLO	
Reportó _____	Recibió reporte _____

6. PROPUESTA DE MANTENIMIENTO

Este capítulo presenta una descripción del estudio realizado al departamento de mantenimiento, siendo el mismo una propuesta para la empresa con el propósito que la misma lo ponga en funcionamiento para mejorar el rendimiento de su maquinaria, el mismo cuenta con un análisis del equipo y a la vez se detallan los programas de inspecciones y mantenimiento preventivo necesarios para lograr las mejoras deseadas en dicho departamento.

6.1. Tipo de mantenimiento utilizado

Actualmente la empresa no cuenta con un programa de mantenimiento para la Planta Guatemala, provocando así fallas continuas en la maquinaria, principalmente en el área de despunte. La maquinaria de despunte se ve más afectada debido a que el ajuste de sus piezas es más delicado y éstas son más pequeñas y frágiles para un trabajo continuo y duro.

El tipo de mantenimiento que se le brinda a la maquinaria es de tipo correctivo, debido a la falta de un adecuado control de fallas o de un programa de mantenimiento preventivo. El departamento de mantenimiento se dirige a una máquina cada vez que ésta no está trabajando adecuadamente o por que la misma haya tenido que ser parada debido a su falla, lo cual conlleva paros de producción, incremento en el costo del producto, corrección de la falla por poco tiempo, etc., repercutiendo en la eficiencia de trabajo de la planta con la pérdida de tiempos de producción o tiempos de ocio.

El sistema de corrección de fallas que se lleva es el siguiente: cada vez que una máquina esté fallando el supervisor del área extiende una orden de mantenimiento para el departamento respectivo, luego el mecánico con esta orden se presenta en el lugar

indicado para revisar y corregir la falla de la máquina. Esto se lleva a cabo durante la producción, provocado por el mal control ya mencionado. Además en el área de despunte se cuenta con maquinaria parada, la cual si fuera reparada podría ser utilizada como reemplazo mientras se corrige la falla de otra máquina que esté siendo utilizada y así evitar paros innecesarios.

6.2. Problemática encontrada

El problema, como se expuso en el punto anterior, es que no existe un control de fallas, siendo éste el punto más importante en el rendimiento de la maquinaria.

Otra situación que se pudo apreciar es la cantidad de mecánicos para cada una de las áreas; los cuales solamente son dos: uno para el área de despunte y preparado, el otro que es el jefe del departamento se encarga de las áreas de montado, inyectado, vulcanizado y corte. El departamento cuenta con dos ayudantes, de los cuales solamente uno realiza su función de ayudar al jefe del departamento, el otro hace reparaciones pequeñas que tengan que desarrollarse con el torno, siendo éstas con muy poca frecuencia.

Viendo la necesidad de contar con más apoyo para los mecánicos la empresa dispuso capacitar a los ayudantes (uno para cada área de los mecánicos), para que estos puedan cubrir la posición de los dos mecánicos en cualquier momento o cuando fallan dos o tres máquinas a la vez, no se pierda tiempo en esperar mientras el mecánico repara una de ellas y luego llegar a la otra. Con la capacitación de los ayudantes se evita lo anterior, ya que cada mecánico se dedica a la reparación de una máquina cada uno.

La empresa tomando en cuenta lo necesario que es el procesamiento de la información de mantenimiento, diseñó un programa que le brindará toda la información deseada para el análisis respectivo, con solamente introducir los datos originados constantemente por la maquinaria.

MAQUINAS DE PREPARADO Y PESPUNTE

Fig. 11. Tiempos perdidos por mantenimiento en cada máquina

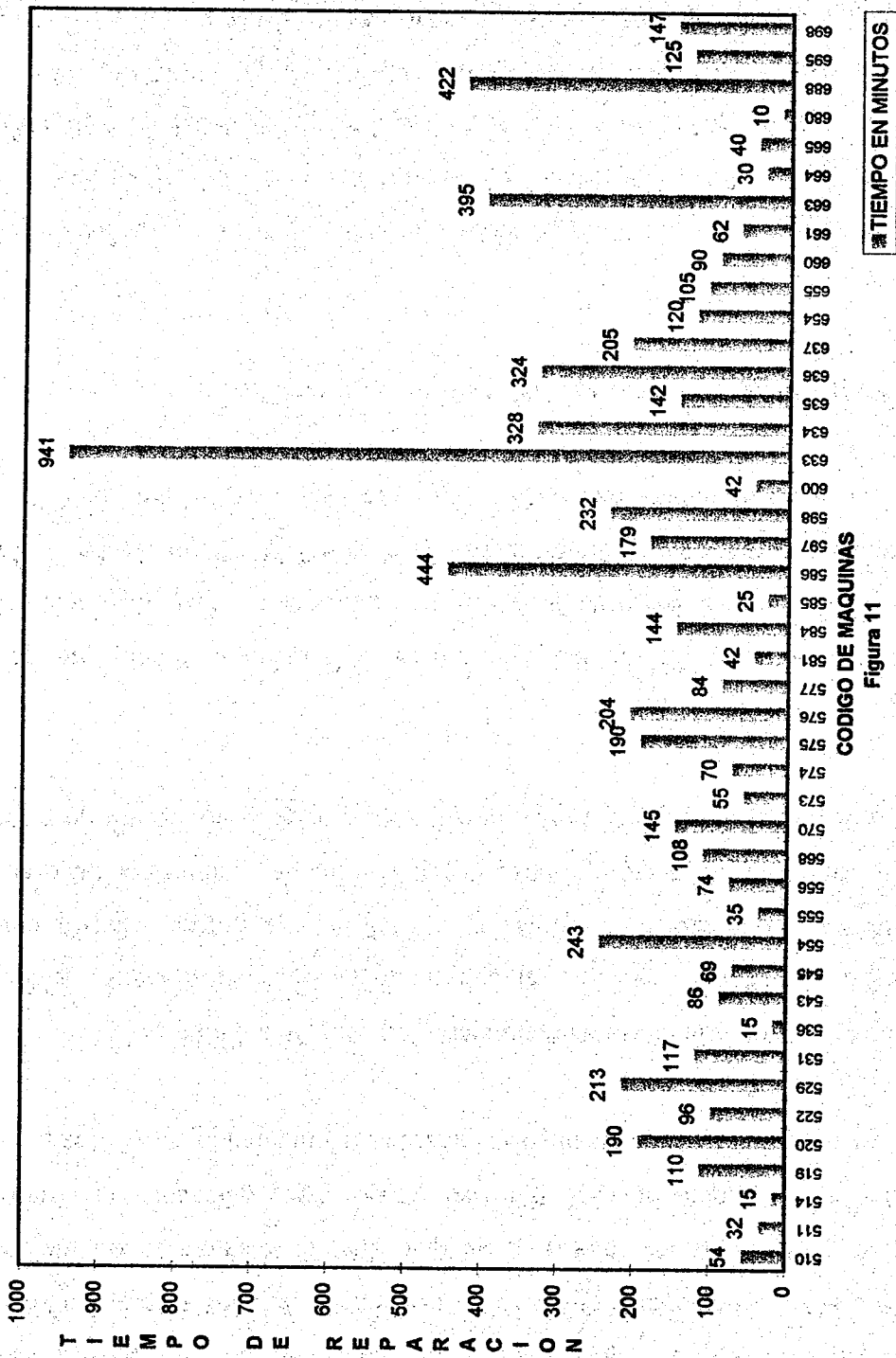


Figura 11

En la figura 11 se muestran los tiempos de reparación que han sido necesarios por cada una de las distintas máquinas de las áreas de preparado y respunte, durante un período de ocho meses a partir del mes de julio de 1997 al mes de febrero de 1998. Siendo éste el tiempo durante el cual se ha generado información sobre los distintos paros de la maquinaria (estadísticas de mantenimiento), información que no había sido procesada. En dicha gráfica se presentan los distintos códigos de máquinas en el eje horizontal y el tiempo de reparación en minutos en el eje vertical, lo cual demuestra el tiempo total que han estado fuera de servicio durante el periodo mencionado por distintas averías en cada una.

6.3. Ventajas en la aplicación de otro tipo de mantenimiento

El mantenimiento correctivo no trae beneficios para ninguna empresa, independientemente de su producto, siendo éste muy costoso por los paros provocados. Para reducir todos estos paros de producción o de servicios se han implementado cada día mejores maneras de brindar un servicio calificado a la maquinaria con el fin de alargar su vida útil.

Las mayores ventajas que se pueden obtener de la aplicación de estos tipos de mantenimiento son: reducción de costos, evitar paros de producción, mejorar la calidad de servicio de la maquinaria, reducir el desgaste de la misma, control continuo del rendimiento del equipo, etc. En el capítulo anterior se describieron algunas de las diferentes formas de brindar un mantenimiento eficiente a la maquinaria.

Sin duda que una de las mejores filosofías del mantenimiento y que brinda buenos resultados es la definida por los japoneses en los años cincuenta, el "Mantenimiento Productivo Total (TPM en inglés)". Se dice que los resultados son mejores porque involucra a todo el personal productivo de la empresa, por lo tanto el mantenimiento es más regular y constante. Para llegar a la aplicación de esta filosofía se necesita

información detallada del rendimiento de la maquinaria, datos con los que aún no cuenta la planta en estudio, debido a que no se ha tenido un programa de mantenimiento o un registro de fallas por un período significativo. Por lo tanto, en la actualidad no se puede aplicar el TPM, pero se podría empezar a recabar toda la información necesaria para su aplicación.

6.4. Programa de inspecciones

Este programa está dirigido al área de preparado y respunte. Su rutina (programa de visitas) se detalla en la tabla XXXI y juntamente con este cuadro se presenta el programa respectivo, reflejando las tareas a efectuar por el inspector en cada una de las máquinas.

Fig. XXX Hoja de inspección preventiva
INDUSTRIA DE CALZADO COBÁN
PLANTA GUATEMALA

MAQUINA: _____ FECHA: _____

	REPUESTO	NOTAS
FUNCIONANDO		
PARADA		
GARFIO CON CANASTA		
CALIDAD DE PUNTADA		
PORTA CONOS		
GUIA HILOS		
MECANISMO DE TENSION		
CAJA DE BOBINA		
CARRETEL		
FAJAS		
POLEAS		
LUBRICACION DIARIA (D) O SEMANAL (S)		
LIMPIEZA DIARIA O SEMANAL		
MOTOR		
PEDALES		
SISTEMA ELECTRICO		
PERNOS ANCLAJE		
TORNILLOS REGULADORES		
OTROS.		

NOTA: Señale con " " si está correcto y con una "X" si necesita reparación.

**TABLA XXXI Programa de Visitas
para los departamentos de Preparado y Pespunte**

Tipo de Máquina	# Máquinas	PLAN MENSUAL																							
		L	M	M	J	J	V	S	S	L	M	M	J	J	V	S	S	L	M	M	J	J	V	S	
Poste de 1 aguja	19																								
Poste de 2 agujas	5																								
Poste de 3 agujas	2																								
Plana de 2 agujas	2																								
De String	2																								
Ribeteadora	6																								
Remachadora	2																								
Ojeteadora	4																								
Desvastadora	2																								
De ganchos	1																								
Engomadora	1																								
De sellos	1																								
De atraque	1																								
Zig-zag	2																								
Marcadora	2																								
TOTAL DE MAQ. =	52																								

- * La inspección de la maquinaria debe hacerse dos semanas antes de su mantenimiento respectivo durante un periodo de seis meses para observar sus resultados, de ser necesario se cambiará la frecuencia de la misma
- * De lunes a viernes se inspeccionarán dos máquinas y los sábados tres.
- * En este programa están incluidas las máquinas que se encuentran paradas.

Programa de Inspección Preventiva

TABLA XXXII Máq. Poste de 1 y 2 agujas, y máq. Plana de 2 agujas

FECHA: _____

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Plancha	Mensual	
Punta de garfio	Mensual	
Ajuste de canasta	Mensual	
Tornillos reguladores y castigadores	Mensual	
Tensiones de resortes	Mensual	
Tensor de faja	Mensual	
Posición de barra tensora de faja	Mensual	
Tiempos de engranajes	Mensual	
Tensión de fajas	Mensual	
Pastillas de clutch	Semestral	
Freno de clutch	Semestral	
Regulador de separación de clutch	Semestral	

TABLA XXXIII Máquina de "String"

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Tornillos castigadores y sujetadores	Mensual	
Linealidad de ejes	Mensual	
Desgaste de poleas y engranajes	Mensual	
Tornillos reguladores	Mensual	
Altura de barra uper	Mensual	
Desgaste de barra porta uper	Mensual	
Rodo de prensatela y tornillos	Mensual	
Posición de guía de aguja	Mensual	
Tensión de resortes	Mensual	
Nivelación de guías	Mensual	
Pastillas de clutch	Semestral	
Freno de clutch	Semestral	
Regulador de separación de clutch	Semestral	

Programa de Inspección Preventiva

TABLA XXXIV Máquina Ribeteadora

FECHA: _____

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Diente transportador	Mensual	
Piecito prensatela	Mensual	
Tornillos reguladores	Mensual	
Garfio con su canasta	Mensual	
Tornillos sujetadores	Mensual	
Alineación placa porta guías	Mensual	
Alineación barra porta aguja	Mensual	
Desgaste de viejas	Mensual	
Tensión de fajas	Mensual	
Desgaste de poleas	Mensual	
Pastillas de clutch	Semestral	
Regulador de freno de clutch	Semestral	
Regulador de separación de clutch	Semestral	

TABLA XXXV Máquina Remachadora

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Tornillos de tolva y sus rieles	Mensual	
Tensión de resortes	Mensual	
Tensión de tensores (recibidor)	Mensual	
Alineación de eje remachador	Mensual	
Desgaste de pines y seguros	Mensual	
Tensión de regulador de cierre	Mensual	
Revisión de desgaste de cojinetes	Semestral	
Verificar el estado del embobinado	Semestral	

Programa de Inspección Preventiva

TABLA XXXVI Máquina Ojeteadora

FECHA: _____

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Desgaste de cuña	Mensual	
Tensión de resortes	Mensual	
Alineación de barra perforadora	Mensual	
Filo del perforador	Mensual	
Tornillos castigadores	Mensual	
Ajuste de regulador de pisa lienzo	Mensual	
Ajuste de pin receptor de ojete	Mensual	
Altura de base remachadora	Mensual	
Estado de las escobillas	Mensual	
Rieles de tolva	Mensual	
Altura de salida de ojete	Mensual	
Desgaste de poleas	Mensual	
Desgaste de freno	Mensual	
Desgaste de excéntricos	Mensual	
Regulador de distancia	Mensual	
Alineación de ejes	Mensual	
Desgaste de cojinetes	Semestral	
Embobinado	Semestral	

TABLA XXXVII Máquina Marcadora

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Pistón	Semestral	
Empaques de pistón	Semestral	
Ejes	Semestral	
Estado de las mangueras	Mensual	
Transportadores de cinta	Mensual	
Tensión de resortes	Mensual	
Purificadores de aire	Mensual	
Tornillos	Mensual	

Programa de Inspección Preventiva

TABLA XXXVIII Máquina Engomadora

FECHA: _____

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Altura de rodos	Mensual	
Alineación de ejes	Mensual	
Desgaste de engranajes	Mensual	
Faja	Mensual	
Tornillos	Mensual	
Tensión de resortes	Mensual	
Desgaste de cojinetes	Semestral	
Embobinado de motor	Semestral	

TABLA XXXIX Máquina de "Zig Zag"

PARTES A REVISAR	FREC.	NOTAS
Tornillos reguladores	Mensual	
Tornillos castigadores	Mensual	
Picito prensatela	Mensual	
Alineación de ejes	Mensual	
Regulador de tensión	Mensual	
Plancha	Mensual	
Garfo y canasta	Mensual	
Tiempos de engranajes	Mensual	
Ancho de puntada	Mensual	
Largo de puntada	Mensual	
Altura de dientes transportadores	Mensual	
Desgaste de polea dentada	Mensual	
Tensión de fajas	Mensual	
Ajuste de barra transportadora	Mensual	
Pastillas de clutch	Semestral	
Regulador de freno de clutch	Semestral	
Regulador de separación de clutch	Semestral	

Programa de Inspección Preventiva

TABLA XL Máquina de Ganchos

FECHA: _____

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Cuña	Mensual	
Tensión de resortes	Trimestral	
Eje porta activador de cuña	Mensual	
Alineación de ejes	Mensual	
Angulo de introducción de cierre gancho	Mensual	
Tornillos castigadores	Mensual	
Tensión de faja	Mensual	
Desgaste de cojinetes	Mensual	
Embobinado del motor	Semestral	

TABLA XLI Máquina de Sellos

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Base porta sellos	Mensual	
Tornillos sujetadores	Mensual	
Resistencias	Mensual	
Micro chips	Mensual	
Reguladores de presión de aire	Mensual	
Regulador de temperatura	Mensual	
Revisión del estado de las mangueras	Mensual	
Panel eléctrico	Mensual	
Pistón de base	Mensual	

TABLA XLII Programa de inspección preventiva

Máquina Desvastadora

FECHA: _____

PARTES A REVISAR	FRECUENCIA	NOTAS
Tornillos sujetadores	Mensual	
Revisión de cuchilla	Mensual	
Tensión de resortes	Mensual	
Altura de rodo	Mensual	
Tensión de fajas	Mensual	
Regulador de esmeril	Mensual	
Regulador de desbaste	Mensual	
Picito prensatela	Mensual	
Rodo	Trimestral	
Esmeril	Trimestral	

A continuación se enlistan las distintas máquinas que se operan en estas áreas de trabajo.

Tabla XLIII Clasificación de máquinas

MAQUINAS	CANTIDAD
MAQ. POSTE DE 1 AG.	19
MAQ. POSTE DE 2 AG.	5
MAQ. PLANA DE 2 AG.	2
MAQ. STRING	2
MAQ. RIBETeadora	6
MAQ. REMACHADORA	2
MAQ. OJETeadora	4
MAQ. DESVASTADORA	2
MAQ. POSTE DE 3 AG.	2
MAQ. DE GANCHOS	1
MAQ. ENGOMADORA	1
MAQ. DE SELLOS	1
MAQ. DE ATRAQUE	1
MAQ. ZIG-ZAG	2
MARCADORA	2
	52

6.5. Programa de Mantenimiento Preventivo

Este programa, al igual que el de inspecciones, fue dirigido a las áreas de preparado y respunte. Para un mejor entendimiento del manejo de este programa se presenta un cuadro general en la tabla XLIV.

Tal como se aprecia en dicha tabla, existen máquinas que no están en uso, siendo el total de estas del área de respunte. Lo que se pretende con estas máquinas es introducirlas a la producción mientras se ejecuta el mantenimiento respectivo a las que se encuentren trabajando, eliminando de esta forma los paros por mantenimiento.

Tabla XLIV Listado de máquinas de las áreas de Preparado y Respunte.

Tipo de Máquina	M. en uso	M. paradas	Total	Códigos (Máquinas fuera de servicio)
Poste de 1 aguja	13	6	19	566-577-585-595-598-564
Poste de 2 agujas	5	0	5	
Poste de 3 agujas	2	0	2	
Plana de 2 agujas	2	0	2	
De String	1	1	2	686
Ribeteadora	2	4	6	659-663-664-665
Remachadora	2	0	2	
Ojeteadora	2	1	3	520
Desvastadora	2	0	2	
De ganchos	1	0	1	
Engomadora	1	0	1	
De sellos	1	0	1	
De atraque	1	0	1	
Zig-zag	2	0	2	
Marcadora	2	0	2	
Totales =	39	13	52	

La secuencia de las máquinas a brindarles el servicio de mantenimiento preventivo se presenta en la tabla XLVI, donde se describe el día del mes a llevarse cabo y los códigos de las respectivas máquinas que tendrán ese servicio. Cada día se atenderán dos máquinas, con un promedio de hora y media por cada una, lo cual daría como resultado un tiempo total de tres horas si estas fueran atendidas por un solo

mecánico. Para reducir al cincuenta por ciento este tiempo se introducirá a este proceso al mecánico en capacitación, el cual ya cuenta con los conocimientos necesarios para hacer un mantenimiento preventivo. Por lo tanto el programa será llevado por dos personas encargadas del mantenimiento de las áreas ya mencionadas.

Como se podrá apreciar, la planificación del mantenimiento está hecha para una frecuencia mensual, debido principalmente a que no se cuenta con estadísticas significativas para programar estos trabajos en distintos periodos. Por lo tanto se espera que con la información que se genere al implantar dicho programa se pueda establecer si la frecuencia de atención a la máquina esta bien o debe ser corregida; ya sea que dicha información establezca que se tenga que reducir o alargar el periodo de este servicio para la maquinaria, llevando a un mejoramiento en la eficiencia para el siguiente periodo.

Adjunto al programa mensual se presentan los distintos cuadros de mantenimiento por máquina, donde se describen las distintas actividades que se desarrollarán para cada una.

Tabla XLV Horas necesarias para el servicio de mantenimiento

Poste de 1 aguja	19	1.5	28.5
Poste de 2 agujas	5	1.5	7.5
Poste de 3 agujas	2	1.5	3.0
Plana de 2 agujas	2	1.5	3.0
De String	2	1.5	3.0
Ribeteadora	6	1.5	9.0
Remachadora	2	1.5	3.0
Ojeteadora	4	2.0	8.0
Desvastadora	2	1.0	2.0
De ganchos	1	1.0	1.0
Engomadora	1	1.0	1.0
De sellos	1	1.0	1.0
De atraque	1	1.5	1.5
Zig-zag	2	1.5	3.0
Marcadora	2	1.0	2.0
Totales =	52	20.5	76.5

H. Trabajo = Horas necesarias para el mantenimiento de cada una de las máquinas

H. P/trab. = Es el total de horas necesarias al mes para darle el respectivo mantenimiento a todas las máquinas de la fila respectiva

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA XLVII Máq. Poste de 1 Y 2 agujas, y máq. Plana de 2 agujas

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO	
Revisión de fracturas en plancha	Plancha	Mensual	X				Rectificar	Electrodos para soldar plancha
Revisión de apriete de tornillos	Máquina	Mensual	X			X	Limpieza	Tornillos para máquina, gas, y wype
Revisar punta de garfio	Garfio	Mensual	X	X			Rectificar	Mototul para rectificar, aceite tellus 22
Limpieza de canasta con su riel	Garfio	Mensual	X	X		X		Acete tellus 22 y tornillo para riel de canasta
Revisión de tornillo sujetador de garfio	Garfio	Mensual	X			X		Tornillos
Revisar tornillo regulador de altura	Rodo inferior	Mensual	X	X		X	Limpieza	gas, wype y tornillos de ser necesario el cambio
*Verificar tensión de resorte tensor de faja	Rodo superior	Mensual	X			X	Limpieza	gas, wype y resorte de ser necesario el cambio
*Regular tensiones de faja	Rodo superior	Mensual	X			X	Limpieza	Wype
*Verificar posición de barra tensora de faja	Rodo superior	Mensual	X	X			Limpieza	Acete tellus 22, gas, wype
Verificar estado de tornillo castigador	Aguja	Mensual	X			X	Limpieza	Tornillo, gas y wype
Revisar regulador de tensión	Tensiones	Mensual	X	X			Limpieza	Gas, wype
Verificar tiempos de engranajes	Engranajes	Mensual	X		X		Limpieza	Gas, wype y desarmadore mediano
*Verificar posición de postes	Postes	Mensual	X	X			Limpieza	Gas, wype y desarmadore mediano
Revisar tensión de faja principal	Faja principal	Mensual	X			X		Faja apróx. 12" de hule reforzada con cañamo
Revisión o cambio de pastillas de cloutch	Motor	Semestral	X			X	Limpieza	Pastillas de corcho de 1/4", wype
Regulador de freno de cloutch	Motor	Semestral	X	X			Limpieza	Gas, wype y aceite tellus 46 o 68
Revisar regulador de tensión	Faja de motor	Semestral	X			X	Limpieza	Cambio de ser necesario, tornillo regulador
Revisar regulador de separación de cloutch	Motor	Semestral	X	X		X	Limpieza	Cambio de ser necesario, tornillo regulador

* Estos trabajos se efectuan solamente en las máquinas poste.

FREC. = Frecuencia del servicio de mantenimiento.

REV. = Revisión de piezas.

LUB. = Lubricación de piezas.

ENG. = Engrasar piezas.

CAM. = Cambio de piezas.

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA XLVIII Máquina de String

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION							MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO			
Tornillos castigadores	Excéntricos	Mensual	X	X				X		Acete tellius 22, gas, wype y tornillos
Revisar alineación de ejes	Ejes	Mensual	X	X						Acete tellius 22, gas, wype
Revisar tornillos sujetadores de ejes	Ejes	Mensual	X					X		Gas, wype y tornillos
Revisar desgaste de poleas	Poleas	Mensual	X					X		Polea del diámetro deseado
Tornillos reguladores de barra porta agujas	Barra porta agujas	Mensual	X					X		Gas, wype y tornillos reguladores para barra
Regular presión de tornillo castigador agujas	Barra porta agujas	Mensual	X					X		Gas, wype y tornillos castigadores de aguja
Regular castigadores de barra de uper	Barra porta uper	Mensual	X	X				X		Gas, wype y tornillos castigadores de uper
Regular altura de barra de uper	Barra porta uper	Mensual	X	X				X		Gas, wype y tornillos castigadores de uper
Observar el desgaste de barra porta uper	Barra porta uper	Mensual	X	X						Gas, wype, acete tellius 22 y desarmadores
Probar el rodo del prensatela	Barra prensatela	Mensual	X	X						Gas, wype, acete tellius 22 y desarmadores
Revisar tornillos reguladores de posición rodo	Barra prensatela	Mensual	X	X				X		Gas, wype, acete tellius 22 y desarmadores
Verificar posición de guía de la aguja	Barra prensatela	Mensual	X					X		Gas, wype, tornillos reguladores de posición
Revisar tensión del resorte tensor prensatela	Barra prensatela	Mensual	X							Gas, wype, tornillos reguladores de posición
Revisar desgaste de engranajes	Barra prensatela	Mensual	X							Desarmadores mediano y pequeño
Regulador de largo de puntada	Rodo transportador	Mensual						X		Resorte, gas y wype
Nivelar las guías	Rodo transportador	Mensual								Gas, wype, grasa
Apretar tornillos sujetadores de porta guías	Porta guías	Mensual	X	X				X		Acete tellius 22, gas, wype y tornillo regulador
Revisión o cambio de pastillas de cloutch	Porta guías	Mensual	X							Desarmadores mediano y pequeño
Regulador de freno de cloutch	Motor	Semestral	X					X		Gas, wype, tornillos y desarmadores
Revisar regulador de tensión	Motor	Semestral	X	X						Pastillas de corcho de 1/4" wype
Revisar regulador de separación de cloutch	Faja de motor	Semestral	X							Gas, wype y acete tellius 46 o 68
	Motor	Semestral	X	X				X		Cambio de ser necesario, tornillo regulador
		Semestral	X	X				X		Cambio de ser necesario, tornillo regulador

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA XLIX Máquina Ribeteadora

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO	
Regulador de largo de puntada	Diente transportador	Mensual	X	X		X	Limpieza	Gas, wype, aceite tellus 22, tornillo regulador
Revisar posibles fracturas de piecito prensatela	Prensatela	Mensual	X				Soldadura	Soldadura oxiacetilena, material fundente
Revisar tornillos reguladores de prensatela	Prensatela	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, tornillos reguladores
Revisar rosca de tornillos sujetadore de piecito	Prensatela	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, tornillos reguladores
Verificar deterioro de plancha cubre dientes	Plancha	Mensual	X				Soldadura	Soldadura oxiacetilena, material fundente
Verificar deterioro de dientes transportadores	Diente transportador	Mensual	X	X		X	Limpieza	Dientes transportadores, gas, wype, aceite
Revisar punta de garfio	Garfio	Mensual	X	X			Rectificar	Mototul para rectificar, aceite tellus 22
Limpieza de canasta con su riel	Garfio	Mensual	X	X				Acetite tellus 22 y tornillo para riel de canasta
Revisión de tornillo sujetador de garfio	Garfio	Mensual	X			X		Tornillos
Alinear placa porta guías	Placa porta guías	Mensual	X				Limpieza	Gas, wype y desarmadorres
Tornillos reguladores de barra porta agujas	Barra porta aguja	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype y tornillos reguladores para barra
Regular presión de tornillo castigador aguja	Barra porta aguja	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype y tornillos castigadores de aguja
Limpieza de barra porta piecito	Barra porta piezito	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Verificar presión de resorte	Barra porta piezito	Mensual	X			X	Limpieza	Resorte, gas, wype
Revisar desgaste de vieclas con su eje	Barra porta piezito	Mensual		X			Rectificar	Acetite tellus 22 y mototul para rectificar
Apretar tornillos de base transportadora	Base transportadora	Mensual	X	X		X	Limpieza	Tornillos, gas, wype y aceite tellus 22
Revisar tensión de faja principal	Faja principal	Mensual	X			X		Faja apróx. 12" de hule reforzada con carfiamo
Revisar desgaste de polea dentada	Polea dentada	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, y grasa
Revisión o cambio de pastillas de cloutch	Motor	Semestral	X			X	Limpieza	Pastillas de corcho de 1/4", wype
Regulador de freno de cloutch	Motor	Semestral	X	X			Limpieza	Gas, wype y aceite tellus 46 o 68
Revisar regulador de tensión	Faja de motor	Semestral	X			X	Limpieza	Cambio de ser necesario, tornillo regulador
Revisar regulador de separación de cloutch	Motor	Semestral	X	X		X	Limpieza	Cambio de ser necesario, tornillo regulador

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA L Máquina Remachadora

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR	
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO		
Revisar tornillos de base de tolva	Tolva	Mensual	X				X	Limpieza	Gas, wype y tornillos nuevos
Revisar tensión de resorte alimentador	Tolva	Mensual	X				X	Limpieza	Gas, wype y resorte nuevo
Limpieza a rieles transportadores	Tolva	Mensual	X					Lijar	Lija, wype
Revisar tensión de tensores de recibidor	Recibidor remache	Mensual	X				X		Tensores
Alisar base porta recibidor	Recibidor remache	Mensual	X					Lijar	Lija, wype
Verificar tensión de resortes de base	Recibidor remache	Mensual	X				X	Limpieza	Resortes, gas y wype
Chequear alineación de eje	Remachador	Mensual	X				X	Limpieza	Gas, wype y aceite tellus 22
Revisar desgaste de pines y sus seguros	Remachador	Mensual	X				X	Limpieza	Pines con seguros, gas y wype
Verificar tensión de regulador de cierre remache	Remachador	Mensual	X				X	Limpieza	Gas, wype y aceite tellus 22
Revisión de desgaste de cojinetes	Motor	Semestral	X				X	Limpieza	Gas, wype, grasa y cojinetes nuevos
Verificar el estado del embobinado	Motor	Semestral	X				X	Limpieza	Wype, cambiar el embobinado de ser necesario

TABLA LI Máquina Marcadora

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR	
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO		
Desacoplar pistón	Pistón	Semestral	X	X				Limpieza	Gas, wype y aceite tellus 22
Cambio de empaques deteriorados	Pistón	Semestral	X				X	Limpieza	O-ring de pistón
Limpieza de eje	Pistón	Semestral	X	X					Gas, wype y aceite tellus 22
Revisión del estado de las mangueras	Mangueras	Mensual	X					Limpieza	Wype
Cambio de cinta marcadora	Cinta	Mensual	X				X		Cinta marcadora
Ajustar los transportadores de cinta	Cinta	Mensual	X	X					Aceite tellus 22
Cambiar resortes vencidos de base marcadora	Base marcadora	Mensual	X				X	Limpieza	Gas, wype y aceite tellus 22 y resortes
Limpieza general de purificadores de aire	Purificadores	Mensual	X						Wype
Apriete de tornillos de pedal neumático	Pedal	Mensual	X				X	Limpieza	Tornillos y wype

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA LII Máquina Ojeteadora

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO	
Revisión de desgaste de curia	Polea	Semestral	X					Limpieza Gas, wype
Cambio de resortes vencidos	Polea	Semestral	X					Gas, wype y resortes
Cambio de enclavadores gastados	Polea	Semestral	X					Gas, wype y enclavadores nuevos
Verificar alineación de barra perforadora	Barra perforadora	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Cambio de tuercas de reguladora de barra dañadas	Barra perforadora	Mensual	X					Gas, wype y tuercas reguladoras
Affilar perforador	Barra perforadora	Mensual	X					Lima y wype
Cambio de tornillos castigadores gastados	Barra perforadora	Mensual	X					Gas, wype y tornillos nuevos
Ajustar guía reguladora de ancho	Pisa lienzo	Mensual	X	X				Gas, wype, aceite tellus 22
Ajustar regulador de guía	Pisa lienzo	Mensual	X					Gas, wype, tornillo regulador de guía
Revisar ajuste de pin recibidor de ojete	Pin recibidor ojete	Mensual	X	X				Desarmador mediano y aceite tellus 22
Cambio de resorte vencido	Pin recibidor ojete	Mensual	X					Resorte
Regular altura de base remachadora	Pin recibidor ojete	Mensual	X	X				Acete tellus 22, gas, wype
Limpieza general de tolva	Tolva	Mensual	X					Gas, wype
Revisión de escobillas	Tolva	Mensual	X					Cambio de escobillas c/4 meses, wype
Limpieza de rieles de tolva	Tolva	Mensual	X					Wype
Limpieza del librador de ojete	Tolva	Mensual	X					Gas y wype
Cambiar resorte vencido de librador	Tolva	Mensual	X					Gas, wype y resortes nuevos
Regular altura de salida de ojete	Tolva	Mensual	X					Gas, wype y desarmadores
Lubricar la polea alimentadora de ojete	Polea alimentadora	Mensual	X					Gas, wype y aceite tellus 22
Rectificar desgaste de freno	Freno	Mensual	X					Rectificar Poner punto de soldadura y rectificaf
Revisar desgaste de excéntricos	Freno	Mensual	X	X				Gas, wype, aceite tellus 22 y excéntricos
Cambiar resorte vencido	Freno	Mensual	X					Gas, wype y resortes nuevos
Ajustar regulador de distancia	Regulador distancia	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Cambio de tornillos reguladores de posición de barra	Regulador distancia	Mensual	X					Tornillos nuevos
Verificar alineación de ejes	Ejes	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Revisión de desgaste de cojinetes	Motor	Semestral	X				X	Gas, wype, grasa y cojinetes nuevos c/1.5 años
Verificar el estado del embobinado	Motor	Semestral	X				X	Wype, cambiar el embobinado de ser necesario

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA LIII Máquina Engomadora

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO	
Regular altura de rodos	Rodos	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Limpieza general de ejes	Ejes	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Revisión de engranajes	Engranajes	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Cambio de faja	Faja	Mensual	X			X		Faja
Apretar de tornillos	Máquina	Mensual	X					Gas, wype
Cambio de resortes vencidos	Máquina	Mensual	X			X		Gas, wype y resortes
Revisión de desgaste de cojinetes	Motor	Semestral	X			X		Gas, wype, grasa y cojinetes nuevos c/1.5 años
Verificar el estado del embobinado	Motor	Semestral	X			X		Wype, cambiar el embobinado de ser necesario

TABLA LIV Máquina de Ganchos

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION					MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	CAM	OTRO	
Revisar cuña	Volante	Mensual	X					Gas, wype
Cambiar resorte de cuña	Volante	Trimestral	X			X		Resorte
Ajustar activador de cuña	Volante	Mensual	X	X				Desarmadores, aceite tellus 22, gas, wype
Cambiar resorte de activador	Volante	Trimestral	X			X		Resorte
Lubricar eje porta activador de cuña	Volante	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Verificar alineación de eje porta remachador	Remachador	Mensual	X	X				Gas, wype y aceite tellus 22
Verificar ángulo de introducción de cierre gancho	Remachador	Mensual	X					Torno
Cambio de resortes deteriorados	Manivela	Mensual	X			X		Resorte
Lubricar eje principal	Manivela	Mensual	X	X				Gas, wype, aceite tellus 22
Cambio de tornillos castigadores dañados	Excéntricos	Mensual	X	X		X		Gas, wype, aceite tellus 22 y tornillos
Pulir base remachadora	Base	Mensual	X					Gas, wype, y iija
Verificar tensión de faja	Faja de polea	Mensual	X					Faja en V FM 38
Revisión de desgaste de cojinetes	Motor	Semestral	X			X		Gas, wype, grasa y cojinetes nuevos c/1.5 años
Verificar el estado del embobinado	Motor	Semestral	X			X		Wype, cambiar el embobinado de ser necesario

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA LV Máquina de Zig Zag

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION				MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR	
			REV	LUB	ENG	CAM		OTRO
Tornillos reguladores de barra porta agujas	Barra porta aguja	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype y tornillos reguladores para barra
Regular presión de tornillo castigador aguja	Barra porta aguja	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype y tornillos castigadores de aguja
Revisar posibles fracturas de piecito prensatela	Prensatela	Mensual	X				Soldadura	Soldadura oxiacetilena, material fundente
Revisar tornillos reguladores de prensatela	Prensatela	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, tornillos reguladores
Revisar rosca de tornillos sujetadores de piecito	Prensatela	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, tornillos reguladores
Revisar alineación de eje principal	Eje principal	Mensual	X	X			Limpieza	Acete tellus 22, gas, wype
Revisar tornillos sujetadores de eje	Eje principal	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype y tornillos
Revisar regulador de tensión	Tensiones	Mensual	X	X			Limpieza	Gas, wype
Revisión de fracturas en plancha	Plancha	Mensual	X				Rectificar	Electrodos para soldar (barilla de latón)
Revisar punta de garfio	Garfio	Mensual	X	X			Rectificar	Mototul para rectificar, acete tellus 22
Limpieza de canasta con su riel	Garfio	Mensual	X	X		X		Acete tellus 22 y tornillo para riel de canasta
Revisión de tornillo sujetador de garfio	Garfio	Mensual	X			X		Tornillos
Corregir tiempos de engranajes	Engranajes	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, desarmadores mediano y grasa
Regular el ancho de puntada	Diente transportador	Mensual	X					Desarmadores
Regular el largo de puntada	Diente transportador	Mensual	X					Desarmadores
Verificar deterioro de dientes transportadores	Dientes transportadores	Mensual	X	X		X	Limpieza	Gas, wype, acete tellus 22, dientes nuevos
Regular altura de dientes transportadores	Dientes transportadores	Mensual	X			X		Desarmadores
Revisar desgaste de polea dentada	Polea dentada	Mensual	X			X	Limpieza	Gas, wype, y grasa grafiada 70437
Revisar tensión de faja principal	Faja principal	Mensual	X			X		Faja aprox. 12" de hule reforzada con cañamo
Ajustar barra transportadora de aguja	Barra transportadora	Mensual	X	X				Desarmadores y acete tellus 22
Cambio de tornillo y tuercas deteriorados	Máquina	Mensual	X			X		Tornillos
Revisión o cambio de pastillas de clutch	Motor	Semestral	X			X	Limpieza	Pastillas de corcho de 1/4" y/o 1/8", wype
Regulador de freno de clutch	Motor	Semestral	X	X			Limpieza	Gas, wype y acete tellus 46 o 68
Revisar regulador de tensión	Faja de motor	Semestral	X			X	Limpieza	Cambio de ser necesario, tornillo regulador
Revisar regulador de separación de clutch	Motor	Semestral	X	X		X	Limpieza	Cambio de ser necesario, tornillo regulador

Programa de Mantenimiento Preventivo

TABLA LVI Máquina de Sellos

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION				MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	OTRO	
Pulir base porta sellos	Base porta sellos	Mensual	X				Gas, wype y lija
Cambio de tornillos dañados de base	Base porta sellos	Mensual	X		X		Tornillos
Revisar y/o cambio de resistencia de base	Base porta sellos	Mensual	X		X		Resistencias
Limpieza de micro switch activador de pistón	Base selladora	Mensual	X				Gas, wype
Regular presión de aire	Reguladores	Mensual	X				Wype
Revisar funcionamiento de regulador temperatura	Reguladores	Mensual	X				Wype
Revisión del estado de las mangueras	Mangueras	Mensual	X				Wype
Limpieza general de purificadores de aire	Purificadores	Mensual	X				Wype
Revisión del sistema eléctrico	Panel eléctrico	Semestral	X				Wype, alambre
Limpieza de pistón de base	Base selladora	Semestral	X	X			Gas, wype y aceite tellus 22
Limpieza de pistón de placa alimentadora	Pistones	Semestral	X	X			Gas, wype y aceite tellus 22
Cambio de empaques de pistones	Pistones	Anual	X		X		Gas, wype, aceite tellus 22 y empaques

TABLA LVII Máquina Desvastadora

TRABAJO A REALIZAR	ELEMENTO	FREC.	ESPECIFICACION				MATERIALES Y REPUESTOS A UTILIZAR
			REV	LUB	ENG	OTRO	
Cambiar tornillos sujetadores dañados	Cuchilla	Mensual	X		X		Tornillos
Revisión de cuchilla	Cuchilla	Mensual	X		X		Cambio de cuchilla circular c/2.5 meses
Cambiar resorte tensor de rodo	Rodo transportador	Mensual	X		X		Wype y resorte
Regular altura de rodo	Rodo transportador	Mensual	X	X			Wype y desarmadores
Corregir tensión de faja de esmeril	Esmeril	Mensual	X		X		Faja de cuero
Verificar tensión de tensor de faja	Esmeril	Mensual	X		X		Resorte
Revisar tensión de faja de motor	Fajas	Mensual	X		X		Faja de cuero
Limpieza del regulador de salida de cuchilla	Reguladores	Mensual	X	X			Gas, wype y aceite tellus 22
Limpieza del regulador de esmeril	Reguladores	Mensual	X	X			Gas, wype y aceite tellus 22
Ajustar regulador de desbaste (grosor)	Reguladores	Mensual	X				Gas, wype
Revisar posibles fracturas de piecito prensatela	Prensapiel	Mensual	X				Soldadura oxiacetilena, material fundente
Cambio de rodo	Rodo transportador	Semestral	X	X	X		Wype y desarmadores y rodo de 2" (010515)
Cambio de esmeril	Esmeril	Semestral	X	X	X		Wype y desarmadores y esmeril

CONCLUSIONES

1. Con la nueva distribución de cargas de trabajo se nivelaron las actividades de los operarios y se logró un incremento del 20% sobre la eficiencia con que estaban trabajando. Este porcentaje se irá incrementando conforme el personal operativo se adapte a esta nueva distribución llevando el proceso a una estandarización del cien por ciento.
2. En la producción de zapato el estilo Campo Cobán de 6" redujo el módulo de trabajo de 13 a 7 operarios. También se incrementó la producción y la eficiencia; el primero en 28% y la segunda en 20%. Sin embargo, la reducción del personal y el cambio de actividades son los principales factores que provocan la resistencia al cambio.
3. El bajo rendimiento de los operarios se debe, principalmente, a las condiciones ambientales. Estas afectan el estado emocional de cada uno y da lugar a la oposición de todo cambio que le sea propuesto. Esta negativa no se presentaría si las condiciones de trabajo fueran óptimas y como consecuencia se tendría un rendimiento eficiente del personal operativo.
4. El ruido dentro de la planta es demasiado fuerte, lo cual provoca molestias auditivas y disminuye el rendimiento del operario. La cantidad de decibeles producidos (entre los 99 y 103) es muy intenso, comparados con la tabla de niveles de sonido permitidos. Esta situación puede provocar enfermedades auditivas muy severas y alteraciones en el sistema nervioso.

5. La implementación del Programa de Mantenimiento Preventivo es fundamental para mejorar la productividad y la calidad, también alarga la vida útil de la maquinaria, reduce los paros por averías y como resultado se logran procesos continuos y eficientes. Con ello se reducen los costos por mantenimiento.

6. La inspección es de vital importancia para el control de la calidad del equipo, previene fallas y hace que el rendimiento de la maquinaria sea más estable. Su inconveniente es la manera de llevarse a cabo, debido a que debe ser ejecutada por una persona independiente al Departamento de Mantenimiento, recurso con el cual no cuenta la planta en estudio. De llevarse a cabo, se incrementarían los costos de mantenimiento por el contrato de esta persona, pero se controlaría mejor el funcionamiento de la maquinaria y los resultados resaltarían la importancia de esta actividad.

RECOMENDACIONES

A Gerencia

1. Es necesario que se distribuyan tapones auditivos a todo el personal operativo.
2. Instituir la inspección preventiva como apoyo para el mantenimiento preventivo de la maquinaria y de esa forma controlar la calidad de servicio que ésta presta.
3. El sistema de iluminación utilizado es de muy baja calidad, por lo cual se debe implementar a corto plazo el sistema recomendado en el punto 4.4.1.

Al Departamento de Recursos Humanos

1. Programar cursos de capacitación más frecuentes para la capacitación de personal multifuncional.
2. Fomentar en el personal la necesidad de aprender a usar máquinas distintas a las que ya sabe manejar.
3. Implementar cursos de capacitación en el área de mantenimiento para incrementar el nivel conceptual del personal de ese departamento.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

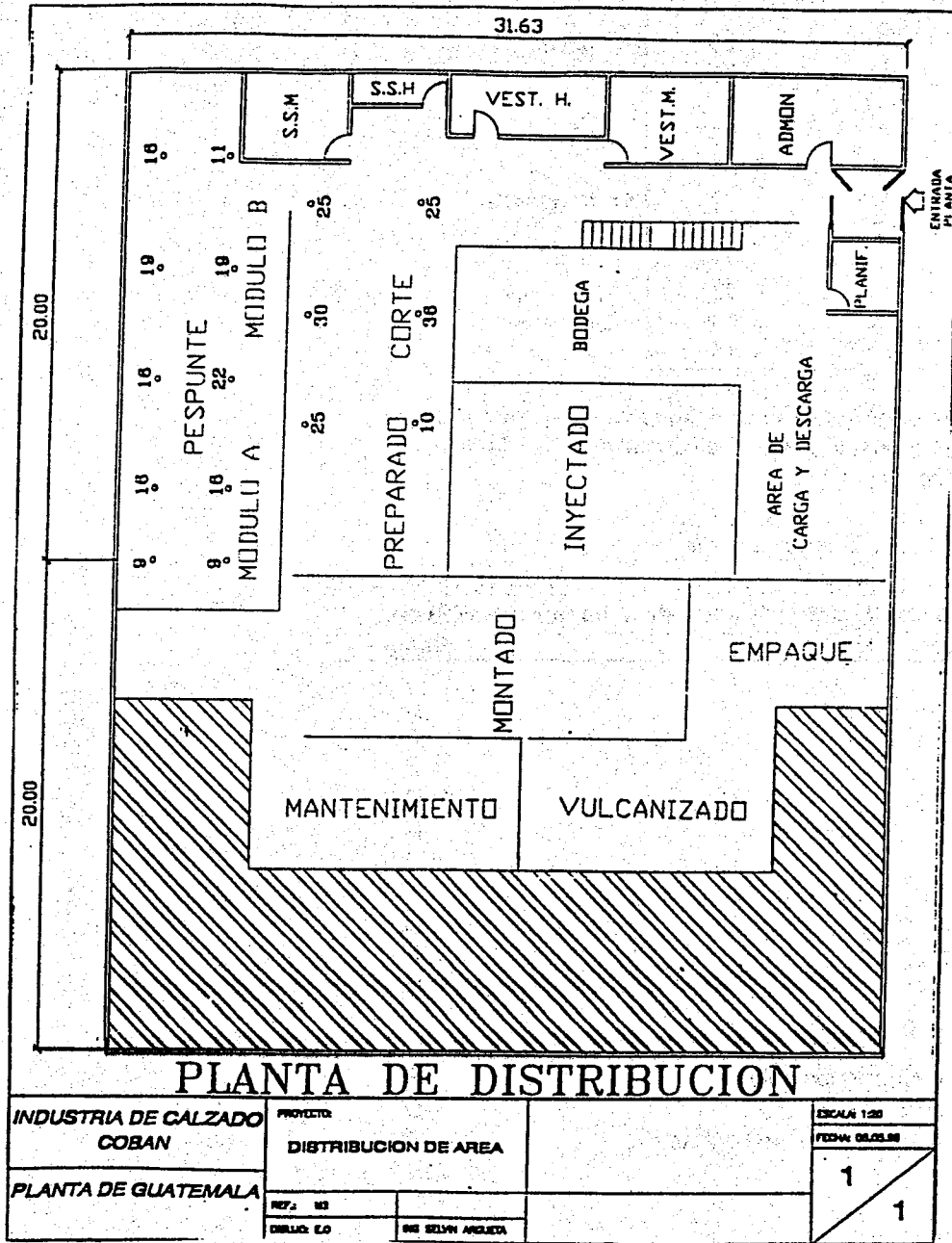
1. Theodore Baumeister. **Marks, Manual del Ingeniero Mecánico.** (2ª edición. México: Editorial McGraw-Hill. 1992)p. 17-29 Tomo III
2. Ibid., p 17-29
3. Benjamín Niebel. **Ingeniería Industrial: Estudio de tiempos y movimientos.** (3ª edición. México: Editorial Alfa-omega, 1990)p.235-238
4. Francisco Hernández. **Control práctico de la producción.** Tesis Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería 15. 1991
5. Ibid., p. 15
6. Theodore Baumeister. **Marks, Manual del Ingeniero Mecánico.** (2ª. Edición. México: Editorial McGraw-Hill. 1992)p. 12-141 Tomo III
7. Robert R. Blake. **Como trabajan en equipo.** (Editorial Norma. Edición económica. Primera reimpresión. Marzo de 1993)p. 5
8. Knut F. Ludwing Sward. **Mantenimiento de las máquinas herramientas.** (Barcelona 6 de 1972. Editorial Blume 17) p. 98
9. Enrique Dounce Villanueva. **La administración en el mantenimiento.** (2ª edición. Cia. Editorial Continental, S.A. de C. V. México) p. 91
10. Ibid., p. 92
11. Ibid., p 100
12. **Mantenimiento preventivo.** Dirección [www.holzher.com maindesp.htm](http://www.holzher.com/maindesp.htm) Internet. 1997.
13. Alberto A. Urrea Alvarez. **El mantenimiento productivo total (TPM), como instrumento para reactivar la productividad de la empresa.** Tesis Ing. Industrial, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ingeniería 1995.

BIBLIOGRAFÍA

1. Argueta Ascencio, Selvin. **Guía para la elaboración de estaciones de trabajo en la fábrica de Calzado Cobán.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, noviembre de 1996.
2. Arrivillaga Ramazzini, José F. **Mantenimiento preventivo, reparativo y correctivo de las máquinas de coser existentes en las empresas CREDEXA S.A. Y MEICO S.A.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, mayo de 1989.
3. Barrios Adler, Marco A. **Manual de prácticas para el laboratorio del curso de seguridad e higiene industrial.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, mayo de 1989.
4. Baumeister, Theodore. et.al. **Marks, Manual del Ingeniero Mecánico.** 2ª Edición. México: Editorial McGraw-Hill. 1992
5. Blake, Robert R. **Como trabajan en equipo.** Editorial Norma. Edición económica. Primera reimpresión. Marzo de 1993.
6. Dounce Villanueva, Enrique. **La administración en el mantenimiento.** Cia. Editorial Continental, S.A. de C. V. México Segunda edición.
7. Hal Mather. **Manufactura competitiva.** Ventura ediciones, S.A. de C.V. 1989.
8. Hernández A., Francisco. **Control práctico de la producción.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Primera Edición. Guatemala 1991.
9. Ludwing Sward, Knut F. **Mantenimiento de las máquinas herramientas.** Editorial Blume. 17 Barcelona 6 de 1972. Primera edición.
10. McGraw-Hill **Manual de mantenimiento industrial.** Tomo I. Litografía Marco. Noviembre de 1989.
11. Méndez Santos, Hugo T. **Manual teórico práctico para el laboratorio de Ingeniería de Métodos.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, abril de 1995.

12. Niebel, Benjamín W. **Ingeniería Industrial: Estudio de tiempos y movimientos.** 3ª. Edición. México: Editorial Alfa-omega, 1990.
13. Shonberger, Richard J. **Manufactura de Categoría Mundial.** Editorial Norma S.A. Noviembre 1991.
14. Torres M., Sergio Antonio. **Ingeniería de plantas.** 1ª. Edición. Guatemala: s.p.i.
15. Urrea Alvarez, Alberto A. **El mantenimiento productivo total (TPM), como instrumento para reactivar la productividad de la empresa.** Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, julio de 1995.
16. **Mantenimiento preventivo.** Dirección [www.holzher.com maindesp.htm](http://www.holzher.com/maindesp.htm) Internet. 1997.
17. **Team spirit transforms maintenance.** Dirección [www.impomag.com/197 sr.htm](http://www.impomag.com/197_sr.htm). Internet. 1997.

Fig. 12 Plano de distribución



ANEXO 2

TABLA LIX Rangos de iluminación

Los rangos de iluminancia en Lux se aplicarán en la forma siguiente:

A	20 - 30 - 50	Áreas públicas, alrededores oscuros.
B	50 - 75 - 100	Áreas de orientación, corta permanencia
C	100 - 150 - 200	Trabajos ocasionales simples
D	200 - 300 - 500	Trabajos de gran contraste o tamaño Lectura de originales y fotocopias buenas. Trabajo sencillo de inspección o de banco.
E	500 - 750 - 1000	Trabajos de contraste medio o tamaño pequeño Lectura a lápiz, fotocopias pobres, trabajos moderada- mente difíciles de montaje o banco.
F	1000 - 1500 - 2000	Trabajos de poco contraste o muy pequeño tamaño, ensamble difícil, etc.
G	2000 - 3000 - 5000	Lo mismo durante períodos prolongados. Trabajo muy difícil de ensamble, inspección o de banco.
H	5000 - 7500 - 10000	Trabajos muy exigentes y prolongados
I	10000 - 15000 - 20000	Trabajos muy especiales, salas de cirugía.

TABLA LX Factores de peso

Para escoger entre los límites establecidos, se tomarán en consideración los siguientes factores de peso:

	Factores de peso		
	-1	0	1
Edad	< 40	40 - 55	> 55
Velocidad o exactitud	no importa	importante	crítico
Reflectancia alrededores	> 70%	30 - 70%	< 30%

Si los factores de peso suman:

-2 ó -3	usar el valor inferior
-1 ó +1	usar el valor medio
+2 ó +3	usar el valor superior

Las normas arriba mencionadas no abarcan locales de vivienda, por lo que se formulan las siguientes recomendaciones tomando en consideración las condiciones económicas de Guatemala.

Sala, comedor	60 - 100 Lux
Dormitorios	50 Lux
Cocina	300 Lux
Baños	75 Lux
Corredores	40 Lux

En lugares donde se efectúa algún trabajo (lectura, costura, planchado) este nivel del alumbrado general se deberá elevar con una lámpara individual de alumbrado complementario.

TABLA LXI Tipos de lámparas

TIPO DE LUMINARIA	LÁMPARA	ALUMBRADO	ESPACIAMIENTO MÁXIMO	FACTOR DE MANTENIMIENTO	
				BUENO	MALO
LISTON	FLUORESC.	SEMI-DIRECTO	1.4% hm	0.75	0.55
INDUSTRIAL	FLUORESC.	SEMI-DIRECTO	1.3% hm	0.7	0.5
EMPOTRABLE	FLUORESC.	DIRECTO	1.0% hm	0.7	0.5
COMERCIAL	FLUORESC.	DIRECTO	1.1% hm	0.7	0.5
EMPOTRABLE	INCANDESC.	DIRECTO	1.5% hm	0.7	0.5

Tipos de Lámparas

LAMPARA	W	LUMENES INICIALES	VADA UTIL HORAS
INCANDESCENTE STANDARD	25	230	2500
INCANDESCENTE STANDARD	40	450	1500
INCANDESCENTE STANDARD	60	890	1000
INCANDESCENTE STANDARD	75	1200	850
INCANDESCENTE STANDARD	100	1700	750
INCANDESCENTE STANDARD	150	2850	750
FLUORESCENTE STANDARD	20	1220	9000
FLUORESCENTE STANDARD	40	3200	18000
FLUORESCENTE HIGH OUTPUT	85	6450	12000
FLUORESCENTE HIGH OUTPUT	110	9000	12000
FLUORESCENTE SLIMLINE	38.5	29000	12000
FLUORESCENTE SLIMLINE	56	4400	12000
FLUORESCENTE SLIMLINE	73.5	6300	12000
FLUORESCENTE TIPO "U"	40	3000	12000

Nota: Datos de catálogo Westinghouse 1973

TABLA LXII Coeficiente de utilización

DISTRIBUCION TÍPICA	TECHO	CLARO		SEMICLARO		CLARO	
	PAREDES	CLARO	SEMICL.	CLARO	OSCURO	CLARO	OSCURO
	PISO	OSCURO		CLARO		SEMICLARO	
	RR						
I 90-100 0-10	0.6	0.27	0.21	0.17	0.11	0.28	0.22
	1.0	0.39	0.33	0.26	0.28	0.42	0.35
	2.0	0.55	0.49	0.36	0.29	0.60	0.52
	3.0	0.61	0.56	0.40	0.34	0.69	0.62
	5.0	0.98	0.64	0.44	0.39	0.78	0.72
SI 60-80 20-40	0.6	0.24	0.19	0.17	0.11	0.24	0.19
	1.0	0.35	0.30	0.26	0.19	0.37	0.31
	2.0	0.49	0.44	0.36	0.29	0.53	0.47
	3.0	0.55	0.50	0.40	0.34	0.61	0.55
	5.0	0.60	0.57	0.45	0.39	0.68	0.63
SD 20-40 60-80	0.6	0.34	0.28	0.31	0.24	0.35	0.29
	1.0	0.48	0.42	0.44	0.36	0.50	0.43
	2.0	0.64	0.59	0.58	0.51	0.69	0.62
	3.0	0.70	0.66	0.63	0.57	0.78	0.72
	5.0	0.75	0.72	0.68	0.63	0.86	0.81
G 15-50 45-50	0.6	0.26	0.21	0.23	0.16	0.27	0.22
	1.0	0.38	0.33	0.33	0.26	0.40	0.34
	2.0	0.53	0.48	0.44	0.38	0.57	0.51
	3.0	0.59	0.55	0.49	0.44	0.65	0.59
	5.0	0.64	0.61	0.54	0.49	0.73	0.68
D 0-10 90-100	0.6	0.34	0.28	0.33	0.24	0.35	0.28
	1.0	0.49	0.42	0.47	0.37	0.51	0.43
	2.0	0.65	0.6	0.63	0.55	0.71	0.64
	3.0	0.72	0.67	0.69	0.63	0.80	0.74
	5.0	0.78	0.75	0.75	0.71	0.89	0.85

ANEXO 2

TABLA LXIII Tipos de lámparas

LÁMPARA	W	LUMENES INICIALES	VADA UTIL HORAS
Incandescente estándar	25	230	2500
Incandescente estándar	40	450	1500
Incandescente estándar	60	890	1000
Incandescente estándar	75	1200	850
Incandescente estándar	100	1700	750
Incandescente estándar	150	2850	750
Fluorescente estándar	20	1220	9000
Fluorescente estándar	40	3200	18000
Fluorescente "High output"	85	6450	12000
Fluorescente "High output"	110	9000	12000
Fluorescente "Slimline"	38.5	29000	12000
Fluorescente "Slimline"	56	4400	12000
Fluorescente "Slimline"	73.5	6300	12000
Fluorescente "Tipo U"	40	3000	12000

Nota: Datos de catálogo Westinghouse 1973

ANEXO 2

Tabla LXIV Niveles de iluminación sugeridos comunmente

AREA O TRABAJO	TRABAJO MINIMO MANTENIDO	
	PIE-BUJIA	DECALUX*
Fábricas:		
Vestidores, tocadores, baños	20	22
Almacenaje (inactivo)	5	54
Almacenaje (activo)		
Rudo, pesado	10	11
Medio	20	22
Tenue	50	54
Inspección:		
Ordinario	50	54
Difícil	100	110
Altamente difícil	200	220
Muy difícil	500	540
De lo más difícil	1000	1080
Envolturas, empaque, rotulación	50	54
Barrenado, remachado	70	75
atomillado		
Ensamble:		
Ajuste, de visión cómoda	30	32
Ajuste de visión difícil	50	54
Medio	100	110
Fino	500	540
Extrafino	1000	1080
Carpintería:		
Aserramiento burdo y trabajo de banco	30	32
Dimencionamiento, cepillado, lijado, burdo maquinado de calidad media y trabajo de banco, encolado	50	54
Trabajo fino, lijado y acabados finos	100	110
Impresión:		
Ensamble de fuente; clasificación electrodepositos	50	54
Area de composición, máquina de composición, arreglo de tipos, fundición, modelo, recubrimiento		
Corrección de pruebas, colocación de piedra	100	100
Inspección de calor y valoración	150	160
Inspección de calor y valoración	200	220
Soldadura:		
Iluminación general	50	54
Soldadura de arco manual de precisión	1000	1080
Fabricación de zapatos (corte, cosido, etc.)	300	320
Oficinas:		
Escaleras, elevadores, escaleras mecánicas		
corredores	20	22
Lugares de conferencias		
Trabajos de visión crítica	100	110
Conferencias	30	33
Trabajo regular de oficina (lectura, copiado, archivado activo)	70	75

ANEXO 2

Tabla LXIV Niveles de iluminación sugeridos comunmente

AREA O TRABAJO	TRABAJO MINIMO MANTENIDO	
	PIE-BUJIA	DECALUX*
Contabilidad, auditoria, tabulación, etc.	150+	160+
Cartografía, diseño, dibujo de detalle	200+	220+
Escuelas:		
Corredores, escaleras	20	22
Auditorios		
Solo ensamble	15	16
Utilizado para lectura	70+	75+
Gimnasios:		
Ejercitación general	30	32
Juegos de exhibición	50	54
Cafeterias	50	54
Aulas:		
Trabajo de aula, sala de estudio, biblioteca	70+	75+
Artes manuales, dibujo, talleres, lugares de costura, clases de lectura activa, interpretación del movimiento de los labios		
Pizarrones (suplementarios)	100+	160+
	150+	160+
Area de circulación de tiendas		
Tiendas (atendidas por empleados):		
Area de ventas	100	110
Aparadores y nichos de pared	200	220
Exhibición de novedades	500	540
Tiendas (del tipo de autoservicio)		
Areas de ventas	200	220
Aparadores y nichos de pared	500	540
Exhibición de novedades	1000	1080
Edificios públicos:		
Bancos:		
Vestibulo (general)	50	54
Areas de escritura en el vestibulo colocación de anuncios y perforación de tarjetas	70	75
Puestos de pagadores	150	160
Bibliotecas:		
Depósitos	30	30
Estudios, catalogación, mesa de circulación	70	75
Archivos de tarjetas	100	110
Galerias de arte:		
General	30	32
Sobre pinturas (suplementaria), mínimo	30	32
Sobre escultura (algunos requieren valores superiores)	100	100

Tomado del manual del Ingeniero mecánico, pagina 12-128

* El decalux es una unidad del SI, igual que 1.076 fc. 1 decalux = 10 Lux + iluminación equivalente de esfera.

Requiere alumbrado suplementario, además del alumbrado general. El alumbrado suplementario necesita gran cuidado para evitar el deslumbramiento directo y reflejado.

O no menos de 1/5 del nivel en áreas adyacentes.

Las pinturas oscuras de detalles finos deben tener dos o tres veces más iluminación

Fig.13 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 6"

DEPARTAMENTO: PREPARADO

FECHA: 22-10-97

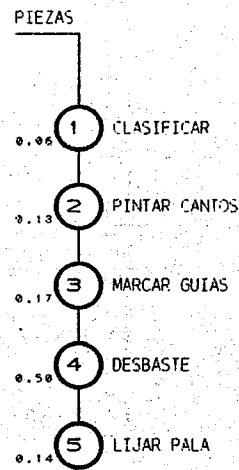
INICIA EN: CLASIFICADO

FINALIZA EN: NUMERAR

EL METODO ES: ACTUAL

ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA

REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA

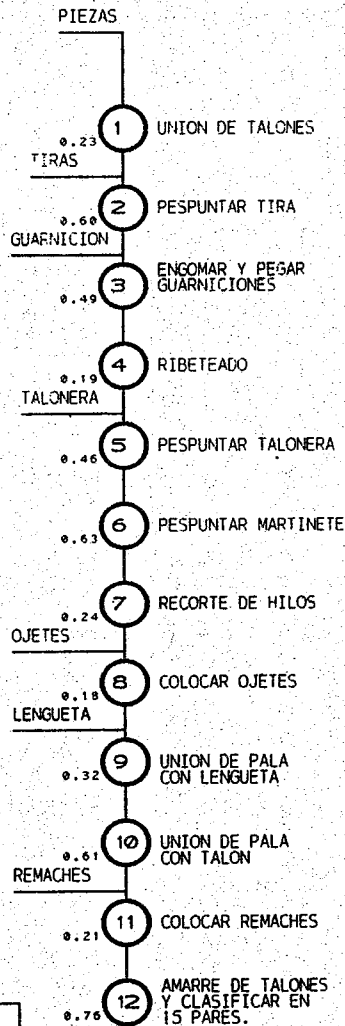


TIEMPO TOTAL = 1.00 MIN

ANEXO 3

Fig.14 DIAGRAMA DE OPERACIONES

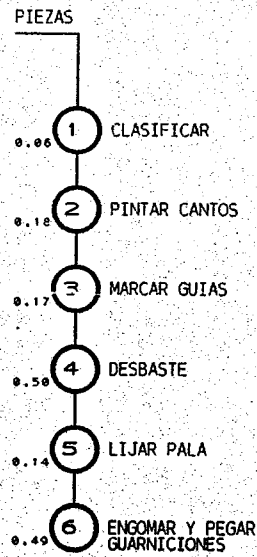
CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 6"
DEPARTAMENTO: PESPUNTE **FECHA:** 22-10-97
INICIA EN: UNION DE TALONES **FINALIZA EN:** CLASIFICACION EN PARES
EL METODO ES: ACTUAL
ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA **REVISADO POR:** ING. SELVIN ARGUETA



TIEMPO TOTAL = 4.91 MIN

Fig.15 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 6"
DEPARTAMENTO: PREPARADO FECHA: 18-11-97
INICIA EN: CLASIFICADO FINALIZA EN: NUMERAR
EL METODO ES: PROPUESTO
ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



TIEMPO TOTAL = 1.49 MIN

ANEXO 3

Fig. 16 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 6"

DEPARTAMENTO: PESPUENTE

FECHA: 18-11-97

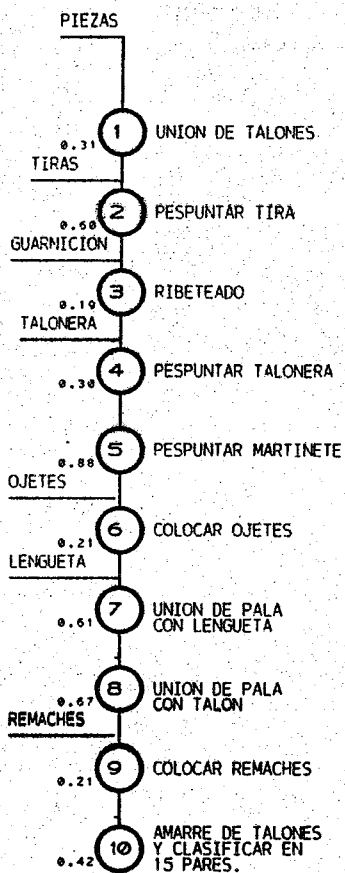
INICIA EN: UNION DE TALONES

FINALIZA EN: CLASIFICACION EN PARES

EL METODO ES: PROPUESTO

ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA

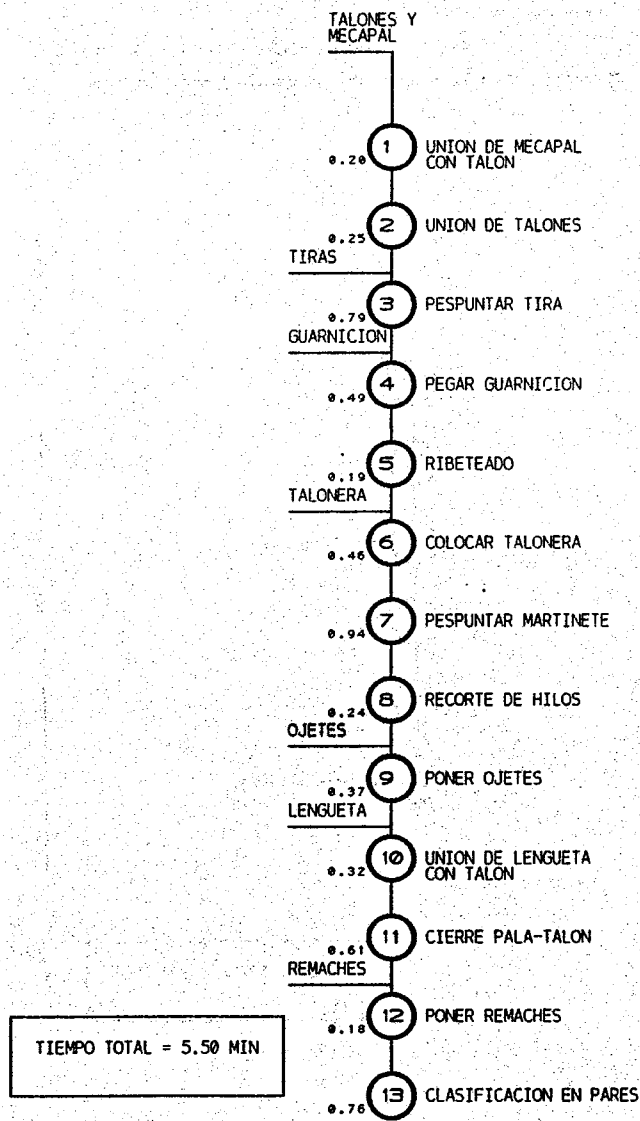
REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



TIEMPO TOTAL = 4.39 MIN

Fig.17 DIAGRAMA DE OPERACIONES

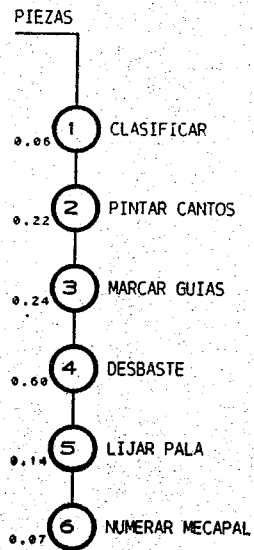
CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 8"
DEPARTAMENTO: PESPUNTE **FECHA:** 22-10-97
INICIA EN: UNION DE TALONES **FINALIZA EN:** CLASIFICACION EN PARES
EL METODO ES: ACTUAL
ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA **REVISADO POR:** ING. SELVIN ARGUETA



ANEXO 3

Fig.18 DIAGRAMA DE OPERACIONES

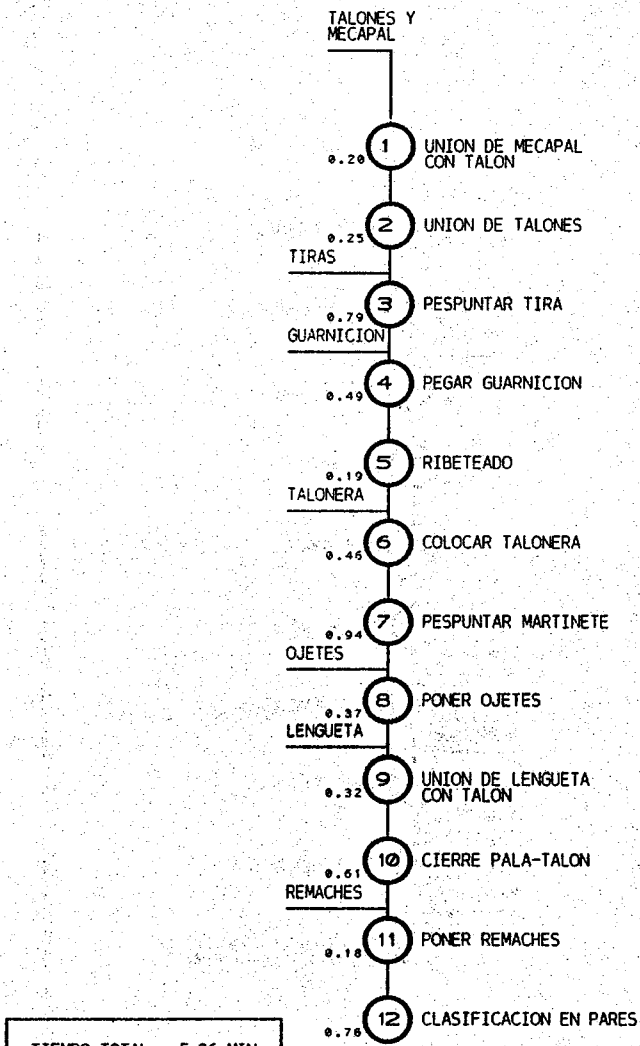
CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 8"
DEPARTAMENTO: PREPARADO FECHA: 20-11-97
INICIA EN: CLASIFICADO FINALIZA EN: NUMERAR
EL METODO ES: PROPUESTO
ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



TIEMPO TOTAL = 1.33 MIN

Fig.19 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO CAMPO COBAN DE 8"
 DEPARTAMENTO: PESPUNTE FECHA: 18-11-97
 INICIA EN: UNION DE TALONES FINALIZA EN: CLASIFICACION EN PARES
 EL METODO ES: PROPUESTO
 ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



TIEMPO TOTAL = 5.26 MIN

Fig.20 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO BOTA JUNGLA

DEPARTAMENTO: PREPARADO

FECHA: 22-10-97

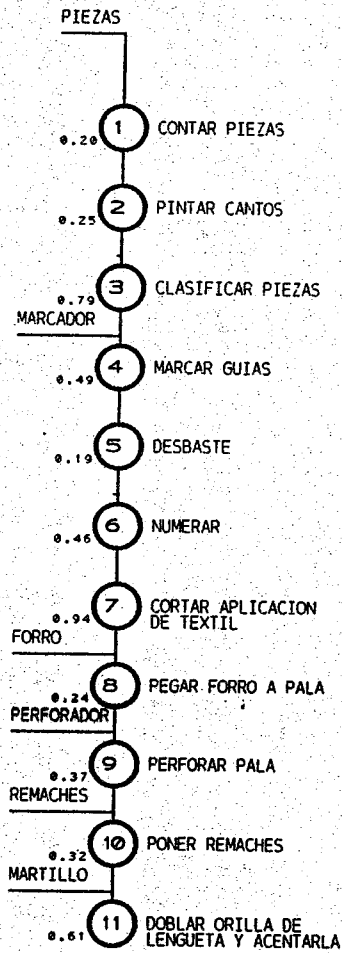
INICIA EN: CONTAR PIEZAS

FINALIZA EN: ACENTAR LENGUETA

EL METODO ES: ACTUAL

ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA

REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



TIEMPO TOTAL = 2.86 MIN

Fig.21 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO BOTA JUNGLA

DEPARTAMENTO: PESPUNTE

FECHA: 22-10-97

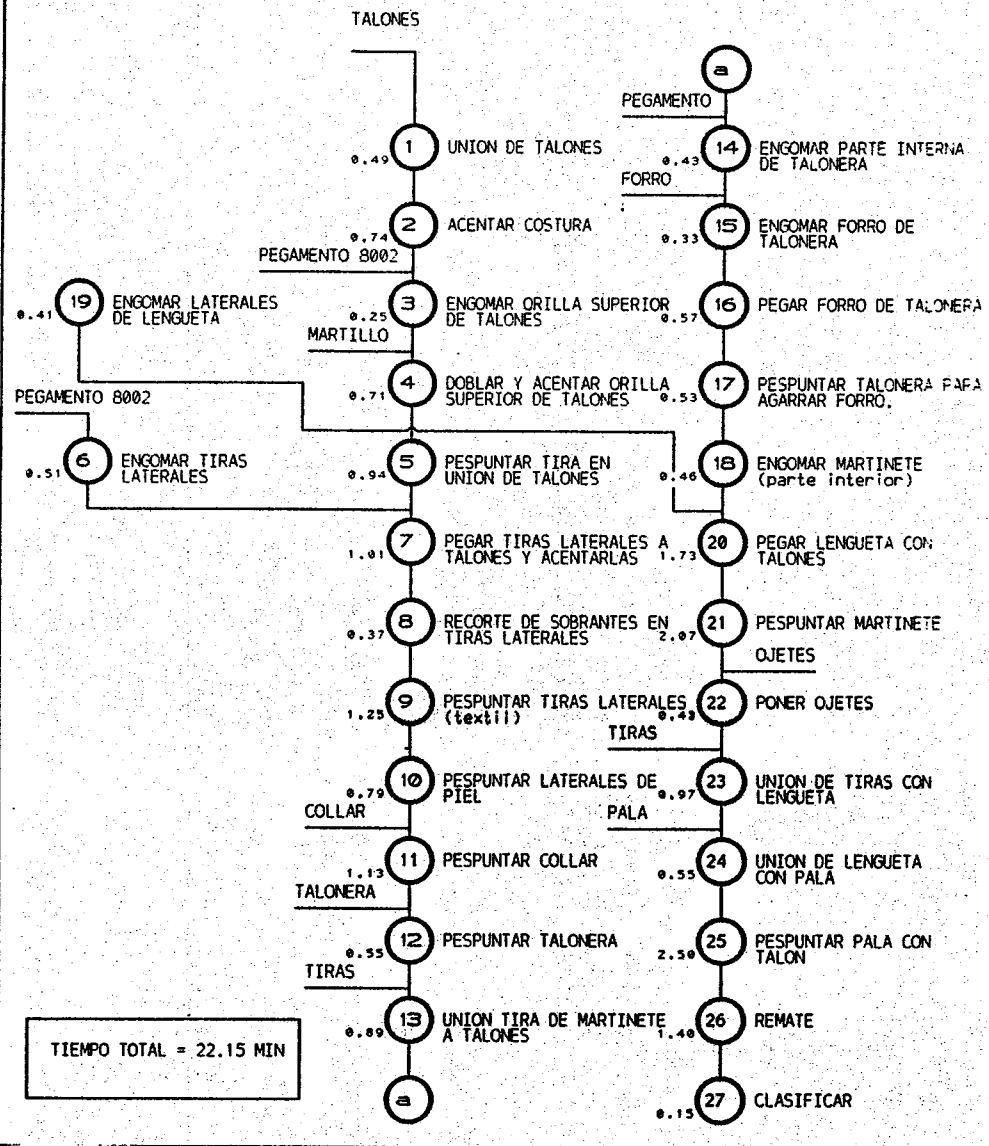
INICIA EN: UNION DE TALONES

FINALIZA EN: CLASIFICACION EN PARES

EL METODO ES: ACTUAL

ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA

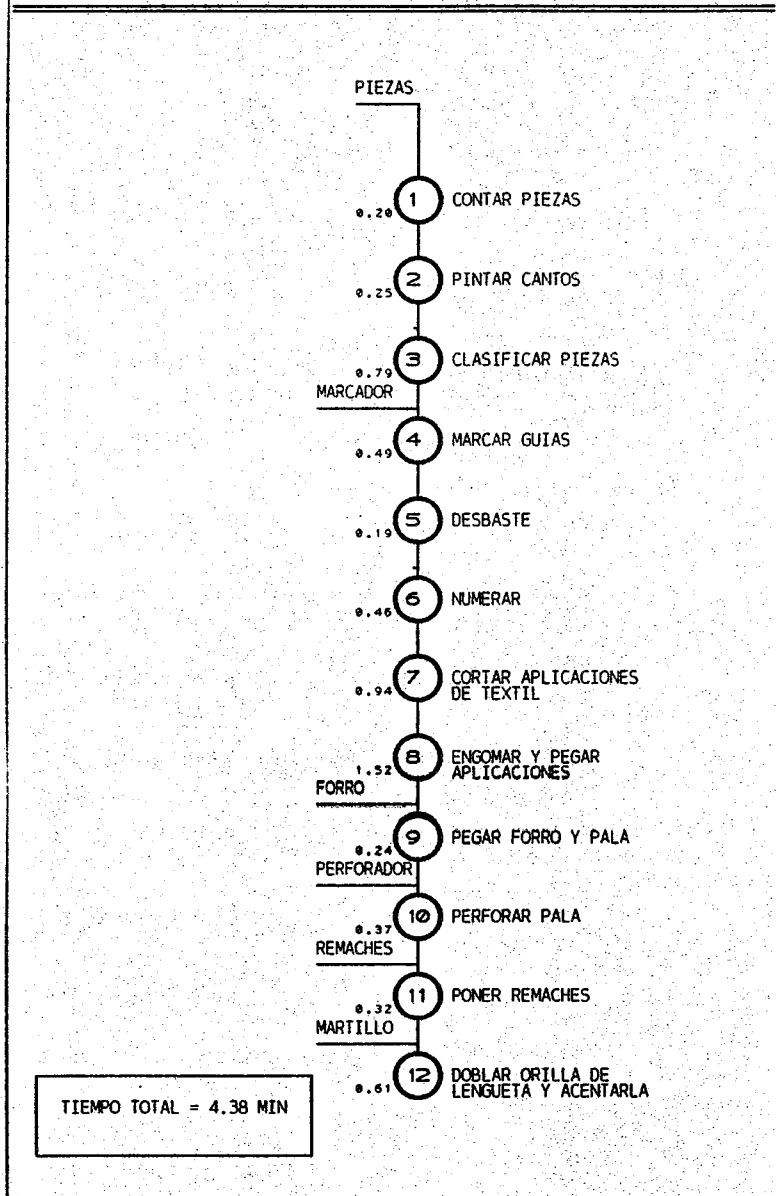
REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



ANEXO 3

Fig.22 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO BOTA JUNGLA
DEPARTAMENTO: PREPARADO FECHA: 22-10-97
INICIA EN: CONTAR PIEZAS FINALIZA EN: ACENTAR LENGUETA
EL METODO ES: PROPUESTO
ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



ANEXO 4

TABLA LXV Margenes o tolerancias
Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)

A. Tolerancias constantes:	%
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables:	
1. Tolerancia por estar de pie	2
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta	0
b. Molesta (cuerpo encorvado)	2
c. Muy molesta (acostado, extendido)	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):	
Peso levantado (kilogramos y libras, respectivamente)	
2.5; 5	0
5; 10	1
7.5; 15	2
10; 20	3
12.5; 25	4
15; 30	5
17.5; 35	7
20; 40	9
22.5; 45	11
25; 50	13
30; 60	17
35; 70	22
4. Alumbrado deficiente:	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables	0-10
6. Atención estricta:	
a. Trabajo moderadamente fino	0
b. Trabajo fino o de gran cuidado	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo	0
b. Intermitente-fuerte	2
c. Intermitente-muy fuerte	5
d. De alto volumen-fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso moderadamente complicado	1
b. Proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c. Muy complicado	8
9. Monotonía:	
a. Escasa	0
b. Moderada	1
c. Excesiva	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso	0
b. Tedioso	2
c. Muy tedioso	5

Fig.23 DIAGRAMA DE OPERACIONES

CONCEPTO: FABRICACION DEL ESTILO BOTA JUNGLA

DEPARTAMENTO: PESPUNTE

FECHA: 22-10-97

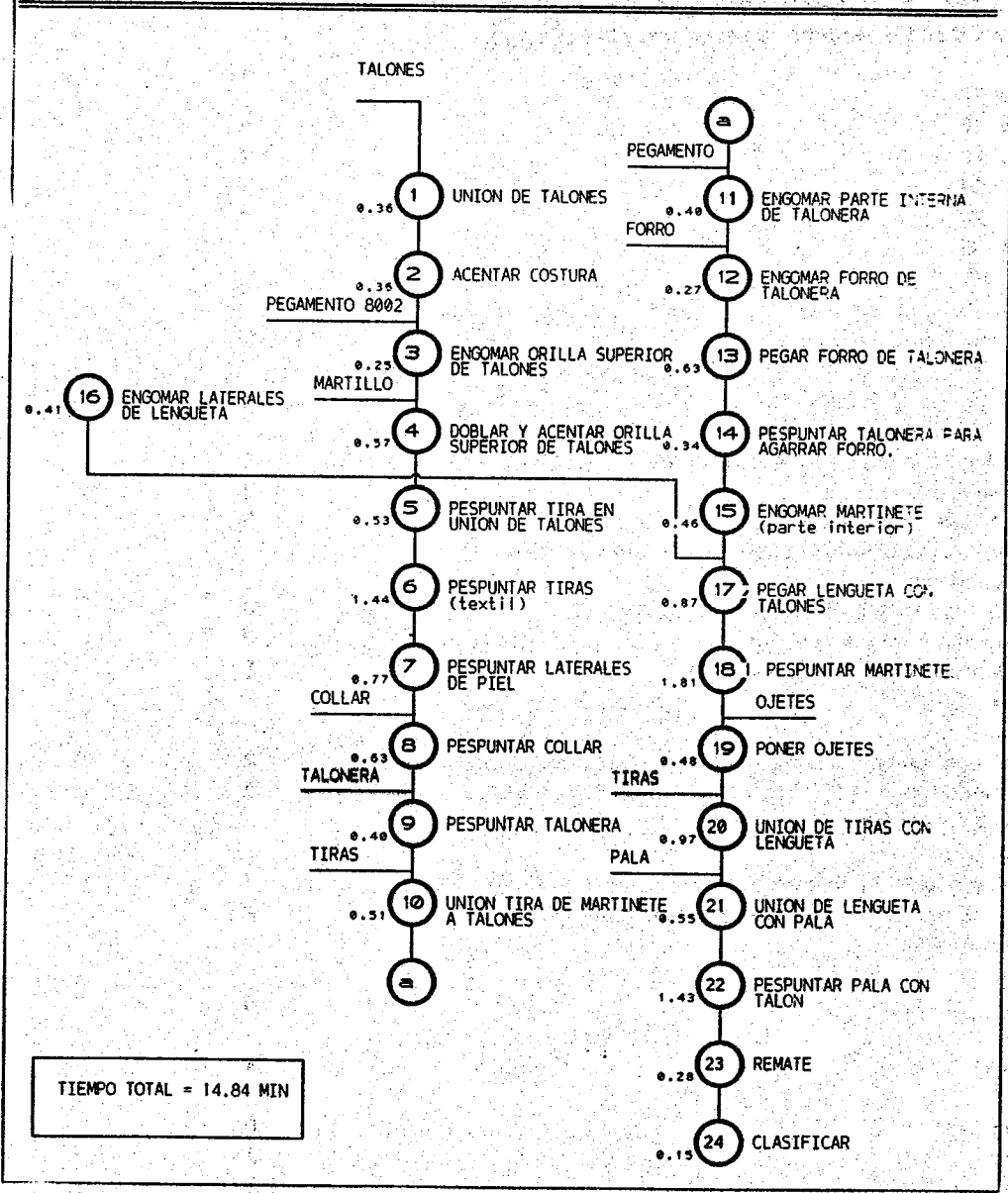
INICIA EN: UNION DE TALONES

FINALIZA EN: CLASIFICACION EN PARES

EL METODO ES: PROPUESTO

ELABORADO POR: BR. ESTUARDO OCHOA

REVISADO POR: ING. SELVIN ARGUETA



ANEXO 4

TABLA LXV Margenes o tolerancias
Márgenes o tolerancias (Oficina Internacional del Trabajo)

	%
A. Tolerancias constantes:	
1. Tolerancia personal	5
2. Tolerancia básica por fatiga	4
B. Tolerancias variables:	
1. Tolerancia por estar de pie	2
2. Tolerancia por posición no normal:	
a. Ligeramente molesta	0
b. Molesta (cuerpo encorvado)	2
c. Muy molesta (acostado, extendido)	7
3. Empleo de fuerza o vigor muscular (para levantar, tirar de, empujar):	
Peso levantado (kilogramos y libras, respectivamente)	
2.5; 5	0
5; 10	1
7.5; 15	2
10; 20	3
12.5; 25	4
15; 30	5
17.5; 35	7
20; 40	9
22.5; 45	11
25; 50	13
30; 60	17
35; 70	22
4. Alumbrado deficiente:	
a. Ligeramente inferior a lo recomendado	0
b. Muy inferior	2
c. Sumamente inadecuado	5
5. Condiciones atmosféricas (calor y humedad)-variables	0-10
6. Atención estricta:	
a. Trabajo moderadamente fino	0
b. Trabajo fino o de gran cuidado	2
c. Trabajo muy fino o muy exacto	5
7. Nivel de ruido:	
a. Continuo	0
b. Intermitente-fuerte	2
c. Intermitente-muy fuerte	5
d. De alto volumen-fuerte	5
8. Esfuerzo mental:	
a. Proceso moderadamente complicado	1
b. Proceso complicado o que requiere amplia atención	4
c. Muy complicado	8
9. Monotonía:	
a. Escasa	0
b. Moderada	1
c. Excesiva	4
10. Tedio:	
a. Algo tedioso	0
b. Tedioso	2
c. Muy tedioso	5