

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

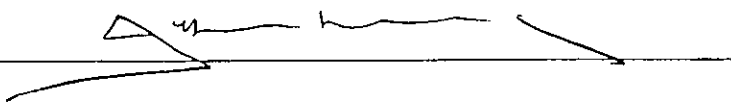
Aplicación de la Ingeniería Industrial para aumentar la productividad de
una empresa de confección

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

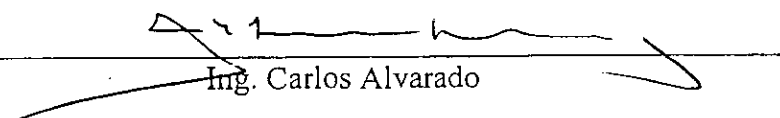
Trabajo de graduación presentado por Alejandra Bermúdez para optar al
grado de Licenciada en Ingeniería Industrial

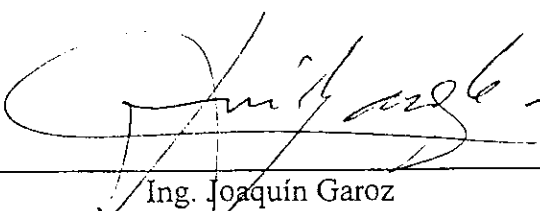
Guatemala
2003

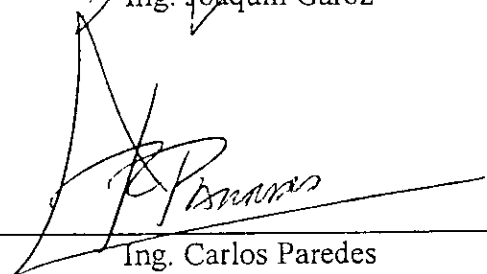
Vo.Bo.:

(f) 
Ing. Carlos Alvarado

Tribunal:

(f) 
Ing. Carlos Alvarado

(f) 
Ing. Joaquín Garoz

(f) 
Ing. Carlos Paredes

Fecha de aprobación: 25 de noviembre, 2003

PREFACIO

Las aplicaciones y las técnicas de la ingeniería industrial son diversas. Al seleccionar el tipo de empresa con la cual se realizaría este trabajo, se tomó como punto de partida las preferencias personales de la autora. Se tiene una especial inclinación por el ámbito de la confección, y es ésta la principal razón por la que se decidió hacer uso de las técnicas pertinentes para mejorar la productividad de una empresa de esta naturaleza.

Se cree que son las pequeñas y medianas empresas las que, con frecuencia, pueden obtener los mayores beneficios de las técnicas que ofrece la ingeniería industrial ya que, por lo general, no cuentan con métodos y procedimientos controlados y evaluados, resultando así difícil y casi imposible la optimización y el mejoramiento continuo de los mismos. Es por esta razón que se enfocó en una empresa de mediano tamaño. Se desea con este trabajo contribuir significativamente al desarrollo presente y posterior de la misma.

En la realización de este trabajo se tuvo limitaciones en cuanto a accesibilidad de información. Por cuestiones de confidencialidad, la información de índole económica de la empresa de Confecciones XYZ no fue proporcionada a la autora y es esta la razón por la cual no es analizada, y no por que no se pensara que debe ser considerada. Este hecho define que el alcance del trabajo será el de la definición de productividades parciales y no de una productividad total. De igual manera, este trabajo no pretende ser una medición de la productividad de la empresa que tome en cuenta todos los productos que ésta fabrica, si no que la intención es tomar los productos más populares de la empresa como un segmento representativo de la producción total. De esta manera, se entiende que los cálculos y las conclusiones que se obtuvieron para el mejoramiento de dicha productividad son también representativos y aplicables para toda la producción de la empresa.

Deseo expresar agradecimiento a todas aquellas personas que colaboraron en la realización de este proyecto. Agradezco a mi familia y mis

amigos y a los propietarios de la empresa de confección donde se realizó este trabajo, por su confianza y por haber abierto las puertas de su negocio. Se espera que este trabajo les sea de mucha utilidad y provecho. Agradezco a los catedráticos y directores de departamento de la autora, por su apoyo y su atención a lo largo de la carrera universitaria de ella. También agradezco a mi asesor de este trabajo de graduación, por su atención, accesibilidad y consejo en materia de ingeniería industrial.

ÍNDICE

| | Página |
|--|--------|
| PREFACIO | i |
| LISTA DE CUADROS | v |
| LISTA DE GRÁFICAS | vi |
| RESUMEN | vii |
| Capítulos | |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. MARCO TEÓRICO | 3 |
| A. Productividad | 3 |
| B. Técnicas de ingeniería industrial para el mejoramiento de la productividad | 15 |
| III. CONFECCIONES XYZ | 20 |
| A. Descripción general | 20 |
| B. Sistema de producción actual | 21 |
| C. Productos actuales | 22 |
| IV. MEDICIÓN | 35 |
| A. Estudio de Tiempos | 35 |

| | |
|---|----|
| B. Establecimiento de tiempos estándar y productividad de mano de obra | 40 |
| C. Ergonomía ambiental | 40 |
| D. Seguridad industrial | 41 |
| V. EVALUACIÓN | 42 |
| A. Productividad de mano de obra | 42 |
| B. Ergonomía ambiental | 42 |
| C. Seguridad industrial | 43 |
| VI. PLANIFICACIÓN | 44 |
| A. Productividad de mano de obra | 44 |
| B. Condiciones de trabajo | 44 |
| C. Seguridad Industrial | 45 |
| VII. MEJORA | 46 |
| A. Paso 1: Selección de juego de técnicas apropiadas | 46 |
| B. Paso 2: Plan de implementación | 46 |
| VIII. RESULTADOS | 48 |
| A. Escenario 1 | 48 |
| B. Escenario 2 | 53 |
| C. Resumen de resultados | 58 |
| IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 61 |
| X. BIBLIOGRAFÍA | 62 |
| XI. APÉNDICE | 63 |

LISTA DE CUADROS

| Cuadro | Página |
|--|--------|
| 1. Diagrama de tiempos 1: Resumen de tabla de estudio de tiempos de funda para cojín | 35 |
| 2. Diagrama de tiempos 2: Resumen de tabla de estudio de tiempos de set de cama (1 funda) | 36 |
| 3. Diagrama de tiempos 3: Resumen de tabla de estudio de tiempos de set de cama (cobertor) | 37 |
| 4. Diagrama de tiempos 4: Resumen de tabla de estudio de tiempos de set de cama (sábana) | 38 |
| 5. Diagrama de tiempos 5: Resumen de tabla de estudio de tiempos de cubrecama | 39 |
| 6. Resultados escenario 1: Tabla 1: funda para cojín | 48 |
| 7. Resultados escenario 1: Tabla 2: set de cama (fundas) | 49 |
| 8. Resultados escenario 1: Tabla 3: set de cama (cobertor) | 50 |
| 9. Resultados escenario 1: Tabla 4: set de cama (sábana) | 51 |
| 10. Resultados escenario 1: Tabla 5: cubrecama | 52 |
| 11. Resultados escenario 2: Tabla 6: funda para cojín | 53 |
| 12. Resultados escenario 2: Tabla 7: set de cama (fundas) | 54 |
| 13. Resultados escenario 2: Tabla 8: set de cama (cobertor) | 55 |
| 14. Resultados escenario 2: Tabla 9: set de cama (sábana) | 56 |
| 15. Resultados escenario 2: Tabla 10: cubrecama | 57 |
| 16. Tabla 11: Mejora de la productividad, según escenario propuesto | 58 |
| 17. Tablas completas de estudio de tiempos | 63 |

LISTA DE GRÁFICOS

| Gráfico | Página |
|---|--------|
| 1. Figura 1: Elementos de resultados considerados para el cálculo de la productividad total | 8 |
| 2. Figura 2: Elementos de insumos considerados para el cálculo de la productividad total | 9 |
| 3. Figura 3: Identificación e Integración de componentes de funda para cojín | 23 |
| 4. Figura 4: Diagrama de operación del proceso: funda para cojín | 24 |
| 5. Figura 5: Identificación e integración de componentes de funda | 26 |
| 6. Figura 6: Diagrama de operación del proceso: set de cama (funda) | 27 |
| 7. Figura 7: Identificación e integración de componentes de cobertor | 28 |
| 8. Figura 8: Diagrama de operación del proceso: set de cama (Cobertor) | 29 |
| 9. Figura 9: Identificación e integración de componentes de sábana | 30 |
| 10. Figura 10: Diagrama de operación del proceso: set de cama (Cobertor) | 31 |
| 11. Figura 11: Identificación e integración de componentes de cubrecama | 32 |
| 12. Figura 12: Diagrama de operación del proceso: (Sábana) | 34 |
| 13. Figura 13: Diagrama de distribución de la planta (Condición actual) | 59 |
| 14. Figura 14: Diagrama de distribución de la planta (Condición modificada) | 60 |

RESUMEN

Se aplicaron técnicas de ingeniería industrial en la empresa Confecciones XYZ, ubicada en la ciudad capital. Actualmente, la empresa no cumple con todos los pedidos que recibe, por lo que el propósito de este trabajo es aplicar las técnicas de ingeniería para evitar que la empresa tenga que recurrir a contrataciones externas para cumplir a tiempo con dichos compromisos. Es decir, el fin último es aumentar la productividad de la empresa.

Para el estudio se consideraron los tres productos que constituyen alrededor del 80% del volumen de producción de la empresa, por lo que se considera que dicho estudio es representativo de la producción global de la misma. Estos tres productos son: conjunto para cama (dos fundas de almohada, un cobertor y una sábana), cubrecama, y funda para cojín.

La empresa cuenta con tres clientes principales que son, en orden de volúmenes de producción solicitados: Avon, Hoteles, Almacenes Paiz.

La demanda a la cual está sujeta la empresa es variable, por lo que para propósitos prácticos se trabajó con un dato de volumen "meta" de producción mensual, proporcionado por el propietario de la empresa. El análisis de productividad está dividido en cuatro fases: medición, evaluación, planificación, mejora.

En la primera fase, se realizaron las mediciones pertinentes para poder establecer una situación actual (volúmenes de producción, tiempos estándar, ergonomía y balance de líneas actuales) y esto sirvió como punto de comparación para las alternativas que proporcionaron los resultados del estudio. La segunda fase, consistente en la evaluación, y se comparó el valor real de productividad obtenido, con el valor de productividad esperado para el periodo en cuestión. En la tercera fase, de planeación, se estableció objetivos para la productividad en general, y en la cuarta y última fase del ciclo, la mejora, se hizo uso de diversas técnicas de ingeniería industrial para el mejoramiento y el control de la productividad. Según lo anterior, se hicieron las recomendaciones pertinentes.

I. INTRODUCCIÓN

Este estudio es una aplicación de diversas técnicas de ingeniería industrial para el mejoramiento de la productividad de la empresa Confecciones XYZ. Se pretende aumentar la productividad de ésta mediante la implementación de una metodología cíclica que consiste en cuatro pasos básicos, los cuales son: medición, evaluación, planeación y mejora. Es importante recalcar que el alcance de este trabajo se limita a cálculos y recomendaciones basadas en una medida de productividad parcial de mano de obra, y no a una medida de productividad total, la cual involucraría a todos los demás insumos de producción, no solamente la mano de obra.

Este trabajo necesita ser implementado para que se complete el ciclo anteriormente mencionado, ya que de lo contrario, no es posible la evaluación tangible de las alternativas aquí planteadas. Sin embargo, se tienen fundamentos teóricos que respaldan las propuestas que aquí se presentan, por lo que el estudio es confiable.

Para la fase de medición, se utilizó un estudio de tiempos para el establecimiento de los tiempos estándar de cada uno de los tres productos que fueron tomados como representativos de la totalidad de la producción de Confecciones XYZ. También, se realizaron las observaciones pertinentes en cuanto a condiciones de trabajo, seguridad industrial y otros aspectos intangibles que también inciden en la productividad cuando se trata del agente humano.

Seguidamente, se realizó el cálculo de la productividad de mano de obra esperada, y este cálculo se hizo según el dato de un volumen de producción de 14,000 unidades mensuales de cada uno de los tres productos. Este dato fue estimado y proporcionado por la dirección de Confecciones XYZ. También se compararon las condiciones de trabajo, etc., con estándares recomendados en la bibliografía consultada. Esta información sirvió como punto de referencia para las comparaciones hechas entre la situación real y la que debería ser. La fase de medición en conjunto con la fase de evaluación, dieron paso a la necesidad de una tercer fase, que es la de planeación.

De acuerdo a balances de línea, se establecieron dos escenarios distintos, a manera de propuesta. El primer escenario es aquel en el que la planta está trabajando a capacidad completa en solamente uno de los tres productos, durante todo el mes. Este escenario se consideró para cada uno de los tres productos. El segundo escenario considerado es aquel en el que la planta trabaja conjuntamente en los tres productos que se analizaron. Es importante señalar que, en este segundo escenario, se hizo una modificación en el volumen de producción esperado, con el fin de ajustar la producción, obtenida como resultado, al volumen requerido por la empresa.

Se realizó, entonces, una planeación, con la cual se establecieron los objetivos, tanto de productividad como de las otras condiciones estudiadas, y es con estos objetivos que se pretende lograr la mejora que constituye la cuarta y última fase del ciclo de productividad que esa espina dorsal del presente trabajo. Cabe recalcar que la fase de mejora queda fuera de los alcances del presente trabajo, y es el más sincero deseo de la autora que este plan sea correctamente implementado para el logro de los beneficios y las mejoras que aquí se exponen. Al ser implementado, los resultados del mismo servirán como entrada para el paso uno del ciclo para el periodo siguiente de ejecución del mismo.

Finalmente, se establecen las conclusiones y recomendaciones pertinentes a cada punto que en este trabajo se desarrolló.

II. MARCO TEÓRICO

A. Productividad

La productividad puede definirse de distintas maneras. Asimismo, hay diferentes tipos de productividad. Cada tipo tiene su propio alcance y requiere de elementos distintos para su cálculo. Esta investigación se realizó de acuerdo a un cálculo de productividad parcial. Sin embargo, es necesario aclarar que la productividad total es una medida altamente más confiable y fidedigna de la productividad de una empresa. No es posible el cálculo de una productividad total en este trabajo, ya que se carece de información suficiente para asignarle valores a la mayoría de las variables que la fórmula para dicho cálculo requiere. A continuación se presentan, primeramente, algunas formas de medir la productividad, presentadas por diversos autores. Esto es para crear un escenario en el cual se comprenda de mejor manera las medidas de productividad que se utilizan en esta investigación, las cuales se presentan de último, y son: Productividad Total (Esta *no* es la utilizada para medir la productividad de Confecciones XYZ, pero es un concepto fundamental para el modelo de TPMgt que se presenta posteriormente) y Productividad Parcial.

1. Definición de productividad desde la perspectiva del comportamiento organizacional. La productividad es la razón de los bienes y servicios finales dividida entre los insumos o los recursos utilizados para producirlos. Como todas las razones, crece si aumenta la producción, disminuyen los insumos, o ambos.¹

El autor señala que la productividad se ha concentrado en la explotación de la tecnología y el equipo de capital para reducir los costos laborales, aplicando al mismo tiempo técnicas de ingeniería industrial para incrementar la producción. Hershey continúa con la observación de que este planteamiento doble es adecuado, pero la tendencia actual se inclina al mejor uso del potencial disponible

¹ Paul Hershey, *Administración del Comportamiento Organizacional*, (4ª edición; México, D.F., Prentice Hall, 1996), pag. 387.

de recursos humanos. Por el lado de la producción, un mejor servicio, una mayor calidad, una mejor mercadotecnia, distribución, etc., darán como resultado un mayor valor agregado e innovación en los productos. Esto, a su vez, conduce a un mayor número de unidades vendidas, lo cual se traduce en más ingresos, más producción, y la consecución de los objetivos de los negocios. Ahora, por el lado de los insumos, una mayor capacitación, un mejor aprovechamiento, la administración del inventario, etc., dan como resultado un costo menor por empleados, planta y equipo y materiales. Esto disminuye, a su vez, la pérdida de recursos, la cantidad de insumos utilizados y proporciona un mejor logro de los objetivos comerciales. Entonces, que casi cada acción y cada técnica para mejorar la productividad depende de la administración del comportamiento organizacional.

Las relaciones entre el líder y el seguidor son el elemento más importante para la eficacia de una organización.²

2. Definición de la productividad desde la perspectiva administrativa.

La productividad es la razón de insumos y resultados (productos) dentro de un lapso de tiempo con la debida consideración para la calidad.³

De esta forma, la productividad puede mejorarse al incrementar la producción, utilizando los mismos insumos, al disminuir los insumos manteniendo la producción constante o al cambiar la razón favorablemente incrementando la producción y disminuyendo los insumos. En el pasado, los programas para el mejoramiento de la productividad estaban enfocados principalmente a nivel del trabajador. En la actualidad, la mayor oportunidad para incrementar la productividad habrá de encontrarse sin duda en el conocimiento, el trabajo mismo y, especialmente, en la administración.

² Paul Hershey, *Administración del Comportamiento Organizacional*, (4ª edición; México, D.F., Prentice Hall, 1996), pag. 389.

³ Harold Koontz, *Administración*, (8ª edición; México, D.F., McGraw-Hill, 1998) Pág. 56

3. Definición de productividad parcial. Es la medida de productividad que se utilizará de este punto en adelante, en el desarrollo del presente trabajo. La productividad parcial es la proporción que viene de un resultado a una clase de insumo.⁴ Es el cociente del resultado obtenido de un factor de producción utilizado y la entrada de este factor.⁵

La productividad parcial toma en cuenta uno sólo de todos los insumos de producción. Es la división de la producción obtenida y los recursos invertidos para este mismo fin. Existen diferentes tipos de productividades parciales. Están, por ejemplo, la productividad parcial de mano de obra, la productividad parcial de los materiales y la productividad parcial del capital. Este trabajo se concentra, exclusivamente, en la productividad parcial de la mano de obra. Se tiene pleno conocimiento de las desventajas de utilizar dicho enfoque, como se expone más adelante. Sin embargo, dadas las limitaciones en cuanto a información, no existe otra opción. Además, se cree que dicha medida de productividad será lo suficientemente representativa de la productividad total como para ser utilizada como un indicador, mas no como una medición exacta.

Existen tanto ventajas como desventajas asociadas a la medida de productividad parcial.

a. Ventajas. Las medidas de productividad resultan de fácil comprensión, y los datos para su cálculo son fácilmente obtenibles. Estas dos ventajas dan paso a una tercera, y muy importante, que es que estas medidas son prontamente aceptadas por la alta dirección de la empresa. Por último, las medidas de productividad parcial se convierten en herramientas muy útiles para identificar áreas que requieren una mejora de productividad.

b. Desventajas. Las medidas de productividad parcial deben utilizarse en conjunto. Es decir, al interpretar los resultados de mediciones de productividad

⁴ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 5

⁵ David Sumanth, *Productivity and Engineering Management*, (1ª edición, McGraw-Hill, Inc., 1984) pag. 7

productividad parcial aisladas, se pueden obtener conclusiones erróneas. Otra desventaja importante de estas medidas es que resulta imposible llevar un adecuado y fiel control de las utilidades a través de ellas. Hacerlo resultará en aciertos o errores que no corresponden a fundamentos confiables.

Por otra parte, el costo de la mano de obra en una empresa puede no constituir la mayor parte del costo total de fabricación.

La productividad parcial se calcula de la siguiente manera:

c. Cálculo. Productividad Parcial = producción obtenida / recursos invertidos⁶. Fórmula 1

Dado que este trabajo se basa en la productividad parcial de mano de obra, el valor de este dato es la eficiencia obtenida a partir del balance de línea correspondiente a cada producto estudiado. Los detalles del cálculo se amplían en la sección de Balance de Líneas de la presente investigación.

Los cálculos de este estudio se trabajaron con una base mensual. Ahora bien, la productividad parcial de mano de obra "esperada" no debe confundirse con la productividad parcial de mano de obra "real". La esperada se calcula de igual forma que la real, con la diferencia de que en el numerador de la fórmula se coloca la producción esperada.

4. Definición de productividad total. Es una medida de productividad que incluye todos los factores de resultados y todos los factores de insumos.⁷

La productividad total es parte de un modelo de productividad total establecido por Sumanth, que involucra cuatro fases y es la columna vertebral de este trabajo. Las cuatro fases son: medición, evaluación, planeación y mejora. La productividad total es una medida que tiene como base únicamente elementos tangibles. Es decir, solamente toma en cuenta elementos de resultados o insumos

⁶ David Sumanth, *Productivity and Engineering Management*, (1ª edición, McGraw-Hill, Inc., 1984) pag. 6

⁷ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 65

que son directamente cuantificables. Ejemplos de resultados tangibles son: unidades completas terminadas y dividendos de accionistas. Ejemplos de insumos tangibles son: insumos humanos (trabajadores, administradores y personal en general), materiales (materias primas y partes adquiridas fuera de la planta) y energía (gas, agua, electricidad, etc.)

$$\text{Productividad total TPM} = \frac{\text{Resultado tangible total}}{\text{Insumo tangible total}}$$

$$= \frac{O_1+O_2+O_3+O_4+O_5}{H+M+FC+WC+E+X}$$

8

Fórmula 2

En donde:

O_1 = valor de las unidades de producto terminado

O_2 = valor de las unidades parcialmente terminadas

O_3 = División de ingresos

O_4 = Interés de ingresos

O_5 = Otros ingresos

H = Entrada humana

M = Entrada de material

FC = Entrada de capital fijo

WC = Entrada de capital

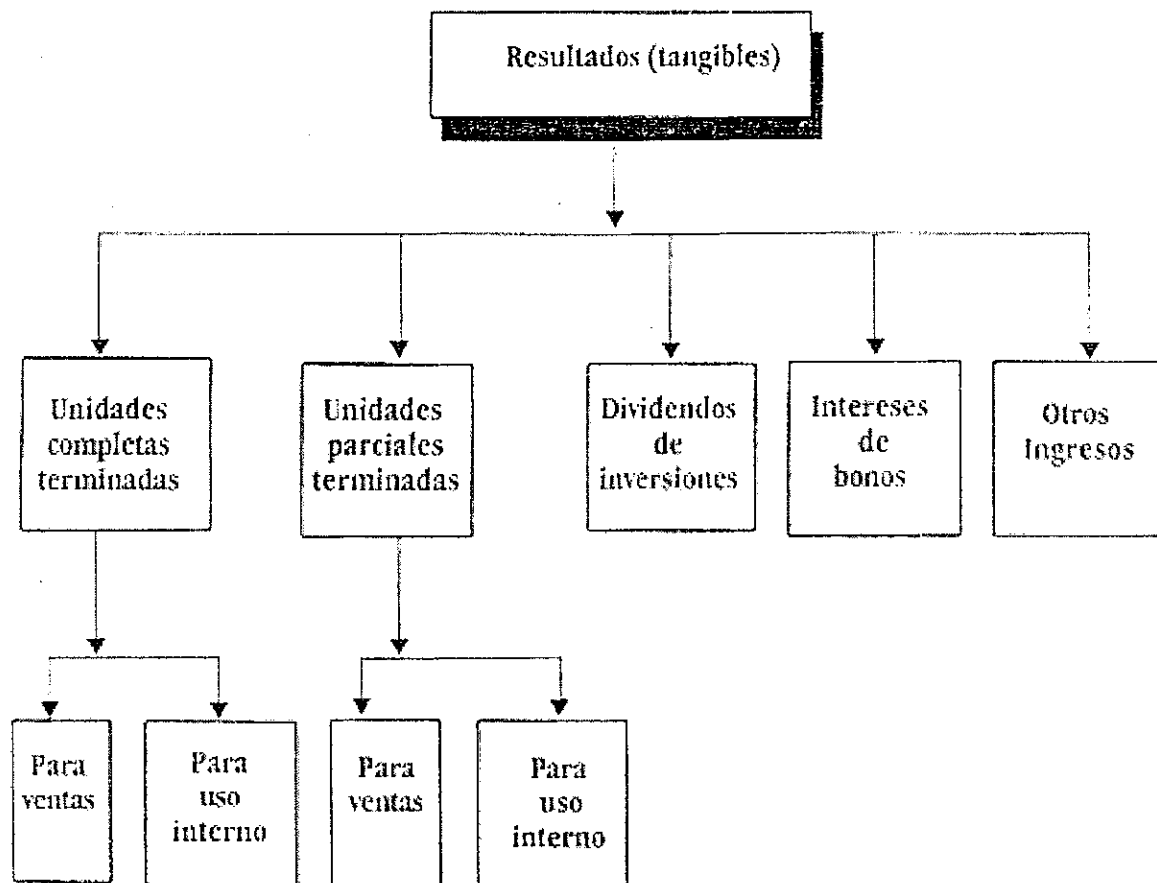
E = Entrada de energía

X = Otros gastos de entrada (Por ejemplo, gastos de mercadotecnia, viajes, gastos de procesamiento de información. En fin, incluye todos aquellos gastos que no son cubiertos por algunos de los otros cinco factores.)

⁸ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 67

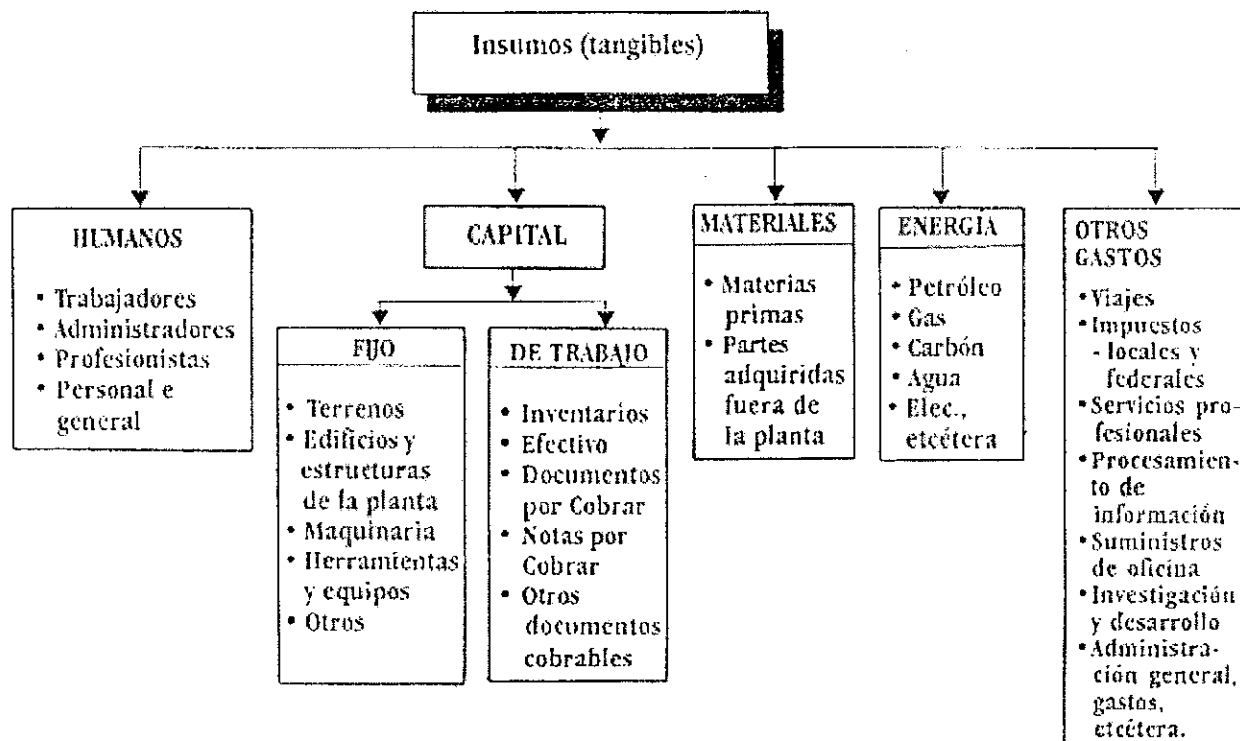
Las Figuras 1 y 2 muestran la integración de todos los términos incluidos en la fórmula que calcula la productividad total, y amplía el concepto de cada uno de éstos.

Figura 1: Elementos de resultados considerados para el cálculo de la productividad total ⁹



⁹ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 68

Figura 2: Elementos de insumos considerados para el cálculo de la productividad total¹⁰



Resulta imprescindible definir en este punto la diferencia entre el modelo de administración de la productividad total (TPM), y la productividad total, ambos conceptos de Sumanth. El modelo de administración de la productividad total es un método cíclico de cuatro fases, aplicable a todo tipo de empresa. TPM sí se aplica en esta investigación, ya que se cuenta con la información necesaria para ello.

La productividad total es un concepto definido por la Fórmula 1, y no se aplica en este trabajo por falta de acceso a información requerida para ello.

Existen tanto ventajas como desventajas asociadas a la medida de productividad total.

¹⁰ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 68

a. Ventajas. Resulta ser una representación más exacta de la situación económica de la empresa porque toma en cuenta todos los factores tangibles de insumos y resultados. Otra ventaja importante es que si se cuenta con el valor de la productividad total, es más sencillo llevar a cabo un análisis de sensibilidad.

b. Desventajas. A menudo resulta difícil la obtención de los datos necesarios para el cálculo de la productividad total. Esto es porque dichos datos no se pueden obtener a niveles de clientes, a no ser que los sistemas de recolección de datos estén diseñados para ese fin.

5. Definición de la Administración de la Productividad Total (TPmgt) de Sumanth¹¹. Es una filosofía novedosa y moderna de administración. Surge a raíz de que las formas tradicionales de administración (como por ejemplo la reingeniería y la administración cero defectos) han respondido satisfactoriamente a las necesidades y los intereses de las empresas en el pasado, pero jamás los han hecho de una forma integral. Es importante recalcar en este punto el hecho de que, aunque este trabajo no tenga un enfoque de cálculos de productividad total, se aplica el TPmgt porque sí fue posible la aplicación de las cuatro fases que dicha administración tiene como base. Las cuatro fases que conforman la base del TPmgt son: medición, evaluación, planeación y mejora. Éstas forman un ciclo y cada una de ellas se desarrolla a continuación.

a. Medición. Constituye la primera fase del ciclo de productividad. Es necesario que la empresa inicie con una medición de la situación de productividad actual, para que en el momento de hacer una mejora a ésta, se tenga un punto de referencia con el cual hacer comparaciones para evaluar la efectividad (o bien inefectividad) de dicha mejora.

¹¹ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 86

b. Evaluación. En ésta, la segunda fase del ciclo de productividad, se vinculan la primera y tercer fases del ciclo (medición y planeación). La evaluación consiste en hacer una comparación entre el valor de productividad real que es el resultado de la medición de la fase 1, con el valor esperado de productividad, que es un valor estimado por la empresa (planeación). Esto debe hacerse dentro de un periodo de estudio definido.

Sumanth (1999:87) establece la fórmula para el cálculo del porcentaje de variación de la productividad real actual con respecto a la productividad esperada, de la siguiente manera:

$$PVPT_t = [(PT_t / PT') - 1] * 100$$

12

Fórmula 3

En donde:

PT_t = Valor de productividad total (o parcial) real

PT' = Valor de productividad total (o parcial) estimado.

Es posible realizar la evaluación de la productividad parcial utilizando la Fórmula 2, que es originalmente para cálculos con productividades totales, ya que Sumanth (1999:85) lo afirma así, de manera explícita:

Todos los conceptos que se exponen en esta sección son aplicables a cualquier tipo de medición de productividad, incluidas las productividades parciales.¹³

c. Planeación. La tercera fase del ciclo de productividad es la de planeación y consiste, básicamente, en el establecimiento de objetivos para la

¹² David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 87

¹³ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 85

productividad de la empresa. Por ejemplo, el valor de PT' de la Fórmula 2 para un cálculo realizado en el mes de mayo fue establecido en la fase de planeación del ciclo de productividad ejecutado en abril. Los objetivos de productividad del periodo actual deben ser fijados en la fase de planeación del periodo anterior. Los resultados de esta tercera fase del ciclo sirven como parámetro de comparación entre las fases 1 y 2 del ciclo.

d. Mejoramiento. Es la cuarta y última fase del ciclo de productividad definido por Sumanth. Esta fase se vale de las diversas técnicas de ingeniería industrial para su ejecución. Es importante hacer la distinción entre una técnica y una herramienta. Una técnica tiene una aplicación más amplia que la de una herramienta. Por lo tanto, una técnica puede contener herramientas, mas no viceversa. Es decir, la ingeniería de métodos es una técnica que utiliza diversas herramientas, como por ejemplo el análisis de Pareto, para gestionar la calidad en una empresa.

Para la realización de esta fase en este estudio, se hace uso de las siguientes técnicas: ingeniería de métodos, medición del trabajo, desarrollo del centro de trabajo, factores humanos (ergonomía) y seguridad industrial.

6. El proceso sistemático de los diez pasos de Sumanth para la administración de la productividad total. La exitosa aplicación de la administración total de la productividad implica la puesta en práctica de diez principios básicos¹⁴ ideados por Sumanth, como se expone a continuación.

a. Desarrollo del concepto de la misión de la empresa. Es una declaración de la filosofía que guía las actividades de la empresa. En la misión, la empresa debe exponer, de manera concisa, los propósitos que se ha planteado lograr a mediano o largo plazo. Debe ser fácilmente memorizable y debe ser

¹⁴ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 112

natural para todos aquellos que laboran con la organización ya que ellos viven con dicha misión. Debe colocarse en zonas visibles.

b. Análisis del modelo de productividad total (TPM). Un análisis de TPM le brinda a la empresa una visión amplia y global acerca de tanto la productividad total como de productividades parciales. Este paso proporciona bases objetivas para el desarrollo de objetivos empresariales de índole administrativo, lo cual conduce al siguiente paso.

c. Desarrollo de los objetivos administrativos. Los objetivos administrativos que se establecen en este paso deben ser sumamente específicos y concretos, logrando efectivizar el contenido de la misión de la organización. Deben tener base en el tiempo y deben ser verificables.

d. Análisis de Fishbone (diagrama de Ishikawa). Este tipo de diagrama es una herramienta que permite desglosar y analizar las causas de un problema. Sin embargo, la implementación de un TPmgt, el análisis de Fishbone tiene una aplicación diferente. En este campo, se utiliza no para encontrar las causas de un problema, sino para identificar los pasos a seguir y los recursos necesarios para alcanzar los objetivos gerenciales planteados en el paso 3.

e. Desarrollo de planes de acción. En este paso se establecen los planes de acción a seguir para lograr los objetivos de la organización. Se establecen tareas, y se fijan los tiempos de comienzo y finalización de las mismas. También, se asignan responsabilidades específicas a quienes se involucrarán en las tareas descritas. El plan de acción puede ser útil en la identificación de cuellos de botella y generalmente se representa mediante un diagrama de Gantt.

f. Capacitación del equipo de calidad de la productividad (PQT). Es en este paso en el que se le brinda capacitación a todos los empleados de la organización para que logren cumplir efectivamente con las tareas y

responsabilidades que les fueron asignadas en el plan de acción del paso anterior. Generalmente se le asigna a un empleado un grupo de otros 20 empleados cuya capacitación tendrá éste a su cargo. El empleado capacitador se sentirá importante al adoptar el rol de entrenador, al mismo tiempo que esto facilita la identificación y el entusiasmo hacia el TPMgt.

g. Implementación de los planes de acción. En este paso deben ponerse en práctica los planes de acción especificados anteriormente. Dichos planes de acción son revisados con frecuencia aun durante la implementación de los mismos.

h. Determinación del grado en que se han alcanzado los objetivos de la administración. Debe evaluarse, mensual, trimestral, semestral o anualmente, la medida en que se han alcanzado los objetivos de la organización. Esto se hace con el fin de dar retroalimentación positiva a aquellas áreas de la empresa que hayan logrado los objetivos a tiempo y con eficiencia, y para brindarle el apoyo necesario a aquellas áreas de la organización que no lo hayan hecho.

i. Participación de los beneficios de la productividad total. Este paso consiste en la repartición de los beneficios obtenidos de la productividad total, entre los empleados de la organización. Esto sirve de motivación para los empleados, al mismo tiempo que resulta una medida justa el hecho de que quienes colaboraron para el logro de los beneficios también disfruten de los mismos.

j. Desarrollo de nuevos objetivos. Pueden fijarse nuevas metas administrativas de acuerdo a tres enfoques, el último de los cuales resulta ser el más efectivo. El primer enfoque consiste en fijar nuevas metas únicamente después de que se hayan alcanzado las metas del período anterior. Sin embargo, esto solamente es posible en una situación ideal en la que todas las metas se

alcancen todo el tiempo. El segundo enfoque consiste en fijar nuevos objetivos con una periodicidad anual. Sin embargo, esto puede resultar inefectivo ya que muchas veces la necesidad de realizar cambios en los objetivos surge antes de que se cumpla el año. Puede ser demasiado tarde al finalizar el periodo anual. El tercer enfoque consiste en establecer metas nuevas a conforme se establecen nuevas condiciones en el negocio, o bien trimestralmente, lo que suceda primero.

B. Técnicas de Ingeniería Industrial para el mejoramiento de la productividad

En este trabajo se utilizan algunas de las técnicas que ofrece la ingeniería industrial para el mejoramiento de la productividad. A continuación se da una breve descripción de ellas y de sus aplicaciones.

1. Ingeniería de métodos. La ingeniería de métodos es una técnica que consiste en idear y preparar los centros de trabajo en donde se fabricará el producto.¹⁵ Consecuentemente, se debe estudiar el centro de trabajo, buscando siempre maneras mejores de hacer el producto. Resulta la mejor práctica el realizar un estudio de métodos en la etapa de planeación del producto, ya que si se comienza correctamente desde las primeras etapas, se evita el tener que realizar nuevos estudios durante la vida del producto.

2. Medición del trabajo. La medición del trabajo humano es el conjunto de técnicas que se aplican para determinar el tiempo en que un trabajador, con un nivel de rendimiento establecido, debe realizar una tarea.¹⁶

Muchas veces, los planes para el cumplimiento de la provisión de bienes o servicios a los clientes, dependen, en gran medida, de la exactitud con que se puede pronosticar y organizar la cantidad y tipo de trabajo humano implicado. Es una práctica común la de estimar y fijar objetivos con base en datos históricos.

¹⁵ Benjamín Niébel, *Ingeniería Industrial*, (8ª edición, México, D.F., Alfaomega, 1995) Pag. 4

¹⁶ www.ergonomics.org.uk

Sin embargo, esto puede ser una guía de carácter insatisfactorio, debido a que las condiciones de trabajo y del recurso humano varían con frecuencia.

El propósito de la medición del trabajo es proporcionar una base sólida para hacer planificaciones de fechas objetivo, siempre teniendo en cuenta periodos de descanso apropiados para el tipo de trabajo que se esté analizando.

En materia de medición del trabajo, éste se divide en dos categorías principales: repetitivo y no repetitivo.¹⁷ El trabajo repetitivo es aquel en el que la operación principal o grupo de operaciones se repite continuamente durante el tiempo que dura la realización de la tarea, aun cuando, en algunos casos, la duración del ciclo de trabajo sea sumamente corta. El trabajo no repetitivo se conforma por tareas como mantenimiento y construcción, en las que el mismo ciclo de trabajo muy rara vez se repite de exactamente la misma manera. El presente trabajo trata únicamente con trabajo del tipo repetitivo, y se utilizó la técnica de estudio de tiempos con cronómetro para su medición. En un estudio de tiempos con cronómetro se registra los tiempos de trabajo para todas las operaciones que conforman una tarea específica, se analiza dichos datos y, con esa información se procede a determinar el tiempo necesario para desempeñar la tarea, contemplando un nivel de rendimiento establecido.

3. Desarrollo del centro de trabajo. Las condiciones en las que se desarrolla cualquier actividad laboral deben ser lo más apropiadas, cómodas y seguras posible. Muchas veces esto implica una inversión monetaria. Sin embargo, dicha inversión bien vale la pena cuando se perciben los beneficios en la producción que esto conlleva. Algunos de los beneficios que brinda son una reducción en el absentismo y en la impuntualidad y un alza en la moral del trabajador¹⁸.

En el presente trabajo se analizan las siguientes condiciones para el desarrollo de centros de trabajo ideales. Como resultado del mejoramiento de cada uno de ellos se pretende lograr un aumento en la producción de la empresa.

¹⁷ www.ergonomics.org.uk

¹⁸ Benjamín Niebel, *Ingeniería Industrial*, (8ª edición, México, D.F., Alfaomega, 1995) Pag. 99

Es bien sabido que las condiciones de trabajo son sumamente importantes en las actividades que realiza el operario. Esto es porque influyen en el trabajador, tanto psicológica como físicamente. Más aún, si no son establecidas adecuadamente, pueden llegar a poner en peligro la integridad del empleado.

A continuación se listan las posibles consecuencias de condiciones de trabajo inadecuadas y de falta de la protección correspondiente para realizar actividades de trabajo:

- Aumento de la fatiga
- Aumento de los accidentes de trabajo
- Aumento de las enfermedades profesionales
- Disminución del rendimiento
- Aumento de la tensión nerviosa
- Disminución de la Producción
- Insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.¹⁹

Estas consecuencias, evidentemente, ocasionan decrementos en la productividad, por lo cual debe ser de gran interés la determinación de las condiciones adecuadas para la ejecución de cada tarea específica.

Algunos de los factores que más influencia ejercen sobre un individuo en el área de trabajo son:

a. Temperatura. Influye tanto en el bienestar y confort de los trabajadores, como en su rendimiento y seguridad. Si hay exceso de calor, se producirá fatiga en el trabajador, lo que trae como consecuencia que el mismo requiera de más tiempo de descanso que si se tuviese una temperatura "normal".

Lo ideal resulta mantener condiciones de temperatura dentro de un rango de 18° y 24° C²⁰, ya que el mismo permite reducir al mínimo las pérdidas y retrasos que se deban ya sea al exceso de calor o bien al exceso de frío.

¹⁹ www.ergonomics.org.uk

²⁰ Alfonso Hernández, *Seguridad e Higiene Industrial*, (1ª edición, México, D.F., Limusa, 1999) Pág. 42

b. Ruido. Un ruido no necesita ser estridente para fatigar a un trabajador. Los ruidos, tanto intermitentes como de naturaleza constante pueden alterar el estado de ánimo del operario a tal grado que interfiera con la correcta realización de sus labores. En la industria de la confección se sabe que el ruido de las máquinas de coser suele ser de tipo monótono, y que los trabajadores están expuestos a éste por varias horas.

A continuación, se listan los efectos que un exceso de ruido puede tener sobre los trabajadores:

- Efectos patológicos
- Fatiga
- Estados de confusión, efectos psicológicos
- Que el trabajador no perciba un peligro inminente

Es necesario aclarar que el efecto y la intensidad de éste dependen siempre de las características de cada individuo. No obstante, el límite permisible para el ruido, tomando en cuenta un tiempo de exposición de 8 horas es de 85 decibeles.²¹

c. Iluminación. La clase de trabajo que se esté realizando determina siempre el nivel de iluminación adecuado para el ambiente de trabajo. Debe prestársele especial atención no solamente a la intensidad de las luminarias, sino también a la ubicación de las mismas. Se recomienda una iluminación de 1000 lux para tareas de costura.²²

Algunas de las consecuencias que puede tener para el trabajador una iluminación deficiente son:

- Fatiga visual
- Irritación mental
- Inseguridad en los movimientos

²¹ Manual de Salud y Seguridad Ocupacional, AGEXPRONT, (Comisión Vestes, Guatemala, 2000) Pág. 12

²² Manual de Salud y Seguridad Ocupacional, AGEXPRONT, (Comisión Vestes, Guatemala, 2000) Pág. 7

Para distribuir las luminarias y determinar adecuadamente la intensidad de las mismas, debe tenerse en cuenta que todas las superficies, ya sean techo, suelo, o pared, reflejan la luz que en ellas incide. Las superficies que son claras y brillantes reflejan con mayor poder que aquellas que son oscuras y mates.²³

Existen tres tipos de iluminación, los cuales se presentan a continuación.

1. Iluminación general. Con este tipo de iluminación se trata de la luz abarque a todos los puestos de trabajo en el local, in importar la ubicación de estos. Esto proporciona una gran ventaja en el sentido de que si se necesita reorganizar la distribución de los puestos en un momento dado, no hay necesidad de, adicionalmente, hacer cambios en el alumbrado. Sin embargo, existe el inconveniente de que en muchas ocasiones resulta sumamente difícil lograr que la iluminación le sea conveniente a todos los puestos de trabajo.

2. Iluminación semilocalizada: Este tipo de iluminación proporciona cierta intensidad de luz a las áreas de utilización común, pero le brinda una intensidad mas especializada a cada puesto de trabajo.

3. Iluminación localizada: Es similar a la iluminación semilocalizada, pero le brinda niveles de iluminación *bajos* a loas áreas comunes y niveles altos a las localidades de los puestos de trabajo.

d. Ventilación. La ventilación de un local debe aumentar en la medida en que el volumen del local decrece. También, la ventilación depende del numero de máquinas y trabajadores en un local. A mayor número de trabajadores y máquinas, más ventilación es necesaria. Es sumamente importante establecer la diferencia entre los conceptos de ventilación y circulación del aire. La ventilación reemplaza el aire vaciado por aire fresco, mientras que la circulación de aire solamente implica el movimiento del mismo, sin su renovación. Es importante una ventilación adecuada ya que ésta dispersará la ventilación producida tanto por las máquinas como por los trabajadores mismos. Se recomiendan condiciones ambientales de 20°C y 50% de humedad relativa.²⁴

²³ www.ergonomics.org.uk

²⁴ Benjamín Niebel, *Ingeniería Industrial*, (8ª edición, México, D.F., Alfaomega, 1995) Pag. 101

III. CONFECCIONES XYZ

A. Descripción general

Confecciones XYZ es una empresa guatemalteca de confección. Este negocio familiar comenzó hace 20 años, con una venta de artículos por abonos, la cual era manejada por la copropietaria actual de Confecciones XYZ. Dicha venta se limitaba, al principio, a artículos de vestir, los cuales eran vendidos a personas individuales. Un buen día, la copropietaria decidió comprar una sábana en el Comisariato, la cual desarmó, con el fin de tomar las medidas de ésta, y de estudiar la manera en que se confecciona dicho artículo. Para ese entonces, su esposo, el copropietario de Confecciones XYZ había viajado a Estados Unidos con el propósito de encontrar mejores oportunidades laborales que las entonces existentes en Guatemala. La copropietaria comenzó a elaborar sábanas y una amiga de ella la convenció de que ofreciera sus productos a almacenes Paiz. Un poco dudosa, la copropietaria se presentó a dicho almacén, y las sábanas gozaron de gran aceptación, ya que, inmediatamente, se le solicitaron dos lotes de su producto. Poco a poco fue creciendo la producción y la cartera de clientes se fue ampliando. Ocho meses después de la primera visita a almacenes Paiz, la copropietaria obtuvo la patente de comercio y las facturas pertinentes y, para ese entonces, el copropietario había regresado de Estados Unidos, y se incorporó a ese negocio que se convertiría en el patrimonio familiar.

Existe una amplia variedad de productos que ahí se elaboran. Estos van desde cubiertas de tela decorativas para botes de basura para baños, hasta cobertores y conjuntos completos para cama. Sin embargo, existen tres productos que constituyen alrededor del 80% del volumen de producción de la empresa, y estos son: conjunto para cama (dos fundas de almohada, un cobertor y una sábana), cubrecama y funda para cojín.

Los tres clientes principales de la empresa son, en orden descendente de volúmenes de producción solicitados: Avon, Hoteles (varios), y Almacenes Paiz.

Confecciones XYZ tiene 15 empleados quienes laboran de lunes a viernes en turno normal de 7:00 horas a 16:00 horas, y en épocas de demanda más elevada, de lunes a sábado de 8:00 horas a 21:00 horas.

Los trabajadores cuentan con 15 minutos de refacción, los cuales toman a las 10:30 horas y con una hora de almuerzo, que comienza a las 12:00 horas.

Confecciones XYZ se encuentra ubicada en la ciudad capital, y sus bodegas, tanto de materia prima como de producto terminado, se encuentran dentro del local que alberga a la planta de producción propiamente dicha.

Dado que Confecciones XYZ es una empresa familiar, los planes del matrimonio propietario, para el futuro, incluyen que este negocio quede en manos de sus hijos, quienes se han involucrado en el mismo desde muy niños. Los propietarios prevén la posibilidad de que Confecciones XYZ sirva como una plataforma a partir de la cual se pueden obtener ramas como una sala de ventas, por ejemplo, propia de la empresa.

B. Sistema de producción actual

El sistema de producción actual de Confecciones XYZ funciona de la siguiente manera: El pedido de materia prima es colocado según la necesidad de producción que se tenga. La materia prima es recibida en el área de carga y descarga. Esta es llevada, inmediatamente, al área de corte en donde es seccionada en las formas que servirán para la fabricación de los diversos productos. Permanece ahí no más de 15 días. Del área de corte, el material es trasladado al área de almacenamiento de materia prima, y permanece ahí hasta su posterior distribución a las diferentes estaciones de trabajo, en el área de confección. La materia prima se traslada en cantidades no-cuantificadas hacia dichas estaciones. Cada operaria trabaja en una etapa diferente de la fabricación del producto. Es decir, no se trabaja en línea ni en células de trabajo. A medida que los productos semiterminados son completados por cada operaria, estos se acumulan en una pila, inmediata a la ubicación del puesto de trabajo. En el momento en que la pila se torna lo suficientemente grande, aún cuando la operaria

no haya terminado con toda la materia prima que le fue dada, se recoge el producto parcialmente terminado y se traslada a la estación de trabajo necesaria para que continúe el proceso para el producto del que se trate. Este procedimiento se repite durante cuantas etapas de fabricación tenga cada producto.

Una vez se tiene el producto terminado, éste es acumulado también en una pila a la par de la última estación de trabajo. De este punto, es trasladado al área de inspección, en donde se le realiza la inspección única y final. Los productos que no cumplen con el estándar de calidad de la empresa son enviados a reproceso, y los que sí lo hacen proceden al área de dobléz. Posteriormente, los productos son trasladados al área de empaque. Una vez empacados, son llevados al área de almacenamiento de producto terminado, en donde permanece hasta su posterior desembarque.

C. Productos actuales

1. Funda para cojín. El proceso para la fabricación de fundas para cojín consta de cuatro operaciones principales. Éstas son:

- Coser la orilla del vuelo del cojín
- Unir el vuelo a la cara 1 sin vuelo de la funda para cojín
- Colocar la etiqueta
- Unir la cara 2 sin vuelo a la cara 1 con vuelo de la funda para cojín

El vuelo del cojín es una tira de tela que Confecciones XYZ recibe previamente cortada al ancho adecuado. Es la labor del operario la de coser la orilla de un lado de dicha tira, para darle un acabado agradable al mismo.

Se le denomina "cara 1" a aquella parte que constituye la espalda de la funda. Esta abarca la totalidad del área que deberá tener la cara del cojín que se alojara en la funda. Cara 2 es la parte de la funda que se coloca opuesta a la cara 1.

Figura 3: Identificación e integración de componentes de funda para cojín

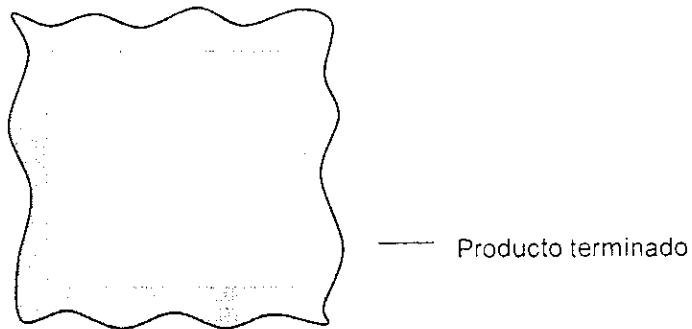
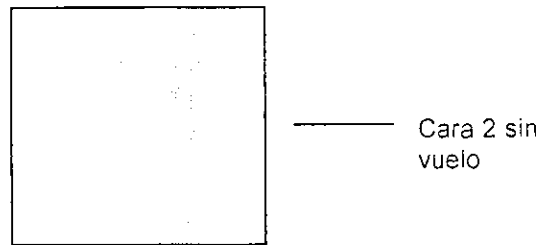
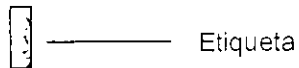
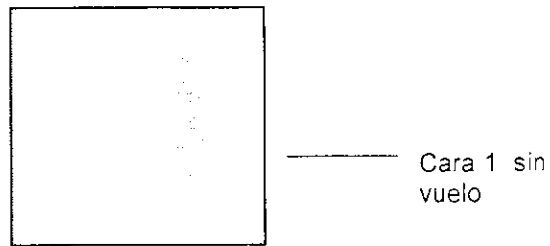
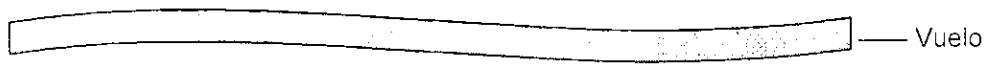


Figura 4: Diagrama de operación del proceso: Funda para cojín

Diagrama de operación del proceso

Producto: Funda para Cojin

Analista: Alejandra Bermúdez

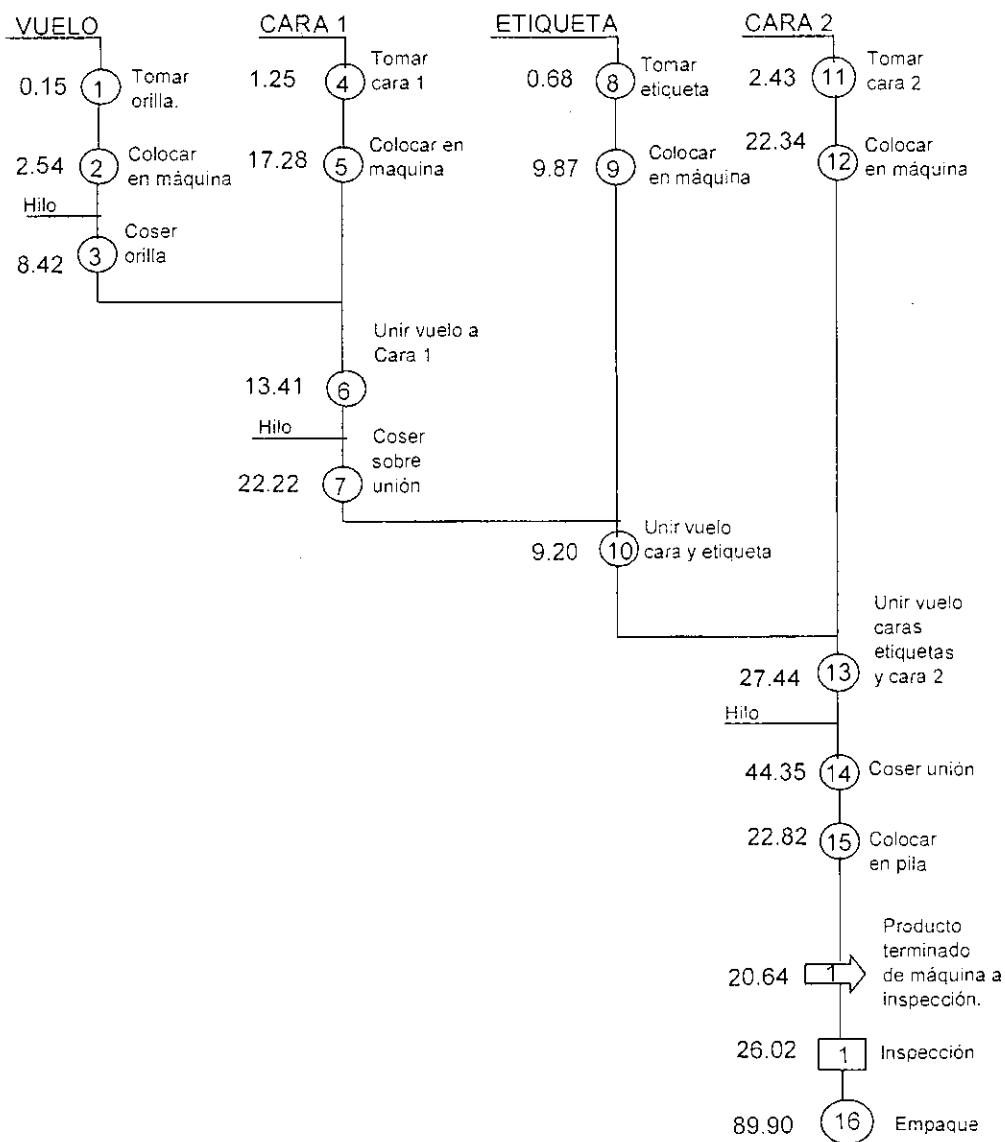
Operario: Maria López

Fecha: 13 de septiembre. 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos



2. Set de cama. El set de cama es un conjunto conformado por cuatro artículos diferentes. Estos son:

- Dos fundas
- Un cobertor
- Una sábana

El proceso para la fabricación de una funda consta de cuatro operaciones principales.²⁵ Éstas son:

- Coser la orilla 1 de cara 1
- Colocar etiqueta
- Coser la orilla 2 de cara 2
- Unir cara 1 y cara 2

Las orillas de las caras 1 y 2 respectivamente, son aquellas que formarán la abertura en la cual se insertará la almohada.

El proceso para la fabricación de un cobertor consta de cinco operaciones principales.²⁶ Éstas son:

- Colocar el elástico a la orilla uno del cobertor
- Coser a lo largo de la orilla dos del cobertor (ésta no lleva elástico)
- Coser el elástico a la orilla tres del cobertor
- Colocar etiqueta
- Coser a lo largo de la orilla cuatro del cobertor

Solamente dos de las cuatro orillas que tiene el cobertor llevan elástico. Son la orilla superior e inferior del mismo. Los lados izquierdo y derecho del cobertor únicamente llevan una costura simple en forma de acabado.

El proceso para la fabricación de una sábana consta de tres operaciones principales.²⁷ Éstas son:

²⁵ Referirse a Diagrama de operaciones del proceso: Set de cama (funda). Pg. 25

²⁶ Referirse a Diagrama de operación del proceso: Set de cama (cobertor). Pg. 27

²⁷ Referirse a Diagrama de operación el proceso: Set de cama (sábana). Pg. 29

- Coser la cabeza de la sábana
- Colocar etiqueta
- Coser a lo largo de las restantes tres orillas de la sábana

La "cabeza" de la sábana es como se le llama a la orilla de la sábana en su extremo superior. Es decir, es la orilla que va en el extremo de la cabecera de la cama. La etiqueta se coloca en la orilla izquierda del cobertor, y se procede a coser sobre ésta, y a lo largo de la orilla inferior y luego la derecha de la sábana.

Figura 5: Identificación e integración de componentes de funda

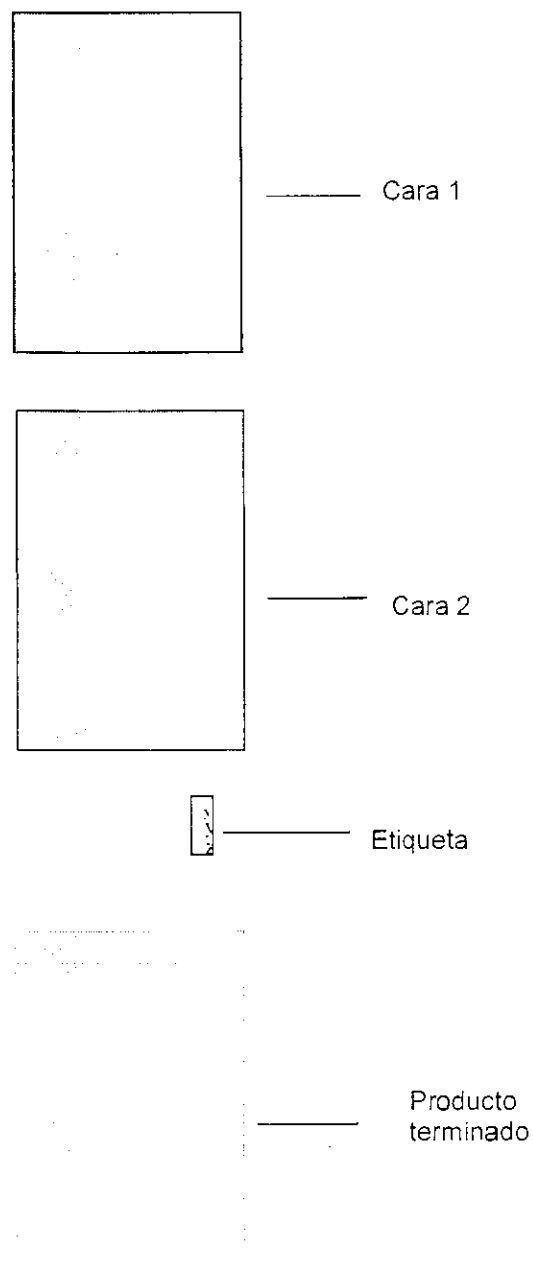


Figura 6: Diagrama de operación del proceso: Set de cama (funda)

Diagrama de operación del proceso

Producto: Set de cama (1 funda)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos

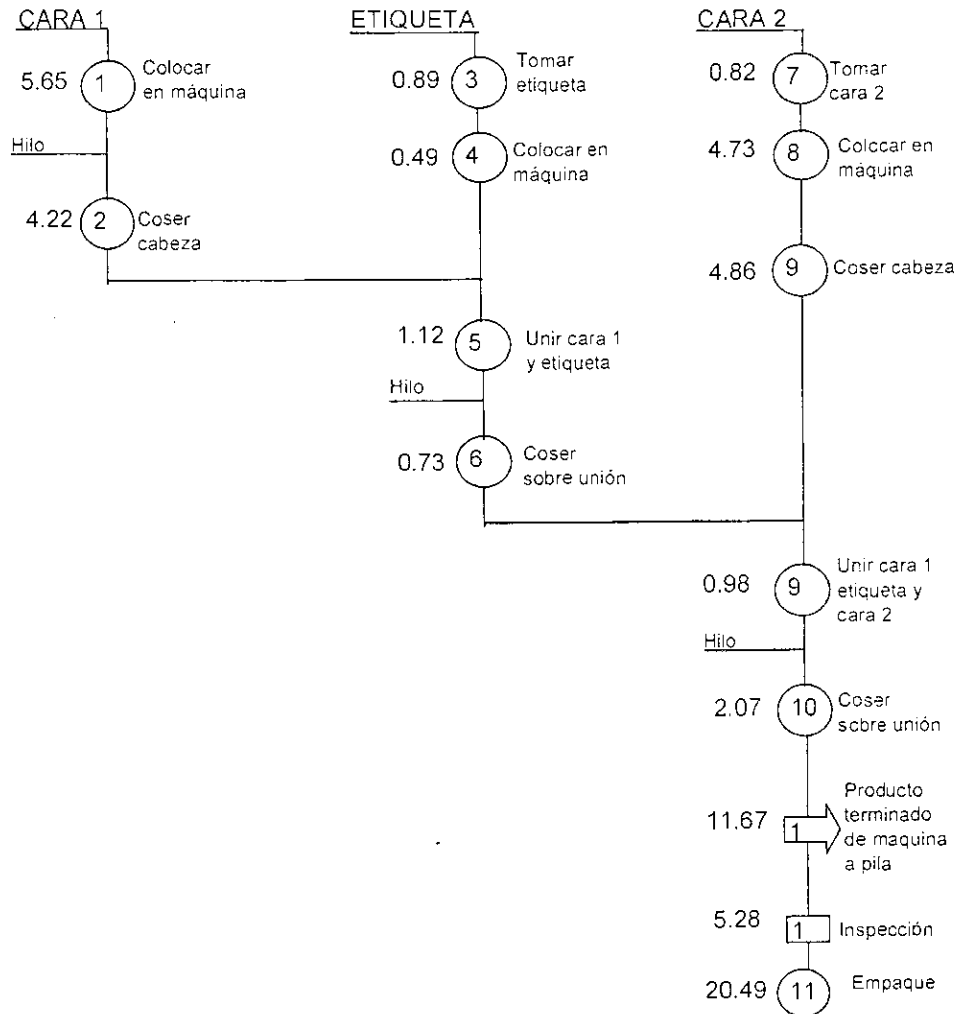


Figura 7: Identificación e integración de componentes de cobertor

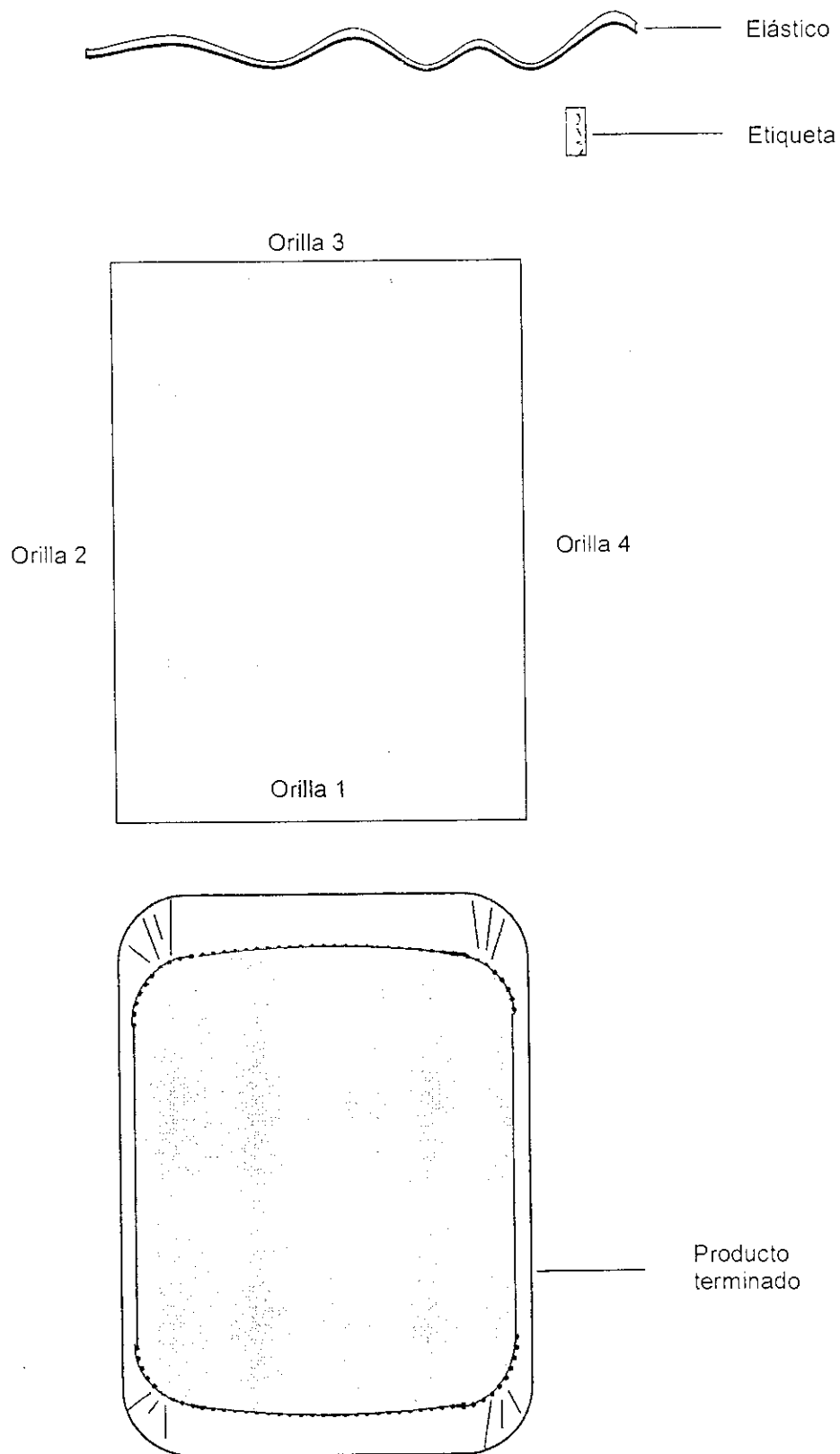


Figura 8: Diagrama de operación del proceso: Set de cama (cobertor)

Diagrama de operación del proceso

Producto: Set de cama (cobertor)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos

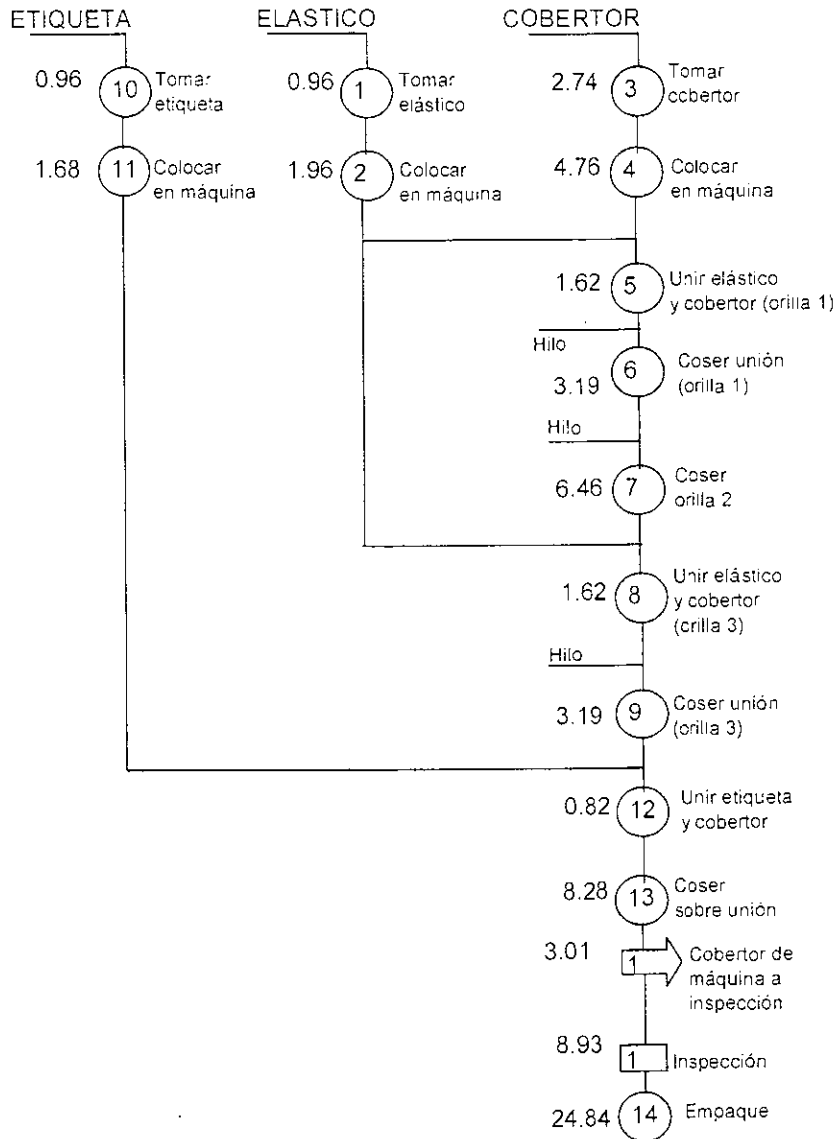


Figura 9: Integración e identificación de componentes de sábana

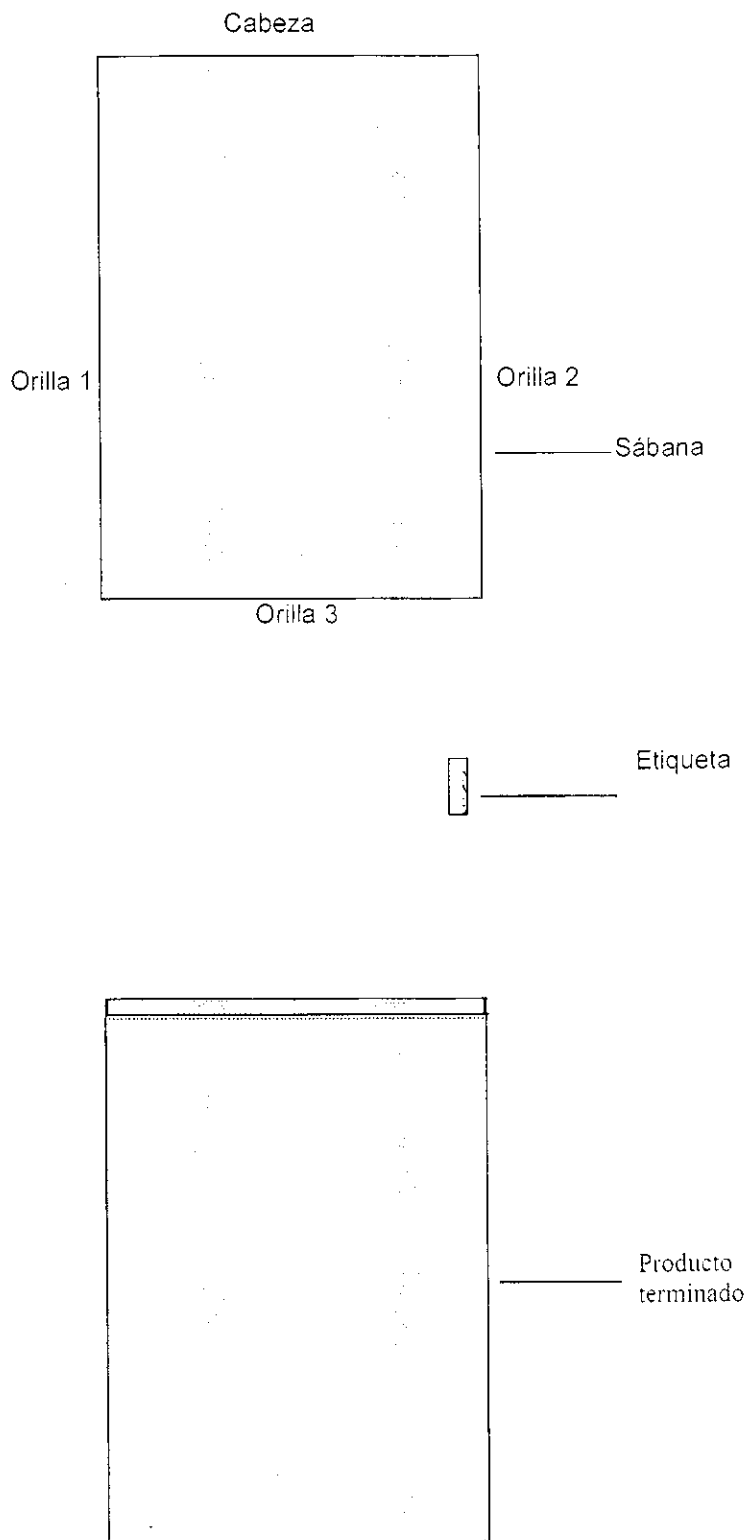


Figura 10: Diagrama de operación del proceso: Set de cama (sábana)

Diagrama de operación del proceso

Producto: Set de cama (sábana)

Analista: Alejandra Bermúdez

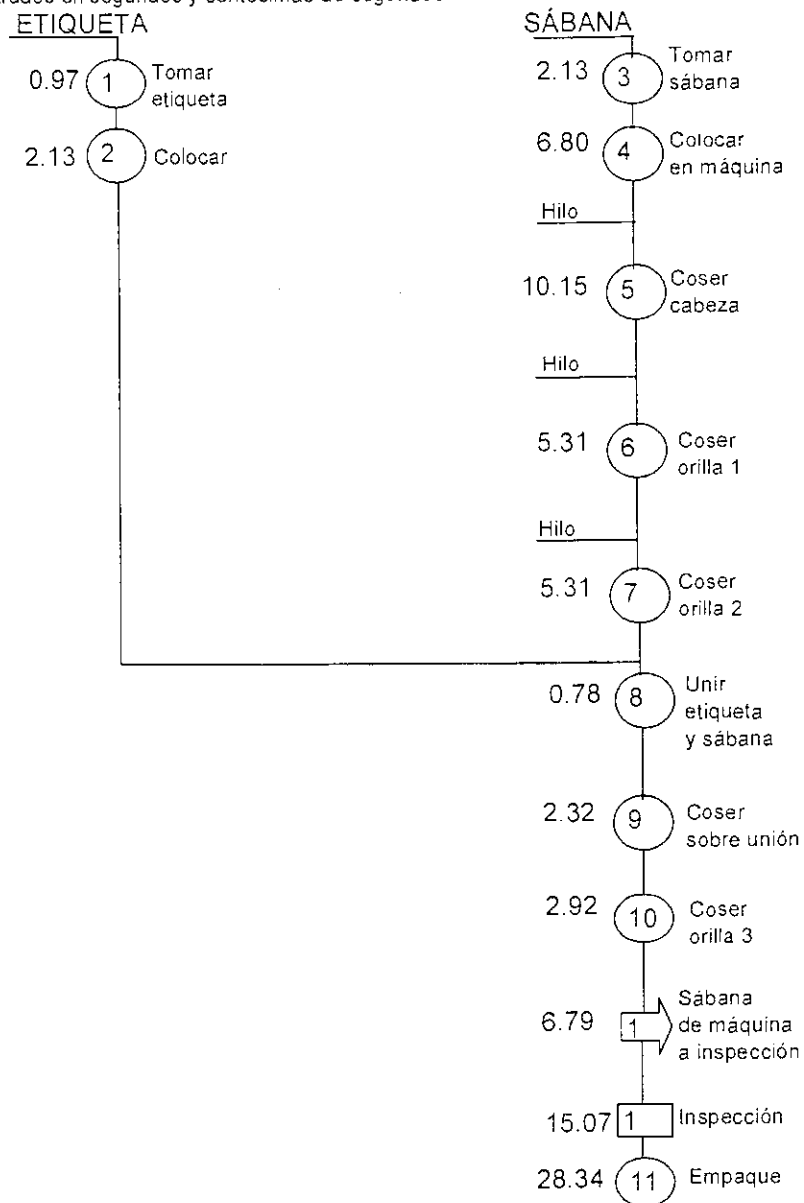
Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos

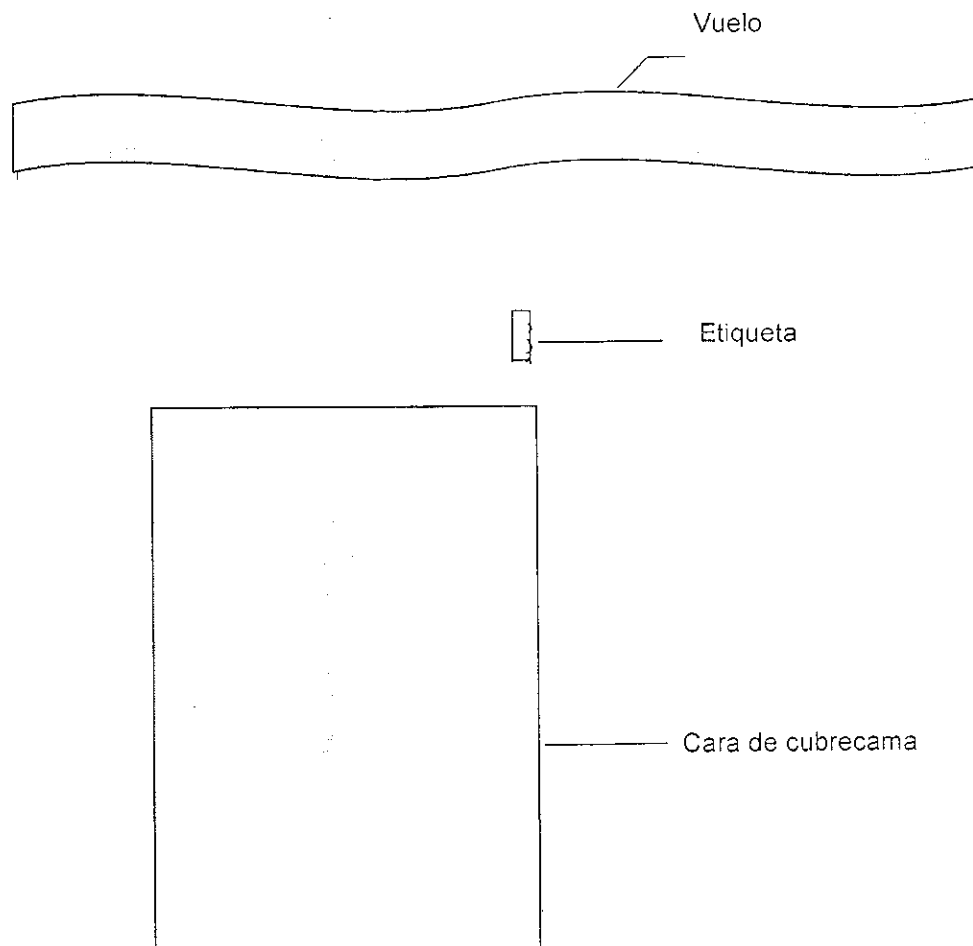


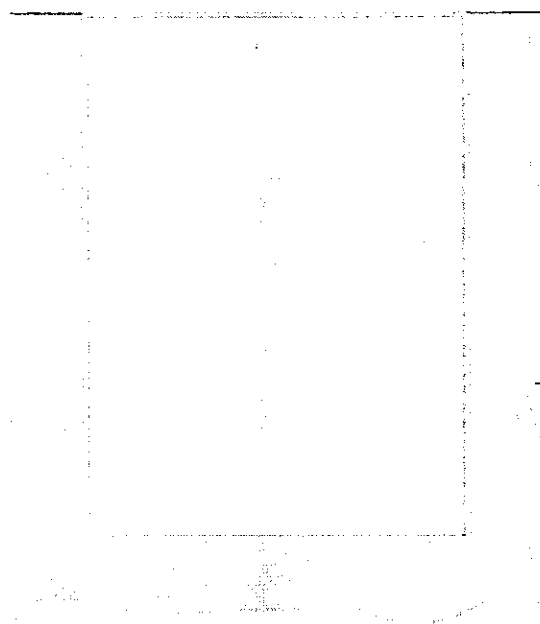
3. **Cubrecama.** El proceso para la fabricación de una cubrecama consta de tres operaciones principales. Éstas son:

- Coser el vuelo
- Colocar etiqueta
- Unir el vuelo a la cara de la cubrecama

Similar a lo que sucede con el vuelo de la funda para cojín, Confecciones XYZ recibe ya el vuelo cortado al tamaño adecuado, por lo que únicamente es necesario coser uno de los lados del vuelo a manera de acabado. Del otro lado, la tira de vuelo es la que va unida a la cara de la cubrecama.

Figura 11: Identificación e integración de componentes de cubrecama





————— Producto terminado

Figura 12: Diagrama de operación del proceso: Cubrecama

Diagrama de operación del proceso

Producto: Set de cama (sábana)

Analista: Alejandra Bermúdez

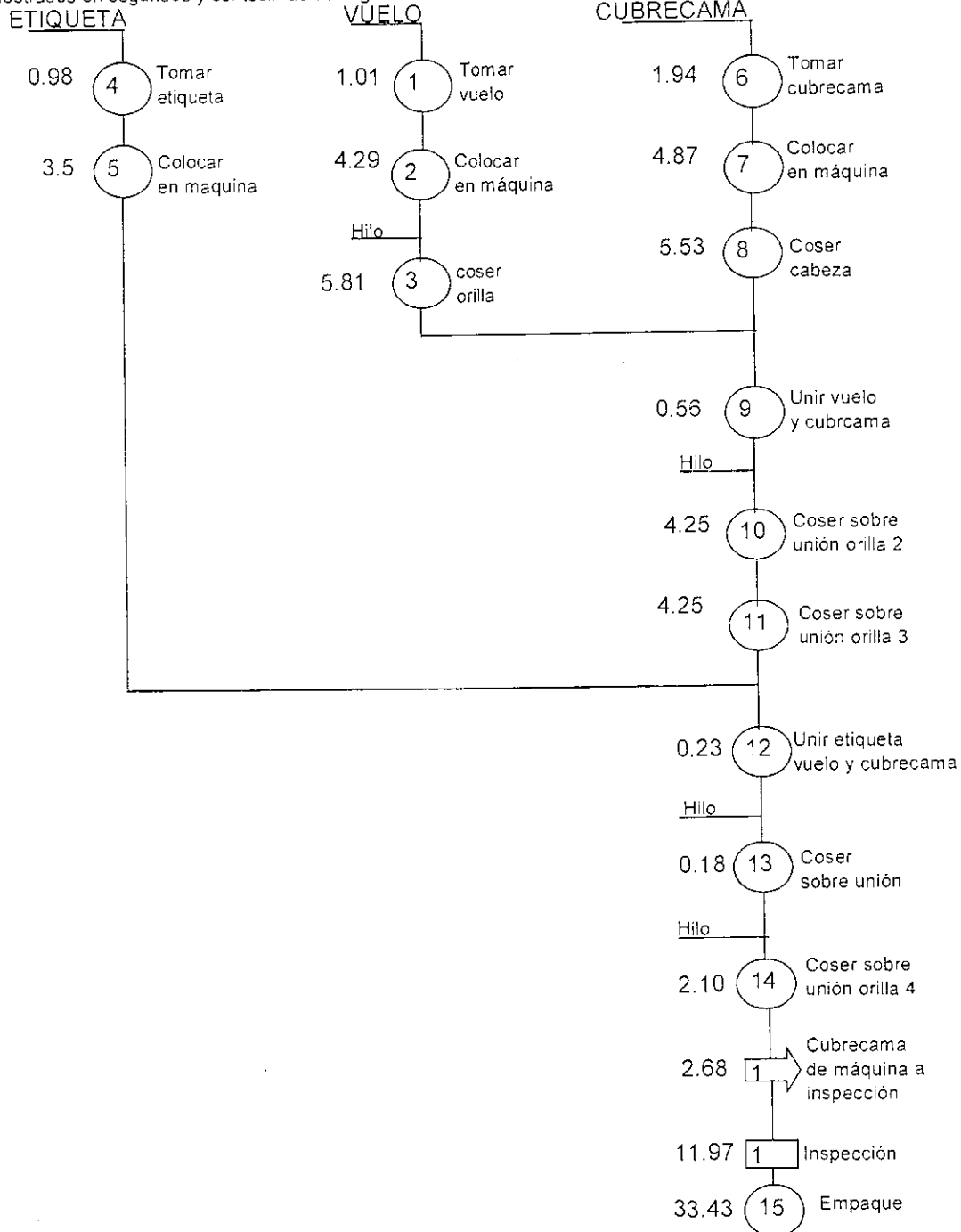
Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos



IV. MEDICIÓN

El objetivo de esta sección es medir el estado actual de la productividad de mano de obra de la empresa, tomando en cuenta aspectos como los que se listan en el marco teórico.

A. Estudio de tiempos

1. Diagrama de tiempos 1: Resumen de tabla de estudio de tiempos de funda para cojín

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Funda para cojín
Analista: Alejandra Bermúdez
Operario: Ana Pérez
Fecha: 12 de septiembre,
2003
Estudio No.: 1
Hoja No. 1 de 1

| | Descripción de trabajo | Costura de vuelo | Unir vuelo y cara 1 | Colocación Etiqueta | Unión cara 1 y cara 2 y coloc. P:la | |
|-----|------------------------|------------------|---------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | Ciclo Total |
| 1 | | 6.78 | 22.31 | 7.39 | 21.46 | 57.94 |
| 2 | | 7.01 | 21.19 | 6.41 | 18.79 | 53.40 |
| 3 | | 5.85 | 19.01 | 4.61 | 17.63 | 47.10 |
| 4 | | 5.96 | 18.08 | 5.02 | 17.90 | 46.96 |
| 5 | | 6.84 | 19.30 | 5.27 | 20.15 | 51.56 |
| 6 | | 7.22 | 18.85 | 8.36 | 20.56 | 54.99 |
| 7 | | 6.88 | 18.97 | 5.81 | 17.06 | 48.72 |
| 8 | | 5.75 | 19.55 | 6.76 | 22.80 | 54.86 |
| 9 | | 5.99 | 18.23 | 6.91 | 25.05 | 56.18 |
| 10 | | 6.55 | 17.22 | 8.10 | 24.77 | 56.64 |
| 11 | | 7.10 | 17.89 | 6.08 | 20.60 | 51.67 |
| 12 | | 6.59 | 21.07 | 6.52 | 19.41 | 53.59 |
| 13 | | 5.90 | 18.47 | 7.09 | 17.82 | 49.28 |
| 14 | | 7.05 | 20.34 | 5.75 | 19.79 | 52.93 |
| 15 | | 7.02 | 19.04 | 6.85 | 20.31 | 53.22 |
| 16 | | 6.90 | 19.86 | 7.90 | 19.95 | 53.61 |
| 17 | | 6.74 | 22.32 | 7.54 | 19.36 | 55.96 |
| 18 | | 6.88 | 18.07 | 7.18 | 18.65 | 50.78 |
| 19 | | 6.02 | 16.90 | 7.77 | 22.36 | 53.05 |
| 20 | | 6.76 | 16.80 | 7.05 | 18.57 | 49.18 |

| | | | | | | |
|---|-----------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1 | Tiempo total (s) | 131,79 | 383,47 | 134,37 | 401,99 | 1051,62 |
| 2 | No. ciclos | 20,00 | 20,00 | 20,90 | 20,00 | 20,00 |
| 3 | Promedio (1/2) | 6,59 | 19,17 | 6,72 | 20,10 | 52,58 |
| 4 | Calificación | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 5,93 | 17,26 | 6,05 | 18,09 | 47,32 |
| 6 | Factor de tolerancia | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 1,19 | 3,45 | 1,21 | 3,62 | 9,46 |
| 8 | Tiempo estándar (5+7) | 7,12 | 20,71 | 7,26 | 21,71 | 56,79 |

2. Diagrama de tiempos 2: Resumen de tabla de estudio de tiempos de set de cama (1 funda)

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (1 funda)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: Maria López
Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

| | Descripción de trabajo | Doble y costura de orilla 1 | Doble y costura de orilla 2 | Colocación de etiqueta | Unión de cara 1 y cara 2 | |
|-----|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | Ciclo total |
| 1 | | 12,86 | 12,38 | 6,75 | 5,13 | 37,12 |
| 2 | | 12,57 | 12,00 | 6,03 | 3,36 | 33,96 |
| 3 | | 12,90 | 12,92 | 11,94 | 1,84 | 39,60 |
| 4 | | 15,08 | 19,43 | 7,06 | 1,46 | 43,03 |
| 5 | | 14,97 | 13,18 | 5,83 | 1,49 | 35,47 |
| 6 | | 18,49 | 7,91 | 9,59 | 1,89 | 37,88 |
| 7 | | 12,22 | 10,45 | 6,55 | 3,70 | 32,92 |
| 8 | | 12,67 | 9,30 | 7,96 | 1,37 | 31,30 |
| 9 | | 13,96 | 11,56 | 6,11 | 2,02 | 33,65 |
| 10 | | 15,11 | 11,53 | 7,21 | 1,68 | 35,53 |
| 11 | | 13,81 | 9,69 | 6,22 | 2,44 | 32,16 |
| 12 | | 15,07 | 9,68 | 7,55 | 1,98 | 34,28 |
| 13 | | 15,65 | 10,41 | 7,18 | 3,28 | 36,52 |
| 14 | | 13,55 | 9,49 | 8,22 | 2,02 | 33,28 |
| 15 | | 14,32 | 7,59 | 5,53 | 5,45 | 32,89 |
| 16 | | 13,19 | 11,16 | 10,15 | 6,20 | 40,70 |
| 17 | | 14,41 | 7,56 | 6,31 | 3,11 | 31,39 |
| 18 | | 13,72 | 9,04 | 5,88 | 2,24 | 30,88 |
| 19 | | 13,82 | 10,38 | 10,09 | 3,02 | 37,31 |
| 20 | | 14,31 | 10,49 | 7,51 | 2,81 | 35,12 |

| | | | | | | |
|---|-----------------------|--------|--------|--------|-------|--------|
| 1 | Tiempo total (s) | 282,68 | 216,15 | 149,67 | 56,49 | 704,99 |
| 2 | No. Ciclos | 20 | 20 | 21 | 20 | 20 |
| 3 | Promedio (1/2) | 14,13 | 10,81 | 7,13 | 2,82 | 35,25 |
| 4 | Calificación | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 12,72 | 9,73 | 6,41 | 2,54 | 31,72 |
| 6 | Factor de tolerancia | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 2,54 | 1,95 | 1,28 | 0,51 | 6,34 |
| 8 | Tiempo estándar (5+7) | 15,26 | 11,67 | 7,70 | 3,05 | 38,07 |

3. Diagrama de tiempos 3: Resumen de tabla de estudio de tiempos de set de cama (cobertor)

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama
(cobertor)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: Ana Pérez

Fecha: 12 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

| | Descripción de trabajo | Costura de elástico en extremo corto | Colocación de etiqueta | Costura de extremo largo | Costura de cabeza y coloc en pila | |
|-----|-------------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------------|-----------------------------------|-------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | Cielo total |
| 1 | Para los 20 ciclos, las | 12,20 | 5,01 | 5,25 | 11,98 | 51,89 |
| 2 | operaciones 1 y 3 se | 10,75 | 2,63 | 4,47 | 10,87 | 43,94 |
| 3 | repiten una vez, por lo | 12,42 | 4,59 | 7,35 | 10,98 | 55,11 |
| 4 | que sus tiempos deben | 12,35 | 3,19 | 10,97 | 11,21 | 61,04 |
| 5 | multiplicarse por 2. | 13,37 | 6,53 | 6,85 | 11,45 | 58,42 |
| 6 | | 11,83 | 22,11 | 15,89 | 10,76 | 88,31 |
| 7 | | 7,79 | 6,36 | 4,07 | 11,07 | 41,15 |
| 8 | | 10,20 | 15,39 | 9,81 | 10,99 | 66,40 |
| 9 | | 12,76 | 9,10 | 3,83 | 11,02 | 53,30 |
| 10 | | 5,02 | 19,30 | 5,50 | 15,67 | 56,01 |
| 11 | | 9,16 | 3,57 | 5,27 | 13,54 | 45,97 |
| 12 | | 11,91 | 4,25 | 7,11 | 12,07 | 54,36 |
| 13 | | 13,00 | 5,27 | 4,83 | 11,98 | 52,91 |
| 14 | | 8,44 | 3,50 | 5,30 | 10,76 | 41,74 |
| 15 | | 9,75 | 8,00 | 5,32 | 11,98 | 50,12 |
| 16 | | 10,22 | 4,49 | 6,65 | 10,43 | 48,66 |
| 17 | | 10,26 | 3,83 | 5,45 | 12,76 | 48,01 |
| 18 | | 8,95 | 4,01 | 9,86 | 15,98 | 57,61 |
| 19 | | 9,28 | 3,09 | 6,86 | 10,32 | 45,69 |
| 20 | | 6,66 | 5,02 | 7,32 | 12,54 | 45,52 |

| | | | | | | |
|---|-----------------------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1 | Tiempo total (s) | 206.32 | 139.24 | 137.96 | 238.36 | 1066.16 |
| 2 | No. ciclos | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 | 20.00 |
| 3 | Promedio (1/2) | 10.32 | 6.96 | 6.90 | 11.92 | 53.31 |
| 4 | Calificación | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 | 0.90 |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 9.28 | 6.27 | 6.21 | 10.73 | 47.98 |
| 6 | Factor de tolerancia | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 | 0.20 |
| 7 | Tiempo Tol. (5*6) | 1.86 | 1.25 | 1.24 | 2.15 | 9.60 |
| 8 | Tiempo estándar (5+7) | 11.14 | 7.52 | 7.45 | 12.87 | 57.57 |

4. Diagrama de tiempos 4: Resumen de tabla de estudio de tiempos de set de cama (sábana)

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama
(sábana)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: Ana Pérez

Fecha: 13 de septiembre,
2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 1

| | Descripción de trabajo | Costura de extremo largo | Colocación de etiqueta | Costura extremo corto y coloc. pila | |
|-----|-------------------------|--------------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | Ciclo total |
| 1 | Para los 20 ciclos, las | 26,05 | 7,52 | 33,26 | 152,19 |
| 2 | operaciones 1 y 3 se | 35,14 | 7,24 | 28,24 | 169,14 |
| 3 | repiten una vez, por lo | 23,63 | 7,44 | 27,64 | 133,61 |
| 4 | que sus tiempos deben | 32,46 | 7,25 | 37,08 | 178,79 |
| 5 | multiplicarse por 2. | 27,51 | 11,03 | 38,95 | 171,46 |
| 6 | | 42,5 | 8,35 | 43,02 | 221,89 |
| 7 | | 24,5 | 7,65 | 39,35 | 159,85 |
| 8 | | 31,48 | 9,63 | 35,23 | 174,53 |
| 9 | | 29,75 | 8,56 | 35,23 | 168,27 |
| 10 | | 28,68 | 8,63 | 36,23 | 167,13 |
| 11 | | 28,59 | 7,11 | 35,23 | 163,34 |
| 12 | | 36,48 | 9,63 | 36,23 | 191,53 |
| 13 | | 32,46 | 7,5 | 32,23 | 169,34 |
| 14 | | 27,19 | 9,53 | 36,23 | 163,56 |
| 15 | | 27,79 | 8,25 | 33,23 | 158,08 |
| 16 | | 31,68 | 9,23 | 36,23 | 176,73 |
| 17 | | 26,87 | 7,23 | 36,23 | 160,30 |
| 18 | | 27,39 | 8,42 | 35,23 | 161,05 |
| 19 | | 33,68 | 7,23 | 36,23 | 180,73 |
| 20 | | 37,93 | 7,95 | 38,23 | 198,20 |

| | | | | | |
|---|-----------------------|-------|------|-------|---------|
| 1 | Tiempo total (s) | 11,8 | 7,21 | 36,25 | 3419,72 |
| 2 | No. ciclos | 11,96 | 7,23 | 38,23 | 11,96 |
| 3 | Promedio (1/2) | 12,96 | 7,65 | 35,12 | 285,93 |
| 4 | Calificación | 12,3 | 7,56 | 33,23 | 12,30 |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 12,00 | 7,23 | 33,12 | 3516,94 |
| 6 | Factor de tolerancia | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 2,40 | 1,45 | 6,62 | 703,39 |
| 8 | Tiempo estándar (5+7) | 14,40 | 8,68 | 39,74 | 4220,32 |

5. Diagrama de tiempos 5: Resumen de tabla de estudio de tiempos de cubrecama

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Cubrecama
 Analista: Alejandra Bermúdez
 Operario: Ana Pérez
 Fecha: 13 de septiembre,
 2003
 Estudio No.: 1
 Hoja No. 1 de 1

| | Descripción de trabajo | Costura de extremo largo | Colocación de etiqueta | Costura de extremo corto | |
|-----|-------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|-------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | Ciclo total |
| 1 | Para los 20 ciclos, las | 18,91 | 12,38 | 5,24 | 67,82 |
| 2 | operaciones 1 y 3 se | 19,21 | 10,36 | 4,36 | 63,50 |
| 3 | repiten una vez, por lo | 20,88 | 12,31 | 5,54 | 71,92 |
| 4 | que sus tiempos deben | 20,00 | 9,36 | 4,84 | 63,56 |
| 5 | multiplicarse por 2. | 20,02 | 10,41 | 4,51 | 65,37 |
| 6 | | 20,09 | 10,46 | 5,02 | 66,12 |
| 7 | | 18,94 | 10,52 | 4,84 | 63,76 |
| 8 | | 18,56 | 12,01 | 4,99 | 66,13 |
| 9 | | 18,97 | 12,31 | 5,00 | 67,56 |
| 10 | | 20,02 | 11,52 | 4,75 | 67,83 |
| 11 | | 19,89 | 11,54 | 5,21 | 68,07 |
| 12 | | 19,74 | 12,24 | 5,36 | 69,32 |
| 13 | | 18,98 | 12,21 | 4,89 | 67,27 |
| 14 | | 18,72 | 11,98 | 5,02 | 66,42 |
| 15 | | 19,01 | 10,75 | 4,88 | 64,40 |
| 16 | | 19,34 | 12,01 | 4,95 | 67,65 |
| 17 | | 20,00 | 11,94 | 5,05 | 68,93 |
| 18 | | 18,95 | 12,04 | 4,89 | 66,87 |
| 19 | | 19,71 | 12,21 | 5,24 | 69,08 |
| 20 | | 18,88 | 11,95 | 5,01 | 66,67 |

| | | | | | |
|---|-----------------------|--------|-------|-------|---------|
| 1 | Tiempo total (s) | 388,82 | 18,74 | 99,59 | 1338,25 |
| 2 | No. ciclos | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 20,00 |
| 3 | Promedio (1/2) | 19,44 | 0,94 | 4,98 | 66,91 |
| 4 | Calificación | 0,90 | 0,90 | 0,90 | 0,90 |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 17,50 | 0,84 | 4,48 | 60,22 |
| 6 | Factor de tolerancia | 0,20 | 0,20 | 0,20 | 0,20 |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 3,50 | 0,17 | 0,90 | 12,04 |
| 8 | Tiempo estándar (5+7) | 21,00 | 1,01 | 5,38 | 72,27 |

B. Establecimiento de tiempos estándar y productividad de mano de obra

1. **Funda para cojín.** Se realizó un estudio de tiempos con cronómetro para determinar el tiempo estándar actual para la elaboración de una funda para cojín. Se determinó que el tiempo estándar actual es de 88.93 segundos. De esta forma, se calcula que la productividad de la mano de obra actual es de un 40.90%.

2. **Set de cama.** De igual forma, se realizó un estudio de tiempos con cronómetro para determinar el tiempo estándar actual para la elaboración de cada uno de los tres artículos que conforman un set de cama. Se determinó que el tiempo estándar actual de 133.37 segundos, y la productividad de mano de obra es del 64.96%. El tiempo estándar del cobertor es de 84.91 segundos y la productividad de mano de obra es de 62.87%. El tiempo estándar de la sábana es de 80.60 segundos y la productividad de mano de obra es de 46.54%.

3. **Cubrecama.** Por último, se realizó un estudio de tiempos con cronómetro para determinar el tiempo estándar actual para la elaboración de una cubrecama. Se determinó que el tiempo estándar actual es de 86.43 segundos. De esta forma, se calcula que la productividad de la mano de obra actual es de un 62.45%.

C. Ergonomía ambiental

1. **Temperatura.** La temperatura dentro del local es adecuada, ya que no sale del rango de entre 18° y 24°C. Esto puede deberse a que la puerta que da al área de comedor y descanso está al aire libre), y las partes superiores de todas las ventanas (La parte superior de las ventanas está conformada por

paletas) se mantiene abiertas, y esto evita que el calor se acumule dentro del local.

2. Ruido. El ruido ocasionado por la constante operación de las máquinas de coser es sumamente monótono, aunque no estridente. A toda hora, durante la jornada de trabajo, se escucha música proveniente de una estación de radio local, a un volumen sumamente bajo, la cual se confunde en poca medida con el ruido ocasionado por las máquinas. El ruido se midió en 80 decibeles.

3. Iluminación. Durante las horas del día que abarca el turno de trabajo, la totalidad de la iluminación proviene de la luz natural que se filtra a través de las ventanas del local (salvo en las áreas de oficina). Sin embargo, para las horas que caen en la tarde o noche, la planta cuenta con 17 fuentes de luz disponibles, de las cuales funcionan solamente 9. La iluminación total de la planta es de 600 lux.

4. Seguridad Industrial. La planta tiene señalizada la salida de emergencia, aunque solamente hay una de éstas. Hay un extintor de tipo ABC, colocado a una altura que permite su alcance por parte de cualquier operario. Se tiene un botiquín de primeros auxilios, identificado y a la vista y alcance de todos los que laboran en la planta. A los operarios se les han proporcionado mascarillas, mas se observa que no las utilizan, sino que se encuentran colgadas sobre partes de las máquinas de coser que no se mueven.

V. EVALUACIÓN

A. Productividad de mano de obra

1. **Funda para cojín.** La producción de fundas para cojín se estimó en 5,000 unidades mensuales. Actualmente, XYZ incumple con esa demanda en un 59.1%.

2. **Set de cama.** La producción de sets de cama se estimó en 1,500 unidades mensuales. Actualmente, XYZ incumple con esa demanda en un 41.88%

3. **Cubrecama.** La producción de cubrecamas se estimó en 1,250 unidades mensuales. Actualmente, XYZ incumple con esa demanda en un 37.55%.

B. Ergonomía ambiental

1. **Temperatura.** La temperatura dentro del local es adecuada y cumple con los estándares recomendados.

2. **Ruido.** El ruido ocasionado por las máquinas de coser es sumamente molesto, por su monotonía, volumen, y constancia. El control del mismo es inexistente. No fue posible su medición, por falta del instrumento apropiado. Sin embargo, esto no significa que no se haya tenido el conocimiento de que debía incluirse dentro de este análisis.

3. **Iluminación.** Casi la mitad de las luminarias artificiales disponibles se encuentran fuera de servicio, y las que sí están en buen estado de funcionamiento no se encuentran orientadas adecuadamente con respecto a la posición del operario. La iluminación es inadecuada.

C. Seguridad industrial

La señalización de la planta en materia de seguridad industrial es adecuada, ya que los rótulos pertinentes están claramente visibles a todos. Además, tanto el extintor como el botiquín de primeros auxilios se encuentran debidamente rotulados y ubicados en puntos de acceso libre a cualquier persona que se encuentre dentro de la planta. Pese a lo anterior, no todos los empleados han recibido instrucción adecuada para la implementación de procedimientos de seguridad en caso de una emergencia, y no existe un plan para cada tipo de emergencia, por escrito, dentro de las instalaciones. Por lo demás, el punto de seguridad industrial es correctamente implementado por Confecciones XYZ.

VI. PLANIFICACIÓN

La fase de planeación del ciclo de productividad es en la cual se establecen los objetivos a cumplir para cada área evaluada. A continuación se desarrolla cada uno de estos.

A. Productividad de mano de obra

Se fija como objetivo la consecución de una productividad del 75% para el periodo siguiente al periodo de implementación de lo que en este trabajo se presenta. Esto es aplicable para todos los productos considerados en esta investigación. Se pretende que la transición esperada sea realista, ya que sería poco probable la consecución de una productividad de un 95%, por ejemplo, dado que los niveles de productividad actuales oscilan entre 50% y 60%, en su mayoría.

B. Condiciones de trabajo

En cuanto a ergonomía ambiental, se planifica lo siguiente:

1. Temperatura. No se establece planificación de objetivos para este punto ya que, aunque fue evaluado, es adecuado y no existe necesidad de mejorarlo.

2. Ruido. Los objetivos para el periodo siguiente al periodo en el que se implanten las recomendaciones que en el presente trabajo se exponen, para el aspecto del ruido, son:

Se deben adquirir taponeros ergonómicos para los oídos de todos los trabajadores que se encuentran dentro de la planta. Esto reducirá el ruido de las máquinas percibido por los trabajadores a un mínimo.

Se deben colocar las luminarias artificiales en una posición y orientación adecuadas a la ubicación del trabajador y la localización del punto específico que requiere de iluminación.

Las luminarias deben estar situadas por encima de, atrás de, y al lado derecho del trabajador, para evitar sombras y para lograr una mejor localización de la luz.

Se debe utilizar lámparas de luz fluorescente de luz blanca, que estas reducen significativamente el costo de consumo de energía, al mismo tiempo que sirven como excelentes fuentes de luz.

C. Seguridad industrial.

Los objetivos para el periodo siguiente al periodo en el que se implanten las recomendaciones que en el presente trabajo se exponen, para el aspecto de seguridad industrial, son:

Debe establecerse por escrito un plan de emergencia para cada tipo de situación posible o probable.

Los planes de emergencia, procedimientos e indicaciones deben hacerse del total conocimiento y entendimiento de todos los trabajadores de la empresa, mediante un programa de capacitación adecuado para este fin.

VII. MEJORA

Sumanth (1999:93) propone dos pasos para el mejoramiento de la productividad. Estos son:

1. *Selección* de un juego de las técnicas apropiadas para el mejoramiento de la productividad.
2. Desarrollo de un plan de *implementación* para instalar las técnicas de mejoramiento de productividad seleccionadas.²⁸

A. Paso 1: Selección de juego de técnicas apropiadas

El número y la naturaleza de las técnicas a seleccionar para el mejoramiento de la productividad dependen de la frecuencia con que se rote el ciclo de productividad planteado, expuesto, y desarrollado a lo largo del presente trabajo.

Dada la naturaleza de las labores que en Confecciones XYZ se realizan, y que en ocasiones los productos cambian según la frecuencia de promociones, etc., se plantean las técnicas basadas en procesos o tareas, tal como los son la ingeniería de métodos, medición del trabajo, seguridad en el puesto y factores humanos (ergonomía). Dichas técnicas han sido ya desarrolladas y descritas a lo largo del presente trabajo.

B. Paso 2: Plan de implementación

Sumanth (1999: 94) define cinco estrategias básicas para mejorar la productividad. Éstas se listan a continuación.

<<**Estrategia 1:** aumentar la producción, utilizando el mismo nivel de insumos.

Estrategia 2: aumentar la producción y disminuir los insumos.

Estrategia 3: para el mismo nivel de producción, disminuir los insumos.

²⁸ David Sumanth, *Administración para la Productividad Total*, (1ª edición, Compañía Editorial Continental, 1999) Pág. 93

de recursos. Ésta es una estrategia, para lo cual se espera que este trabajo le sea de utilidad. Los tiempos estándar aquí establecidos, al igual que las condiciones de trabajo y factores humanos medidos y evaluados y discutidos, al ser aplicados debidamente, y monitoreados con constancia y esmero, deberán servir como poderosa herramienta para aumentar el número de unidades producidas, aumentándose así la producción y, en consecuencia, la productividad de mano de obra, que es el propósito del presente trabajo, según la definición del término "productividad" planteada al inicio del mismo.

En cuanto a la implementación de la fase de mejoramiento, debe incluirse un plan físico de acción, en el que se detalla las responsabilidades de cada uno de los miembros del personal que colaborarán en la implementación. Es también ahí en donde deben incluirse detalles del presupuesto que implica llevar a cabo los procedimientos descritos anteriormente. Eso, sin embargo, queda fuera de los alcances de este trabajo.

VIII. RESULTADOS

A. Escenario 1

1. Balance de Líneas

SE = segundos estándares por operación

SEP = segundos estándares permitidos

E = eficiencia

N = número de operarios necesarios

Tabla 1: Funda para cojín

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2.69 | 10.35 | 13.04 |
| 2 | 4.59 | 8.45 | 13.04 |
| 3 | 6.95 | 6.09 | 13.04 |
| 4 | 13.04 | 0 | 13.04 |
| 5 | 4.56 | 8.48 | 13.04 |
| 6 | 10.11 | 2.93 | 13.04 |
| 7 | 7.39 | 5.85 | 13.04 |
| 8 | 3.34 | 9.70 | 13.04 |
| 9 | 6.09 | 6.95 | 13.04 |
| 10 | 3.92 | 9.12 | 13.04 |
| 11 | 6.06 | 6.98 | 13.04 |

| | |
|----------------|--------|
| Sum SE | 68.74 |
| Sum SEP | 143.44 |
| E | 47.92% |
| Unid. día | 227.27 |
| N | 43.40 |
| Tiempo Tak (s) | 2.11 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 1.35 |
| 2 | 1.53 |
| 3 | 1.74 |
| 4 | 1.86 |
| 5 | 1.52 |
| 6 | 2.02 |
| 7 | 1.85 |
| 8 | 1.67 |
| 9 | 2.03 |
| 10 | 1.96 |
| 11 | 2.02 |

| | |
|-----------------|-------|
| Piezas por hora | 177 |
| Piezas por día | 1,419 |

Tabla 2: Set de cama (fundas)

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 11.3 | 14.22 | 25.52 |
| 2 | 8.44 | 17.08 | 25.52 |
| 3 | 11.1 | 14.42 | 25.52 |
| 4 | 9.72 | 15.8 | 25.52 |
| 5 | 6.46 | 19.06 | 25.52 |
| 6 | 6.1 | 19.42 | 25.52 |
| 7 | 23.34 | 2.18 | 25.52 |
| 8 | 10.56 | 14.96 | 25.52 |
| 9 | 25.52 | 0 | 25.52 |
| 10 | 15.46 | 10.06 | 25.52 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 128.00 |
| Sum SEP | 255.20 |
| E | 50.16% |
| Unid. día | 85.23 |
| N | 30.30 |
| Tiempo Takt (s) | 5.63 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 11.30 | 2.01 | 3.00 |
| 2 | 8.44 | 1.50 | 2.00 |
| 3 | 11.10 | 1.97 | 2.00 |
| 4 | 9.72 | 1.73 | 2.00 |
| 5 | 6.46 | 1.15 | 2.00 |
| 6 | 6.10 | 1.08 | 2.00 |
| 7 | 23.34 | 4.14 | 5.00 |
| 8 | 10.56 | 1.88 | 2.00 |
| 9 | 25.52 | 4.53 | 5.00 |
| 10 | 15.46 | 2.75 | 3.00 |
| Total | 128.00 | 22.73 | 28.00 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 3.77 |
| 2 | 4.22 |
| 3 | 5.55 |
| 4 | 4.86 |
| 5 | 3.23 |
| 6 | 3.05 |
| 7 | 4.67 |
| 8 | 5.28 |
| 9 | 5.10 |
| 10 | 5.15 |

| | |
|-----------------|---------|
| Piezas por hora | 648.65 |
| Piezas por día | 5189.19 |

Tabla 3: Set de cama (cobertor)

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2.92 | 10 | 12.92 |
| 2 | 7.5 | 5.42 | 12.92 |
| 3 | 9.62 | 3.3 | 12.92 |
| 4 | 2.64 | 10.28 | 12.92 |
| 5 | 12.92 | 0 | 12.92 |
| 6 | 3.01 | 9.91 | 12.92 |
| 7 | 8.93 | 3.99 | 12.92 |
| 8 | 12.87 | 0.05 | 12.92 |
| 9 | 11.97 | 0.95 | 12.92 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 72.38 |
| Sum SEP | 116.28 |
| E | 62.25% |
| Unid. día | 85.23 |
| N | 13.53 |
| Tiempo Takt (s) | 5.63 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 2.92 | 0.52 | 1.00 |
| 2 | 7.5 | 1.33 | 2.00 |
| 3 | 9.62 | 1.71 | 2.00 |
| 4 | 2.64 | 0.47 | 1.00 |
| 5 | 12.92 | 2.29 | 3.00 |
| 6 | 3.01 | 0.53 | 1.00 |
| 7 | 8.93 | 1.59 | 2.00 |
| 8 | 12.87 | 2.29 | 3.00 |
| 9 | 11.97 | 2.13 | 3.00 |
| Total | 72.38 | 12.85 | 13.00 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 2.92 |
| 2 | 3.75 |
| 3 | 4.81 |
| 4 | 2.64 |
| 5 | 4.31 |
| 6 | 3.01 |
| 7 | 4.47 |
| 8 | 4.29 |
| 9 | 3.99 |

| | |
|-----------------|---------|
| Piezas por hora | 748.44 |
| Piezas por día | 5987.53 |

Tabla 4: Set de cama (sábana)

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 8.93 | 9.14 | 18.07 |
| 2 | 10.15 | 7.92 | 18.07 |
| 3 | 10.62 | 7.45 | 18.07 |
| 4 | 3.1 | 14.97 | 18.07 |
| 5 | 2.92 | 15.15 | 18.07 |
| 6 | 3.79 | 14.28 | 18.07 |
| 7 | 18.07 | 0 | 18.07 |
| 8 | 12.85 | 5.22 | 18.07 |
| 9 | 15.49 | 2.58 | 18.07 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 85.92 |
| Sum SEP | 162.63 |
| E | 52.83% |
| Unid. día | 85.23 |
| N | 16.06 |
| Tiempo Takt (s) | 5.63 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 8.93 | 1.59 | 2.00 |
| 2 | 10.15 | 1.80 | 2.00 |
| 3 | 10.62 | 1.89 | 2.00 |
| 4 | 3.1 | 0.55 | 1.00 |
| 5 | 2.92 | 0.52 | 1.00 |
| 6 | 3.79 | 0.67 | 1.00 |
| 7 | 18.07 | 3.21 | 4.00 |
| 8 | 12.85 | 2.28 | 3.00 |
| 9 | 15.49 | 2.75 | 3.00 |
| Total | 85.92 | 15.26 | 19 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 4.47 |
| 2 | 5.08 |
| 3 | 5.31 |
| 4 | 3.10 |
| 5 | 2.92 |
| 6 | 3.79 |
| 7 | 4.52 |
| 8 | 4.28 |
| 9 | 5.16 |

| | |
|-----------------|---------|
| Piezas por hora | 677.97 |
| Piezas por día | 5423.73 |

Tabla 5: Cubrecama

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 5.30 | 9.70 | 15.00 |
| 2 | 5.81 | 9.19 | 15.00 |
| 3 | 6.81 | 8.19 | 15.00 |
| 4 | 11.34 | 3.66 | 15.00 |
| 5 | 4.48 | 10.52 | 15.00 |
| 6 | 5.53 | 9.47 | 15.00 |
| 7 | 2.06 | 12.94 | 15.00 |
| 8 | 8.86 | 6.14 | 15.00 |
| 9 | 15.00 | 0.00 | 15.00 |
| 10 | 8.58 | 6.42 | 15.00 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 73.77 |
| Sum SEP | 150 |
| E | 49.18% |
| Unid. día | 56.82 |
| N | 12.00 |
| Tiempo Takt (s) | 8.45 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 5.3 | 0.63 | 1.00 |
| 2 | 5.81 | 0.69 | 1.00 |
| 3 | 6.81 | 0.81 | 1.00 |
| 4 | 11.34 | 1.34 | 2.00 |
| 5 | 4.48 | 0.53 | 1.00 |
| 6 | 5.53 | 0.65 | 1.00 |
| 7 | 2.06 | 0.24 | 1.00 |
| 8 | 8.86 | 1.05 | 2.00 |
| 9 | 15 | 1.78 | 2.00 |
| 10 | 8.58 | 1.02 | 2.00 |
| Total | 73.77 | 8.73 | 14 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 5.3 |
| 2 | 5.81 |
| 3 | 6.81 |
| 4 | 5.67 |
| 5 | 4.48 |
| 6 | 5.53 |
| 7 | 2.06 |
| 8 | 4.43 |
| 9 | 7.5 |
| 10 | 4.29 |

| | |
|-----------------|------|
| Piezas por hora | 480 |
| Piezas por día | 3840 |

B. Escenario 2

1. Balance de Líneas

Tabla 6: Funda para cojín

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2.69 | 10.35 | 13.04 |
| 2 | 4.59 | 8.45 | 13.04 |
| 3 | 6.95 | 6.09 | 13.04 |
| 4 | 13.04 | 0 | 13.04 |
| 5 | 4.56 | 8.48 | 13.04 |
| 6 | 10.11 | 2.93 | 13.04 |
| 7 | 7.39 | 5.65 | 13.04 |
| 8 | 3.34 | 9.7 | 13.04 |
| 9 | 6.09 | 6.95 | 13.04 |
| 10 | 3.92 | 9.12 | 13.04 |
| 11 | 6.06 | 6.98 | 13.04 |

| | |
|----------------|--------|
| Sum SE | 68.74 |
| Sum SEP | 143.44 |
| E | 47.92% |
| Unid. día | 681.82 |
| N | 130.19 |
| Tiempo Tak (s) | 0.70 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 2.69 | 3.82 | 4.00 |
| 2 | 4.59 | 6.52 | 7.00 |
| 3 | 6.95 | 9.87 | 10.00 |
| 4 | 13.04 | 18.52 | 19.00 |
| 5 | 4.56 | 6.48 | 7.00 |
| 6 | 10.11 | 14.36 | 15.00 |
| 7 | 7.39 | 10.50 | 11.00 |
| 8 | 3.34 | 4.74 | 5.00 |
| 9 | 6.09 | 8.65 | 9.00 |
| 10 | 3.92 | 5.57 | 6.00 |
| 11 | 6.06 | 8.61 | 9.00 |
| Total | 27.27 | 38.74 | 39.00 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 0.67 |
| 2 | 0.66 |
| 3 | 0.70 |
| 4 | 0.69 |
| 5 | 0.65 |
| 6 | 0.67 |
| 7 | 0.67 |
| 8 | 0.67 |
| 9 | 0.68 |
| 10 | 0.65 |
| 11 | 0.67 |

| | |
|-----------------|----------|
| Piezas por hora | 5320.20 |
| Piezas por día | 42561.58 |

Tabla 7: Set de cama (fundas)

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 11.3 | 14.22 | 25.52 |
| 2 | 8.44 | 17.08 | 25.52 |
| 3 | 11.1 | 14.42 | 25.52 |
| 4 | 9.72 | 15.8 | 25.52 |
| 5 | 6.46 | 19.06 | 25.52 |
| 6 | 6.1 | 19.42 | 25.52 |
| 7 | 23.34 | 2.18 | 25.52 |
| 8 | 10.56 | 14.96 | 25.52 |
| 9 | 25.52 | 0 | 25.52 |
| 10 | 15.46 | 10.06 | 25.52 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 128.00 |
| Sum SEP | 255.20 |
| E | 50.16% |
| Unid. día | 255.68 |
| N | 90.91 |
| Tiempo Takt (s) | 1.88 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 11.3 | 6.02 | 7.00 |
| 2 | 8.44 | 4.50 | 5.00 |
| 3 | 11.1 | 5.91 | 6.00 |
| 4 | 9.72 | 5.18 | 6.00 |
| 5 | 6.46 | 3.44 | 4.00 |
| 6 | 6.1 | 3.25 | 4.00 |
| 7 | 23.34 | 12.43 | 13.00 |
| 8 | 10.56 | 5.63 | 6.00 |
| 9 | 25.52 | 13.59 | 14.00 |
| 10 | 15.46 | 8.24 | 9.00 |
| Total | 128 | 68.18 | 74 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 1.61 |
| 2 | 1.69 |
| 3 | 1.85 |
| 4 | 1.62 |
| 5 | 1.62 |
| 6 | 1.53 |
| 7 | 1.80 |
| 8 | 1.76 |
| 9 | 1.82 |
| 10 | 1.72 |

| | |
|-----------------|----------|
| Piezas por hora | 1945.95 |
| Piezas por día | 15567.57 |

Tabla 8: Set de cama (cobertor)

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 2.92 | 10 | 12.92 |
| 2 | 7.5 | 5.42 | 12.92 |
| 3 | 9.62 | 3.3 | 12.92 |
| 4 | 2.64 | 10.28 | 12.92 |
| 5 | 12.92 | 0 | 12.92 |
| 6 | 3.01 | 9.91 | 12.92 |
| 7 | 8.93 | 3.99 | 12.92 |
| 8 | 12.87 | 0.05 | 12.92 |
| 9 | 11.97 | 0.95 | 12.92 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 72.38 |
| Sum SEP | 116.28 |
| E | 62.25% |
| Unid. día | 255.68 |
| N | 40.58 |
| Tiempo Takt (s) | 1.88 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 2.92 | 1.56 | 2.00 |
| 2 | 7.5 | 4.00 | 4.00 |
| 3 | 9.62 | 5.12 | 6.00 |
| 4 | 2.64 | 1.41 | 2.00 |
| 5 | 12.92 | 6.88 | 7.00 |
| 6 | 3.01 | 1.60 | 2.00 |
| 7 | 8.93 | 4.76 | 5.00 |
| 8 | 12.87 | 6.86 | 7.00 |
| 9 | 11.97 | 6.38 | 7.00 |
| Total | 72.38 | 38.55 | 39.00 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 1.46 |
| 2 | 1.88 |
| 3 | 1.60 |
| 4 | 1.32 |
| 5 | 1.85 |
| 6 | 1.51 |
| 7 | 1.79 |
| 8 | 1.84 |
| 9 | 1.71 |

| | |
|-----------------|----------|
| Piezas por hora | 2245.32 |
| Piezas por día | 17962.57 |

Tabla 9: Set de cama (sábana)

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 8.93 | 9.14 | 18.07 |
| 2 | 10.15 | 7.92 | 18.07 |
| 3 | 10.62 | 7.45 | 18.07 |
| 4 | 3.1 | 14.97 | 18.07 |
| 5 | 2.92 | 15.15 | 18.07 |
| 6 | 3.79 | 14.28 | 18.07 |
| 7 | 18.07 | 0 | 18.07 |
| 8 | 12.85 | 5.22 | 18.07 |
| 9 | 15.49 | 2.58 | 18.07 |

| | |
|-----------------|--------|
| Sum SE | 85.92 |
| Sum SEP | 162.63 |
| E | 52.83% |
| Unid. día | 255.68 |
| N | 48.18 |
| Tiempo Takt (s) | 1.88 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 8.93 | 4.76 | 5.00 |
| 2 | 10.15 | 5.41 | 6.00 |
| 3 | 10.62 | 5.66 | 6.00 |
| 4 | 3.1 | 1.65 | 2.00 |
| 5 | 2.92 | 1.56 | 2.00 |
| 6 | 3.79 | 2.02 | 3.00 |
| 7 | 18.07 | 9.63 | 10.00 |
| 8 | 12.85 | 6.84 | 7.00 |
| 9 | 15.49 | 8.25 | 9.00 |
| Total | 85.92 | 45.76 | 50 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 1.79 |
| 2 | 1.69 |
| 3 | 1.77 |
| 4 | 1.55 |
| 5 | 1.46 |
| 6 | 1.26 |
| 7 | 1.81 |
| 8 | 1.84 |
| 9 | 1.72 |

| | |
|-----------------|----------|
| Piezas por hora | 2033.90 |
| Piezas por día | 16271.19 |

Tabla 10: Cubrecama

| Operación | # de segundos estándares para operac. | Tiempo de espera (s) | # de segundos estándares permitidos |
|-----------|---------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|
| 1 | 5.3 | 9.7 | 15 |
| 2 | 5.81 | 9.19 | 15 |
| 3 | 6.81 | 8.19 | 15 |
| 4 | 11.34 | 3.66 | 15 |
| 5 | 4.48 | 10.52 | 15 |
| 6 | 5.53 | 9.47 | 15 |
| 7 | 2.06 | 12.94 | 15 |
| 8 | 8.86 | 6.14 | 15 |
| 9 | 15 | 0 | 15 |
| 10 | 8.58 | 6.42 | 15 |

| | |
|----------------|--------|
| Sum SE | 73.77 |
| Sum SEP | 150 |
| E | 49.18% |
| Unid. día | 170.45 |
| N | 34.93 |
| Tiempo Takt(s) | 2.82 |

| Operación | Segundos estándares | Seg. est./Seg. por unid. | # Operarios |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | 5.3 | 1.88 | 2.00 |
| 2 | 5.81 | 2.06 | 3.00 |
| 3 | 6.81 | 2.42 | 3.00 |
| 4 | 11.34 | 4.03 | 5.00 |
| 5 | 4.48 | 1.59 | 2.00 |
| 6 | 5.53 | 1.96 | 2.00 |
| 7 | 2.06 | 0.73 | 1.00 |
| 8 | 8.86 | 3.15 | 4.00 |
| 9 | 15 | 5.33 | 6.00 |
| 10 | 8.58 | 3.05 | 4.00 |
| Total | 73.77 | 26.20 | 32 |

| Operación | Seg. estándares/# oper. estimados |
|-----------|-----------------------------------|
| 1 | 2.65 |
| 2 | 1.93666667 |
| 3 | 2.27 |
| 4 | 2.268 |
| 5 | 2.24 |
| 6 | 2.765 |
| 7 | 2.06 |
| 8 | 2.215 |
| 9 | 2.5 |
| 10 | 2.145 |

| | |
|-----------------|-------|
| Piezas por hora | 1440 |
| Piezas por día | 11520 |

D. Resumen de resultados

Tabla 11: Mejora de la productividad, según escenario propuesto

| Parametro/Producto | Funda cojín | Set (2 fundas) | Set (cobertor) | Set (sábana) | Cubrecama |
|--|-------------|----------------|----------------|--------------|-----------|
| Unidades mensuales (Meta) | 5000 | 1500 | 1500 | 1500 | 1250 |
| Unidades mensuales producidas (Actual) | 2396 | 773 | 934 | 792 | 615 |
| # Operarios (Actual) | 11 | 11 | 11 | 11 | 11 |
| Unidades mensuales (Escenario 1) | 31211 | 11416 | 13172 | 11932 | 8448 |
| # Operarios necesarios (Escenario 1) | 38 | 28 | 13 | 19 | 14 |
| Unidades mensuales (Escenario 2) | 93635 | 34248 | 39517 | 35796 | 23040 |
| # Operarios necesarios (Escenario 2) | 39 | 74 | 39 | 50 | 32 |

Figura 13: Diagrama de distribución de la Planta (Condición actual)

DIAGRAMA DE DISTRIBUCION DE LA PLANTA

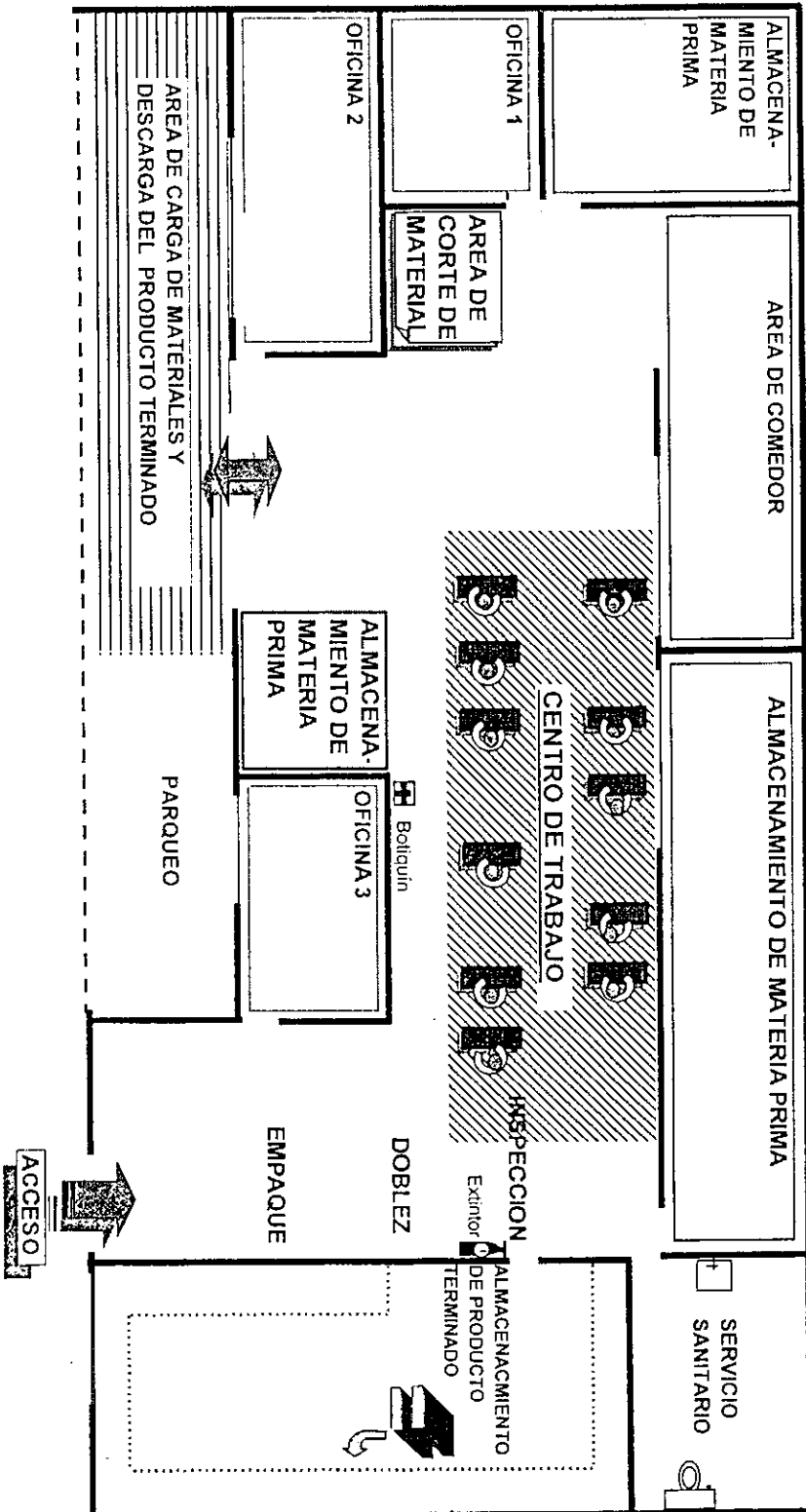
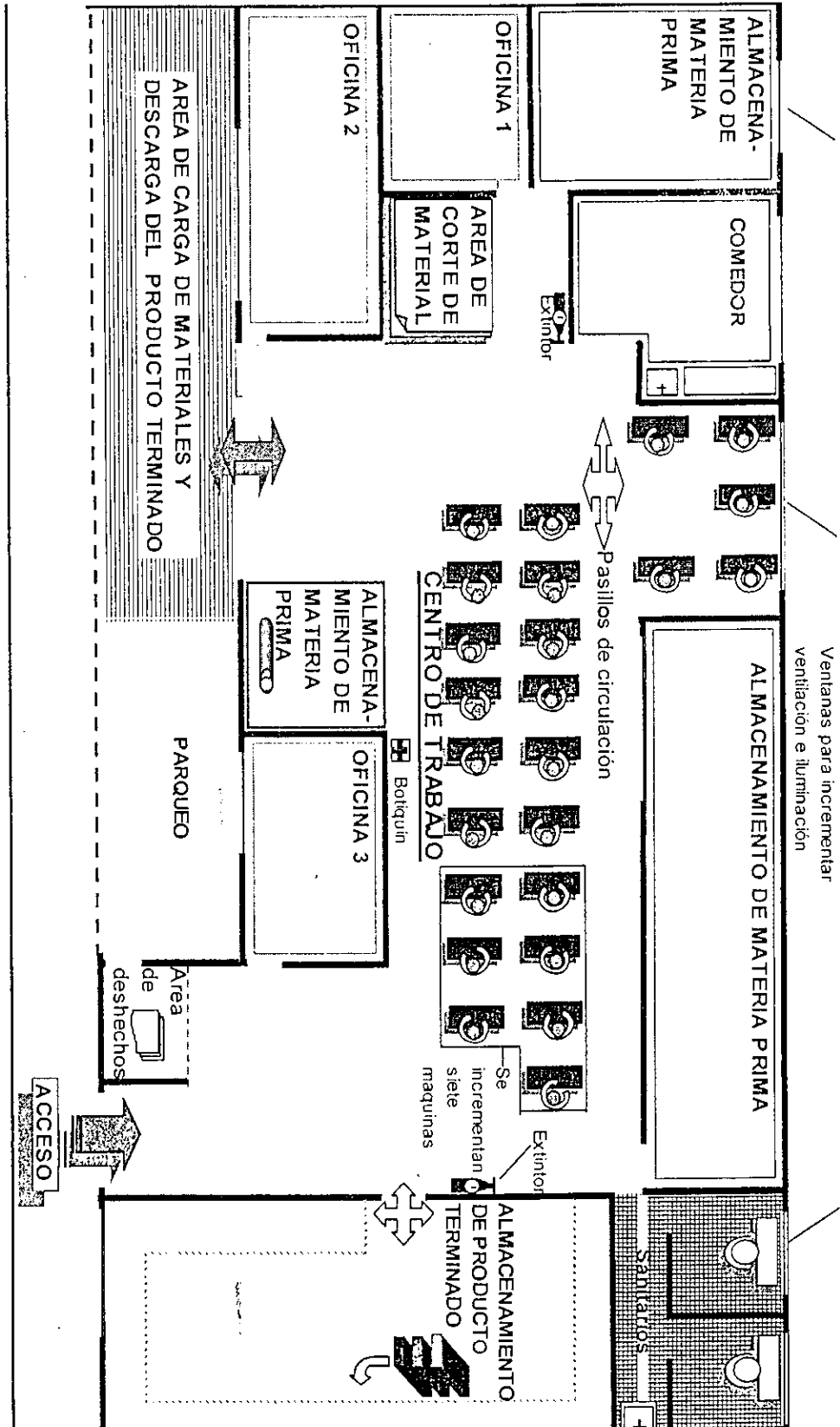


Figura 14: Diagrama de distribución de la planta (Condición modificada)



IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Es necesario que cualquier empresa de fabricación de productos conozca los tiempos estándares de las operaciones involucradas en sus procesos. El caso de Confecciones XYZ es un claro ejemplo de cómo esta información, como parte de un estudio de tiempos, puede asistir en la elaboración de propuestas para el mejoramiento de la productividad.

B. El balance de líneas es una herramienta útil para la asignación del número ideal de trabajadores a cada operación. En el caso de Confecciones XYZ pudo verse que, con diferentes escenarios de producción, el número de operarios necesarios varía, al igual que los volúmenes de producción obtenidos, y este análisis fue facilitado gracias a esta útil herramienta.

C. Poniendo en práctica el Escenario 1, Confecciones XYZ puede aumentar su volumen de producción promedio de 1,102 unidades mensuales a 15,236 unidades mensuales, teniendo que contratar a 11 empleados nuevos.

D. Poniendo en práctica el Escenario 2, Confecciones XYZ puede aumentar su volumen de producción promedio de 1,102 unidades mensuales a 44,247, teniendo que contratar a 36 empleados nuevos.

E. Se recomienda que, aunque confecciones XYZ incurra en la contratación de un mayor número de operarios, ponga en práctica el Escenario 2, ya que éste le permitirá mantener su variedad de productos, lo cual compensará, a mediano y largo plazo, la inversión en mano de obra necesaria.

X. BIBLIOGRAFÍA

Hershey, Paul; K. Blanchard y D. Jonson. 1996. *Administración del Comportamiento Organizacional*. México, D.F., Prentice Hall. 626 Págs.

Koontz, Harold; H. Weinrich. 1998. *Administración*. México, D.F., McGraw-Hill. 771 Pags.

Niebel, Benjamin. 1995. *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos*. 8ª ed. México, D.F., Alfa Omega Grupo Editor, S.A. de C.V. 814 Págs.

Sumanth, David. 1999. *Administración para la Productividad Total*. México, D.F., Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. 396 Págs.

Sumanth, David. 1984. *Productivity and Engineering Management*. Nueva York, McGraw-Hill, Inc. 547 Pags.

Vollman, William. 1988. *Manufacturing Planning and Control Systems*. Nueva York, Richard D. Erwin Inc. 904 Págs.

Guatemala. 2000. Comisión de Vestuario y Textiles –VESTEX- de la Asociación Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales – AGEXPRONT- *Manual de Salud y Seguridad Ocupacional*. Guatemala. 103 Págs.

<http://www.ergonomics.org.uk>

<http://www.lcc.uma.es/tea/cap8/h8-5.html>

http://www.sescsp.com.br/sesc/convivencia/ler/04_1_ergonomia6.htm

<http://insiste.industrial.uson.mx/materias/m0902/t1.htm>

XI. APÉNDICE

A. Tablas completas de estudio de tiempos

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Funda para cojín

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| | Descripción del trabajo | Coloc. Vuelo en máq. | Coser vuelo | Colocar cara 1 en máq. | Unir vuelo y cara 1 | Colocar etiqueta | Colocar cara 2 en máquina |
|-----|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | 1.7 | 3.81 | 7.39 | 4.8 | 4.76 | 9.28 |
| 2 | | 2.29 | 4.3 | 6.41 | 5.29 | 6.21 | 10.23 |
| 3 | | 2.19 | 3.17 | 4.61 | 5.44 | 5.19 | 11.23 |
| 4 | | 2.03 | 5.14 | 5.02 | 7.4 | 3.58 | 8.25 |
| 5 | | 2.49 | 4.29 | 5.27 | 7.41 | 5.01 | 5.23 |
| 6 | | 3.2 | 4.07 | 8.36 | 9.21 | 3.25 | 13.4 |
| 7 | | 3.06 | 6.28 | 5.81 | 8.37 | 5.02 | 9.28 |
| 8 | | 2.68 | 4.68 | 4.99 | 7.23 | 4.06 | 9.5 |
| 9 | | 2.2 | 4.38 | 6.91 | 6.95 | 3.43 | 9.85 |
| 10 | | 2.4 | 3.55 | 8.1 | 8.93 | 3.23 | 10.25 |
| 11 | | 2.47 | 3.01 | 6.08 | 7.38 | 3.95 | 8.25 |
| 12 | | 2.85 | 5.84 | 6.52 | 7.09 | 3.7 | 8.45 |
| 13 | | 2.12 | 3.24 | 7.09 | 7.31 | 3.94 | 8.63 |
| 14 | | 4 | 3.67 | 5.75 | 6.59 | 5.12 | 7.52 |
| 15 | | 2.22 | 3.9 | 5.2 | 8.71 | 3.77 | 9.25 |
| 16 | | 2.27 | 3.32 | 7.9 | 9.4 | 3.17 | 7.43 |
| 17 | | 2.69 | 5.34 | 7.54 | 6.5 | 4.91 | 10.2 |
| 18 | | 2.88 | 5.13 | 7.18 | 9.88 | 3.59 | 10.3 |
| 19 | | 2.02 | 3.73 | 5.48 | 6.99 | 4.16 | 10.25 |
| 20 | | 2.04 | 4.22 | 7.05 | 8.75 | 4.37 | 10.36 |
| 1 | Tiempo total | 49.8 | 85.07 | 128.66 | 241.43 | 84.42 | 187.14 |
| 2 | No. ciclos | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | Promedio (1/2) | 2.49 | 4.2535 | 6.433 | 12.0715 | 4.221 | 9.357 |
| 4 | Calificación | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 2.241 | 3.82815 | 5.7897 | 10.86435 | 3.7989 | 8.4213 |
| 6 | Factor de tolerancia | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 0.45 | 0.77 | 1.16 | 2.17 | 0.76 | 1.68 |
| 8 | Tiempo estándar | 2.69 | 4.59 | 6.95 | 13.04 | 4.56 | 10.11 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Funda para cojín

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 2 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| Unir cara 1 con vuelo y cara 2 | Colocar en pila | Inspección | Doblez | Empaque | Ciclo Total |
|--------------------------------------|--------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 6.24 | 2.11 | 5.43 | 2.22 | 5.02 | 52.76 |
| 6.25 | 3.12 | 6.98 | 3.02 | 3.02 | 57.12 |
| 6.76 | 4.45 | 5.23 | 3.99 | 5.68 | 57.94 |
| 7.02 | 2.26 | 5.43 | 3.54 | 6.03 | 55.7 |
| 4.76 | 2.56 | 5.76 | 3.76 | 6.04 | 52.58 |
| 6.98 | 4.01 | 4.97 | 2.87 | 5.45 | 65.77 |
| 7.98 | 3.12 | 5.67 | 3.03 | 5.75 | 63.37 |
| 5.97 | 4.06 | 5.96 | 3.54 | 5.68 | 58.35 |
| 7.02 | 3.33 | 6.02 | 2.96 | 4.85 | 57.9 |
| 6.61 | 3.39 | 6.43 | 3.87 | 5.74 | 62.5 |
| 7.84 | 2.14 | 5.76 | 2.76 | 4.96 | 54.6 |
| 6.32 | 2.24 | 5.95 | 2.97 | 5.55 | 57.48 |
| 6.96 | 3.35 | 4.99 | 4.56 | 5.87 | 58.06 |
| 7.01 | 3.45 | 5.58 | 3.93 | 6.05 | 58.67 |
| 6.23 | 3.78 | 6.02 | 4.78 | 6.66 | 60.52 |
| 7.08 | 2.96 | 5.56 | 3.54 | 5.54 | 58.17 |
| 7.11 | 3.37 | 6.43 | 3.88 | 5.82 | 63.79 |
| 7.12 | 2.21 | 3.99 | 3.56 | 6.03 | 61.87 |
| 6.87 | 2.92 | 5.67 | 5.88 | 6.66 | 60.63 |
| 8.76 | 3.02 | 4.88 | 3.96 | 5.84 | 63.25 |
| 136.89 | 61.85 | 112.71 | 72.62 | 112.24 | 1181.03 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 6.8445 | 3.0925 | 5.6355 | 3.631 | 5.612 | 59.0515 |
| 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 6.16005 | 2.78325 | 5.07195 | 3.2679 | 5.0508 | 53.14635 |
| 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 1.23 | 0.56 | 1.01 | 0.65 | 1.01 | 10.63 |
| 7.39 | 3.34 | 6.09 | 3.92 | 6.06 | 63.78 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (1 funda)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| | Descripción del trabajo | Coloc. Cara 1 en máq. | Coser cabeza cara 1 | Coloc. Cara 2 en máq. | Coser cabeza cara 2 | Colocar etiqueta | Unir cara 1 y cara 2 |
|-----|-------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | El tiempo estandar | 2.65 | 3.02 | 4.81 | 3.80 | 2.95 | 5.13 |
| 2 | total debe | 4.91 | 3.62 | 3.89 | 3.95 | 2.08 | 3.36 |
| 3 | multiplicarse por 2 | 4.09 | 3.02 | 3.68 | 9.35 | 2.59 | 1.84 |
| 4 | porque el set consta | 5.26 | 3.22 | 3.37 | 4.23 | 2.83 | 1.46 |
| 5 | de dos fundas. | 6.48 | 3.85 | 2.81 | 3.08 | 2.75 | 1.49 |
| 6 | | 3.84 | 7.69 | 4.74 | 6.70 | 2.89 | 1.89 |
| 7 | | 6.25 | 3.47 | 3.52 | 3.31 | 3.24 | 3.70 |
| 8 | | 4.56 | 3.72 | 4.21 | 4.12 | 3.84 | 1.37 |
| 9 | | 5.90 | 4.08 | 4.22 | 3.86 | 2.25 | 2.02 |
| 10 | | 4.34 | 4.40 | 4.40 | 3.25 | 3.96 | 1.68 |
| 11 | | 12.92 | 3.63 | 4.49 | 3.16 | 3.06 | 2.44 |
| 12 | | 5.51 | 4.88 | 3.44 | 4.41 | 3.14 | 1.98 |
| 13 | | 3.28 | 3.26 | 3.04 | 4.56 | 2.62 | 3.28 |
| 14 | | 7.92 | 4.04 | 5.36 | 4.38 | 3.84 | 2.02 |
| 15 | | 3.56 | 4.01 | 3.86 | 2.99 | 2.54 | 5.45 |
| 16 | | 2.59 | 3.49 | 4.93 | 7.09 | 3.06 | 6.20 |
| 17 | | 5.34 | 3.58 | 26.36 | 3.29 | 3.02 | 3.11 |
| 18 | | 2.58 | 3.25 | 4.45 | 3.09 | 2.79 | 2.24 |
| 19 | | 6.31 | 3.81 | 2.38 | 6.89 | 3.20 | 3.02 |
| 20 | | 6.43 | 4.02 | 4.74 | 4.42 | 3.09 | 2.81 |
| 1 | Tiempo total | 104.72 | 78.06 | 102.70 | 89.93 | 59.74 | 56.49 |
| 2 | No. ciclos | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | Promedio (1/2) | 5.24 | 3.90 | 5.14 | 4.50 | 2.99 | 2.82 |
| 4 | Calificación | 90.00% | 90.00% | 90.00% | 90.00% | 90.00% | 90.00% |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 4.71 | 3.51 | 4.62 | 4.05 | 2.69 | 2.54 |
| 6 | Factor de tolerancia | 20.00% | 20.00% | 20.00% | 20.00% | 20.00% | 20.00% |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 0.94 | 0.70 | 0.92 | 0.81 | 0.54 | 0.51 |
| 8 | Tiempo estándar | 5.65 | 4.22 | 5.55 | 4.86 | 3.23 | 3.05 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (1 funda)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: Maria López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 2 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| Colocar en pila | Inspección | Doble | Empaque | Ciclo Total |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 12.38 | 12.75 | 10.71 | 3.49 | 61.69 |
| 12.00 | 4.22 | 2.68 | 2.49 | 43.20 |
| 12.92 | 4.25 | 7.83 | 3.70 | 53.27 |
| 19.43 | 4.96 | 9.71 | 3.99 | 58.46 |
| 13.18 | 3.69 | 10.23 | 6.72 | 54.28 |
| 7.91 | 5.32 | 22.88 | 8.00 | 71.86 |
| 10.45 | 3.53 | 14.27 | 31.00 | 82.74 |
| 9.30 | 4.82 | 9.49 | 5.71 | 51.14 |
| 11.56 | 5.09 | 10.54 | 3.89 | 53.41 |
| 11.53 | 5.79 | 10.42 | 6.96 | 56.73 |
| 9.69 | 4.62 | 12.00 | 5.49 | 61.50 |
| 9.68 | 4.24 | 8.41 | 5.77 | 51.46 |
| 10.41 | 9.31 | 24.82 | 11.59 | 76.17 |
| 9.49 | 3.49 | 21.30 | 13.66 | 75.50 |
| 7.59 | 4.34 | 14.42 | 5.58 | 54.34 |
| 11.16 | 3.95 | 9.95 | 4.63 | 57.05 |
| 7.56 | 2.98 | 11.83 | 4.36 | 71.43 |
| 9.04 | 2.70 | 9.52 | 6.72 | 46.38 |
| 10.38 | 3.66 | 7.64 | 4.35 | 51.64 |
| 10.49 | 4.00 | 7.56 | 5.00 | 52.56 |
| 216.15 | 97.71 | 236.21 | 143.10 | 1184.81 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 10.81 | 4.89 | 11.81 | 7.16 | 59.24 |
| 90.00% | 90.00% | 90.00% | 90.00% | 90.00% |
| 9.73 | 4.40 | 10.63 | 6.44 | 53.32 |
| 20.00% | 20.00% | 20.00% | 20.00% | 20.00% |
| 1.95 | 0.88 | 2.13 | 1.29 | 10.66 |
| 11.67 | 5.28 | 12.76 | 7.73 | 63.98 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (sábana)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| | Descripción del trabajo | Colocar sábana en máq. | Coser cabeza | Coser orilla 1 | Colocar etiqueta | Coser orilla 3 | Colocar en pila |
|-----|-------------------------|------------------------|--------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | El tiempos estándar | 7.52 | 12 | 4.26 | 2.25 | 3.25 | 5.24 |
| 2 | de la operaciones 3 | 7.24 | 10.25 | 2.24 | 2.34 | 2.35 | 2.3 |
| 3 | debe | 7.44 | 6.98 | 4.76 | 2.34 | 2.65 | 4.44 |
| 4 | multiplicarse por 2. | 7.25 | 8.2 | 4.08 | 3.87 | 2.21 | 5.23 |
| 5 | | 11.03 | 11.44 | 4.95 | 3.02 | 3.24 | 2.36 |
| 6 | | 8.35 | 9.56 | 5.03 | 3.25 | 2.28 | 4.56 |
| 7 | | 7.65 | 10.14 | 4.35 | 3.14 | 2.56 | 2.23 |
| 8 | | 9.63 | 7.46 | 5.23 | 2.88 | 2.06 | 5.03 |
| 9 | | 8.56 | 11.25 | 5.23 | 2.35 | 3.05 | 3.54 |
| 10 | | 8.63 | 8.52 | 6.23 | 2.95 | 2.95 | 3.25 |
| 11 | | 7.11 | 11.45 | 5.43 | 3.52 | 2.85 | 2.56 |
| 12 | | 9.63 | 8.45 | 4.54 | 2.84 | 2.14 | 3.65 |
| 13 | | 7.5 | 10.25 | 3.65 | 3.02 | 3.04 | 4.52 |
| 14 | | 9.53 | 11.23 | 5.65 | 3.04 | 3.33 | 4.56 |
| 15 | | 8.25 | 9.56 | 4.65 | 2.87 | 2.25 | 2.34 |
| 16 | | 9.23 | 8.56 | 5.65 | 2.69 | 2.25 | 2.68 |
| 17 | | 7.23 | 7.45 | 6.03 | 2.36 | 3.35 | 3.21 |
| 18 | | 8.42 | 8.64 | 5.45 | 2.25 | 2.36 | 2.65 |
| 19 | | 7.23 | 8.16 | 6.23 | 3.25 | 2.53 | 3.47 |
| 20 | | 7.95 | 8.45 | 4.65 | 3.25 | 3.35 | 2.36 |
| 1 | Tiempo total | 165.38 | 188 | 98.29 | 57.48 | 54.05 | 70.18 |
| 2 | No. ciclos | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | Promedio (1/2) | 8.27 | 9.40 | 4.91 | 2.87 | 2.70 | 3.51 |
| 4 | Calificación | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 7.44 | 8.46 | 4.42 | 2.59 | 2.43 | 3.16 |
| 6 | Factor de tolerancia | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 1.49 | 1.69 | 0.88 | 0.52 | 0.49 | 0.63 |
| 8 | Tiempo estándar | 8.93 | 10.15 | 5.31 | 3.10 | 2.92 | 3.79 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (sábana)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: Maria López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 2 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| Inspección | Doblez | Empaque | Ciclo total |
|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 7 | 8 | 9 | 10 |
| 18.66 | 11.25 | 15.25 | 79.68 |
| 18.35 | 10.23 | 14.23 | 69.53 |
| 16.84 | 12.32 | 13.25 | 71.02 |
| 14.51 | 10.25 | 16.25 | 71.85 |
| 19.89 | 13.65 | 15.56 | 85.14 |
| 14.54 | 12.04 | 12.36 | 71.97 |
| 14.16 | 15.25 | 14.85 | 74.33 |
| 17.56 | 10.85 | 13.25 | 73.95 |
| 18.56 | 12.36 | 15.02 | 79.92 |
| 14.23 | 10.74 | 13.42 | 70.92 |
| 13.25 | 12.36 | 12.52 | 71.05 |
| 16.25 | 15.23 | 14.96 | 77.69 |
| 17.56 | 10.26 | 14.32 | 74.12 |
| 18.45 | 10.36 | 16.32 | 82.47 |
| 19.78 | 11.25 | 12.52 | 73.47 |
| 12.41 | 12.65 | 13.42 | 69.54 |
| 15.56 | 14.36 | 15.54 | 75.09 |
| 16.59 | 10.32 | 16.32 | 73 |
| 17.56 | 12.05 | 12.12 | 72.6 |
| 19.85 | 10.14 | 15.36 | 75.36 |
| 334.56 | 237.92 | 286.84 | 1492.7 |
| 20 | 20 | 20 | 20 |
| 16.73 | 11.90 | 14.34 | 74.64 |
| 90% | 90% | 90% | 90% |
| 15.06 | 10.71 | 12.91 | 67.17 |
| 20% | 20% | 20% | 20% |
| 3.01 | 2.14 | 2.58 | 13.43 |
| 18.07 | 12.85 | 15.49 | 80.61 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (cobertor)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| | Descripción del trabajo | Colocar elástico en máq. | Colocar cobertor en máq. | Doblar orilla 1 y coser | Colocar etiqueta | Coser orilla 2 |
|-----|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|------------------|----------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | El tiempo estándar | 2.21 | 5 | 2.54 | 2.71 | 2.61 |
| 2 | de la operaciones 3 | 1.98 | 2.63 | 2.19 | 2.28 | 4.76 |
| 3 | y 5 debe | 3.02 | 4.59 | 3.99 | 3.36 | 5.29 |
| 4 | multiplicarse por 2. | 2.67 | 3.19 | 7.24 | 3.73 | 4.77 |
| 5 | | 2.77 | 6.53 | 5.08 | 1.77 | 4.16 |
| 6 | | 2.76 | 22.11 | 13.44 | 2.45 | 4.13 |
| 7 | | 2.87 | 6.36 | 3.01 | 1.06 | 8.59 |
| 8 | | 2.24 | 15.39 | 7.02 | 2.79 | 8.09 |
| 9 | | 2.54 | 9.1 | 2.49 | 1.34 | 4.97 |
| 10 | | 2.65 | 19.3 | 2.85 | 2.65 | 5.26 |
| 11 | | 3.02 | 3.57 | 3.62 | 1.65 | 7.98 |
| 12 | | 2.43 | 4.25 | 4.68 | 2.43 | 6.65 |
| 13 | | 2.15 | 5.27 | 2.41 | 2.42 | 5.76 |
| 14 | | 3.07 | 3.5 | 3.34 | 1.96 | 4.76 |
| 15 | | 2.98 | 8 | 3.1 | 2.22 | 7.65 |
| 16 | | 3.07 | 4.49 | 4.3 | 2.35 | 5.95 |
| 17 | | 2.96 | 3.83 | 3.47 | 1.98 | 6.76 |
| 18 | | 2.65 | 4.01 | 6.54 | 3.32 | 7.78 |
| 19 | | 3.02 | 3.09 | 3.43 | 3.43 | 7.76 |
| 20 | | 3.02 | 4.76 | 4.33 | 2.99 | 5.95 |
| 1 | Tiempo total | 54.08 | 138.97 | 89.07 | 48.89 | 119.63 |
| 2 | No. ciclos | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 3 | Promedio (1/2) | 2.704 | 6.9485 | 4.4535 | 2.4445 | 5.9815 |
| 4 | Calificación | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 2.4336 | 6.25365 | 4.00815 | 2.20005 | 5.38335 |
| 6 | Factor de tolerancia | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 0.49 | 1.25 | 0.80 | 0.44 | 1.08 |
| 8 | Tiempo estándar | 2.92 | 7.50 | 4.81 | 2.64 | 6.46 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Set de cama (cobertor)

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 2 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| Colocar en Pila | Inspección | Doblez | Empaque | Ciclo total |
|--------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|
| 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 2.25 | 8.16 | 11.98 | 12.2 | 49.66 |
| 3.02 | 8.17 | 10.87 | 10.75 | 46.65 |
| 2.87 | 8.03 | 10.98 | 12.42 | 54.55 |
| 2.87 | 7.98 | 11.21 | 12.35 | 56.01 |
| 2.43 | 7.58 | 11.45 | 13.37 | 55.14 |
| 2.54 | 8.56 | 10.76 | 11.83 | 78.58 |
| 3.01 | 7.79 | 11.07 | 7.79 | 51.55 |
| 2.96 | 8.01 | 10.99 | 10.2 | 67.69 |
| 3.87 | 7.34 | 11.02 | 12.76 | 55.43 |
| 2.86 | 7.56 | 15.67 | 5.02 | 63.82 |
| 2.76 | 7.65 | 13.54 | 9.16 | 52.95 |
| 2.65 | 8.82 | 12.07 | 11.91 | 55.89 |
| 2.43 | 7.76 | 11.98 | 13 | 53.18 |
| 2.65 | 6.98 | 10.76 | 8.44 | 45.46 |
| 3.54 | 9.93 | 11.98 | 12.54 | 61.94 |
| 2.43 | 8.65 | 10.43 | 11.43 | 53.1 |
| 2.65 | 8.88 | 12.76 | 12 | 55.29 |
| 3.02 | 9.02 | 15.98 | 12.03 | 64.35 |
| 2.54 | 7.76 | 10.32 | 10.76 | 52.11 |
| 2.44 | 10.76 | 12.54 | 11.65 | 58.44 |
| 55.79 | 165.39 | 238.36 | 221.61 | 1131.79 |
| 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| 2.7895 | 8.2695 | 11.918 | 11.0805 | 56.5895 |
| 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 2.51055 | 7.44255 | 10.7262 | 9.97245 | 50.93055 |
| 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 0.50 | 1.49 | 2.15 | 1.99 | 10.19 |
| 3.01 | 8.93 | 12.87 | 11.97 | 61.12 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Cubrecama

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: María López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 1 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| | Descripción del trabajo | Coloc. vuelo en máq. | Coser vuelo | Colocar cara 1 en máq. | Unir vuelo y cara 1 | Colocar etiqueta | Coser cabeza |
|-----|-------------------------|----------------------|-------------|------------------------|---------------------|------------------|--------------|
| No. | Observaciones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | | 3.94 | 5.23 | 5.45 | 16.8 | 5.24 | 6.35 |
| 2 | | 2.95 | 2.23 | 6.99 | 14.6 | 4.36 | 4.32 |
| 3 | | 5.59 | 6.36 | 6.86 | 9.65 | 5.54 | 7.52 |
| 4 | | 3.66 | 5.32 | 8.89 | 10.91 | 4.84 | 6.35 |
| 5 | | 4.94 | 4.56 | 6.48 | 12.52 | 4.51 | 7.25 |
| 6 | | 7.56 | 6.76 | 7.52 | 11.58 | 5.02 | 6.65 |
| 7 | | 6.02 | 5.69 | 8.13 | 9.63 | 4.84 | 6.68 |
| 8 | | 8.73 | 4.56 | 8.95 | 12.19 | 4.99 | 6.58 |
| 9 | | 4.56 | 5.68 | 9.11 | 11.65 | 5 | 6.14 |
| 10 | | 7.33 | 5.64 | 10.86 | 11.27 | 4.75 | 7.12 |
| 11 | | 2.75 | 5.69 | 10.46 | 12.41 | 5.21 | 7.56 |
| 12 | | 3.38 | 6.84 | 5.43 | 12.38 | 5.36 | 6.35 |
| 13 | | 3.09 | 5.63 | 5.08 | 13.11 | 4.89 | 7.14 |
| 14 | | 3.24 | 5.95 | 5.5 | 9.5 | 5.02 | 6.58 |
| 15 | | 3.31 | 6.95 | 4.59 | 12.92 | 4.88 | 9.24 |
| 16 | | 4.24 | 6.42 | 4.74 | 14.27 | 4.95 | 4.57 |
| 17 | | 6.67 | 6.72 | 5.94 | 14.29 | 5.05 | 6.25 |
| 18 | | 5.41 | 6.52 | 6.67 | 10.06 | 4.89 | 5.32 |
| 19 | | 4.2 | 5.36 | 4.68 | 11.15 | 5.24 | 5.68 |
| 20 | | 6.63 | 4.85 | 6.45 | 10.54 | 5.01 | 4.25 |
| 1 | Tiempo total | 98.2 | 112.96 | 138.78 | 241.43 | 99.59 | 127.9 |
| 2 | No. ciclos | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 |
| 3 | Promedio (1/2) | 4.91 | 5.38 | 6.31 | 10.50 | 4.15 | 5.12 |
| 4 | Calificación | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 5 | Tiempo normal (3*4) | 4.42 | 4.84 | 5.68 | 9.45 | 3.73 | 4.60 |
| 6 | Factor de tolerancia | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 7 | Tiempo tol. (5*6) | 0.88 | 0.97 | 1.14 | 1.89 | 0.75 | 0.92 |
| 8 | Tiempo estándar (5+7) | 5.30 | 5.81 | 6.81 | 11.34 | 4.48 | 5.53 |

ESTUDIO DE TIEMPOS

Producto: Cubrecama

Analista: Alejandra Bermúdez

Operario: Maria López

Fecha: 13 de septiembre, 2003

Estudio No.: 1

Hoja No. 2 de 2

Tiempos mostrados en segundos y centésimas de segundos.

| Colocar en pila | Inspección | Doblez | Empaque | Ciclo total |
|-----------------|-------------|--------------|-------------|--------------|
| 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 2.21 | 12.2 | 18.91 | 12.38 | 88.71 |
| 2.2 | 10.75 | 19.21 | 10.36 | 77.97 |
| 2.41 | 12.42 | 20.88 | 12.31 | 89.54 |
| 2.32 | 12.35 | 20 | 9.36 | 84 |
| 2.01 | 13.37 | 20.02 | 10.41 | 86.07 |
| 2.41 | 11.83 | 20.09 | 10.46 | 89.88 |
| 2.21 | 7.79 | 18.94 | 10.52 | 80.45 |
| 2.02 | 10.2 | 18.56 | 12.01 | 88.79 |
| 2.32 | 12.76 | 18.97 | 12.31 | 88.5 |
| 2.52 | 5.02 | 20.02 | 11.52 | 86.05 |
| 3.01 | 9.16 | 19.89 | 11.54 | 87.68 |
| 3.21 | 11.91 | 19.74 | 12.24 | 86.84 |
| 3.01 | 13 | 18.98 | 12.21 | 86.14 |
| 3.45 | 8.44 | 18.72 | 11.98 | 78.38 |
| 3.25 | 12.54 | 19.01 | 10.75 | 87.44 |
| 2.25 | 11.43 | 19.34 | 12.01 | 84.22 |
| 2.21 | 12 | 20 | 11.94 | 91.07 |
| 2.03 | 12.03 | 18.95 | 12.04 | 83.92 |
| 2.03 | 10.76 | 19.71 | 12.21 | 81.02 |
| 2.58 | 11.65 | 18.88 | 11.95 | 82.79 |
| 49.66 | 221.61 | 388.82 | 230.51 | 1709.46 |
| 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |
| 1.91 | 8.21 | 13.89 | 7.95 | 56.98 |
| 90% | 90% | 90% | 90% | 90% |
| 1.72 | 7.39 | 12.50 | 7.15 | 51.28 |
| 20% | 20% | 20% | 20% | 20% |
| 0.34 | 1.48 | 2.50 | 1.43 | 10.26 |
| 2.06 | 8.86 | 15.00 | 8.58 | 61.54 |

