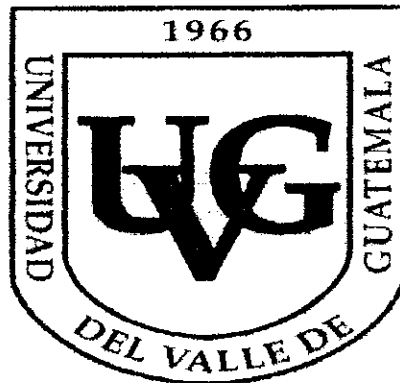


UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades
Departamento de Ingeniería Industrial



**MEDIDAS RECOMENDABLES PARA AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD
DE LA LÍNEA DE IMPRESIÓN DE SACOS DE POLIPROPILENO
EN UNA INDUSTRIA DE PLÁSTICO**

**BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA**

OLGA MARIA SANTIZO AGUJA

Trabajo de graduación presentado para optar al
grado académico de

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA
INDUSTRIAL**

Guatemala

2003

Vo.Bo.

Asesor.

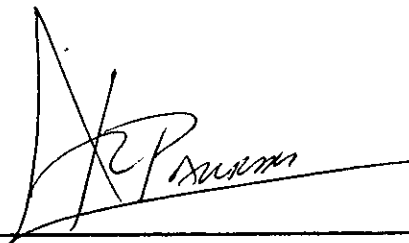


Ing. Carlos Enrique Obiols

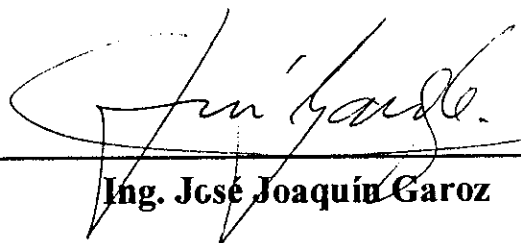
Examinadores.



Ing. Carlos Enrique Obiols



Ing. Carlos Paredes



Ing. José Joaquín Garoz

Guatemala, 2 de junio del 2003.

DEDICATORIA

A DIOS Y A LA VIRGEN

Por su infinito amor, protección y fortaleza.

A MIS PADRES

Ing. Marco Antonio Santizo Ruiz y T.S. Gladys del Carmen Aguja Zúñiga de Santizo, por su incondicional amor, apoyo, esfuerzo, comprensión y porque son lo mejor que Dios puso en mi vida.

A MIS ABUELOS

Dr. Francisco Javier Aguja (†), Sra. Graciela Zúñiga de Aguja, Ing. Oswaldo Santizo Méndez (†) y Sra. Berta Lidia Ruiz de Santizo (†), por su amor, apoyo y confianza en mi persona.

A MIS HERMANAS

Ing. María de los Ángeles y Lda. Gladys del Carmen por su amor, fortaleza, amistad y apoyo en todos los proyectos que he realizado.

A MI HERMANO

Marco Antonio Santizo Aguja por su amor, amistad, confianza, ayuda, solidaridad y colaboración en todo lo que he realizado en mi vida.

A MI ASESOR

Ing. Carlos Enrique Obiols, por su confianza, apoyo y guía profesional.

A MIS FAMILIARES Y AMIGOS

Por su sincero cariño, amistad y empuje a continuar.

A TODAS LAS PERSONAS

Que colaboraron en la realización de mi trabajo de graduación.

RESUMEN

En el presente trabajo de investigación se estudian y plantean mejoras a la línea de impresión de sacos de polipropileno. Como inicio, se realiza un estudio de fundamentos teóricos, términos claves y generalidades de la planta; luego, se realiza un estudio de campo el cual tiene como objetivo principal evaluar por principio la planta en el cual se efectúa una descripción detallada del problema, se plantean los objetivos necesarios, para continuar con el desarrollo del problema aplicando ingeniería de métodos, economía de movimientos e ingeniería de plantas.

Con lo anterior se pretende evaluar el área de impresión, determinar tiempos estándares para las diferentes actividades, detectar los problemas y proponer soluciones para la optimización del área de impresión.

CONTENIDO

	Página
RESUMEN	v
CONTENIDO	vi
LISTA DE CUADROS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
A. Términos claves	2
B. Fundamentos teóricos	3
C. Evaluación general del área de impresión	17
III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	22
A. Descripción del problema	22
B. Objetivos	23
C. Metodología: alcances y límites	24
IV. DESARROLLO DEL PROBLEMA	25
A. Evaluación del área de impresión	25
1. Ubicación	25
2. Área de trabajo	27
3. Diagrama de proceso de impresión	28
4. Jornada de trabajo	37
5. Condiciones de trabajo	37

B.	Determinación de tiempos estándares	38
1.	Factores a considerar en la toma de tiempos	39
2.	Mediciones de tiempos	40
3.	Resultado de la toma de tiempos	41
4.	Tiempo de preparación	42
5.	Diagramas bimanuales	43
C.	Detección de problemas	45
D.	Propuesta de soluciones para optimizar el área de impresión	47
V.	CONCLUSIONES	56
VI.	RECOMENDACIONES	57
VII.	BIBLIOGRAFÍA	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Destreza o habilidad	8
2. Esfuerzo o empeño	8
3. Condiciones	9
4. Consistencia	9
5. Ejemplo de aplicación	10
6. Factor de actuación para montador de clichés máquina de alimentación continua	39
7. Factor de actuación para montador de clichés máquina de alimentación manual	40
8. Tolerancias máquina continua y máquina manual	40
9. Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación continua	41
10. Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación manual	42
11. Diferencia de tiempos en tareas	43
12. Análisis del costo estimado de la inversión	53
13. Análisis beneficio	54
14. Análisis beneficio / costo	55

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
1. Ubicación del área de impresión dentro de la planta	20
2. Ubicación general del área de impresión de sacos de polipropileno	25
3. Área de impresión de sacos de polipropileno	26
4. DFP (producto) impresión automática	29
5. Diagrama de recorrido (producto) impresión automática	30
6. DFP (producto) impresión manual	31
7. Diagrama de recorrido (producto) impresión manual	32
8. DFP (operario) máquina automática	33
9. DFP (operario) máquina manual	36
10. Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación continua	44
11. Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación manual	45
12. Área de impresión de sacos de polipropileno propuesto	48
13. Área de montado propuesto	50
14. Reporte por pedido del montador	51

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, las oportunidades de acceder a un mercado nuevo son mayores, debido, sobre todo, a los tratados de libre comercio que actualmente se negocian con países vecinos. Poder competir de igual a igual en otros países con producto nacional hace de Guatemala una fuente infinita de oportunidades.

Por lo anterior, los productores nacionales han tenido cierto crecimiento en la demanda de sus productos, lo que conlleva a un crecimiento en la industria guatemalteca. Debido a las rebajas arancelarias y los muchos beneficios que supone un tratado de libre comercio, el producto que fabrica la empresa en la que se realizó el presente trabajo de graduación requiere de la optimización de los procesos para así poder cumplir con las demandas del mercado.

El tema “Medidas recomendables para aumentar la productividad de la línea de impresión de sacos de polipropileno en una industria de plástico”, es una herramienta que puede contribuir a facilitar el análisis para la toma de decisiones, con base en la consideración de diferentes soluciones que se ofrecen para la optimización del área de impresión de sacos de polipropileno.

Para apoyar dichas soluciones se realizó un estudio cuidadoso y detallado de los procesos que se llevan a cabo dentro del área de impresión de sacos de polipropileno. Entre los estudios realizados se estructuraron diagramas de proceso del producto, diagramas de proceso del operario, diagramas de recorrido, diagramas bimanuales; así como también, se determinaron tiempos estándares en los que debe llevarse a cabo una tarea con el fin de tener una base científica con la cual poder planificar la producción del área.

Las soluciones propuestas para la optimización del área de impresión de sacos de polipropileno se respaldan, con un análisis costo-beneficio que se presenta al final de este trabajo.

II. MARCO TEÓRICO

A. Términos Claves

Acetato de Etilo	Solvente que es utilizado para la agilización del secado de tintas. Utilizado para cuartear los colores de impresión. Tóxico por inhalación, ingestión y absorción por la piel. Incompatible con agentes oxidantes fuertes y bases fuertes, irrita los ojos y tracto respiratorio superior.
Cliché	Grabado en hule en el que se ha grabado una composición o imagen, para su impresión flexo gráfica.
Cumbrera	Caballete de techo, que permite la correcta circulación del aire.
Eficacia	Referente al logro de objetivos con énfasis en los resultados, en donde, se hacen las cosas correctas.
Eficiencia	Referente a hacer énfasis en los medios, a hacer las cosas correctamente, a la resolución de problemas, así como, al cumplimiento de tareas y obligaciones.
Flexo grafía	Tipo de impresión en relieve, derivado de la impresión tipográfica que usa clichés plásticos y tintas fluidas de capa delgada que secan por evaporación. Es un método económico para pequeñas tiradas.
Polipasto	Dispositivo que es utilizado para la elevación de cargas. Un polipasto está compuesto esencialmente por cierto número de poleas fijas, un número igual de poleas móviles y una cuerda o cadena que enlaza unas con otras y mediante la cual el operador ejerce su acción.

B. Fundamentos Teóricos

Para la comprensión de este trabajo de investigación se hace necesario tener presente la base teórica de Ingeniería de Métodos así como de Ingeniería de Plantas que puede ser utilizada como referencia para el lector.

1. Ingeniería de métodos. Es la técnica utilizada para aumentar la producción por unidad de tiempo, lo que conlleva a una reducción del costo por unidad. La Ingeniería de Métodos se refiere a la sistematización de los procesos los cuales se registran con la ayuda de las herramientas de Ingeniería de Métodos entre los cuales se encuentran los diferentes diagramas de procesos así como la toma de tiempos. Con lo anterior se logra introducir mejoras en los procesos con el fin de aumentar la productividad del área evaluada lo que se refleja en el incremento en las utilidades de la empresa.

2. Diagramas de procesos. Facilitan la presentación de la información de los hechos de un proceso de producción en forma clara y lógica, permitiendo identificar los hechos deficientes en él, dando como resultado la mejor distribución posible del equipo, área de trabajo y maquinaria dentro de la planta.

a. Diagrama de operaciones de procesos. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación o administrativo, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal. De igual manera que un plano o dibujo de taller presenta en conjunto detalles de diseño como ajustes, tolerancia y especificaciones, todos los detalles de fabricación o administración se aprecian globalmente en un diagrama de operaciones de procesos.

La información necesaria para elaborar este diagrama se obtiene a partir de observación y medición directas. Es importante que los puntos exactos de inicio y terminación de la operación en estudio, se identifiquen claramente (Niebel, 1996:29).

b. Diagrama de curso (o flujo) de proceso. Este diagrama contiene, en general, muchos más detalles que el de operaciones. Por lo tanto, no se adapta al caso de considerar en conjunto ensambles complicados. Se aplica, sobre todo, a un componente de un ensamble o sistema para lograr la mayor economía en la fabricación, o en los procedimientos aplicables a un componente o una sucesión de trabajos en particular. Este diagrama de flujo es especialmente útil para poner de manifiesto costos ocultos como distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Una vez expuestos estos periodos no productivos, el analista puede proceder a su mejoramiento.

Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta (Niebel, 1996:34).

c. Diagrama de recorrido. Aunque el diagrama de flujo de proceso suministra la mayor parte de la información pertinente relacionada con un proceso de fabricación, no es una representación objetiva en el plano del curso del trabajo. Algunas veces esta información sirve para desarrollar un nuevo método. Es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puntos de trabajo. Una representación de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, se conoce como diagrama de recorrido de actividades (Niebel, 1996:42).

3. Principio de economía de movimientos.

a. Estudio de movimientos. Es el análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo. Su objetivo es eliminar o reducir los movimientos ineficientes, y facilitar y acelerar los eficientes. Por

medio del estudio de movimientos, el trabajo se lleva a cabo con mayor facilidad y aumenta la tasa de producción (Niebel, 1996:191).

El analista de métodos debe estar familiarizado con los principios visuales de la economía de movimientos, de modo que pueda detectar las deficiencias o fallas del método seguido, con una rápida inspección del sitio de trabajo y de la operación. Estos principios fundamentales son los siguientes, según su clasificación indicada (Niebel, 1996:200).

1) Uso y empleo del cuerpo humano.

- Ambas manos deben comenzar y terminar simultáneamente los elementos o divisiones básicas de trabajo, y no deben estar inactivas al mismo tiempo, excepto durante los periodos de descanso.
- Siempre que sea posible debe aprovecharse el impulso o ímpetu físico como ayuda al obrero, y reducirse a un mínimo cuando haya que ser contrarrestado mediante un esfuerzo muscular.
- Son preferibles los movimientos continuos en línea curva en vez de los rectilíneos que impliquen cambios de dirección repentinos y bruscos.
- Los movimientos de torsión deben realizarse con los codos flexionados.

(Niebel, 1996:200-201).

2) Condiciones y mejoramiento del área de trabajo.

- Deben destinarse sitios fijos para toda herramienta y todo material, a fin de permitir la mejor secuencia de operaciones y eliminar o reducir la búsqueda y selección del material.
- Todos los materiales y las herramientas deben ubicarse dentro del perímetro normal de trabajo, tanto en el plano horizontal como vertical.
- Conviene proporcionar un asiento cómodo al operario, en el que sea posible tener la altura apropiada para que el trabajo pueda llevarse a cabo eficientemente, alternando las posiciones de sentado y de pie.

- Deben tenerse en consideración los requisitos visuales o de visibilidad en la estación de trabajo, para reducir al mínimo la fijación de la vista.

(Niebel, 1996:201).

3) Diseño de herramientas y equipo.

- Las piezas en trabajo deben sostenerse en posición por medio de dispositivos de sujeción.
- Deben efectuarse, siempre que sea posible, operaciones múltiples con las herramientas combinando dos o más de ellas en una sola, o bien disponiendo operaciones múltiples en los dispositivos alimentadores.

(Niebel, 1996:201-202).

4. Estudio de tiempos. El estudio de tiempos es una de las formas de trabajo

más importantes y exigentes en cualquier empresa u organización industrial, comercial o gubernamental. Ofrece notables beneficios a los trabajadores, a las empresas y al público en general, cuando se utiliza inteligentemente y su valor es cabalmente comprendido por los interesados (Niebel, 1996:341).

Con el estudio de tiempos se pretende analizar el tiempo invertido en una operación, así como la determinación de tiempos estándares. Se realizan además cuando se observan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos.

a. Equipos para el estudio de tiempos. El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende de un cronómetro, un tablero o paleta para estudio de tiempos, formas impresas para estudio de tiempos y calculadora de bolsillo. En general, las aptitudes y la personalidad del analista de tiempos son lo básico para el éxito y no el equipo utilizado (Niebel, 1996:343).

b. Selección del operario. Algunas veces el analista no tendrá oportunidad de

escoger a quién estudiar cuando la operación es ejecutada por un solo trabajador. En tales casos el analista debe ser muy cuidadoso al establecer su calificación de actuación, pues el operario puede estar actuando en uno u otro extremos de la escala. En trabajos en que participa un solo operario, es muy importante que el método empleado sea el correcto y que el analista aborde al operario con mucho tacto (Niebel, 1996:365).

c. **Toma de tiempos.** Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio: Método continuo y método de regreso a cero.

1) *Método continuo.* Se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio.

En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. Este tipo de estudio presenta un registro completo de todo el periodo de observación y, por tanto, resulta del agrado del operario y sus representantes.

d. **Calificación de la actuación del operario** El principio básico de la calificación de la actuación de un operario es el saber ajustar el tiempo medio observado de cada elemento aceptable efectuado durante el estudio, al tiempo que hubiera requerido el operario normal para ejecutar el mismo trabajo. Para hacer una buena labor de calificación de actuación el analista de tiempos debe despojarse de todo prejuicio y apreciación personal, y de cualquier otro factor variable, y solamente tomar en consideración la cantidad de trabajo que haría el trabajador normal (Niebel, 1996:395).

Uno de los sistemas de calificación más antiguos y de los utilizados más ampliamente, que describen en detalle Lowry, Maynard y Stegemerten, fue desarrollado por la Westinghouse Electric Corporation. En este método se consideran cuatro factores al evaluar la actuación del operario: habilidad, esfuerzo o empeño, condiciones y consistencia (Niebel, 1996:413).

1) La *habilidad* se define como “pericia en seguir un método dado” y se puede explicar relacionándola con la calidad artesanal, revelada por la apropiada coordinación de la mente y las manos.

Cuadro No. 1. Destreza o habilidad

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

(Niebel, 1996:414).

2) Según este sistema o método de calificación, el *esfuerzo o empeño* se define como una “demostración de la voluntad para trabajar con eficiencia”. El empeño es representativo de la rapidez con la que se aplica la habilidad, y que puede ser controlado en alto grado por el operario.

Cuadro No. 2. Esfuerzo (o empeño)

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

(Niebel, 1996:415).

3) Las *condiciones* a que se ha hecho referencia en este procedimiento de calificación de la actuación, son aquellas que afectan al operario y no a la operación. Los elementos que afectarían las condiciones de trabajo son los siguientes: temperatura, ventilación, luz y ruido.

Cuadro No. 3. Condiciones

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

(Niebel, 1996:416).

4) La *consistencia* es la frecuencia regular o irregular con que el operario realiza los elementos. Los valores elementales de tiempo que se repiten constantemente indican, desde luego, consistencia perfecta. Tal situación ocurre muy raras veces por la tendencia a la dispersión debida a las muchas variables, como habilidad y empeño o esfuerzo del operario, lecturas erróneas del cronómetro y presencia de elementos extraños.

Cuadro No. 4. Consistencia

+0.04	A	Perfecta
+0.03	B	Excelente
+0.01	C	Buena
0.00	D	Regular
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Deficiente

(Niebel, 1996:416).

Una vez que se han asignado la habilidad, el esfuerzo, las condiciones y la consistencia de la operación, y se han establecido sus valores numéricos equivalentes, el factor de actuación se determina combinando algebraicamente los cuatro valores y agregando su suma a la unidad.

Cuadro No. 5. Ejemplo de aplicación

Habilidad	C2	+0.03
Esfuerzo	C1	+0.05
Condiciones	D	+0.00
Consistencia	E	<u>-0.02</u>
	Suma algebraica	+0.06
	Factor de actuación	1.06

(Niebel, 1996:417).

El factor de actuación se aplica sólo a los elementos de esfuerzo, ejecutados manualmente; todos los elementos controlados por máquinas se califican con 1.00.

e. **Aplicación de márgenes o tolerancias.** Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente, que hay que compensar con tiempo adicional. La primera clase son las interrupciones personales, como idas al servicio sanitario o a tomar agua, estudios han demostrado que la tolerancia por retrasos personales no debe pasar del 5%, es decir de 24 minutos en ocho horas para la mayoría de los trabajos; la segunda es la fatiga, que como se sabe, afecta al trabajador más fuerte, aun cuando efectúe el trabajo de tipo más ligero, los estudios han demostrado que la tolerancia por fatiga no debe pasar del 3%. Por último, hay algunos retrasos inevitables para los cuales hay que conceder ciertas tolerancias, como ruptura de herramientas, interrupciones por el supervisor, ligeros tropiezos con los útiles de trabajo y la variación de los materiales, estudios han demostrado que la tolerancia por retrasos inevitables no debe pasar de un 10% (Niebel, 1996:395).

5. Tiempos de preparación. Es el tiempo que comprende la obtención de

herramientas y materiales, el acondicionamiento de la estación de trabajo correspondiente a la producción real, la limpieza de la misma y la devolución del herramental a la bodega. Como este tiempo suele ser difícil de controlar, esta actividad es la parte del trabajo que se desarrolla con la menor eficiencia. Dicho tiempo puede reducirse con un control más efectivo de la producción. Si se hace a la sección de despacho responsable de que se suministren oportunamente las herramientas, instrumentos, instructivos y materiales, y de que todo el equipo vuelva a su lugar en la bodega al terminar su trabajo, se evitará que los obreros se alejen de su área de labores. Las operaciones de control rutinarias de entrega de dibujos, instructivos y herramientas las pueden desempeñar mejor empleados familiarizados con esta clase de actividades. Así podrá efectuarse simultáneamente un gran número de requisiciones para estas necesidades, minimizando el tiempo de preparación del trabajo en la máquina. Aquí, de nuevo, la tecnología de grupos puede ser ventajosa.

Otra función del control de la producción que debe ser cuidadosamente revisada para un posible mejoramiento, es la programación de la producción. Puede ahorrarse mucho tiempo de preparación programando en sucesión adecuada trabajos similares. A fin de minimizar los tiempos muertos habrá constantemente un programa de trabajos frente a cada operario. Nunca debe haber duda acerca de la siguiente asignación de trabajo a cada operario.

(Niebel, 1996:99).

a. Determinación del tiempo estándar.

Tiempo estándar (Ts). Valor de tiempo unitario para una tarea que se determina por aplicación apropiada de las técnicas de la medición de trabajo mediante personal calificado (Niebel, 1996:816).

$$T_s = T_n * (1 + \% \text{ tolerancia })$$

Tiempo normal (Tn). Tiempo requerido por el operario normal para realizar la operación cuando trabaja con velocidad estándar, sin ninguna demora por razones personales o circunstancias inevitables (Niebel, 1996:817).

$$T_n = T_c * \% \text{ de factor de calificación}$$

Tiempo cronometrado (Tc). Utilizado para la verificación de la operación. Tiempo promedio de elementos que se obtienen del conjunto de tiempos cronometrados realizadas en una operación.

Mantenimiento de tiempos estándares. El tiempo estándar depende directamente del método empleado durante un estudio de tiempos. El trabajo de producción debe programarse, siempre que sea posible, para aprovechar la ventaja de las preparaciones parciales, con objeto de mejorar fechas de entrega, abatir el costo total y permitir mayor remuneración a los operarios.

Los estándares de tiempo se deben mantener para asegurar una estructura satisfactoria de las tasas de remuneración. Esto exige el análisis continuo de los métodos. Todos los estándares deben revisarse periódicamente a fin de comprobar si todos los métodos empleados son idénticos a los que estaban en uso en el momento de establecer los estándares.

(Niebel, 1996:471).

b. Usos del tiempo estándar. Hoy en día existe una infinidad de aplicaciones que se dan a los tiempos estándares, de las cuales se nombraran algunas a continuación:

- Simplifica muchos problemas de dirección y administración en empresas que tienen que tratar con sindicatos que actúan como “gestores de regateo”. Su utilización no sólo simplifica la determinación del estándar, sino que se acentúan los posibles orígenes de conflicto entre trabajadores y empresas.

- Proporciona parámetros de tiempo en la realización de una tarea para los nuevos empleados con el fin de aumentar su habilidad en los métodos de trabajo.
- Herramienta de ayuda para la planeación de la producción, puesto que al tener los tiempos estándares de las tareas a realizar, se puede tener un aproximado casi exacto de la producción diaria.
- Herramienta de ayuda para el supervisor de producción puesto que proporciona las cantidades que se deben producir por jornada de trabajo.
- Al convertir el tiempo a valor monetario los tiempos estándares facilitan la determinación del salario devengado por tarea específica por operario.

6. Ingeniería de plantas. Es la técnica utilizada para alcanzar la optimización de las instalaciones industriales con el fin de mejorar la producción, las condiciones de trabajo de los operarios y el mejor entendimiento con su entorno, para la obtención de mejores resultados así como la disminución de los costos en la fabricación del producto terminado. Al maximizar los resultados de la aplicación de la Ingeniería de Plantas se obtiene una minimización de los esfuerzos y con esto una estandarización de los procesos con el fin único de incrementar las utilidades de la empresa.

- a. **Producto.** Puede ser tangible (bienes) e intangible (servicios).
- b. **Procedimiento.** Es el conjunto de operaciones organizacionales en forma tal que un insumo se transforme en un producto. Los elementos de un procedimiento son las operaciones y los procesos.
 - 1) Según el grado de intervención del ser humano
 - Manual
 - Semiautomático
 - Automático
 - 2) Según la continuidad del proceso
 - Continuo
 - Repetitivo
 - Intermitente

3) Según la naturaleza del procedimiento

- Industrial
- De servicio

c. **La Planta.** Al efectuar un análisis de Ingeniería de Plantas se deben tomar en cuenta las diferentes áreas en que debe ser efectuado el estudio siendo estas las más importantes:

- Ubicación
- Diseño
- Ventajas un piso
- Criterios de estacionamiento de vehículos
- Ventajas de varios pisos
- Distribución

d. **Salud y seguridad en el trabajo.** El análisis que se efectúe debe tener en cuenta los riesgos a los que están expuestos los operarios con el fin de disminuirlos y hacer de su área de trabajo más segura para todos. La Administración debe tener un plan de seguridad en el cual se incluya una auto evaluación, programa de acción de mejoras y que a su vez adquiera nueva información para la disminución de los riesgos potenciales. Para la prevención eficaz de accidentes se requiere que la administración tome las medidas necesarias para:

- Adiestrar operarios en el uso correcto y seguro de las herramientas.
- Proporcionar la herramienta apropiada para el trabajo a desempeñar.
- Conservar la herramienta de modo que siempre esté en condiciones de seguridad.
- Asegurar el uso y mantenimiento de las guardas o medios de protección y las prácticas de seguridad necesarios.

7. Criterios generales de ingeniería de plantas. Existen cuatro criterios generales que siempre hay que considerar en el diseño de sistemas de trabajo: seguridad y salud, desempeño, comodidad y “necesidades mayores”, las cuales se explican a continuación:

- a. La *seguridad y la salud* son primero. Ningún trabajo de diseño es aceptable cuando pone en peligro la seguridad o salud de los trabajadores. No obstante, la vida no tiene un valor infinito. Las decisiones para extraer carbón en minas, construir edificios, volar aviones, conducir autos, causan muertes y daños. Las administraciones deben tomar precauciones “razonables”. Aunque la definición de razonable es discutible, se ha puesto cada vez más énfasis en la seguridad a través de los años.
- b. El *desempeño* es el segundo. La relación costo/beneficio debe ser favorable desde el punto de vista de la organización y del individual.
- c. La *comodidad* es el tercero. La fatiga, el sufrimiento o el dolor innecesarios se pueden eliminar mediante un buen diseño aunque no haya cambio en los resultados a corto plazo. Un ejemplo puede ser colocar un transportador a la altura adecuada para reducir al mínimo el esfuerzo de la espalda aunque el tiempo de trabajo no cambie.
- d. Las *necesidades mayores* son el cuatro. Se puede diseñar un trabajo para estimular el contacto social o para hacerlo más interesante. Aunque los trabajos “placenteros” o “satisfactorios” tienen una prioridad relativamente baja en la actualidad en todas las culturas, con el tiempo aumentará la importancia de diseñar en función de las necesidades mayores.

(Konz, 2001:26).

8. Manejo de materiales. El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio. El manejo adecuado de los materiales permite, por lo tanto, la entrega de un surtido adecuado en el momento oportuno y en condiciones apropiadas en el punto de empleo y con el menor costo total. Es evidente que un buen manejo de materiales debe actuar con la buena administración de los mismos.

Los beneficios tangibles e intangibles del manejo de materiales pueden reducirse a cuatro objetivos principales, según la American Material Handling Society, que son:

- a. Reducción de costos de manejo:
 - Reducción de costos de mano de obra

- Reducción de costos de materiales
- Reducción de gastos generales
- b. Aumento de capacidad:
 - Incremento de producción
 - Incremento de capacidad de almacenamiento
 - Mejoramiento de la distribución del equipo
- c. Mejora en las condiciones de trabajo:
 - Aumento en la seguridad
 - Disminución de la fatiga
 - Mayores comodidades al personal
- d. Mejor distribución:
 - Mejora en el sistema de manejo
 - Mejora en las instalaciones del recorrido
 - Localización estratégica de almacenes
 - Mejoramiento en el servicio a usuarios
 - Incremento en la disponibilidad del producto

(Niebel, 1996:120).

9. Las condiciones de trabajo. La experiencia demuestra que establecimientos fabriles que se mantienen en buenas condiciones de trabajo sobrepasan en producción a los que carecen de ellas. Las condiciones de trabajo ideales elevarán las marcas de seguridad, reducirán el ausentismo y la impuntualidad, elevarán la moral del trabajador y mejorarán las relaciones públicas, además de incrementar la producción. Las siguientes son las consideraciones para lograr mejores condiciones de trabajo:

a. Mejoramiento del alumbrado. El nivel de iluminación que se requiere depende primordialmente de la clase de trabajo que se realice en un área determinada. Hay que tener en cuenta la intensidad del alumbrado, la calidad de la luz, el deslumbramiento por localización de las fuentes luminosas, los contrastes de colores y de brillantez, el parpadeo de las lámparas y las sombras producidas.

b. Control de la temperatura. El cuerpo humano trata naturalmente de conservar una temperatura media constante de 36° C. La temperatura, dentro de la planta, debe regularse de manera que permanezca entre unos 18 y 24° C durante todo el año. Si puede mantenerse este nivel, las pérdidas y retrasos por exceso de calor o de frío, como calambres, fatiga y alteración de la destreza manual, se reducirán al mínimo.

c. Ventilación adecuada. La ventilación también desempeña un papel importante en el control de accidentes y de la fatiga de los operarios. Se ha comprobado que gases, vapores, humos, polvos y toda clase de olores causan fatiga que aminora la eficiencia física de un trabajador, y suele originar tensiones mentales.

d. Control del ruido. Tanto los ruidos estridentes como los monótonos, fatigan al personal. Ruidos intermitentes o constantes tienden también a excitar emocionalmente a un trabajador, alterando su estado de ánimo y dificultando que realice un trabajo de precisión. Para contrarrestar el efecto del ruido, el sistema nervioso del organismo se presiona, llegando a producir estados de neurastenia.

e. Promoción del orden, la limpieza y el cuidado de los locales. Un buen programa de cuidado y conservación en industrias, disminuirá los peligros de incendio, reducirá los accidentes, conservará el espacio de trabajo y mejorará el ánimo del personal.

(Niebel, 1996:109-112).

C. Evaluación general del área de impresión

1. Generalidades introductorias de la planta enfocadas al área de impresión.

En la actualidad la industria guatemalteca presenta una creciente demanda de los diferentes productos que fabrica la empresa en la que se ha llevado a cabo el presente trabajo de investigación debido, sobre todo, a la reciente apertura de nuevos mercados, a consecuencia de los diferentes tratados de libre comercio que se han negociado en épocas recientes.

Por lo anterior, la empresa, en la que se llevó a cabo el presente trabajo de investigación, labora 6 días de la semana, las 24 horas del día con 1 día de mantenimiento

cada mes dependiendo de las demandas del mercado. La empresa, específicamente en el área de impresión, no tiene opción a un crecimiento significativo debido a que el espacio es restringido por la infraestructura con la que se cuenta.

La Planta cuenta con dos jornadas de trabajo de 12 horas cada una, con 15 minutos de refacción y 45 minutos de almuerzo o cena según sea la jornada. En el área de impresión laboran un total de 12 personas, entre las cuales se incluyen al Gerente de Producción, Supervisor de Impresión, jefe, operarios, montador de clichés, transportista de producto y encargado de control de calidad.

2. Aspectos ambientales.

a. Ventilación. El área de impresión cuenta con tres extractores de aire, unidos a tres de las cinco máquinas impresoras, los cuales reducen significativamente la contaminación del aire a causa de ellas. Existe además el flujo semi continuo del aire debido a que la planta en general tiene puertas abiertas permanentemente. El techo de la planta es de lámina, de dos aguas, con cumbrera para permitan el flujo continuo del aire. Al manipular el acetato de etilo la concentración de éste hace que por momentos el aire se contamine.

b. Contaminación auditiva. La contaminación por ruido dentro del área de impresión es mayor de 65 decibeles, debido a que el área no se encuentra separada herméticamente de las demás áreas de producción de la planta. Por lo anterior, los operarios utilizan tapones protectores para los oídos sujetos con una cuerda, para evitar molestias en el oído. Hasta el momento no han sido registrados problemas de sordera como consecuencia del ruido producido por las máquinas impresoras.

c. Iluminación. El área de impresión cuenta con iluminación satisfactoria durante el día y la noche. En el día, la luz del sol penetra a través de láminas blancas colocadas estratégicamente en el techo para permitir su paso, así como también, se cuenta con luz artificial, la cual consiste en lámparas fluorescentes que tienen mayor área de superficie y por tanto, producen menos brillantez y dan reflexiones menos directas e indirectas al operario. También, se cuenta con lámparas incandescentes, integradas a las máquinas de impresión, que proporcionan efectos especiales según sea requerido por el operario, aunque poseen vidas cortas.

d. **Temperatura.** Este es uno de los factores que más afectan el rendimiento de los operarios, ya que el calor que producen las máquinas impresoras aumentan la temperatura, así como el techo de lámina con el que se cuenta. La temperatura promedio del área de impresión es de 28.29 °C., temperatura arriba de lo normal, que provoca una rápida fatiga.

3. **Equipo de protección.** Los operarios cuentan con equipo de protección para efectuar sus actividades, entre ellos se cuenta con tapones protectores para los oídos sujetos con una cuerda, cinchos de seguridad para evitar lesiones en la espalda, uniforme estándar para los operarios y staff exceptuando el tipo de calzado, el uniforme consiste en playeras azules y jeans para los operarios, camisas tipo polo de manga corta y jeans para el personal staff del área de impresión. Es importante destacar que para la manipulación de la pintura y el acetato de etilo los operarios cuentan con guantes especiales para ello, así como también, cuentan con mascarilla para evitar la inhalación de los gases procedentes de dichos materiales.

Los equipos de protección en el área de impresión están definidos por la empresa y provistos a los operarios, pero en algunas ocasiones no son utilizados. Por ejemplo, los operarios, en muchas ocasiones, no utilizan los tapones para los oídos, ni los cinchos de seguridad al movilizar los rollos de sacos a imprimir o ya impresos, tampoco utilizan los equipos protectores, guantes y máscaras, para la correcta manipulación de pintura y acetato de etilo.

4. **Controles internos.** Los controles en el área de impresión están enfocados sobre todo a la calidad del producto. El control de calidad del producto es de la siguiente manera: al ingresar el producto, rollos de sacos de polipropileno, al área de impresión, estos son revisados y aprobados para su utilización. El siguiente control se tiene, cuando los cilindros montados con clichés están colocados en la máquina impresora listos a imprimir y deben ser aprobados por un supervisor de calidad para verificar si la impresión cumple o no con los requisitos del cliente, para luego, proceder a imprimir. Al finalizar la impresión de cada rollo, éste es etiquetado con número y código de orden para ser movilizado hacia el área de cortado.

En cuanto a los controles sobre los equipos de protección provistos a los operarios, estos son escasos, ya que, muchos de ellos incumplen con su debida utilización. Como es el caso de los guantes protectores para la manipulación del acetato de etilo o los cinchos de seguridad para evitar lesiones en la espalda.

5. Ubicación del área de impresión dentro de la planta. El área de impresión de sacos de polipropileno dentro de la planta esta seccionada en un área manual y un área automática. El tráfico del producto dentro del área de impresión de sacos de polipropileno debe ser constante debido a que no se cuenta con espacio suficiente para almacenar la materia prima y el producto ya procesado. En ocasiones, la movilización de la materia prima y el producto procesado, no es lo suficientemente rápida con respecto a la producción, por lo que se hace necesario ocupar espacios que están destinados a pasillos, lo que como consecuencia, resulta en retrasos en el flujo del producto.

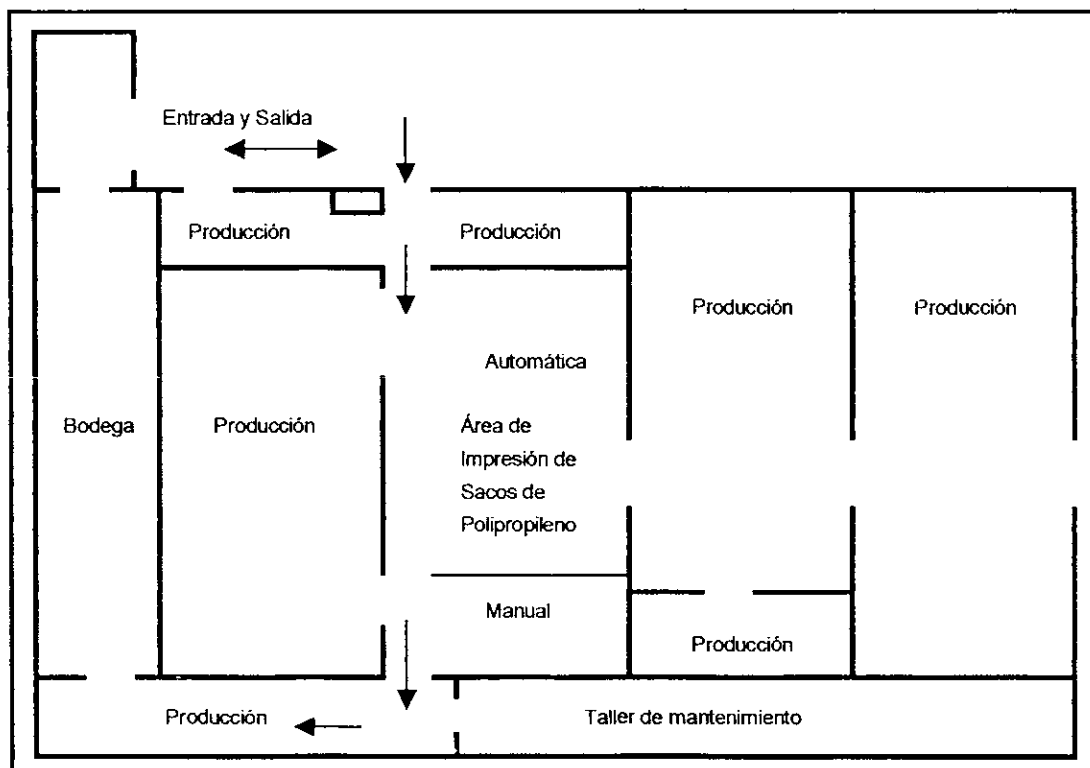


Figura No. 1. Ubicación del área de impresión dentro de la planta

El procedimiento de acuerdo a la continuidad que utiliza la empresa en la línea de impresión de sacos de polipropileno es **Repetitivo** debido a que se realiza una fabricación en serie por lote, que utiliza mano de obra poco especializada, en donde el producto terminado en esencia es el mismo que conlleva en si pocos cambios, la flexibilidad es buena, las operaciones a utilizar para el cambio de una impresión a otra se realiza únicamente en los cilindros, clichés y en las bandejas de tinta que se realizan para cumplir con los requisitos del pedido del cliente, por lo que se puede decir que se hace un arreglo de instalación por producto.

III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A. Descripción del problema

La industria guatemalteca experimenta hoy en día un pequeño auge en la demanda de sus productos, debido en gran parte, a las posibilidades actuales de comercio y competencia de igual a igual, tanto, con los países vecinos, así como, en el mercado internacional en general.

Gracias a las diferentes posibilidades que experimentan los países en vías de desarrollo y a la aceptación de diferentes productos en los mercados nacionales e internacionales, las empresas han decidido aumentar sus producciones con el fin de competir y posicionarse en el mercado en general.

En ocasiones, el crecimiento de la demanda de los diversos productos no va de la mano con la automatización de los procesos, ya que estos siguen efectuándose manualmente cuando en realidad deberían irse automatizando a la vez que crece la demanda. Sin embargo, existen procesos que deben ser efectuados manualmente puesto que son variables y dependen de necesidades específicas de cada cliente.

Para ir de la mano con la demanda y no quedar rezagado por motivos de ineficiencia y falta de cumplimiento en los pedidos, y experimentar, como consecuencia, pérdidas en el liderazgo del mercado, las empresas deben automatizar lo más eficaz y eficientemente los procesos. Cuando los procesos no se pueden automatizar por falta de recursos, por el tipo de procesos que se realizan, por falta de espacio o por alguna otra razón; entonces, las empresas deben estandarizar lo más que se pueda los procesos efectuados manualmente para evitar demoras que conlleven incrementos en los costos, pérdida de tiempo y éstas, a su vez, pérdida de dinero para la empresa.

Actualmente en Guatemala existen dos empresas líderes en el mercado en la fabricación de sacos de polipropileno. Debido a la competencia que existe en este producto, los procesos de fabricación de sacos de polipropileno deben ser los más eficaces y eficientes posibles, por lo tanto, se debe disminuir el período de tiempo en la fabricación de estos al menor costo posible.

En la temporada alta existe una mayor demanda de este producto, por lo que los pedidos deben efectuarse con hasta un mes o más de anticipo. Por lo anterior, se requiere de la estandarización y optimización máxima de los procesos que se llevan a cabo dentro de la empresa. Para poder cumplir con los compromisos de este producto la empresa debe evaluar los procesos que se llevan a cabo en las diferentes áreas para obtener soluciones factibles que disminuyan y estandaricen las tareas para así cumplir con los pedidos y no presentar demoras innecesarias que representen pérdidas de dinero y aumento en los costos de producción.

En el área de impresión de sacos de polipropileno, específicamente, en los procesos que se realizan manualmente, se han notado ciertas demoras las cuales deben tratar de sistematizarse y/o estandarizarse para disminuir el tiempo que requiere cada tarea efectuada manualmente por los operarios. Por tal motivo se hace necesario desarrollar el presente trabajo de investigación titulado:

*“Medidas recomendables para aumentar la productividad
de la línea de impresión de sacos de polipropileno
en una industria de plástico”*

Con el cual se espera se encuentren soluciones factibles y económicamente viables para la estandarización de los procesos dentro del área de impresión de sacos de polipropileno, y que las recomendaciones proporcionadas por este trabajo permitan a la empresa considerar si es rentable en un futuro la optimización de los procesos analizados en el presente trabajo de investigación.

B. Objetivos

Objetivo General

- Realizar un estudio que plantee mejoras a la línea de impresión de sacos de polipropileno aplicando los principios de ingeniería de métodos, economía de movimientos e ingeniería de plantas para crear estándares de tiempos en el

proceso de impresión, una mejor distribución de planta, que permitan obtener un mejor y mayor rendimiento de los operarios.

Objetivos Específicos

- Proponer mejoras que faciliten la realización de la tarea que permitan que esta se haga en el menor tiempo posible.
- Analizar la posibilidad de una óptima distribución que agilice el flujo de sacos de polipropileno para impresión y su posterior distribución.
- Analizar el costo-beneficio de la implementación de las mejoras sugeridas como alternativas para una mayor eficiencia.

C. Metodología: alcances y límites

La metodología que se utiliza para la realización del presente trabajo de graduación está distribuida de la siguiente manera:

1. Se inicia con una investigación teórica en la cual se reforzaran los conceptos fundamentales y necesarios que incluyen las áreas de ingeniería de métodos e ingeniería de plantas para la exitosa elaboración del presente trabajo de investigación a realizar.
2. Como segundo punto, se realiza un trabajo de campo en el área de impresión de sacos de polipropileno en los cuales se incluyen diagramas de procesos: de flujo de procesos, de recorrido, del operario; toma de tiempos; evaluación general del área de impresión de sacos de polipropileno, ubicación, etc..
3. El estudio de toma de datos se efectuó por medio de observación en el área de impresión de sacos de polipropileno en la empresa a evaluar, análisis de los reportes de impresión, entrevistas con el Gerente de Planta, Supervisores y Operarios.
4. Se llevó a cabo un análisis de los resultados obtenidos proponiendo a su vez mejoras para implementar dentro del área de impresión de sacos de polipropileno en donde se analiza el costo-beneficio de implementar las mejoras propuestas de ser aprobadas.

IV. DESARROLLO DEL PROBLEMA

A. EVALUACIÓN DEL ÁREA DE IMPRESIÓN

1. **Ubicación.** El área de impresión de sacos de polipropileno se encuentra situada en medio de la estructura de la planta. Por lo anterior, se puede notar que la materia prima, en este caso los rollos de sacos de polipropileno, tienen fluidez en lo que se refiere a movilidad del material. Pueden entrar y salir por diferentes vías de acceso.

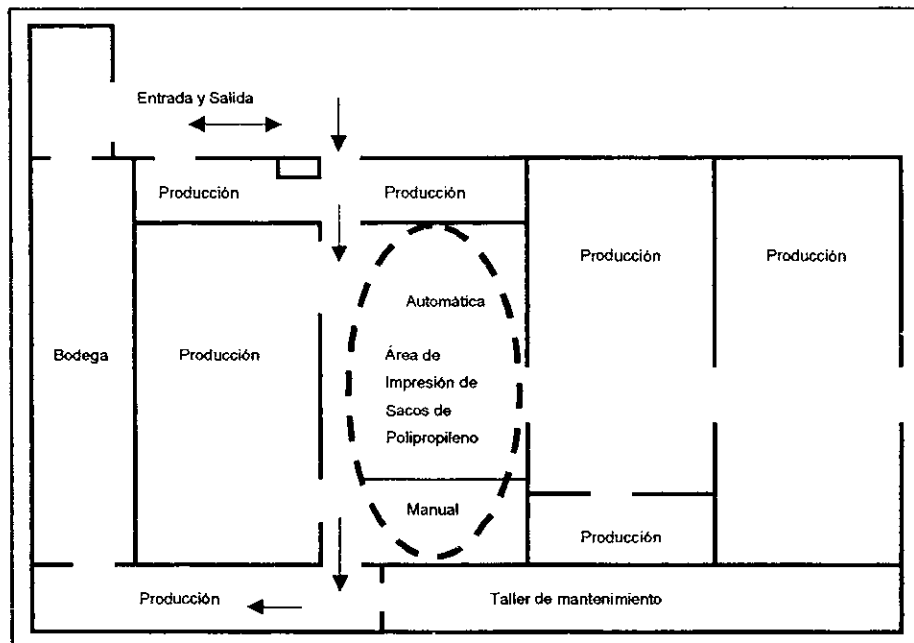


Figura No. 2. Ubicación general del área de impresión de sacos de polipropileno.

Este trabajo de investigación inicia desde que la materia prima es transportada al área de impresión de sacos de polipropileno hasta que ha sido procesada, impresa según los requerimientos del cliente, para su posterior traslado al área de cortado o almacenado según sea el caso. En el siguiente diagrama se ilustra el área de impresión de sacos de polipropileno, que a su vez, ha sido señalada con flechas para graficar su línea de proceso, así como también, cuenta con las dimensiones reales en pulgadas para su posterior discusión.

La impresión de sacos de polipropileno se efectúa de dos formas diferentes: automática y manualmente. Al referirnos a estas dos diferencias es importante destacar que la impresión automática se refiere a que la alimentación de la máquina es continua por medio de rollos de saco de polipropileno, en cambio, la impresión manual se refiere a que la alimentación de la máquina es manual en donde los sacos están previamente cortados, no cosidos, el operario alimenta la máquina un saco cada vez y otro operario lo retira al finalizar la impresión.

a. Impresión automática (continua). La línea de impresión de alimentación automática (continua) está automatizada en gran parte del proceso, a excepción de ciertas operaciones las cuales son las siguientes:

- Colocación de rollo de saco de polipropileno para impresión y posterior almacenamiento.
- Cambio de impresión¹.
- Montadura de clichés en cilindros.

b. Impresión manual. La línea de impresión de alimentación manual está automatizada en parte del proceso de impresión, a excepción de ciertas operaciones las cuales son las siguientes:

- Colocación de saco de polipropileno para impresión y posterior almacenamiento.
- Cambio de impresión en donde se incluye montadura de clichés en cilindros.

2. Área de trabajo. El área de trabajo para el proceso de impresión cuenta con 30 metros de largo por 15 metros de ancho, en donde se incluyen los pasillos para el transporte de la materia prima y el producto terminado.

El área de montado consta de 2.98 metros de largo por 1.73 metros de ancho. Las diferentes dimensiones de las sub áreas de impresión se pueden verificar en la Figura anterior.

¹ El Diagrama de flujo de proceso (operativo) de macro y micro movimientos no se realizó, ya que, existe un estudio realizado previamente por la empresa.

3. **Diagramas de proceso de impresión.** En esta sección se presentan los diferentes diagramas de operación de procesos. El orden utilizado es el siguiente:

Diagrama de flujo de proceso (producto) y diagrama de recorrido

Impresión automática (continua).

- Colocación de rollo de saco de polipropileno para impresión y posterior almacenamiento.

Impresión manual.

- Colocación de saco de polipropileno para impresión y posterior almacenamiento.

Diagrama de flujo de proceso (operario)

Impresión automática (continua).

- Montado de clichés en cilindros.

Impresión manual.

- Cambio de impresión en donde se incluye montado de clichés de cilindros.

Después de cada diagrama de proceso se incluye una descripción del proceso, en dónde inicia, en dónde termina, los materiales que se requieren para llevar a cabo la tarea, así como también, los materiales que han sido colocados en posición previamente a la toma de tiempos efectuada.

Diagrama de Flujo de Proceso (producto) y Diagrama de Recorrido

Impresión Automática (continua):

- Colocación de rollo de saco de polipropileno para impresión y posterior almacenamiento. Medición llevada a cabo 40 veces.

OBJETO DEL DIAGRAMA		Impresión de un rollo de sacos de polipropileno en Máquina Automática		
DIAGRAMA DEL MÉTODO		Actual	DIAGRAMA No.	MA 1
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN		Bodega	ELABORADO POR	Olga Santizo Aguja
EL DIAGRAMA TERMINA EN		Espera ser trasladado a corte	FECHA	HOJA 1 DE 1

DISTANCIA EN METROS	U. TIEMPO MINUTOS	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
3.89	00:30	▽ 1	En bodega hasta que se haga requisición
	02:04	○ 1	Al recibir requisición se carga rollo en carro montacargas
	00:20	→ 1	De bodega a área temporal de almacenamiento cerca de máquina automática solicitante
0.36	00:20	○ 2	Colocación de rollo en área temporal de almacenamiento
	01:33	○ 1	Demora en lo que para máquina, se desmonta cilindro base
	00:20	→ 2	Traslado de rollo a máquina para su colocación
	02:06	○ 3	Rollo es colocado en posición, el inicio es unido por medio de una máquina de coser para que el rollo a imprimir llegue al otro lado después de impresión y no se tenga que ir ensamblando con máquina manualmente
	00:55	○ 4	Funciona máquina hasta que el inicio del rollo llega al otro lado de la máquina automática solicitante
	02:06	○ 2	Para máquina, se desune rollo anterior con el rollo a imprimir y el rollo ya impreso es almacenado
	02:10	○ 5	Se coloca cilindro en posición y se une al rollo que sera impreso. Se hace funcionar máquina automática solicitante
	02:05	□ 1	Se inspecciona que la impresión se realice de acuerdo a lo solicitado
	30:00:00	□ 1	Se hace operar máquina hasta que casi todo el rollo este impreso y a su vez se lleva una inspección constante
	02:06	□ 3	Se para máquina antes de que el rollo se acabe, se une a nuevo rollo que ingresara para impresión
0.35	00:55	○ 6	Se hace funcionar la máquina hasta que rollo nuevo llega al otro lado
	02:06	○ 7	Se para la máquina, se desune de rollo nuevo, el rollo impreso se desmonta de la máquina, se sella (con papclcta)
	00:15	→ 3	Se traslada al área temporal de almacenamiento
	00:20	○ 8	Se coloca en posición
		▽ 2	Almacenar hasta que sea transportado al área de corte

RESUMEN			
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES	8	08:02	4.60 metros
INSPECCIONES	1	02:05	
OPERACIONES/INSPECCIONES	1	30:00	
TRANSPORTES	3	02:39	
ALMACENAMIENTOS	2		
DEMORAS	3	05:45	

Figura No. 4. DFP (producto) impresión automática.

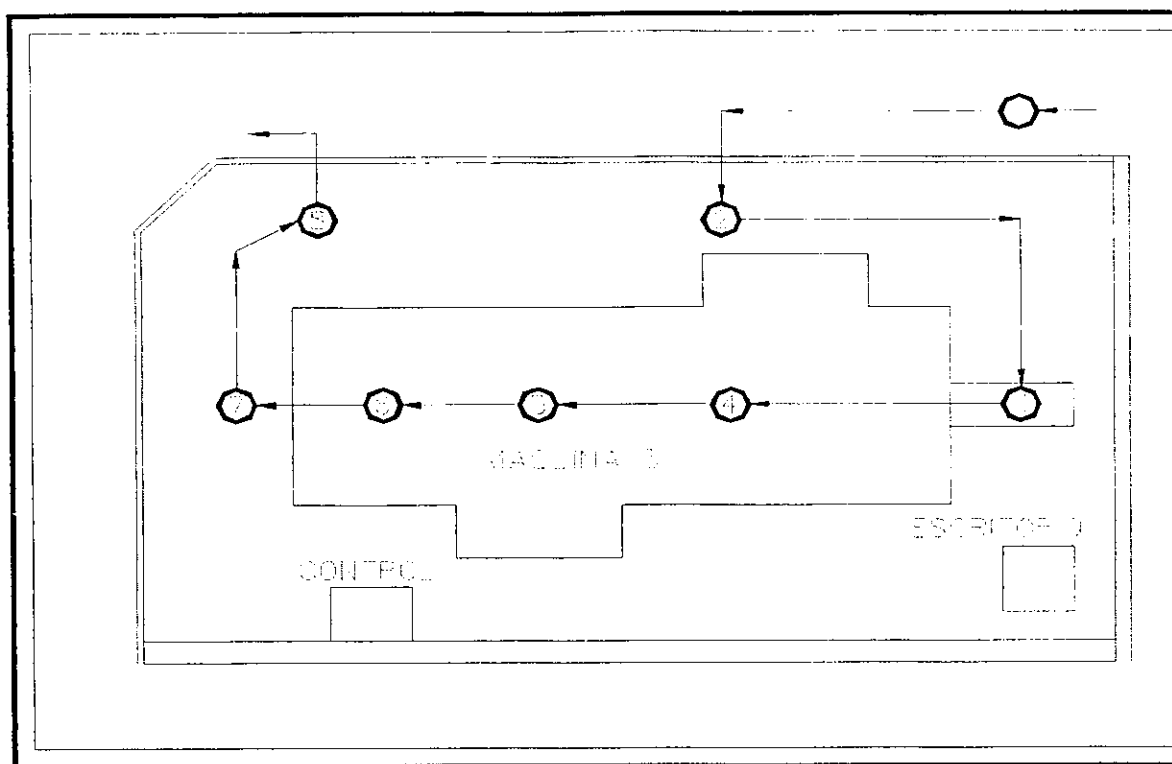


Figura No. 5. Diagrama de recorrido (producto) impresión automática.

El diagrama de flujo de proceso de impresión de un rollo de sacos de polipropileno se basa en la máquina de alimentación continua denominada Máquina 3. El trabajo de investigación se basó en esta máquina por ser de tecnología intermedia entre las otras dos máquinas de alimentación continua que se encuentran ubicadas en la sub área automática del área de impresión.

El diagrama inicia en bodega hasta que se efectúe requisición de la materia prima, media vez la materia prima es requerida, ésta es transportada al área de almacenamiento temporal hasta que es requerida para su utilización. El proceso por el que pasa la materia prima para convertirse en producto está especificado en el diagrama de proceso, así como en el diagrama de recorrido, al finalizar la impresión del rollo de sacos de polipropileno éste es etiquetado indicando la orden del cliente a quien pertenece, para luego ser almacenado hasta que sea transportado al área de corte.

El tiempo total para la realización de esta tarea es de aproximadamente 48 minutos con 31 segundos.

Impresión Manual:

- Colocación de saco de polipropileno para impresión y posterior almacenamiento. Medición llevada a cabo 65 veces.

OBJETO DEL DIAGRAMA		Impresión de un saco de polipropileno en Máquina Manual		
DIAGRAMA DEL MÉTODO		Actual	DIAGRAMA No.	MM 1
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN		Área de corte	ELABORADO POR	Olga Santizo Aguja
EL DIAGRAMA TERMINA EN		Espera ser trasladado a empaque	FECHA	HOJA 1 DE 1
DISTANCIA EN METROSS	U. TIEMPO MINUTOS	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
3.43		1	Almacenamiento en área de corte	
	00:30	1	Al recibir requisición se cargan los sacos en carro montacargas	
	01:23	1	Transporte de área de corte al área manual de impresión	
	00:40	2	Colocación de sacos cortados en posición para iniciar proceso de impresión manual	
	00:15	3	Se hace operar máquina, es alimentada con saco por operario 1, saco es impreso	
	00:07	4	Sale saco impreso, es reubicado por operario 2	
		2	Saco es almacenado hasta que es transportado a área de cosido	
RESUMEN				
EVENTO		NUMERO	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES		4	01:32	
INSPECCIONES				
OPERACIONES/INSPECCIONES				
TRANSPORTES		1	01:23	3.43 metros
ALMACENAMIENTOS		2		
DEMORAS				

Figura No. 6. DFP (producto) impresión manual.

Diagrama de Flujo de Proceso (operario)

Impresión Automática (continua):

- Montado de clichés en cilindros de máquinas de alimentación continua.

OBJETO DEL DIAGRAMA		Montador de Clichés (operario), Máquina Automática	
DIAGRAMA DEL MÉTODO		Actual	DÍAGRAMA No. MA 2
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN		Área de montaje	ELABORADO POR Olga Santizo Aguja
EL DIAGRAMA TERMINA EN		Espera ser trasladado a máquina	FECHA HOJA 1 DE 2

DISTANCIA EN METROS	U. TIEMPO MINUTOS	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
		1 →	Operario montador de clichés llega al área de montaje con clichés a montar y muestra para preparar cilindros
	03:10	1	Coloca muestrario en clavo de la pared, desempaca clichés en el piso y verifica que estén todos los clichés necesarios
	08:04	1	Inicia proceso de montaje, pone pegamento en clichés 1 (color base), coloca en posición, verifica que estén en posición correcta
	18:04	1	Operario montador abandona estación de trabajo, operario regresa a estación de trabajo
	10:02	2	Revisa colocación anterior, continua colocando clichés 2, verifica que estén en posición
	00:16	2	Retira cilindro 2 de montadora
	05:03	2	Solicita ayuda a otro operario para cargar y transportar cilindro
0.26	00:23	2 →	Transporta cilindro 2 a base de cilindros
	00:27	3	Coloca en posición cilindro 2, toma cilindro 3
0.26	00:23	3 →	Transporta cilindro 3 a montadora
	09:28	4	Coloca en posición cilindro 3, ajusta, determina clichés 3, compara con muestra y coloca en posición
	03:04	3	Inspecciona colocación de clichés 3 contra clichés 1, retira cilindro 3 de montadora
	05:03	3	Solicita ayuda a otro operario para cargar y transportar cilindro
0.26	00:23	4 →	Transporta cilindro 3 a base de cilindros
	00:27	5	Coloca en posición cilindro 3, toma cilindro 4
0.26	00:23	5 →	Transporta cilindro 4 a montadora
	10:10	6	Coloca en posición cilindro 4, ajusta, determina clichés 4, compara con muestra y coloca en posición
	02:58	1	Inspecciona colocación de clichés 4 contra clichés 1
	23:05	4	Operario montador abandona estación de trabajo, operario regresa a estación de trabajo con clichés faltantes
	05:03	5	Solicita ayuda a otro operario para cargar y transportar cilindro
	00:16	7	Retira cilindro 4 de montadora
0.26	00:23	6 →	Transporta cilindro 4 a base de cilindros
	00:27	8	Coloca en posición cilindro 4, toma cilindro 5

Figura No. 8. DFP (operario) impresión automática

OBJETO DEL DIAGRAMA	Montador de Clichés (operario), Máquina Automática		
DIAGRAMA DEL MÉTODO	Actual	DIAGRAMA No.	MA 2
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN	Área de montado	ELABORADO POR	Olga Santizo Aguja
EL DIAGRAMA TERMINA EN	Espera ser trasladado a máquina	FECHA	HOJA 2 DE 2

DISTANCIA EN METROS	U. TIEMPO MINUTOS	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
0.26	00:23	7 →	Transporta cilindro 5 a montadora
	09:50	9 ○	Coloca en posición cilindro 5, ajusta, determina clichés 5, compara con muestra y coloca en posición
	03:08	2 □	Inspecciona colocación de clichés 5 contra clichés 1
	00:16	10 ○	Retira cilindro 5 de montadora
	05:03	6 □	Solicita ayuda a otro operario para cargar y transportar cilindro
0.26	00:23	8 →	Transporta cilindro 5 a base de cilindros
	00:30	11 ○	Coloca en posición cilindro 5, toma cilindro 6
0.26	00:23	9 →	Transporta cilindro 6 a montadora
	11:01	12 ○	Coloca en posición cilindro 6, ajusta, determina clichés 6, compara con muestra y coloca en posición
	03:06	3 □	Inspecciona colocación de clichés 6 contra clichés 1
	00:18	13 ○	Retira cilindro 6 de montadora
	05:03	7 □	Solicita ayuda a otro operario para cargar y transportar cilindro
0.26	00:23	10 →	Transporta cilindro 6 a base de cilindros
	00:17	14 ○	Coloca en posición cilindro 6
0.26	00:18	11 →	Operario regresa a montadora
	05:03	8 □	Solicita ayuda a otro operario para cargar y transportar cilindro
	00:21	15 ○	Retira cilindro 1 de montadora
0.26	00:23	12 →	Transporta cilindro 1 a base de cilindros
	00:19	16 ○	Coloca en posición cilindro 1
	06:50	4 □	Verifica pedido

RESUMEN			
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
OPERACIONES	16	45:33	
INSPECCIONES	4	15:22	
OPERACIONES/INSPECCIONES	3	21:10	
TRANSPORTES	12	02:48	2.90 metros
ALMACENAMIENTOS			
DEMORAS	2	71:27	

Figura No. 8. DFP (operario) impresión automática

El proceso de impresión en máquinas de alimentación continua requiere de cilindros desmontables de diferentes diámetros. Las máquinas cuentan con 6 cilindros de 3 diámetros diferentes cada una; lo que da un total de 18 cilindros por máquina. Estas máquinas de alimentación continua pueden imprimir un máximo de hasta 6 colores en un saco, lo que las hace mucho más flexibles y aptas para las necesidades individuales de cada cliente.

Por proceso de montado debe entenderse la técnica utilizada para la correcta disposición de los clichés con el fin de minimizar el tiempo que es utilizado para el cambio de impresión. Al realizarse un cambio de impresión, el tiempo que se utiliza para obtener una impresión precisa, en ocasiones, es excedido a los límites preestablecido, como consecuencia se analiza mucho más detenidamente el proceso de montado con el fin de disminuir el tiempo a la hora de llevar a cabo un cambio de impresión.

Debe tenerse en cuenta que antes del inicio del diagrama de proceso de montado existe un tiempo de preparación en el cual el operario, encargado del montado de los clichés en los cilindros, tiene los siguientes materiales ya dispuestos para su utilización:

- Los cilindros 1 y 2 se encuentran colocados en la máquina montadora.
- Los cilindros 3, 4, 5 y 6 se encuentran próximos a la máquina de montado, en bases de cilindros con capacidad para 3 de ellos.
- El pegamento, metro para medir distancias, muestrario y clichés se han conseguido previo al inicio de la toma de tiempos.

Es importante destacar que en el diagrama de proceso de montado el tiempo requerido para la inspección y aprobación de la correcta colocación de los clichés es, en general, demasiado; esto se debe a que el operario montador de clichés debe inspeccionar cada colocación de cada cliché en los cilindros y debe comparar con la muestra para evitar colocaciones erróneas, lo que hace al proceso un tanto laborioso puesto que no se cuenta con una mesa a la altura de la máquina montadora en donde la selección y la comprobación de la correcta colocación de los clichés sea más fácil y requiera menor

movilidad del operario montador de clichés. El total de tiempo requerido para la realización de esta tarea es de aproximadamente 1 hora 55 minutos 40 segundos.

Impresión Manual:

- Cambio de impresión en donde se incluye montado de clichés de cilindros.













OBJETO DEL DIAGRAMA		Montador de Clichés (operario), Máquina Manual		
DIAGRAMA DEL MÉTODO		Actual	DIAGRAMA No.	MM 2
EL DIAGRAMA EMPIEZA EN		Máquina Manual	ELABORADO POR	Olga Santizo Aguja
EL DIAGRAMA TERMINA EN		Espera inicio de operaciones	FECHA	HOJA 1 DE 1
DISTANCIA EN METROS	U. TIEMPO MINUTOS	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
			Operario montador de clichés llega al área de montaje con clichés a montar y muestra para preparar cilindros	
	00:50		Coloca muestrario en área plana de máquina, desempaca clichés y verifica que estén todos los clichés necesarios	
	09:06		Inicia proceso de montaje, pone pegamento en clichés 1 (color base), coloca en posición, verifica que estén en posición correcta	
	02:58		Operario imprime saco de prueba de color base, inspecciona, determina si está correctamente colocado	
	11:28		Coloca clichés 2, mide por prueba y error lugar base en que deberían colocarse, imprime sobre saco de prueba, determina si está correctamente colocado, compone y vuelve a imprimir, determina colocación correcta	
	02:34		Operario solicita ayuda al jefe para sincronización de colores de impresión	
	12:25		Coloca clichés 3, mide por prueba y error lugar base en que deberían colocarse, imprime sobre saco de prueba, determina si está correctamente colocado, compone y vuelve a imprimir, determina colocación correcta	
	00:14		Operario solicita ayuda al jefe para sincronización de colores de impresión	
	13:12		Coloca clichés 4, mide por prueba y error lugar base en que deberían colocarse, imprime sobre saco de prueba, determina si está correctamente colocado, compone y vuelve a imprimir, determina colocación correcta	
	02:23		Operario solicita ayuda al jefe para sincronización de colores de impresión	
	01:20		Operario imprime para determinar colocación correcta de clichés en los cilindros de la máquina manual	
	02:05		Determina colocación correcta, aprueba impresión, máquina lista para imprimir.	
RESUMEN				
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA	
OPERACIONES	6	17:55		
INSPECCIONES	1	02:05		
OPERACIONES/INSPECCIONES	4	37:13		
TRANSPORTES	1			
ALMACENAMIENTOS				
DEMORAS				

Figura No. 9. DFP (operario) máquina manual

El proceso de montado en una máquina manual es similar al proceso realizado en una máquina de alimentación continua con la única diferencia de que la máquina manual sólo cuenta con cilindros de un diámetro determinado y los cuales no pueden ser desmontados de la máquina manual puesto que se encuentran fijamente colocados.

El operario montador de clichés en la máquina manual debe ser hábil a la hora de montar los clichés, puesto que, no se cuenta con la ayuda de una máquina montadora lo que dificulta un poco el proceso. Los cilindros, sin embargo, cuentan con un cuadrulado que facilita el proceso de montado para el operario. Basándose en un área cero, para tener de referencia, el operario coloca primero los clichés 1 de color base, generalmente el negro, e imprime para inspeccionar la colocación; luego, coloca los clichés 2, imprime, inspecciona, aprueba; coloca clichés 3, imprime, inspecciona, aprueba; coloca clichés 4, imprime, inspecciona y aprueba.

El total de tiempo requerido para la realización de esta tarea es de aproximadamente 54 minutos con 70 segundos.

4. Jornada de trabajo. Las jornadas de trabajo de los operarios del área de impresión de sacos de polipropileno es de 12 horas, iniciando de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. para el día y de 6:00 p.m. a 6:00 a.m. para la noche. Los operarios cuentan con 45 minutos para almuerzo o cena según sea el caso así como también con 15 minutos refacción.

Es importante destacar que los operarios del área de impresión de sacos de polipropileno trabajan en grupos, una semana de día y la siguiente semana de noche. Esta modalidad se lleva a cabo para tratar de ser justo con el tiempo de los operarios, así como también, para evitar favorecer a unos y perjudicar a otros.

Las jornadas de trabajo son remuneradas bajo salario base y bonificación legal.

5. Condiciones de trabajo. La temperatura promedio del área de impresión es de

28.29° C, temperatura arriba de lo normal, lo que provoca una rápida fatiga en los operarios. Esta temperatura es causada sobre todo por la maquinaria que ahí se encuentra, así como también se ve incrementada por el techo de lámina con que cuentan las instalaciones, más sin embargo, la cumbrera que posee ayuda a facilitar la correcta circulación del aire. La iluminación durante el día y noche es satisfactoria puesto que se cuenta con lámparas fluorescentes y con lámparas incandescentes integradas a las máquinas impresoras para mejorar la distribución de la luz.

El ruido en esta área excede los 65 decibeles puesto que las extrusoras de hilo de polipropileno comparten el espacio auditivo, debido a que no se encuentran separadas por paredes enteras, sino que, por medias paredes que permiten el traspaso de la contaminación del ruido. Por el momento, no se han registrado pérdidas parciales del oído; es importante destacar que la empresa provee a los empleados de tapones para los oídos para evitar daños futuros.

B. DETERMINACIÓN DE TIEMPOS ESTÁNDARES

En el área de impresión de sacos de polipropileno no se cuentan con tiempos establecidos para las actividades que se realizan en ella, con excepción de los tiempos establecidos para el cambio de impresión en las máquinas de alimentación continua. Algunas observaciones que se deberán tener en cuenta son las siguientes:

- Los operarios conversan de manera frecuente, lo que provoca, en el caso del operario montador de clichés, que éste pierda de vista la tarea que esta realizando teniendo así que volver a inspeccionar y aprobar la tarea efectuada con anterioridad.
- El ritmo de trabajo del operario montador de clichés no es parejo, sobre todo porque es visitado constantemente por sus compañeros ya que a la par del área de montado se encuentra el agua para beber de los operarios.

Por lo anterior, se hace necesario establecer tiempos estándares para el montado de clichés, tanto en el área automática, como en el área manual. Así se consigue, disminuir considerablemente el tiempo empleado por los operarios para el montado de clichés por cilindro.

1. Factores a considerar en la toma de tiempos.

a. *Elección del operario.* En el área de impresión de sacos de polipropileno de máquinas continuas existe un solo operario encargado de montar los clichés en los cilindros. Por lo anterior, la elección de dicho operario fue obvia.

En el área de impresión de sacos de polipropileno de máquinas manuales dos operarios estaban capacitados para montar los clichés en los cilindros. Teniendo en cuenta el tiempo que llevan desarrollando la tarea, el ritmo en la colocación de clichés así como la colaboración y opinión del supervisor se hizo la selección del operario.

Los operarios seleccionados para la realización de la toma de tiempos son los siguientes:

- 1 operario montador de clichés de máquinas de alimentación continua de 26 años con 1 año y 6 meses de experiencia en el puesto.
- 1 operario montador de clichés de máquinas de alimentación manual de 34 años con 11 meses de experiencia en el desempeño de dicho puesto, ya que él labora como operario de máquinas de alimentación continua, y cuando no es requerido monta clichés con el fin de aprovechar los tiempos muertos.

b. *Calificación de la actuación.* Para realizar la calificación de la actuación se utilizó el sistema de calificación Westinghouse. El factor de calificación que se obtuvo para cada operario fue el siguiente:

Cuadro No. 6.

- Factor de actuación para montador de clichés, máquina de alimentación continua.

	Calificación	Justificación	Puntuación
Habilidad	C1	Buena colocación de clichés y ritmo de trabajo	+0.06
Esfuerzo	C1	Buena voluntad de trabajo	+0.05
Condiciones	D	El operario se encuentra de pie y no cuenta con mesa en donde colocar clichés y muestra	0.00
Consistencia	C	Buena consistencia	+0.01
Factor de actuación			1.12

Cuadro No. 7.

- Factor de actuación para montador de clichés, máquina de alimentación manual.

	Calificación	Justificación	Puntuación
Habilidad	D	Regular colocación de clichés y ritmo de trabajo	0.00
Esfuerzo	C1	Buena voluntad de trabajo	+0.05
Condiciones	C	Buenas condiciones de trabajo	+0.02
Consistencia	C	Buena consistencia de trabajo	+0.01
Factor de actuación			1.08

c. *Tolerancia.* El rendimiento de los operarios se ve afectado según pasan los días de la semana, las causas se deben sobre todo a las largas jornadas de trabajo y al cansancio acumulado según pasan los días. Para la determinación de la tolerancia, se tomaron los datos registrados en el departamento de producción en el período comprendido de una semana. Las tolerancias por tarea realizada, son las siguientes:

Cuadro No. 8.

Tolerancias máquina continua y máquina manual.

	Montador clichés Máquina Continua	Montador clichés Máquina Manual
Por retrasos personales	2.4	2.8
Por fatiga	3.0	3.1
Por retrasos inevitables	4.6	4.1
Tolerancia	10%	10%

2. **Mediciones de tiempos.** El procedimiento utilizado para la medición de tiempos fue el de toma de tiempo directa y continua. Este método es aquel en el que el cronómetro una vez que se arranca permanece funcionando durante todo el estudio, las lecturas se realizan progresivamente, y una vez concluida la tarea, los cálculos de tiempo se obtienen al restar la lectura anterior de la lectura posterior.

Las tareas que se midieron directamente, en distintos días y horas por un período de dos semanas fueron las siguientes:

- Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación continua.

- Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación manual.

La tarea de *montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación continua* se dividió en cuatro elementos, que son:

- Seleccionar clichés a montar
- Poner pegamento
- Colocar en posición
- Verificar que estén en posición correcta

La tarea de *montado de clichés de un cilindro, máquina de alimentación manual* se dividió en seis elementos, que son los siguientes:

- Seleccionar clichés a montar
- Poner pegamento
- Colocar en posición
- Verificar que estén en posición correcta
- Imprime prueba
- Inspecciona colocación correcta, compone, aprueba

3. Resultados de la toma de tiempos. Los resultados obtenidos en la toma de tiempos se detallan a continuación, mediciones llevadas a cabo en 72 cilindros:

Cuadro No. 9.

Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación continua.

TAREA	Tiempo Real (min)	Tiempo Estándar (min)	Diferencia de tiempos
Seleccionar clichés a montar	3:20	1:50	2:10
Poner pegamento	1:15	0:45	1:10
Colocar en posición	9:25	5:58	4:07
Verificar que estén en posición correcta	6:35	2:15	4:20
Total de operación en minutos	20:35	10:08	10:27

Cuadro No. 10.

Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación manual.

TAREA	Tiempo Real (min)	Tiempo Estándar (min)	Diferencia de Tiempos
Seleccionar clichés a montar	4:05	1:05	3:00
Poner pegamento	1:20	0:55	1:05
Colocar en posición	10:07	5:25	5:22
Verificar que estén en posición correcta	9:45	2:20	7:25
Imprime prueba	1:00	0:45	0:55
Inspecciona colocación correcta, compone, aprueba	5:05	1:40	4:05
Total de operación en minutos	31:22	11:30	20:32

4. **Tiempo de preparación.** Antes de iniciar el montado de clichés en los cilindros existe un tiempo de preparación en el cual el operario montador se encarga de:
- Reunir los materiales necesarios para iniciar el montado
 - Limpiar los cilindros a montar para que no tengan residuos de impresiones anteriores
 - Conseguir los clichés a montar para la orden determinada que se vaya a cumplir
 - Conseguir el saco muestra de la orden a cumplir
 - Colocar en montadora el cilindro a trabajar, en el caso de máquina de alimentación continua

Al finalizar de montar los clichés en los cilindros, el área de montado es ordenada por el operario montador. Al ordenar el operario montador regresa los materiales auxiliares utilizados a su lugar de colocación.

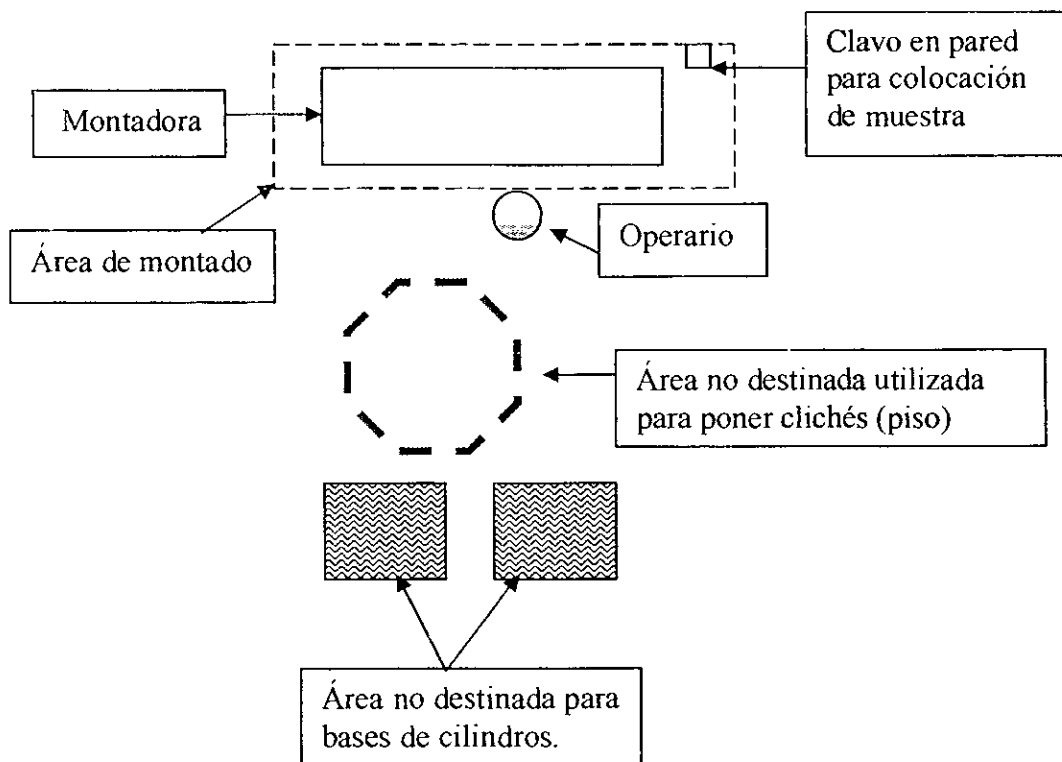
Cuadro No. 11.

Diferencia de tiempos en tareas.

Tarea	Tiempo Real	Tiempo Estándar	Diferencia de tiempos
Reunir materiales necesarios	15 min	5 min	10 min
Limpiar cilindros (pueden ser de 2 hasta 6)	+/- 15 min	+/- 15 min	0 min
Conseguir clichés a montar	45 min	30 min	15 min
Conseguir saco muestra de clichés a montar	10 min	6 min	4 min
Colocación de cilindros en máquina montadora	7 min	2 min	5 min
Limpieza del área de montado	10 min	10 min	0 min
Total de operación en minutos	102 min	68 min	34 min

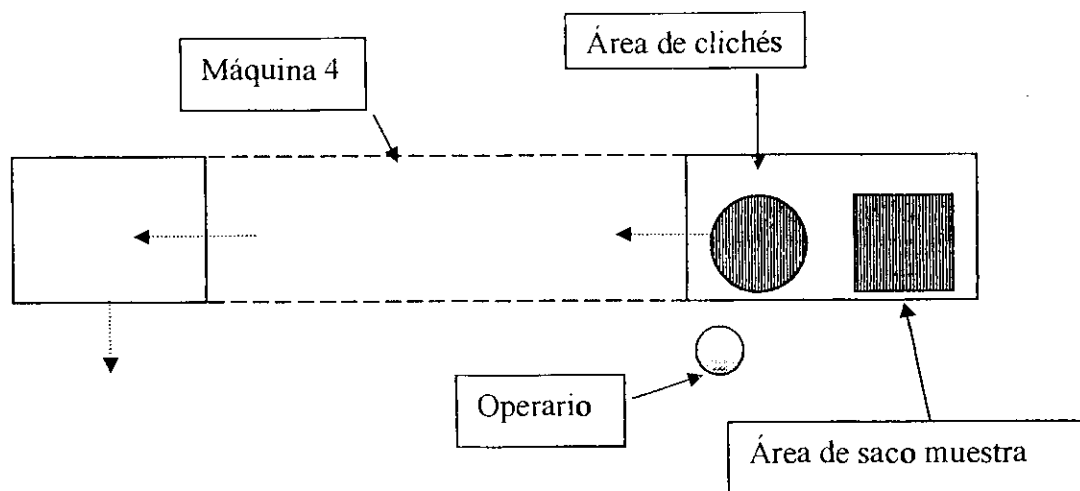
5. Diagramas bimanuales. En los diagramas bimanuales se presentará la distribución actual que se tiene del área de montado de las máquinas de alimentación continua así como de las máquinas de alimentación manual.

Figura No. 10. Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación continua.



Mano Izquierda	Símbolos		Mano Derecha
Selecciona Clichés	SE	SE	Selecciona Clichés
Toma clichés del piso	T	T	Toma clichés del piso
Coloca en posición para pegado	P	AL	Alcanza pegamento
Sostiene clichés	SO	P	Coloca pegamento
Mueve clichés hasta montadora	M	M	Mueve clichés hasta montadora
Coloca en posición	P	P	Coloca en posición

Figura No. 11. Montado de clichés en un cilindro, máquina de alimentación manual.



Mano Izquierda	Símbolos		Mano Derecha
Selecciona Clichés	SE	SE	Selecciona Clichés
Toma clichés	T	T	Toma clichés
Coloca en posición para pegado	P	AL	Alcanza pegamento
Sostiene clichés	SO	P	Coloca pegamento
Mueve clichés hasta cilindro	M	M	Mueve clichés hasta cilindro
Coloca en posición	P	P	Coloca en posición

C. DETECCIÓN DE PROBLEMAS

Se encontraron diferentes problemas con respecto a la distribución y operación en el área de sacos de polipropileno. Entre los problemas detectados, se enumeran los siguientes:

1. Desorden en el área de almacenado de tintas. En esta área se cuenta con una estructura metálica que permite el almacenamiento de los tambos de tinta, sin embargo, dicha estructura es insuficiente para el correcto almacenamiento de los tambos de tinta; lo que provoca un caos generalizado en el área de impresión manual.
2. Existe un período de incertidumbre para los empleados al llevar a cabo un cambio de impresión, puesto que, aunque se conoce de antemano las ordenes de pedidos que deben llevarse a cabo, éstos verifican más de una vez las ordenes a cumplir.
3. Rendimiento que se tiene en el área de montado de cilindros. Se pudo establecer que la poca efectividad que se tiene en dicha área se debe a varios factores, entre los cuales se pueden contar los siguientes:
 - El operario encargado de montar los clichés en los cilindros de las máquinas de alimentación continua no cuenta con un área adecuada para dicha tarea.
 - Las herramientas necesarias para la efectiva realización de la tarea no han sido proporcionadas al operario montador de clichés, lo que dificulta el proceso de montado. Por ejemplo, el operario montador debe solicitar ayuda a otro operario para el traslado de los cilindros ya montados y de los cilindros por montar.
4. Existe poca disponibilidad para almacenamiento tanto de rollos como de sacos de polipropileno por lo que el transporte debe ser fluido. Al estar imprimiendo una orden de pedido, la materia prima y el producto procesado, se da una aglomeración de producto lo que ocasiona que los pasillos sean ocupados con fines de almacenamiento provocando así problemas de tráfico en el área de impresión de sacos de polipropileno.

D. PROPUESTA DE SOLUCIONES PARA OPTIMIZAR EL ÁREA DE IMPRESIÓN

Para solucionar los problemas anteriormente mencionados, se propone lo siguiente:

1. **Desorden en el área de almacenado de tintas.** Para resolver el problema del desorden que se genera en el área de tinta debido a la falta de espacio que existe, se proponen las siguientes soluciones para la optimización de dicha área:
 - A la estructura metálica ya existente, agregar una pared más, de forma que se forme una U en donde se tendrá espacio para almacenar 42 tambos más de tinta.
 - Redistribuir el área en donde se encuentra la máquina denominada Máquina 5, de tal manera que se deje un espacio de 0.71 metros como corredor para permitir el acceso a los sacos de muestra que allí se encuentran colocados.
 - Señalizar la entrada y salida de sacos de segunda para ser procesados por la Máquina 5 de tal forma que se pueda tener un área de almacenaje temporal de aproximadamente 0.76 metros de ancho, espacio suficiente para almacenar rollos de sacos de polipropileno. Una forma económica de señalar sería pintar flechas rojas de entrada y salida en el piso con pintura de aceite para exteriores.
 - Redistribuir el área de desechos. Los botes de tinta que se han terminado de utilizar se colocan uno sobre otro lo que provoca que las tapaderas de los botes de tinta queden expuestas y en desorden. Para resolver este problema se sugiere que el tambo que es utilizado para vaciar la tinta de los tambos sea reacondicionado integrándole un nivel inferior. Entonces sería la mitad de un tambo en posición horizontal para colocar las tapaderas y encima de él con medio tambo de profundidad instalar el tambo horizontal que es utilizado para mezclar la tinta de desecho.

2. Períodos de incertidumbre. Para evitar los períodos de incertidumbre en dónde los empleados se preguntan unos a otros si realmente ese es el pedido que se va a trabajar se recomienda establecer un tablero organizacional en donde se coloquen todos los días las órdenes de trabajo que se emplearán durante la jornada y sobre todo que esté a la vista y sea de fácil acceso para todos los operarios.

Se podrían utilizar carpetas duras transparentes colocadas en una pared dentro del área de impresión de sacos de polipropileno, en donde los operarios puedan consultar las órdenes de trabajo a realizar.

3. Rendimiento en el área de montado. Este es un punto muy importante dentro del trabajo de investigación. Para la máxima optimización del operario montador de clichés de máquinas de alimentación continua, se debe rediseñar la estación de trabajo y de ser posible movilizarla hacia otro lugar.

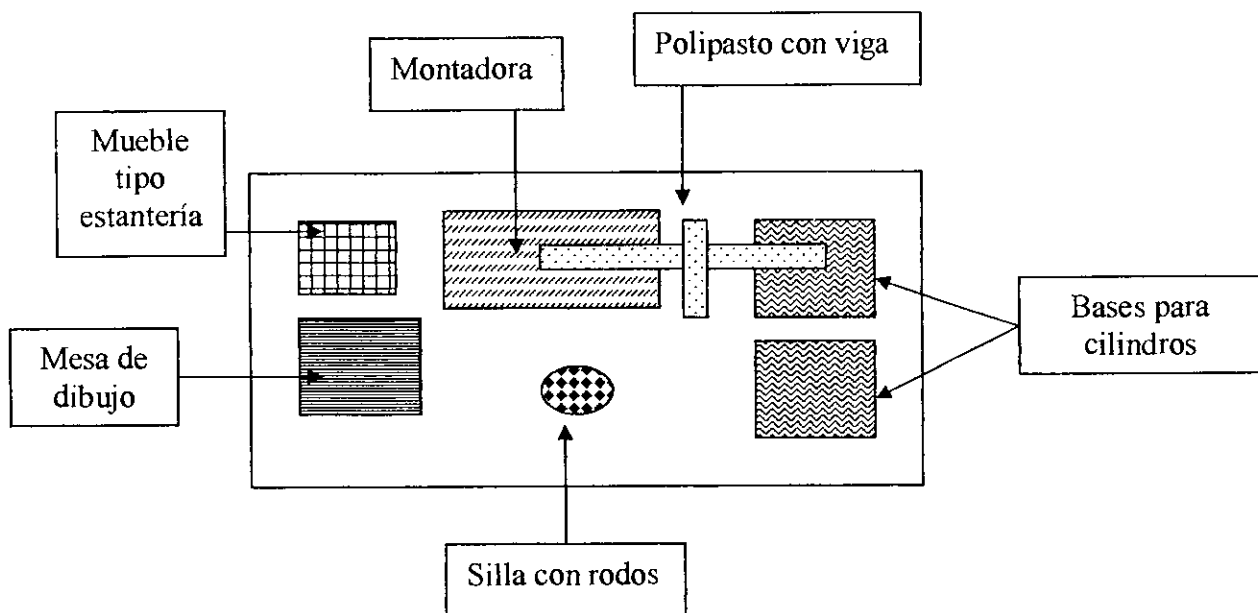
El área de montado se puede trasladar a la par de la Máquina 3, ya que sólo estarían separadas por una pared de bloc. Ese espacio actualmente en la planta no se utiliza.

El rediseño de la estación de montado incluye el siguiente mobiliario:

- 1 mesa de dibujo, la cual pueda permanecer recostada a la pared y a la hora de ser necesitada se pueda inclinar 45°. La mesa deberá medir 1.3 m de largo x 1 m de ancho.
- 2 sujetadores metálicos, que estén instalados en la mesa, para sujetar la muestra de impresión.
- Un polipasto eléctrico con viga y dos ganchos de sujeción.
- Una silla tipo oficina con rodos.
- Un mueble de madera o metal tipo estantería que tenga divisiones para poder almacenar clichés temporalmente así como para almacenar material auxiliar como el pegamento, metro, etc.

- Una lámpara de luz fluorescente.
- La montadora de cilindros.

Figura No. 13. Área de montaje propuesta.



Al reubicar la estación de trabajo del operario montador se reduciría el tiempo que éste utiliza para estar midiendo las distancias de los dibujos del saco de muestra del piso para el nivel de altura de la máquina montadora. La reducción de tiempo se traduciría en mayor producción y ésta, a su vez, en mayor utilidad, como se analiza en la sección de beneficio – costo.

Establecer un reporte control al operario montador de clichés, el cual permita registrar en datos estadísticos el tiempo exacto requerido por el operario para efectuar la tarea asignada. Los datos recopilados se toman en cuenta para implementar mejoras a corto plazo con el fin único de reducir al máximo las demoras que se tengan al realizar la tarea.

El reporte control que se ha propuesto es el siguiente:

REPORTE No. _____

**REPORTE POR PEDIDO DEL
MONTADOR**

HORA INICIO TAREA _____
FECHA _____

NOMBRE MÁQUINA
CILINDROS A MONTAR _____

CLIENTE
No. REGISTRO _____
DESCRIPCIÓN CLIENTE _____

TAREA
No. CILINDROS A MONTAR _____ No. CLICHÉS MONTADOS _____
DIÁMETRO DE CILINDROS _____

OBSERVACIONES

MONTADOR (operario)
TAREA REALIZADA POR _____

HORA FINALIZADA TAREA _____

Figura No. 14. Reporte por pedido del montador.

4. Escasa disponibilidad de almacenamiento. Al rediseñar y trasladar el área de montado, se obtendrá un área extra que podría ser utilizada como área de almacenamiento temporal. Es importante destacar que un adecuado y estético centro de trabajo no sólo evita que el operario se sienta agobiado por los materiales utilizados sino que también le permite una mejor movilización entre las áreas de trabajo.

En el área reducida de montado que quedaría vacía se puede trasladar el dispensador de agua pura para los operarios, también se podría colocar el tablero organizacional y además, se podrían incluir dos sillas de descanso con el fin de evitar que el operario al tomar el receso correspondiente cada 2 horas se vaya a otras áreas de la planta en dónde tarde mucho más tiempo en regresar.

a. Análisis BENEFICIO / COSTO de las soluciones propuestas.

Todo proyecto de Ingeniería, requiere de poderlo comparar entre no hacer nada a determinados eventos o modificarlos, y si esto ocurre entonces qué ventajas o beneficios obtendríamos y/o cuál sería la expectativa del proyecto. Por tal motivo, se acostumbra una razón Beneficio / Costo, la cual cuantifica en moneda los beneficios o ingresos adicionales que se obtendrían si se implementan las modificaciones propuestas, dividiéndolas entre los costos en los términos de moneda que costaría el realizar la obra y a esto se le llama Razón Beneficio – Costo.

Se entiende que, si los ingresos adicionales son iguales al valor de la obra, la razón sería 1, si la razón es menor de 1, el proyecto no le sería atractivo al inversionista, si es mayor que 1, es casi seguro que los inversionistas estarían interesados en la aplicación de las modificaciones propuestas.

Es importante hacer notar que los datos con los que se está trabajando NO son reales, debido a que se pretende mantener la confidencialidad de producción de la empresa. Los datos utilizados son un estimado de costos / producción de impresión.

Es interesante, además, la comparación de varios escenarios de la Razón Beneficio/Costo, para ello se asumen diferentes valores hipotéticos de imprimir un saco; la Razón Beneficio/Costo con Sensibilidad 55% implica el castigar este método de análisis a una reducción de un 45% de sus valores reales, con el objeto de observar la solidez de la misma.

Cuadro No. 12.
Análisis del costo estimado de la inversión

Análisis del costo estimado de la inversión		
1	Desorden en el área de almacenamiento de pinturas	
	Modificar estructura metálica	Q5,700.00
	Redistribuir área máquinas Máquina 5	Q2,500.00
	Señalizar la entrada y salida de sacos de segunda	Q700.00
	Redistribuir área de desechos	Q1,000.00
2	Período de incertidumbre	
	Tablero organizacional	Q600.00
	Carpetas duras	Q500.00
3	Rendimiento en el área de montaje	
	Mesa de dibujo	Q1,500.00
	Sujetadores metálicos	Q500.00
	Polipasto eléctrico con viga y dos ganchos de sujeción	Q14,500.00
	Silla tipo oficina con rodos	Q600.00
	Mueble de madera	Q2,000.00
	Lámpara fluorescente	Q500.00
	Establecimiento del reporte control al operario	Q4,500.00
	Imprevistos	Q6,000.00
	Total de la inversión en el área de impresión	Q41,100.00

Cuadro No. 13. Análisis de beneficio.

Análisis de beneficio en producción anual si se reduce el tiempo real al tiempo estándar												
No.	Alimentación	Número Rodillos	Instalación		Tiempo instalación		Capacidad			Sacos/año		
			Tiempo real-estándar	Diferencial minutos	Totales	Sacos/hora	Sacos/minuto	Sacos/hora	Sacos/mes			
1	Continua	6	10.27		62.02	2500	2592.4	42.07	2592.4	1,866,494	22,397,933	
2	Continua	6	10.27		62.02	2500	2592.4	42.07	2592.4	1,866,494	22,397,933	
3	Continua	6	10.27		62.02	2500	2592.4	42.07	2592.4	1,866,494	22,397,933	
4	Manual	4	20.32		81.28	750	1016	12.50	1016	731,520	8,778,240	
							TOTALES		SACOS		6,331,003	75,972,040

Cuadro No. 14. Análisis beneficio / costo.

Análisis del beneficio costo de la línea de impresión de una fábrica de sacos de polipropileno						
Costo quetzales	Beneficios	Gasto modificación	Beneficio/Costo			
			Anuales	Quetzales	Sensibilidad 100%	Sensibilidad 55%
Imprimir/saco						
Q0.001	Q75,972.04	Q41,100.00	1.85	1.02		
Q0.002	Q151,944.08	Q41,100.00	3.70	2.03		
Q0.003	Q227,916.12	Q41,100.00	5.55	3.05		
Q0.004	Q303,888.16	Q41,100.00	7.39	4.07		
Q0.005	Q379,860.20	Q41,100.00	9.24	5.08		
Q0.006	Q455,832.24	Q41,100.00	11.09	6.10		

V. CONCLUSIONES

1. Existe una diferencia de tiempo de 62.02 minutos entre el Tiempo Real con que se lleva a cabo la operación de montar clichés, en los seis cilindros de una máquina impresora de alimentación continua, con respecto al Tiempo Estándar, lo que implica una pérdida de impresión de 67,193,799 sacos/año por impresora.
2. Existe una diferencia de tiempo de 81.28 minutos entre el Tiempo Real con que se lleva a cabo la operación de montar clichés, en cuatro cilindros de la máquina impresora de alimentación manual, con respecto al Tiempo Estándar, lo que implica una pérdida de producción anual de 8,778,240 sacos/año
3. El total de sacos de polipropileno que se deja de imprimir por no operar las impresoras en el Tiempo Estándar es de 75,972,040 sacos/año.
4. El análisis de Beneficio / Costo, con diferentes Escenarios de Valor de Impresión hipotéticos del valor de impresión/saco, sugiere que hay que hacer una inversión que permita el reducir el Tiempo de impresión Real, al Tiempo Estándar, porque ello le representa Beneficios Adicionales al Inversionista.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda, al responsable de Operaciones, en el área de impresión de sacos de polipropileno, colocar el valor real del costo de imprimir/saco, y calcular la razón Beneficio/Costo, con el objeto de hacer suya la batalla de reducción del Tiempo Real, a los Tiempos Estándar.

En la línea de impresión de sacos de polipropileno a muy corto plazo se deberá hacer una mínima inversión para obtener beneficios importantes que les interesan a los inversionistas de la planta.

2. Se recomienda que cualquiera que sea la cantidad de minutos que se reduzca el Tiempo Real hacia el Tiempo Estándar, ya sea que se reduzcan 45 minutos, 30 minutos, 15 minutos, cualquiera sea el Tiempo que se logre reducir la operación de colocar clichés en los cilindros, siempre existe Beneficio al Inversionista, lo que hace ideal el reducir el Tiempo Real al Tiempo Estándar.
3. Se recomienda la estandarización de los rollos para impresión de sacos de polipropileno con el fin de estandarizar el tiempo de producción de las máquinas de alimentación continua. Con lo cual se disminuirían los períodos muertos, ya que la planificación sería más exacta basada en datos reales.
4. Se recomienda la eliminación de producciones pequeñas de las máquinas de alimentación continua, lo que disminuiría el costo de producción de éstas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Konz, Stephan. 2001. *Diseño de instalaciones industriales*. 8ª ed. México, D.F., Limusa, S.A. de C.V.. 405 págs.
- Niebel, Benjamín. 1996. *Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos*. 9ª ed. México, D.F., Alfaomega. 880 págs.
- Sapag Chain, Nassir y Sapag Chain, Reinaldo. 2000. *Preparación y evaluación de proyectos*. 4ª ed. México, D.F., Mc Graw Hill. 439 págs.