

300617



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE INGENIERIA
Incorporada a la U. N. A. M.

21
rej

REDUCCION DEL TIEMPO DE
PREPARACION EN UNA MAQUINA DE
ROTOGRABADO

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICO
CON ESPECIALIDAD EN EL AREA INDUSTRIAL
P R E S E N T A:
ALEJANDRO JAVIER DOMINGUEZ RIVERO

IMPRESA CON
FALLA DE CRISTAL

MEXICO, D.F.

ABRIL DE 1992



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL

| | |
|---|-----------|
| INTRODUCCION | i |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| 2. TIEMPO DE PREPARACION | 6 |
| 2.1 <u>Definición de tiempo de preparación</u> | 6 |
| 2.2 <u>Consecuencias de un tiempo de preparación largo</u> | 9 |
| 2.2.1 Desbalanceo de líneas | |
| 2.2.2 Desperdicio de la capacidad instalada | |
| 2.2.3 Poca flexibilidad de la planta de producción | |
| 2.2.4 Grandes tiempos de entrega | |
| 2.2.5 Altos inventarios (MP, Producto en proceso, PT) | |
| 2.2.6 Area desperdiciada | |
| 2.2.7 Reducción en la calidad del producto | |
| 2.3 <u>Reducción del tiempo de preparación</u> | 15 |
| 2.3.1 Concepto de reducción del tiempo de preparación | |
| 2.3.2 Metodología para la reducción del tiempo de preparación | |
| 2.4 <u>Beneficios de la reducción del tiempo de preparación</u> | 21 |
| 2.4.1 Balanceo de líneas | |
| 2.4.2 Mayor aprovechamiento de la capacidad instalada | |
| 2.4.3 Mayor flexibilidad | |
| 2.4.4 Menores tiempos de entrega | |
| 2.4.5 Menores inventarios | |
| 2.4.6 Area mejor aprovechada | |
| 2.4.7 Mejor calidad del producto | |
| 3. TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL | 27 |
| 3.1 <u>Estudio del trabajo</u> | 28 |
| 3.1.1 Estudio de métodos | |
| 3.1.2 Medición del trabajo | |
| 3.1.3 Operaciones en línea y operaciones fuera de línea | |
| 3.1.4 Herramientas de estudio del trabajo | |
| 3.1.4.1 Cursograma analítico | |
| 3.1.4.2 Diagrama de actividades múltiples | |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 3.1.4.3 | Diagrama de hilos | |
| 3.1.4.4 | Ficha explicativa de operaciones | |
| 3.1.4.5 | Hoja de resumen del estudio de tiempos y movimientos | |
| 3.2 | <u>Técnicas de tiempo de preparación</u> | 42 |
| 3.2.1 | Fijación de las herramientas. Siempre en el mismo lugar. | |
| 3.2.2 | Estandarización de las herramientas | |
| 4. | SITUACION ACTUAL. ANALISIS | 44 |
| 4.1 | <u>Introducción a la situación actual de cambio de producto</u> | 44 |
| 4.1.1 | Layout | |
| 4.1.2 | Recursos utilizados | |
| 4.1.2.1 | Materias primas | |
| 4.1.2.2 | Humanos | |
| 4.1.2.3 | Materiales | |
| 4.1.3 | Realización de las operaciones | |
| 4.1.4 | Dependencia del tiempo del cambio de producto con la cantidad de colores | |
| 4.2 | <u>Estudio del trabajo en la rotograbadora</u> | 57 |
| 4.2.1 | Cursograma analítico | |
| 4.2.2 | Diagrama de actividades múltiples | |
| 4.2.3 | Diagrama de hilos | |
| 4.2.4 | Ficha explicativa de operaciones | |
| 4.2.5 | Hoja de resumen del estudio de tiempos y métodos | |
| 4.3 | <u>Esperas externas</u> | 96 |
| 4.3.1 | Esperas ocasionadas por almacenes | |
| 4.3.1.1 | Trámites administrativos | |
| 4.3.1.2 | Entrega y devolución de materia prima | |
| 4.3.1.2.1 | Entrega y devolución de tintas | |
| 4.3.1.2.2 | Entrega y devolución de papel | |
| 4.3.2 | Esperas ocasionadas por otras áreas | |
| 4.3.2.1 | Departamento de ventas | |
| 4.3.2.2 | Área de armado de cilindros | |
| 4.3.2.2.1 | Análisis en armado de cilindros | |
| 4.3.2.2.2 | Análisis en lavado | |
| 4.4 | <u>Gráficas de la situación actual</u> | 109 |
| 4.4.1 | Tiempo de preparación | |
| 4.4.2 | Diagrama de causa-efecto | |
| 5. | PROPUESTAS | 113 |
| 5.1 | <u>Alternativa de solución 1</u> | 115 |
| 5.1.1 | Determinación de operaciones | |
| 5.1.2 | Reducción del tiempo de operaciones | |
| 5.1.3 | Procedimiento de operaciones | |
| 5.1.4 | Esperas externas a la rotograbadora | |
| 5.1.4.1 | Esperas ocasionadas por almacenes | |
| 5.1.4.1.1 | Trámites administrativos | |

| | | |
|-----------|--|-----|
| 5.1.4.1.2 | Entrega y devolución de materia prima | |
| 5.1.4.2 | Esperas ocasionadas por otras areas | |
| 5.1.4.2.1 | Departamento de ventas | |
| 5.1.4.2.2 | Cilindros en malas condiciones | |
| 5.1.4.2.3 | Area de armado de cilindros | |
| 5.1.4.2.4 | Area de lavado | |
| 5.1.4.3 | Procedimiento de abastecimiento de materiales | |
| 5.1.5 | Gráfica de tiempo de preparación de la alternativa de solución 1 | |
| 5.2 | <u>Alternativa de solución 2</u> | 158 |
| 5.2.1 | Determinación de operaciones | |
| 5.2.2 | Reducción del tiempo de operaciones | |
| 5.2.3 | Procedimiento de operaciones | |
| 5.2.4 | Esperas externas a la rotogradora | |
| 5.2.4.1 | Esperas ocasionadas por almacenes | |
| 5.2.4.1.1 | Trámites administrativos | |
| 5.2.4.1.2 | Entrega y devolución de materia prima | |
| 5.2.4.2 | Esperas ocasionadas por otras areas | |
| 5.2.4.2.1 | Departamento de ventas | |
| 5.2.4.2.2 | Cilindros en malas condiciones | |
| 5.2.4.2.3 | Area de armado de cilindros | |
| 5.2.4.2.4 | Area de lavado | |
| 5.2.4.3 | Procedimiento de abastecimiento de materiales | |
| 5.2.5 | Gráfica de tiempo de preparación de la alternativa de solución 2 | |
| 6. | ANALISIS COSTO/BENEFICIO | 190 |
| 6.1 | <u>Alternativa 1</u> | 190 |
| 6.1.1 | Costos | |
| 6.1.2 | Beneficios | |
| 6.1.2.1 | Beneficios tangibles | |
| 6.1.2.2 | Beneficios intangibles | |
| 6.1.3 | Resumen del análisis costo/beneficio | |
| 6.2 | <u>Alternativa 2</u> | 194 |
| 6.2.1 | Costos | |
| 6.2.2 | Beneficios | |
| 6.2.2.1 | Beneficios tangibles | |
| 6.2.2.2 | Beneficios intangibles | |
| 6.2.3 | Resumen del análisis costo/beneficio | |
| 7. | CONCLUSIONES | 199 |
| | BIBLIOGRAFIA | v |

INTRODUCCION

INTRODUCCION

Las empresas se están enfrentando en la actualidad con 3 retos a superar: la reducción en los costos de fabricación, la productividad dentro de la compañía y la obtención de la calidad adecuada en los productos fabricados.

Aunado a esto, se vuelve cada vez más importante el poder responder adecuadamente a las demandas del cliente.

Para todo lo anterior, existen técnicas que se están desarrollando y empleando en todo el mundo. Entre dichas técnicas podemos mencionar: distribución de la planta en celdas de trabajo, implantación de círculos de calidad, trabajadores multifuncionales, mantenimiento preventivo, calidad en piezas por millón, programa con proveedores, etc.

Una de las técnicas que no se mencionó y la cual es el objeto del presente trabajo es la reducción del tiempo de preparación. El tiempo de preparación es, como se explicará posteriormente, un proceso necesario para todas aquellas empresas que abarcan o tratan de abarcar cierta extensión del mercado con la producción de diferentes artículos,

tomando en cuenta la demanda que tienen y la capacidad de producción de su fábrica.

El tiempo empleado en el cambio de producto es improductivo para la compañía, y por lo mismo, se debe de optar por tratar de reducirlo o bien, eliminarlo. lo anterior es acentuado en importancia cuando una compañía tiene una mayor demanda de sus productos a la cantidad que está produciendo actualmente.

Existen técnicas tanto de medición de operaciones y procedimientos utilizados, como de manejo de herramientas estándares y adecuación de las máquinas utilizadas a través de dispositivos especiales para la reducción del tiempo de preparación.

Dada la importancia de reducir los costos de fabricación y la obtención de productividad en la planta: Ayuda la reducción del tiempo de preparación a disminuir los costos y aumentar la productividad? Justifica el realizar una inversión grande para alcanzar dichos objetivos? Cuando debo de desarrollar un proyecto de reducción del tiempo de preparación en la planta? Son prácticos y aplicables los métodos existente para la obtención de las metas deseadas? Es posible alcanzar los resultados esperados? Las preguntas anteriores deben de ser realizadas por la gente de la fábrica y algunas de ellas encuentran solución en el presente trabajo.

En el capítulo 1, a manera de introducción al trabajo realizado, el objetivo es el dar una panorámica general

sobre las diferentes técnicas utilizadas en la industria de la impresión, tomando en cuenta que el rotograbado pertenece a una de ellas.

El capítulo 2 consiste en un análisis sobre el tiempo de preparación. Qué se entiende por tiempo de preparación así como las consecuencias de contar con él. Dado lo anterior, se analiza el reducir dicho tiempo de preparación con sus respectivos beneficios.

Para llevar a cabo la reducción del tiempo de preparación se cuentan con herramientas de Ingeniería Industrial, dichas herramientas pueden ser divididas principalmente en dos: Estudio del trabajo y técnicas innatas del tiempo de preparación. Las mencionadas técnicas son señaladas y explicadas en el capítulo 3.

Una vez explicados el entorno general en cuanto a la impresión, los conceptos sobre tiempo de preparación y las técnicas para poder realizar dicho tiempo, el capítulo 4 nos involucra dentro del caso práctico a estudiar en la rotograbadora conteniendo un análisis de la forma en que se están realizando los cambios de producto actualmente.

El objetivo del capítulo 5 es el proponer alternativas de solución para reducir el tiempo de preparación en la máquina de rotograbado. Concretamente se proponen dos alternativas, las cuáles son analizadas dentro del mismo capítulo.

El capítulo 6 tiene como objetivo el presentar un análisis costo/beneficio de las dos alternativas mencionando

los costos involucrados en cada una de ellas así como el beneficio de las mismas, obteniendo al final una comparación de las dos alternativas.

El capítulo 7 muestra las conclusiones obtenidas en el presente trabajo y se recomienda el uso de alguna de ellas.

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES

Debido a que el desarrollo del presente trabajo está relacionado con las Artes Gráficas, comenzaré comentando sobre éstas, y añadiendo que impresión significa transmitir o reproducir por presión una superficie sobre otra (1).

Así, las cuatro formas de impresión utilizadas en su mayoría en la actualidad, son

- * Tipografía,
- * Offset,
- * Serigrafía y
- * Hecograbado.

Tipografía

La tipografía fue llevada por primera vez en forma práctica en Alemania por Johann Gutenberg, alrededor del año 1450 (2).

Es empleada para imprimir textos, conteniendo tipos que consisten de una letra o signo grabado a la inversa y en

(1) "La imprenta", Augé, R. Madrid, 1971, p. 7.

(2) "Manual de artes gráficas", Karch, R. Randolph, México, 1987, p. 15.

relieve. La tinta es agregada a los tipos, y estos son presionados contra el papel para producir la impresión.

Offset

El offset (litografía) fue inventada en 1796 por Alois Senefelder (3).

La impresión se obtiene no por contacto directo de la forma (elemento con el diseño de la impresión, y es una plancha metálica, enrollada sobre un cilindro) sobre el papel, sino por un decalco sobre un cilindro intermedio. Sólo son impresas sobre el papel las partes recubiertas de tinta grasa, mientras las humedecidas producen los blancos del impreso.

Serigrafía

La patente de este procedimiento se le atribuye a Samuel Simon, en 1907 en Inglaterra (4).

La forma se encuentra constituida por un bastidor de madera en el cual va tensada una tela de seda. La parte de la malla que corresponde a los blancos en la impresión son obstruidos, y los otros, dejados libres para que permitan a la tinta ser grabada en el papel.

Huecograbado

La invención de este procedimiento de impresión se le atribuye a Karl Kleitsch en 1879 en Inglaterra (5).

(3) "Manual de artes gráficas", Karch, R. Randolph, México, 1987, p. 17.

(4) "Manual de artes gráficas", Karch, R. Randolph, México, 1987, p. 23.

(5) "Manual de artes gráficas", Karch, R. Randolph, México, 1987, p. 19.

Los huecos impresores de un cilindro recubierto de cobre están constituidos por una gran cantidad de pequeños alveólos de superficie idéntica. La profundidad de éstos alveólos depende de la intensidad de la tinta a reproducirse en el papel.

El término "huecograbado" significa recortado o vaciado. La expresión "rotograbado" determina la expresión "huecograbado" tal como esta clase de trabajos se llevan en la actualidad (6).

El procedimiento se muestra gráficamente en la figura 1.1.

El rotograbado es un método muy rápido de imprimir. Ejemplos típicos de estampación por huecograbado los encontramos en los billetes de banco, estampillas postales, bonos, revistas, suplementos dominicales de los periódicos y envolturas para alimentos y caramelos (7).

La manera en que funciona la rotograbadora la explicaré a continuación, aunque en el capítulo 4 se describen las partes de la misma que son utilizadas dentro del trabajo.

En una rotograbadora el papel se encuentra enrollado en uno de sus extremos sobre un revólver para ser introducido a la misma, obteniendo el papel impreso en el otro extremo de la máquina, siendo enrollado a la salida.

(6) "Manual de artes gráficas", Karch, R. Randolph, México, 1987, p. 19.

(7) "Manual de artes gráficas", Karch, R. Randolph, México, 1987, p. 19.

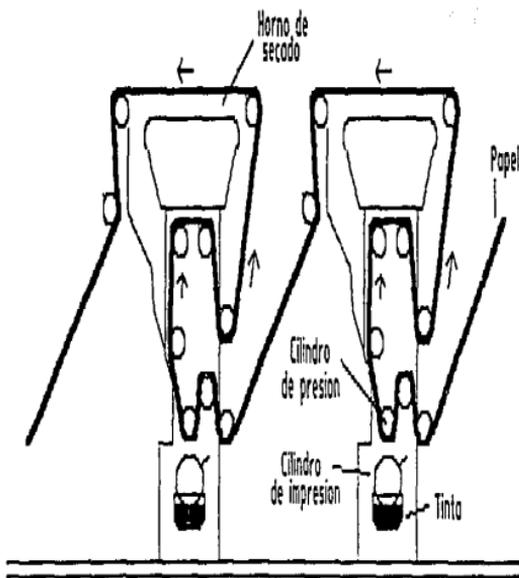


Figura 1.1 Rotograbadora (2 estaciones de impresion)

Las rotograbadoras difieren una de otra por el número de estaciones de impresión que tienen. Dichas rotograbadoras suelen variar comúnmente de 2 a 7 centros (el caso que se estudia en el presente trabajo es de siete estaciones de impresión).

Cada centro de impresión consiste de una unidad de cilindro, de un cilindro que ejerce presión sobre la unidad de cilindro, rodillos para tensar el papel, un horno para el secado del mismo una vez que ha sido impreso y una tolva con su respectiva bomba que provee de tinta a la unidad de cilindro.

La parte más importante de las estaciones de impresión son las unidades de cilindro. Estas, contienen el cilindro de impresión y la charola donde temporalmente es almacenada la tinta a utilizar. Además, contiene un aplicador, que es el que reparte ésta última en el cilindro, y una cuchilla, que retira el exceso de la misma. Cada estación de cilindro imprime diferentes figuras en un sólo color, obteniéndose al final una combinación de figuras y colores que conforman el diseño final de la etiqueta.

La tolva tiene una manguera por la que transporta la tinta hacia la unidad de impresión y un codo por el que la tinta no utilizada en ese momento es regresada a la tolva.

CAPITULO 2

2. TIEMPO DE PREPARACION

2.1 Definición de tiempo de preparación

El alistamiento de las máquinas o tiempo de preparación es el tiempo que se requiere para pasar de la producción de un producto de calidad a la producción de otro producto con calidad.

Es conocido que cualquier empresa en la mayoría de los casos no se encarga de fabricar un solo producto en una determinada máquina, sino que dada la cobertura en cuanto a la variedad de productos o de clientes a la que las empresas pueden llegar a tener, es necesario el fabricar varios productos en la misma máquina. Para esto, debido a que son diferentes productos, las características del proceso llegarán a cambiar aunque la diferencia sea mínima.

Así, el proceso de cambio de hacer un producto A para empezar a fabricar un producto B se le llama tiempo de preparación o tiempo de alistamiento de las máquinas.

Cabe aclarar que el tiempo de preparación comprende desde el momento en que se deja de producir el último artículo A de calidad hasta que se comienza a producir el

primer artículo B con calidad (8). Dado esto, el proceso de tiempo de preparación lo podemos dividir en las dos partes siguientes:

1. Tiempo de cambio del equipo.
2. Tiempo de prueba y error.

La primera parte del alistamiento se refiere al cambio del equipo. Esta parte comprende el tiempo en el que se cambia el equipo para dejar de producir un artículo para comenzar a fabricar otro (sin importar su calidad), debido a que las características del primero son diferentes a las del segundo.

La segunda parte del alistamiento es una vez que el equipo necesario ha sido cambiado y se hacen las pruebas hasta producir un artículo con calidad (el presente trabajo esta exclusivamente dedicado al cambio del equipo, más no del tiempo de prueba y error).

En la figura 2.1 se expresa gráficamente el cambio de producto.

Como se aprecia, el tiempo de preparación comprende, como se dijo anteriormente, del cambio del equipo y de los ajustes. A su vez, estos ajustes comprenden una serie de iteraciones que consisten en correr una prueba para poder inspeccionarla y detectar si es de calidad o no, si no lo es, se deben de realizar ajustes en la máquina y volver a

(8) "Las características de calidad reales deben de expresarse siempre en un lenguaje comprensible para los consumidores", Ishikawa Kaoru, Qué es el control total de calidad?, Colombia, 1986, p. 44. Por lo tanto, la definición de calidad es: realizar un producto determinado dentro de los estándares preestablecidos.

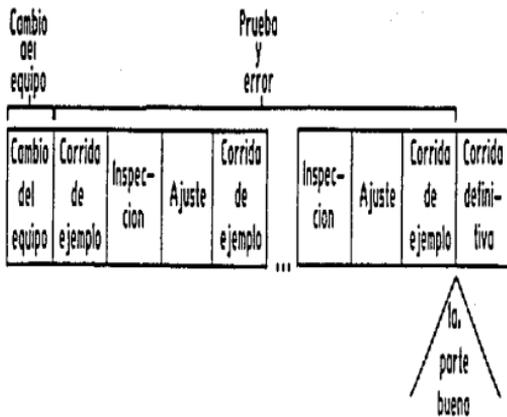


Figura 2.1 Operacion de un tiempo de preparacion

realizar la corrida hasta que se tenga el primer artículo con calidad, si sale bien, la pieza se comenzará a producir con éxito y el tiempo de preparación habrá terminado pasando al tiempo de producción. El proceso descrito en el diagrama de flujo de la figura 2.2.

2.2 Consecuencias de un tiempo de preparación largo

Cualquier empresa que fabrique diferentes productos y los haga en la misma máquina debe de tener un tiempo asignado para sus cambios de producto. Este tiempo es improductivo para la misma, y, por lo tanto debe tratar de ser evitado en la medida posible. Entre mayor sea el tiempo de preparación, mas tiempo improductivo tendrá la máquina.

En este punto nos corresponde analizar cuales son las consecuencias que acarrea el tener un tiempo de preparación largo. Estas últimas son las siguientes:

- * Desbalanceo de líneas
- * Desperdicio de la capacidad instalada.
- * Poca flexibilidad.
- * Grandes tiempos de entrega.
- * Altos inventarios (Materia prima, producto en proceso y producto terminado).
- * Area desperdiciada para la utilización de almacenes.

Lo anterior se explicará en los siguientes puntos.

2.2.1 Desbalanceo de líneas

Imaginemos que se tiene la planta de producción de la figura 2.3.

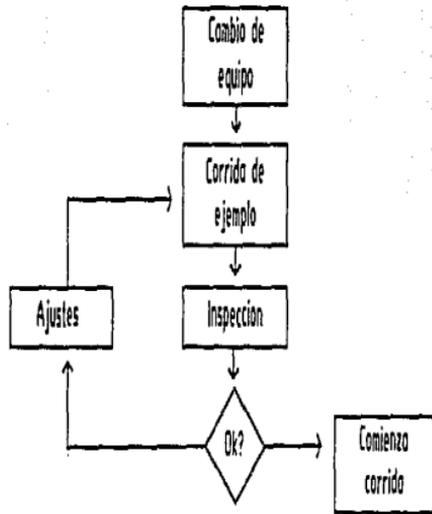


Figura 2.2 Diagrama de flujo de un tiempo de preparacion

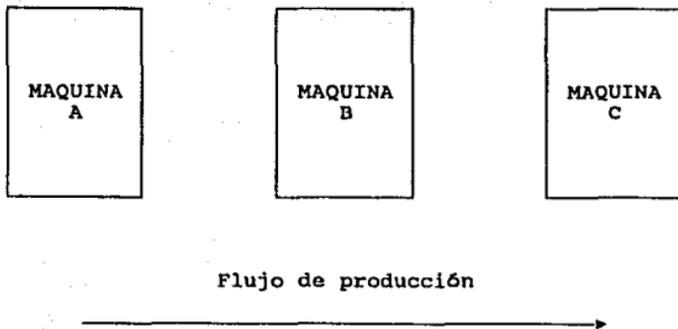


Figura 2.3 Ejemplo de desbalanceo de líneas

En ella se cuenta únicamente con 3 máquinas, la A, la B y la C. El flujo es en línea, así que en cuanto la máquina A ha terminado con una pieza se la da a la B y al mismo tiempo esta entrega una pieza a la C.

Que sucederá cuando llegue un tiempo de preparación para las tres máquinas y éste sea más grande para la B que para la A y la C?

Empecemos diciendo que las tres máquinas se encuentran iniciando el proceso de cambio de producto. Al comenzar la producción, un inventario de producto en proceso se irá acumulando entre la A y la B, debido a que la primera se encuentra produciendo y la segunda está en un tiempo de preparación. De la misma manera, la máquina C estará inactiva debido a que la B no está produciendo.

2.2.2 Desperdicio de la capacidad instalada

Al tener grandes tiempos de cambio de producto estoy teniendo tiempo muerto en las máquinas, y entre mas grande sea el tiempo de cambio, mayor será el tiempo improductivo.

Por lo tanto, estoy dejando de utilizar la capacidad instalada de la máquina (volumen de producción al cual puede llegarse con el equipo que se tiene en la planta).

2.2.3 Poca flexibilidad de la planta de producción

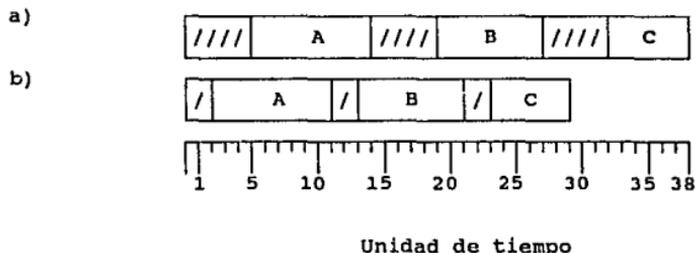
Una definición de flexibilidad es la posibilidad de responder rápidamente a los cambios.

Es por lo anterior, que al aumentar los tiempos de preparación estaré perdiendo flexibilidad en la planta y tardaré más en responder a los cambios del cliente.

2.2.4 Grandes tiempos de entrega

Al tener cambios de producto demasiado grandes y poder obtener una mayor producción, se tratarán de realizar el menor número posible de cambios de producto.

Así, al realizar pocos cambios de producto perderé la oportunidad de tener mayor cantidad de clientes y alargaré el tiempo de entrega.



-  Tiempo de preparación
-  Tiempo de producción

Figura 2.4

En la figura 2.4 se muestra un ejemplo.

Antes de reducir el tiempo de preparación (figura 2.4a) el producto A se terminará de producir al tiempo 14, el B al tiempo 27 y el producto C al 38.

Después de la reducción (figura 2.4b) el producto A se terminará de producir al tiempo 11, el B al tiempo 21 y el

producto C al 29, obteniéndose un ahorro del 24% en la elaboración de los 3 productos.

Se está produciendo lo mismo (en cantidad y en productos), pero se esta reduciendo el tiempo de entrega debido a que el producto C estará listo para ser entregado al tiempo 29 y no al tiempo 38 como en la primera opción, con esto se tendrá una mayor cantidad de clientes y por lo tanto gran parte del mercado puede estar abarcado por la empresa.

Así, cuando una compañía prefiere producir más, trata de evitar sus tiempos de preparación, y de tal manera, las corridas de los productos serán mayores y probablemente se tenga la producción programada ya para dentro de varios meses. Así, el cliente al conocer la situación, seguramente indagará con otra empresa para obtener sus productos.

2.2.5 Altos inventarios (materia prima, producto en proceso y producto terminado)

Materia prima.

Al no conocer con exactitud el momento de cambio de producto debido a las fallas que puedan suceder por el mismo, o al tiempo que tarde en realizarse el anterior, se trata de mantener una mayor cantidad de materia prima en el almacén, por lo que este inventario será grande.

Producto en proceso.

Como ya se explicó en el punto 2.2.1 existirá un desbalanceo en las líneas de producción, y entre la máquina A

y B existirá un inventario de producto en proceso muy grande (figura 2.3).

Producto terminado.

Al tener tiempos de cambio de producto grandes, se tratará de tener el menor número de cambios de producto posibles. Por lo tanto, se tratarán de realizar unas corridas largas aunque el cliente no haya solicitado cierto producto, y el producto que no se haya entregado al cliente será guardado en el almacén de producto terminado.

2.2.6 Area desperdiciada

Como ya se explicó, al poseer tiempos grandes de preparación obtendré inventarios grandes, y al tenerlos así, necesitará de espacio para almacenarlos, por lo que habrá cierta area de la empresa para tener la materia prima, el inventario en proceso y el inventario de producto terminado.

2.2.7 Reducción en la calidad del producto

El poseer inventarios altos hará necesaria la operación de manejo de materiales, una de las características negativas del manejo de materiales es el de mayor posibilidad de dañar el material por golpe o exceso de movimiento.

2.3 Reducción del tiempo de preparación

En el presente punto se explicará en que consiste la reducción del tiempo de preparación. Siendo el tema al que se encuentra dedicado el presente trabajo.

El punto se encuentra dividido en el concepto de reducción de tiempo de preparación y la metodología que es apropiada seguir para el buen éxito del trabajo. Dentro de la

metodología se definen pasos importantes y en un orden cronológico que aseguran el buen término del trabajo.

2.3.1 Concepto de reducción del tiempo de preparación

Una vez que se ha comprendido lo que es el tiempo de preparación, es conveniente el saber a que se refiere uno con la reducción del mismo.

La reducción del tiempo de preparación es disminuir el tiempo que se le tiene asignado tanto al cambio del equipo como a la prueba y error mediante el uso de técnicas sencillas y eficaces así como la definición de métodos, procedimientos y tiempos. De esta manera, el objetivo al que se debe de aspirar es a reducir el 75% de la primera parte y a eliminar totalmente la segunda (los beneficios de ésta reducción se comentan en el siguiente punto).

La figura 2.5 explica gráficamente como deberá de quedar el tiempo de preparación.

Cabe aclarar que anteriormente se tomaba al tiempo de preparación como un mal necesario, que todo el tiempo que se utilizaba era mas causa de la variación de productos que se fabricaban y la solución sencillamente era el hacer los cambios de producto solamente en contadas ocasiones.

Pero se comprendió que esto no era una solución, sino lo que solamente hacían era huir del problema. Fue entonces cuando decidieron enfrentarse al mismo y utilizar determinadas técnicas para la reducción del tiempo de preparación.

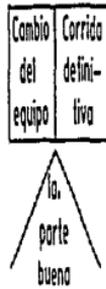


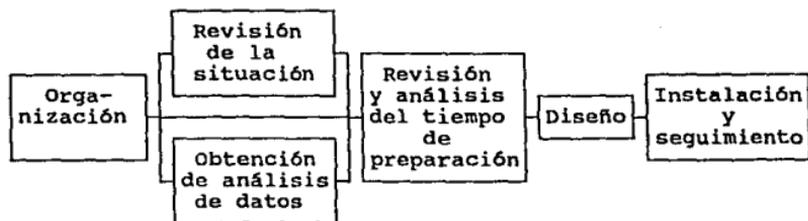
Figura 2.5 Tiempo de preparacion ideal

Una característica importante de la reducción del tiempo de preparación es que se puede lograr una disminución del 80% del tiempo con un 20% de gastos, y el otro 20% de reducción se podría lograr con el 80% de los gastos. La figura 2.6 muestra la relación entre reducción y gastos.

La gráfica nos muestra que mientras más reducción queramos lograr, mas inversión se deberá de realizar y esto se refiere a que para reducir mucho tiempo es fácil el adoptar técnicas sencillas y así, mientras mayor sea el tiempo a reducir se tenderá a utilizar técnicas y equipos más complicados, por lo que se requerira de una inversión mayor.

2.3.2 Metodología para la reducción del tiempo de preparación

El realizar un proyecto de reducción del tiempo de preparación requiere de una serie de pasos que deben realizarse de una manera ordenada y siguiendo un análisis lógico de la situación. Los pasos se muestran a continuación:



La organización se refiere tanto a elegir el grupo de personas como la máquina en la que se reducirá el tiempo de preparación, la obtención de la aprobación por parte de la empresa y la realización del plan de trabajo a seguir.

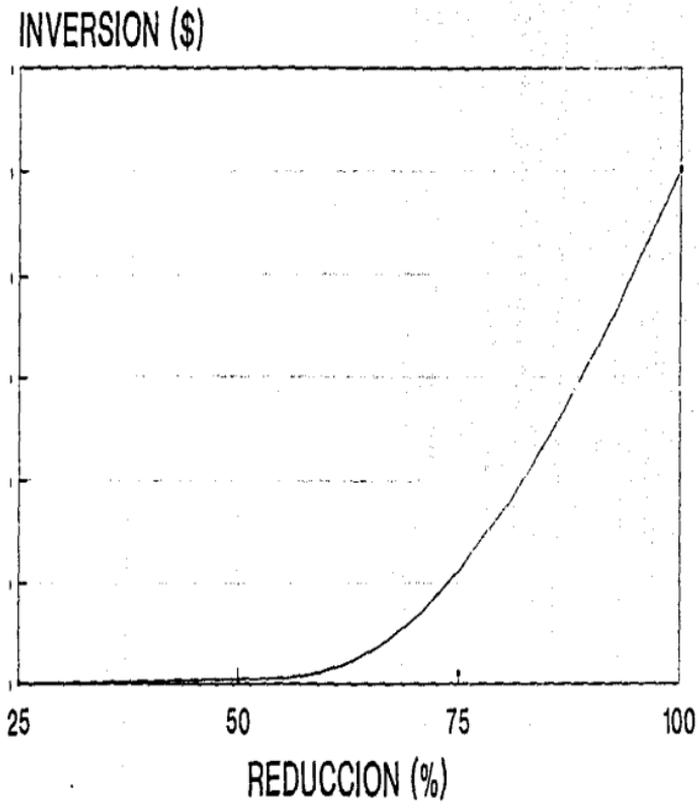


Figura 2.6 Relación reducción/inversión

El plan de trabajo debe de realizarse de una forma detallada para que de esta manera se obtenga el primer análisis de como se trabajará y así, familiarizarse con la situación. Tanto la revisión de la situación como el análisis de los datos, nos ayudarán a comprender tanto las políticas y procedimientos de la empresa como el proceso y su importancia para la compañía.

La revisión y el análisis del cambio del producto deben de realizarse para comprender la manera en que lo hacen y el porqué de esa forma.

Quizá podamos pensar en una solución que ahorraría mucho tiempo al cambio de producto, pero si no conocemos el proceso podría aparecerse un impedimento para la realización de esa solución.

Por ello se habló de que se trataba de un razonamiento lógico, debido a que mientras mejor conozcamos la situación y nos familiaricemos con la misma, más fácilmente podremos hallar una solución.

Una vez que se conocen tanto los procedimientos como las políticas y el porqué del proceso, se continúa con la parte de las ideas en la cual se puede contar con la ayuda de los operarios debido a que son los que mejor conocen la operación y así obtener un diseño de la propuesta a sugerir.

Cuando el diseño ha sido aceptado, se continuará con la instalación poniendo en práctica todo lo pensado y diseñado, así como los procedimientos perfeccionados y, de tal manera, darle un seguimiento al mismo proyecto para su

éxito. Es importante mencionar que el reducir el tiempo de preparación no es solo el obtener o hacer mejores herramientas o mejorar la máquina, sino que en una gran parte es contar con una excelente disposición y participación de los operarios.

Para hacer una semejanza, puedo mencionar a los automóviles de formula 1 cuando llegan a los pits, en ellos, existe ya una determinada cantidad de gente con los recursos necesarios sabiendo exactamente que es lo que tienen que realizar cuando llegue el auto.

Así, los operarios deberán de actuar, "esperando" a que termine la corrida anterior, para seguir unos procedimientos teniendo los recursos lo mas cercano posible y así realizar el cambio en el menor tiempo posible.

Esto me hace recordar una anécdota en la cual en ese entonces se hacía el cambio en los pits en 7 minutos, y una persona le pronosticaba a otra que los realizaría en 30 segundos, esta segunda persona comentó que se equivocaría, y así fue, no los realizó en 30 segundos, terminó reduciéndolo a 10 segundos.

2.4 Beneficios de la reducción del tiempo de preparación

Para comenzar a hablar sobre los beneficios de los tiempos de preparación cortos podemos mencionar dos de ellos:

1. Los métodos rápidos y simples de cambio eliminan la posibilidad de errores en los ajustes de herramientas y útiles.

2. Con cambios rápidos se puede aumentar la capacidad de producción sin necesidad de trabajar más tiempo ni de comprar otras máquinas.

Además, realicemos un análisis de los tiempos de preparación largos y cortos con el caso siguiente:

Supongamos que una empresa elabora 5 productos diferentes, y el tiempo de preparación de cada uno de ellos es el mismo de 2 horas.

Debido a que los tiempos de preparación son muy grandes, la empresa optará por fabricar un producto diariamente y así evitar gran cantidad de cambios. De esta forma, el horario de cambios y de producción quedará de la siguiente manera:

| | | | | | | |
|-------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
| Horas | 8 | | | | | |
| | 7 | | | | | |
| | 6 | | | | | |
| | 5 | | | | | |
| | 4 | | | | | |
| | 3 | | | | | |
| | 2 | | | | | |
| | 1 | | | | | |
| | | Pieza 1 | Pieza 2 | Pieza 3 | Pieza 4 | Pieza 5 |
| | | Setup | Setup | Setup | Setup | Setup |
| | | L | Ma | Mi | J | V |
| | | Días | | | | |

Figura 2.7

El tiempo de producción total por semana es de 30 hrs, el tiempo de preparación por semana es de 10 hrs, el tiempo disponible es de 0 hrs y debido a que por ejemplo la pieza 1 puede entregarse al cliente el viernes, el inventario promedio es de 1/2 semana.

La propuesta es reducir el tiempo de preparación y para conocer los beneficios de esta situación se propondrá un tiempo de preparación de 3 minutos, de tal manera, la situación es la siguiente:

| | | | | | | |
|-------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Horas | 8 | --- | --- | --- | --- | --- |
| | 7 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| | 6 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | 3 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 2 | --- | --- | --- | --- | --- | |
| 1 | --- | --- | --- | --- | --- | |
| | | L | Ma | Mi | J | V |
| | | Días | | | | |

Figura 2.8

Como se muestra en la figura de arriba, en lugar de elaborar un producto diario, se toma la opción de realizar los cinco productos diariamente. De tal forma la producción sigue siendo de 30 horas, el tiempo de preparación se redujo a 1 hora y 15 minutos, el tiempo disponible aumentó a 8 horas y 45 minutos y el inventario promedio ahora será de medio día.

El problema de las corridas largas se ha eliminado, ahora las corridas son menores y así la flexibilidad de la empresa se ve aumentada. Los grandes tiempos de entrega ahora son pequeños debido a que se pueden realizar dichas entregas diariamente y no tener que esperar hasta que la empresa vuelva a producir o bien que se guarden grandes inventarios. Además nos permite disminuir el inventario en un 80 % debido

a que ahora el inventario promedio es de solamente 1/2 día a comparación del anterior que era de 1/2 semana, ya que las entregas ahora se realizan diariamente y no semanalmente. Por lo tanto, los beneficios pueden encasillarse en los siguientes puntos:

1. Balanceo de líneas
2. Mayor aprovechamiento de la capacidad instalada
3. Mayor flexibilidad
4. Menores tiempos de entrega
5. Menores inventarios
6. Area mejor aprovechada
7. Mejor calidad del producto

2.4.1 Balanceo de líneas

Una vez disminuido el tiempo de preparación la diferencia entre el inicio del tiempo de producción (figura 2.3) entre una máquina y otra será muy reducido, así, el desbalanceo en líneas seguirá existiendo pero en cantidades mas pequeñas. Para tratar de eliminar el desbalanceo de líneas ocasionado por los cambios de producto, es recomendable el dedicar mayor esfuerzo para reducir el tiempo de preparación en las máquinas que así lo requieran y de esta manera provocar que el tiempo de producción inicie en el mismo instante. Aún y cuando lo anterior no se lograra, el inventario que se acumule tanto en materia prima, en proceso y terminado habrá sido reducido y su cantidad tenderá a eliminarse.

2.4.2 Mayor aprovechamiento de la capacidad instalada

A continuación se muestra un cuadro comparativo del ejemplo del punto 2.4 antes y después de la reducción del tiempo de preparación.

| | Tiempo Productivo | Tiempo de preparación | Tiempo disponible | Total |
|-------------------|-------------------|-----------------------|-------------------|-------|
| Antes reducción | 30 | 10 | 0 | 40 |
| Despues reducción | 30 | 1.25 | 8.75 | 40 |

* Tiempo en horas

Así, el aprovechamiento de la capacidad instalada antes de la reducción es del 75 %, y después de la misma es del 96.8 % (pensando que el tiempo disponible será adjudicado al tiempo de producción).

De tal manera, existe una diferencia del 21.8 % de utilización de la capacidad instalada.

2.4.3 Mayor flexibilidad

Si un cliente, o bien, el departamento de Ventas por ejemplo, solicita la elaboración de un producto en forma inmediata, la planta responderá más rápidamente en la producción de ese artículo con la reducción del tiempo de preparación.

2.4.4 Menores tiempos de entrega

La figura 2.4 muestra como con la reducción del tiempo de preparación los tiempos de entrega son menores.

2.4.5 Menores inventarios

Materia prima

Debido a que el tiempo de preparación es pequeño no existirá o casi no habrá diferencia entre uno y otro, así se conocerá en que momento se necesitará la materia prima.

Producto en proceso

Al no existir o casi no existir diferencia entre los tiempos de preparación de una máquina y otra, y tener las líneas de producción bien balanceadas, la empresa tenderá a no tener inventario en proceso.

Producto terminado

Como se mostró en el punto 2.4, antes de la reducción el inventario promedio en producto terminado es de 1/2 semana, mientras que después de la misma es de 1/2 día, esto es debido a que lo que se produce diariamente se vende diariamente.

2.4.6 Area mejor aprovechada

Al verse reducidos los inventarios tanto de materia prima, de producto en proceso y de producto terminado se evitará el uso de area por los mismos, de tal manera que la misma podrá ser vendida o bien ocupada para otros fines.

2.4.7 Mejor calidad del producto

Al disminuir los inventarios disminuirá el manejo de materiales y así, el riesgo de sufrir algún daño o golpe será reducido.

CAPITULO 3

3. TECNICAS DE INGENIERIA INDUSTRIAL

Dentro de un estudio de tiempos y movimientos intervienen dos factores principalmente: productividad en el trabajo y desarrollo de técnicas de manejo de equipo (en el presente trabajo a éstas últimas las denominaré técnicas de tiempo de preparación).

Es indispensable que para poder aplicar todo lo que se llegue a determinar con estos estudios sean aplicados por el trabajador. Es necesario que se le informe sobre la importancia de su trabajo, se le capacite, se le entrene y que el mismo tome consciencia de la importancia de los estudios.

De nada sirve emplear todas las técnicas si el propio trabajador no quiere reducir el tiempo de las operaciones.

Es importante que el trabajador sepa el porque tiene que realizar las mejoras, debe de sentirse parte de la empresa, no sentirse un elemento de producción.

3.1 Estudio del trabajo

Estudio del trabajo son ciertas técnicas que se utilizan para examinar el trabajo humano en todos sus contextos y que lo llevan sistemáticamente a investigar todos los factores que influyen en la eficiencia y economía de la situación estudiada con el fin de efectuar mejoras (9).

Un punto importante es el hecho de que una vez que el trabajador ha tomado consciencia del trabajo, la Dirección no comience con falta de materiales o algún problema de tipo administrativo, debido a que su motivación irá en decadencia.

El Estudio del trabajo está dividido en dos partes: Estudio de métodos y Medición del trabajo. Estos, se analizarán en los siguientes puntos.

3.1.1 Estudio de métodos

El Estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos existentes y proyectados de llevar a cabo un trabajo, como medio de idear y aplicar métodos más sencillos y eficaces y de reducir los costos (10).

Explicado de otra manera, el estudio de métodos es el registro y análisis de los procedimientos actuales para darles eficiencia y obtener mejoras en cuanto a costos.

(9) "Introducción al estudio del trabajo". Oficina Internacional del Trabajo. (Editorial Limusa, S.A. de C.V.), México, D:F., Tercera edición (Revisada), p. 29.

(10) "Introducción al estudio del trabajo". Oficina Internacional del Trabajo. (Editorial Limusa, S.A. de C.V.), México, D.F., Tercera edición (Revisada), p. 79.

Los fines del estudio de métodos son:

- * Mejorar los procesos y procedimientos
- * Economizar el esfuerzo humano y reducir la fatiga humana
- * Mejorar la utilización de materiales, máquinas y mano de obra
- * Mejorar la disposición de la fábrica, taller y lugar de trabajo, así como los modelos de máquinas e instalaciones, y
- * Crear mejores condiciones materiales de trabajo

Para obtener estos beneficios, es necesario el seguir una serie de pasos:

- * Definir el problema a estudiar
- * Recolectar los datos relacionados al problema
- * Examinar los hechos
- * Considerar las soluciones posibles
- * Optar por una solución
- * Aplicación de la solución escogida
- * Mantener en observación los resultados

Es indispensable el último punto citado, esto es, por dos razones: la primera razón es debido a que como es un trabajo que depende del trabajador, éste mismo puede poco a poco ir cambiando de métodos de acuerdo a su creencia, al poco entrenamiento, o bien, a su descuido; y, la segunda es porque el procedimiento adoptado puede irse mejorando continuamente.

3.1.2 Medición del trabajo

La medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (11).

De otra forma, la medición del trabajo es el medio por el cual la Dirección puede medir el tiempo que se invierte en ejecutar una operación o una serie de operaciones, de tal forma, que el tiempo improductivo se destaque y sea posible separarlo del tiempo productivo.

Al igual que en el estudio de métodos, existe un procedimiento para la medición del trabajo, dicho procedimiento consta de los siguientes pasos:

- * Seleccionar el trabajo que será estudiado
- * Registrar los datos relativos a las circunstancias en que se realiza el trabajo
- * Examinar los datos registrados
- * Medir la cantidad de trabajo de cada elemento expresándola en tiempo
- * Establecer el tiempo definitivo que se aplicará a cada elemento

Dentro del segundo punto descrito en el procedimiento anterior es importante el obtener toda la información acerca de la tarea, del operario y de las condiciones que puedan influir en la ejecución del trabajo.

(11) "Introducción al estudio del trabajo". Oficina Internacional del Trabajo. (Editorial Limusa, S.A. de C.V., México, D.F., Tercera edición (Revisada), p. 193.

No rendirá de igual forma una persona que trabaja bajo un clima caluroso a uno que lo hace en un clima fresco. Lógicamente el rendimiento de los dos será diferente. Además, la habilidad de un operador no es igual a la habilidad de otro. Es por esto, que todas las condiciones del trabajo deben de ser tomadas en cuenta.

Para tomar el tiempo de cada elemento es necesario el delimitar al mismo. Es importante definir en que momento termina una operación y comienza otra.

Una vez que se han hecho las observaciones y se haya definido el tiempo que se empleará para cada operación, es necesario el comprobar tanto el método empleado, así como el tiempo por operación. Esto es, debido a que habrá casos en los que tal vez uno no haya notado cierto detalle que en la práctica podría aparecer.

Así, en resumen, el estudio de métodos es la técnica para reducir o eliminar movimientos innecesarios tanto del material como de los operarios, o bien, cambiar los malos métodos por buenos métodos de trabajo. Y la medición del trabajo es para reducir o eliminar el tiempo que no sea productivo en el trabajo.

3.1.3 Operaciones en línea y operaciones fuera de línea

Una parte muy importante dentro del estudio del trabajo es la definición de las operaciones en línea y las operaciones fuera de línea.

Las operaciones en línea son aquellas que se tienen que realizar estando la máquina de producción activa.

Las operaciones fuera de línea son aquellas que se pueden efectuar estando la máquina de producción inactiva.

Como norma, deberá tratarse de realizar el mayor número de operaciones fuera de línea, debido a que la máquina seguirá produciendo y habrá tareas, en la mayoría de los casos productivas, que podrán estar realizando.

En la figura 3.1a se muestran gráficamente operaciones en línea, en la cual se puede observar como el operario permanece inactivo en el momento de que la máquina se encuentra activa.

En la figura 3.1b se muestra gráficamente la posición contraria, como el operador realiza operaciones fuera de línea, debido a que aunque la máquina se encuentra activa el trabajador se encuentra realizando operaciones.

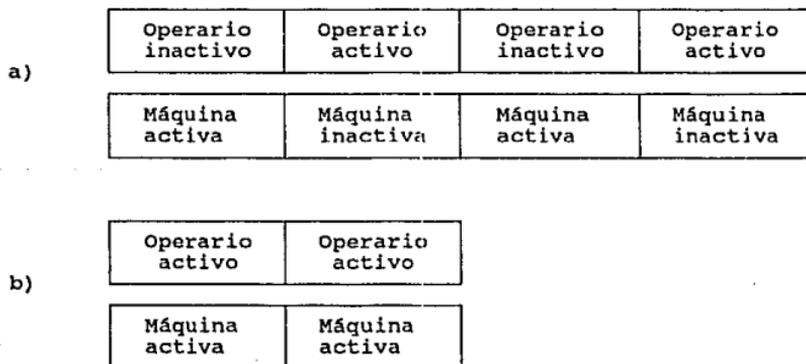


Figura 3.1

Además, como puede observarse, al utilizar operaciones fuera de línea, el proceso se eficientizará debido a que no será necesario el esperar a que la máquina se encuentre inactiva para comenzar a realizar determinadas operaciones.

Por lo tanto, en cualquier estudio del trabajo, deberán tratarse de utilizar operaciones fuera de línea una vez que se han aplicado tanto el estudio de métodos como la medición del trabajo.

3.1.4 Herramientas de estudio del trabajo

Como se mencionó anteriormente, para realizar un estudio del trabajo es necesario el emplear ciertas herramientas para registrar, analizar y medir las operaciones. Dichas herramientas pueden ser hojas de registro y análisis, y para medir, un cronómetro. Las dos primeras se comentarán en los siguientes puntos.

Es importante el mencionar que las formas que aquí se presentan tanto para registrar como para analizar, son solo una muestra, debido a que pueden existir diferentes formatos, pero el contenido que reflejan debe de ser siempre el mismo.

3.1.4.1 Cursograma analítico

Una hoja de cursograma analítico es mostrada en la figura 3.2 y es la primera de una serie de hojas para el registro de las operaciones, de la segunda en adelante es mostrada en la figura 3.3.

La primera hoja del cursograma analítico consta de los siguientes datos de información:

1. Si se está analizando al operario, al material o al equipo

2. El número de la hoja y de cuántas
3. El objeto que se estudia
4. Actividades del trabajo
5. Si el método es el actual o el propuesto
6. Lugar en donde se realizan las operaciones
7. Nombre del operario o de los operarios
8. Nombre de las personas que realizaron el estudio
9. Fecha en que se realizó el estudio
10. Resumen de la actividad en donde se ve el tiempo actual de las operaciones, transportes, esperas, inspecciones y almacenamientos
11. La distancia total que es recorrida
12. Tiempo total empleado
13. Operador que realiza la operación
14. Tiempo total hasta determinada operación
15. Tiempo por operación
16. Anotación gráfica si se trata de operación, transporte, espera, inspección y almacenamiento.

Esta hoja nos servirá para el análisis tanto de métodos como en la medición del tiempo de las operaciones.

Este es el primer paso en cuanto al estudio del trabajo y es el registro de las operaciones tomando en cuenta el orden y el tiempo.

De la segunda hoja en adelante, como se muestra en la figura 3.3, se tendrán los puntos 2 y del 13 al 16 para la toma de métodos y tiempos.

3.1.4.2 Diagrama de actividades múltiples

Una vez que el registro de los movimientos ha sido realizado el siguiente paso es el examinar los mismos.

Para examinar los movimientos se utilizará el Diagrama de actividades múltiples (el cual se comenta en el presente punto) y el Diagrama de hilos (el cual se analiza en el punto siguiente).

El Diagrama de actividades múltiples consiste en el análisis gráfico de las operaciones que son realizadas, tomando en cuenta a los trabajadores que intervienen.

Un Diagrama de actividades múltiples es mostrado en la figura 3.4.

En este diagrama, podrá observarse si los tres trabajadores están activos productivamente todo el tiempo o si sus operaciones contienen esperas ocasionadas por cualquier causa, ya sea otra operación, descanso, ineptitud hacia el trabajo, etc.

Además, este diagrama nos ayudará de gran manera a poder estructurar un procedimiento eficaz.

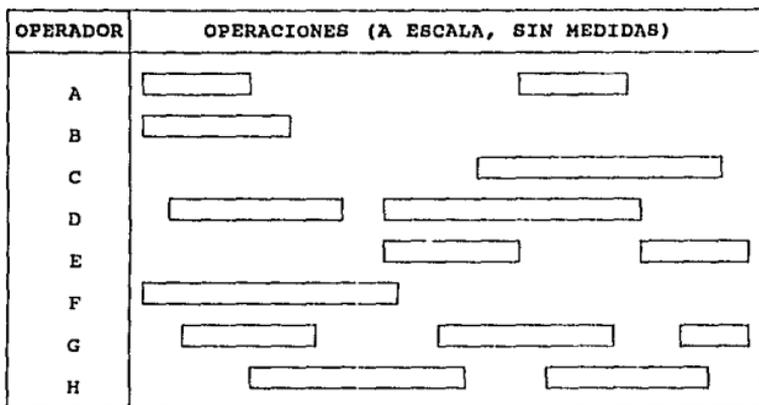


Figura 3.4 Diagrama de actividades multiples

En la columna de la izquierda aparece el nombre de los operadores (en el presente ejemplo aparecen letras para identificarlos) y a la derecha las operaciones realizadas por cada uno de ellos observándose tanto el tiempo activo como el no activo.

3.1.4.3 Diagrama de hilos

Mediante el Diagrama de actividades múltiples nos es posible el conocer de manera gráfica las operaciones que se realizan, los tiempos que toman cada una de ellas, la secuencia y el tiempo improductivo; pero un factor importante y que no se observa en el diagrama es la distancia.

La figura 3.5 nos muestra un diagrama de hilos en el cual puede observarse gráficamente que distancia se recorrió.

De tal forma podremos analizar y determinar dicho problema, y tratar de hallar una idea para solucionarlo.

3.1.4.4 Ficha explicativa de operaciones

Una vez que se ha realizado el análisis de las operaciones, es posible el determinar cuáles son necesarias y cuáles no.

Las operaciones que sean necesarias deberán enumerarse en una ficha explicativa de operaciones y desarrollar los elementos que contiene cada operación.

La figura 3.6 muestra una Ficha explicativa de operaciones. Esta ficha nos permitirá comenzar con el estudio de tiempos.

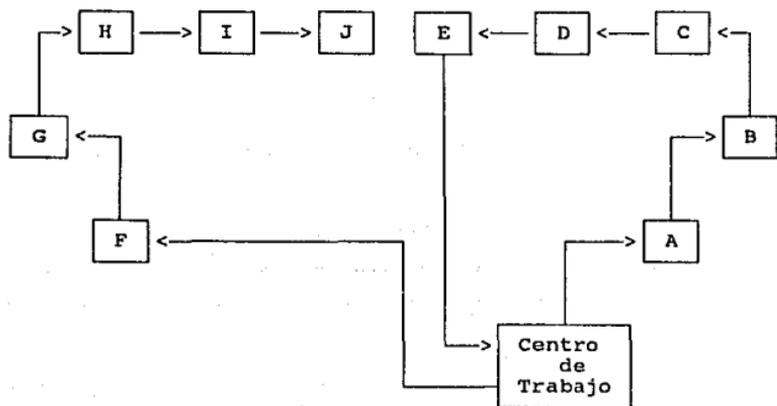


Figura 3.5 Diagrama de hilos esquematizado

De esta manera queda establecido cuáles son los lugares a los que el trabajador acude para desarrollar su trabajo, el orden en que lo realiza y la distancia que recorre.

Ficha explicativa de operaciones

Operaciones realizadas:

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Explicación de las operaciones:

Operación 1.

Descripción:

Operación 2.

Descripción:

Operación 3.

Descripción:

Operación 4.

Descripción:

Figura 3.6 Ficha explicativa de operaciones

Por medio de la ficha explicativa de operaciones conocemos las actividades desarrolladas en orden por los trabajadores y la descripción de la misma. Dicha ficha se aplica al momento de analizar la situación actual, y debe depurarse para realizar la propuesta de elaboración de procedimientos y descripción de operaciones.

3.1.4.5 Hoja de resumen del estudio de tiempos y métodos

Una vez que se han detallado las operaciones en la ficha explicativa de operaciones (figura 3.6) será necesario el analizar y determinar muy bien los tiempos por medio de la hoja de estudio de tiempos y análisis de los elementos de cada operación, así, la hoja de resumen del estudio de métodos y movimientos nos dará el procedimiento de las operaciones, definiendo en cada una de ellas los elementos, y los tiempos asignados a las mismas.

3.2 Técnicas de tiempo de preparación

Las técnicas de tiempo de preparación son técnicas sencillas que pueden aplicarse fácilmente, con poco costo y normalmente se pueden observar con facilidad en el estudio de métodos y en la medición del trabajo.

Estas técnicas se basan en dos principios que se explicarán en los siguientes puntos:

- * Fijación de las herramientas
- * Estandarización de las herramientas

3.2.1 Fijación de las herramientas. Siempre en el mismo lugar

Una técnica sencilla, de bajo costo y de fácil aplicación es el fijar las herramientas al lugar en el cual se trabaje.

El término "fijar" se refiere a mantener de alguna manera, una determinada herramienta en el mismo lugar, ya sea atándola con cadena o pegándola en el lugar de su uso.

De esta manera, se obtendrán los siguientes beneficios:

- * Evitar tiempo perdido en buscar la herramienta
- * Evitar el robo de la herramienta, teniendo así que invertir en su compra
- * En el caso de pegarla en el lugar de su uso, evitar el tiempo de andarla colocando para su utilización,
- * Eliminar el tiempo de espera en caso de que se esté utilizando en otro lado la herramienta.

3.2.2 Estandarización de las herramientas

La estandarización de las herramientas es el utilizar un solo tipo de las mismas para diferentes actividades.

En caso, por ejemplo, de utilizar diferentes tamaños de tuercas, el utilizar un solo tamaño (en la medida posible) reducirá de gran forma el número de tuercas, y asimismo, el número de llave de tuercas que se tendrían en caso de que se compartiera entre diferentes máquinas dicha llave de tuercas.

Así, los beneficios que se obtienen son los siguientes:

- * Eliminar el proceso de prueba y error de diferentes tamaños de herramientas en el lugar de uso
- * Menor inventario tanto de herramientas como de tuercas (en el caso del ejemplo)
- * Mayor facilidad en el manejo de las herramientas.

CAPITULO 4

4. SITUACION ACTUAL

4.1 Introducción a la situación actual del tiempo de preparación en una rotogradora

Una vez comprendida la importancia del tiempo de preparación, y al mismo tiempo, comprendida la importancia de tener un tiempo de preparación corto, podremos analizar la realización del cambio de producto dentro de la rotogradora descrita en el capítulo 1.

En los siguientes puntos se hará una explicación de la situación actual del tiempo de preparación.

4.1.1 Layout

Para comprender mejor el cambio de producto en la rotogradora, la figura 4.1 se muestra el layout de la planta donde se encuentra la misma.

En el layout podemos observar los lugares importantes para el cambio de producto. Entre ellos tenemos el lugar donde se encuentra la rotogradora, además de otras rotogradoras, pero éstas no serán objeto del presente estudio aunque la rotogradora B si interfiere en el estudio

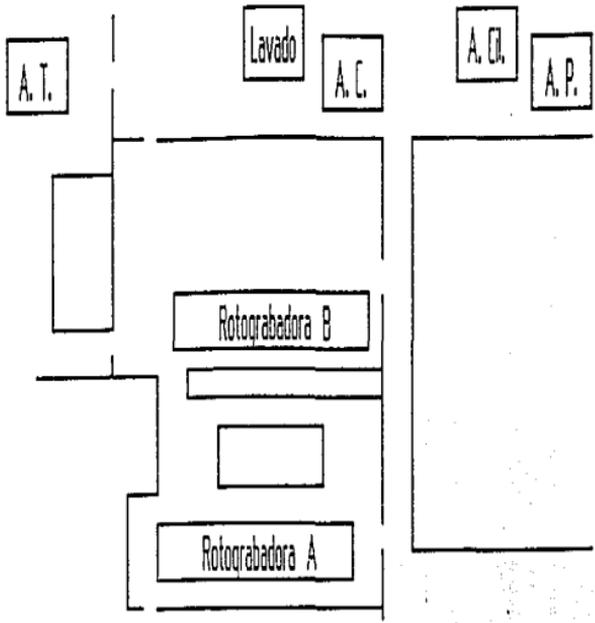


Figura 4.1 Layout de la planta

realizado debido a que posee las mismas características de la A.

Los almacenes de materia prima, como son el almacén de papel (A.P.) y el almacén de tintas (A.T.) también se encuentran señalados. Estos dos materiales (papel y tinta) son las únicas materias primas con que cuenta el proceso.

Existe un muy importante material indirecto que es el cilindro de impresión, y cuyo almacén también se encuentra descrito en el layout (A. Cil.). Es importante aclarar que en el almacén de cilindros únicamente se tienen estos, pero para ser utilizados en la rotograbadora es necesario que pasen por un área denominada armado de cilindros (A.C.). En ella, el cilindro es montado en una especie de armazón y se le añaden ciertos aditamentos. Todos estos recursos son explicados en el punto siguiente.

Junto a la zona de armado de cilindros, se encuentra el area de lavado (Lavado) en ella se limpian todas las piezas que se utilizan en la impresión.

4.1.2 Recursos utilizados

Un punto importante dentro del estudio del tiempo de preparación en la rotograbadora es el analizar los recursos tanto humanos como materiales que intervienen en el trabajo.

Para poder realizar dicho análisis es primordial el conocer los recursos con los cuáles se cuentan, y es por ello, que los dos puntos siguientes están dedicados a dichos recursos.

4.1.2.1 Materias primas

Las materias primas que se utilizan en la impresión son las siguientes:

- * Papel,
- * Tintas.

En algunos casos, para darle un recubrimiento a la impresión se utiliza barniz, el cuál es aplicado en forma idéntica a la tinta.

4.1.2.2 Recursos humanos

En el cambio de producto se encuentran asignados tres trabajadores para realizarlo. Estos trabajadores son de diferente jerarquía, y en cuanto a ésta, los tres se mencionan inmediatamente en forma descendente:

| <u>Trabajador</u> | <u>Responsabilidad</u> |
|-------------------|--|
| Operador | Cambiador y organizador del equipo |
| Ayudante | Cambiador y soporte en las en las operaciones del Operador |
| Auxiliar | Preparador de los materiales y materias primas necesarias para el cambio de producto y en ocasiones cambiador |

4.1.2.3 Materiales

Existen dos clasificaciones que actúan en el tiempo de preparación: materiales indirectos y materiales de ayuda.

4.1.2.3.1 Materiales indirectos

* Unidad del cilindro

La unidad de cilindro es la parte en donde va montado el cilindro y sirve para aplicarle tinta al cilindro y remover la tinta en exceso. No es una parte fija de la rotograbadora. La figura 4.2 nos muestra gráficamente la unidad de cilindro.

Dicha unidad consta de las siguientes partes:

- Charola
- Escalones
- Alambre de sostén
- Engrane
- Volante de ajuste
- Armazón
- Cuchilla
- Aplicador
- Salpicaderas (2)

* Tolva

La tolva es un depósito en el cual es vertida la tinta y por medio de una bomba la hace circular desde ésta hacia la unidad de cilindro. La tinta que no fue aplicada en la impresión, regresa a la tolva y es recirculada hacia la unidad de cilindro para imprimir. No es fija a la rotograbadora.

Una tolva es mostrada en la figura 4.3.

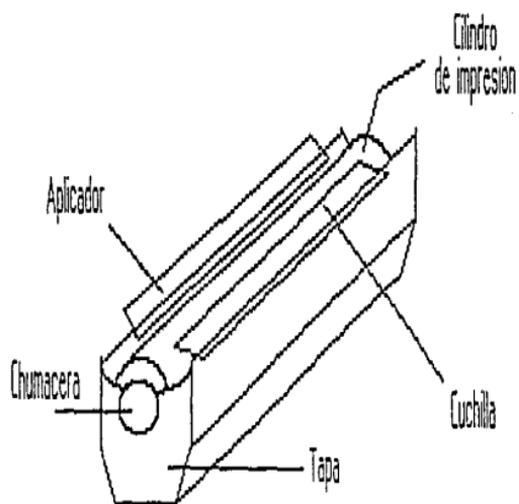


Figura 4.2 Unidad de cilindro

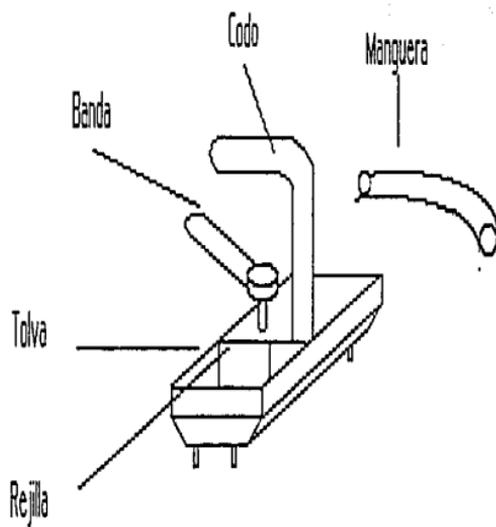


Figura 4.3 Tolva

La tolva consta de las siguientes partes:

- Unidad de tolva
- Manguera de ida
- Codo
- Banda
- Bomba

*** Motor**

Unida a la rotograbadora se encuentra un motor, el cual es utilizado para enviar tinta de la tolva hacia la unidad de cilindro

4.1.2.3.2 Materiales de ayuda

*** Carro transportador de unidades de cilindro**

Este carro es utilizado para transportar las unidades de cilindro desde el area de armado de cilindro hacia la rotograbadora o viceversa. El carro es mostrado en la figura 4.4 y tiene capacidad de transporte de un cilindro cada vez.

Este carro tiene la función de elevar sus rieles y bajarlos por medio del posicionamiento de una manivela o un tornillo sinfín.

*** Diablo**

El diablo es utilizado para transportar a las tolvas desde el area de armado de cilindros hacia la rotograbadora o viceversa. Dicho diablo puede transportar una o dos tolvas a la vez.

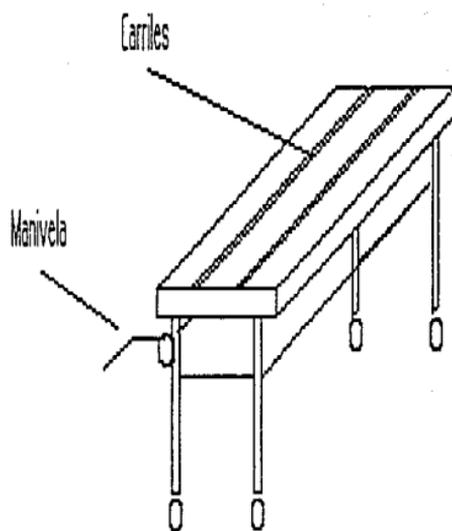


Figura 4.4 Carro transportador de unidades de cilindro

*** Carro transportador de tintas:**

Este carro es utilizado para transportar las tintas que se usarán desde el almacén de tintas hacia la rotograbadora o bien, una vez usadas, de la rotograbadora al almacén de tintas.

El carro es mostrado en la figura 4.5.

*** Herramientas**

Las herramientas y su función son mostradas a continuación:

| <u>Herramienta</u> | <u>Función</u> |
|--------------------|--|
| Perica | Ayuda a meter y a sacar la unidad de cilindro en la rotograbadora |
| Manivela | Acciona al tornillo sinfín para la elevación de los rieles en el carro transportador de unidades de cilindro |

4.1.3 Realización de las operaciones

A manera de introducción (ya que en la parte 4.2 se analizará a detalle) en este punto se explicarán las operaciones que se efectúan en el cambio de producto.

Los cilindros se encuentran en el almacén de cilindros. El area de armado es la encargada de tomar los cilindros en el momento en que los necesite y en dejarlos en el momento en que los haya desocupado. Cabe mencionar que en el trayecto del almacén de cilindros al armado de los mismos, estos van cubiertos por un cartón para su protección ya que los cilindros son fáciles de dañar por cualquier golpe, y, además, son transportados hasta de seis cilindros por vez.

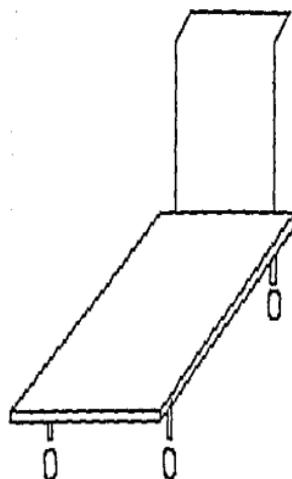


Figura 4.5 Carro transportador de tintas

Como ya se mencionó, existe una zona en la planta dedicada al armado de cilindros, en ella, el cilindro (en el cual ya se encuentra incluido el eje) es montado en una carcaza. Posteriormente, les son añadidos todos los aditamentos mencionados en el punto 4.1.2.3.1.

Una vez que el armado de cilindros (el armado de cilindros es realizado en unas bases que se tienen en el area y por medio de ajuste a la altura del carro transportador de unidades de cilindro son puestas sobre éste último) ha terminado la unidad de cilindro es montada en el carro transportador de cilindros y llevada a la rotograbadora, procedimiento que realiza el area de armado, o bien, los operadores de la rotograbadora.

Al igual que las unidades de cilindro, las tolvas también son armadas en el area de armado de cilindros y transportadas a la rotograbadora.

Como ya se mencionó, las unidades de cilindro son transportadas en carros especiales y las tolvas en diablos; ambos transportes están descritos en el punto 4.1.2.3.2.

Una vez que la unidad de cilindro ha sido transportada al area de la rotograbadora, se hacen los últimos ajustes a la unidad. Estos ajustes son una inspección y limpieza del cilindro, y el ajuste de las charolas a una altura adecuada para permitir el contacto constante de la tinta con el cilindro.

Cuando estos ajustes han terminado, el carro transportador de la unidad de cilindro es colocado frente a

la rotograbadora ajustando la altura del carro con la de ésta última. Una vez que ha sido colocado, el cilindro es empujado hacia el interior de la rotograbadora ayudándose en el apretón final por un engrane que es accionado por medio de una perica.

Una vez que la unidad de cilindro ha sido colocada en el interior de la rotograbadora, el carro ha quedado libre y podrá ir a recoger una unidad de cilindro más. Esas unidades de cilindro llegan apesar hasta 500 Kg.

Las tolvas, son transportadas al area de rotograbado desde el armado de cilindros por medio de diablos. Las tolvas son subidas a éstos manualmente (llegan a pesar 35 Kg).

Cuando la tolva ya ha sido transportada a la rotograbadora, se coloca junto a ésta. Ahí, se coloca la banda que va del motor de la bomba a la bomba, y se realizan las conexiones de las mangueras con la unidad de cilindro.

4.1.4 Dependencia del cambio de producto con la cantidad de colores

En la mayoría de las ocasiones, el tiempo de preparación en una máquina llega a ocupar el mismo tiempo, es decir, si se analiza una máquina al realizar un cambio de producto y posteriormente se analiza esa misma máquina en otro cambio, se observará que el tiempo ha sido muy similar o en su defecto igual.

Sin embargo, este no es el caso de la rotograbadora. El cliente solicita que se le haga una impresión con cierto

número de colores, y es ahí donde está la variación. No es lo mismo si la impresión es de 1 ó 5 colores.

Esto es debido a que se hará la colocación de un cilindro y una tolva en el primer caso, y de cinco cilindros y cinco tolvas en el segundo.

De ésta manera, al ser la rotograbadora de siete colores, variará de gran forma, ya que no será lo mismo imprimir a 1, 2, 3 ó hasta 7 colores.

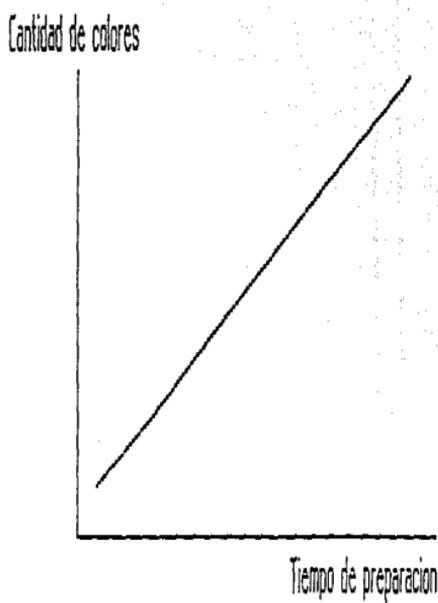
La figura 4.6 muestra gráficamente como varía la dependencia del tiempo de preparación con relación al número de colores a utilizar.

4.2 Estudio del trabajo en la rotograbadora

Una vez conocida de manera general la forma en que el cambio de producto es realizado, corresponde ahora el estudiar a detalle al mismo.

El presente punto, estudio del trabajo en la rotograbadora, abarca un análisis de los procedimientos, las operaciones y los tiempos que se emplean para realizar el cambio de producto. Dicho estudio esta compuesto de la realización de: un Cursograma Analítico, un Diagrama de Actividades Múltiples, un Diagrama de Hilos, una Ficha Explicativa de Operaciones y una Hoja de Resumen del Estudio de Tiempos y Métodos.

Así, al final, podrá realizarse un juicio de lo bien que se encuentra realizando el cambio y se comprenderá la necesidad de realizar nuevos procedimientos para el tiempo de preparación.



4.6 Dependencia cantidad de colores - Tiempo de preparacion

4.2.1 Cursograma analítico

En las siguientes páginas se muestra el registro de las operaciones realizadas en el cambio de producto, el cual fue de 5 colores a 7 colores. En el mismo se anota el operador o los operadores que intervinieron en la actividad, el tiempo que duró la misma y el tiempo por cada una de ellas, así como una anotación gráfica de si las actividades fueron operación, transporte, espera, inspección o almacenamiento.

| CURSOGRAMA ANALITICO NUM. 1 | | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO | | | | | | |
|---|------|------------------------------------|-------------|--------|---|---|---|---|
| HOJA NUM. 1 DE 10 | | RESUMEN (SEG) | | | | | | |
| OBJETO: Rotograbadora | | OPERACION | | 7,571 | | | | |
| ACTIVIDAD: Cambio de producto de 5 colores a 7 colores METODO: ACTUAL/PROPUESTO | | TRANSPORTE | | 5,037 | | | | |
| | | ESPERA | | 6,345 | | | | |
| | | INSPECCION | | 483 | | | | |
| | | ALMACENAMIENTO | | | | | | |
| LUGAR: Area de impresión | | DISTANCIA (MTS) | | | | | | |
| OPERARIO(S): Juan López, Luis Pérez, Ricardo Ruíz, Andrés Ríos, José Pinedo y Antonio Hernández | | TIEMPO TOTAL (HRS) | | 5.3803 | | | | |
| | | REALIZADO POR: Alejandro Domínguez | | | | | | |
| DESCRIPCION | # OP | TIEM-PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Comienza cambio | 1 | 0 | | | | | | |
| Busca carro para transporte C | 1 | 0 | 235 | | X | | | |
| Transporte carro | 1 | 235 | 97 | X | | | | |
| Quitar cuchilla | 1 | 332 | 59 | X | | | | |
| Limpieza e inspección | 1 | 391 | 128 | X | | | X | |
| Subir carro | 1 | 519 | 50 | X | | | | |
| Sacar tinta de la unidad y tolva | 1 | 569 | 97 | X | | | | |
| Transporte C anterior | 13 | 666 | 437 | X | | | | |
| Bajar charola | 1 | 1103 | 35 | X | | | | |
| Com vaciado 1 tolva. Espera 108seg | 2 | 1246 | 43 | X | X | | | |
| Comienza vaciado de 1 tolva | 2 | 1289 | 56 | X | | | | |
| Transporte de la unidad | 13 | 1345 | 440 | X | | | | |
| Llega carro sin C nuevo | 3 | 1785 | - | X | | | | |
| Llega el operador. Espera 70 seg | 1 | 1855 | - | | X | | | |
| Colocación de carro | 13 | 1855 | 32 | X | | | | |

| HOJA 2 DE 10 | | | | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
|------------------------------------|--|--|--|---------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | | | | | | | O | T | E | I | A |
| Busca estopa | | | | 3 | 1887 | 58 | | | X | | |
| Tapar salida de tinta | | | | 3 | 1945 | 15 | X | | | | |
| Sacar C anterior | | | | 13 | 1960 | 47 | X | | | | |
| Bajar C | | | | 13 | 2007 | 46 | X | | | | |
| Transporte C | | | | 13 | 2053 | 30 | | X | | | |
| Transporte C | | | | 12 | 2083 | 192 | | X | | | |
| Llega carro s/C nuevo | | | | 2 | 2275 | - | | X | | | |
| Desconecta mangueras de 2 C dif | | | | 24 | 2275 | 57 | X | | | | |
| Coloca carro | | | | 2 | 2332 | 29 | X | | | | |
| Busca herramientas | | | | 2 | 2361 | 36 | | | X | | |
| Sacar C | | | | 24 | 2397 | 25 | X | | | | |
| Quitar carro | | | | 2 | 2422 | 29 | X | | | | |
| Transporte C anterior | | | | 24 | 2451 | 283 | | X | | | |
| Llega operador s/carro. Espera 45s | | | | 4 | 2779 | - | | | X | | |
| Comienza desc mangueras de 3 C dif | | | | 24 | 2779 | 134 | X | | | | |
| Com vaciado 1 tolva. Espera 107seg | | | | 2 | 3020 | 43 | X | | X | | |
| Comienza vaciado de 1 tolva | | | | 2 | 3063 | 56 | X | | | | |
| Quita banda de tolva | | | | 2 | 3119 | 22 | X | | | | |
| Transporte de 1 tolva a mano | | | | 2 | 3141 | 124 | | X | | | |
| Transporte de 1 tolva a mano | | | | 2 | 3265 | 117 | | X | | | |
| Transporte de 1 tolva a mano | | | | 2 | 3382 | 119 | | X | | | |
| Busca diablo para transp de tolvas | | | | 2 | 3501 | 146 | | | X | | |
| Transporte de diablo | | | | 2 | 3647 | 27 | | X | | | |
| Sube 2 tolvas al diablo | | | | 2 | 3674 | 31 | X | | | | |
| Transporte de 2 tolvas en diablo | | | | 2 | 3705 | 95 | | X | | | |

HOJA 3 DE 10

| DESCRIPCION | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
|------------------------------------|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| | | | | O | T | E | I | A |
| Coloca carro s/c nvo. Busca piezas | 5 | 3800 | 54 | X | | | | |
| Saca C anterior | 25 | 3854 | 26 | X | | | | |
| Quita carro | 25 | 3880 | 25 | X | | | | |
| Transporte C anterior | 25 | 3905 | 177 | | X | | | |
| Quita tolva, coloca estopa | 2 | 4082 | 28 | X | | | | |
| Transp 1 tolva c/diab. Espera 196s | 2 | 4306 | 101 | | X | X | | |
| Transporte carro. Espera 61seg | 25 | 4468 | 83 | | X | X | | |
| Coloca carro | 25 | 4551 | 78 | X | | | | |
| Coloca charola. Espera 17 seg | 2 | 4646 | 95 | X | | X | | |
| Termina colocar charola | 2 | 4741 | - | X | | | | |
| Termina acercar cuchilla | 5 | 4741 | 25 | X | | | | |
| Termina colocar aplicador | 2 | 4766 | 47 | X | | | | |
| Limpieza e inspección. Espera 73 s | 2 | 4886 | 62 | X | | X | X | |
| Mete C | 25 | 4948 | 22 | X | | | | |
| Saca carro | 5 | 4970 | 19 | X | | | | |
| Transp carro c/C nvo. Espera 37seg | ot | 5026 | 88 | | X | X | | |
| Coloca charola. Espera 71 seg | ot | 5185 | 29 | X | | X | | |
| Coloca carro | 25 | 5214 | 46 | X | | | | |
| Inspección y limpieza | 2 | 5260 | 47 | X | | | X | |
| Coloca charola. Espera 88 seg | 2 | 5395 | 41 | X | | X | | |
| Coloca aplicador. Espera 84 seg | 2 | 5520 | 46 | X | | X | | |
| Limpieza. Espera 139 seg | 2 | 5705 | 25 | X | | X | | |
| Coloca C | 25 | 5730 | 24 | X | | | | |
| Quita carro | 5 | 5754 | 35 | X | | | | |
| Transporte de carro a otra unidad | 5 | 5789 | 15 | | X | | | |

| HOJA 4 DE 10 | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|----------|-------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Coloca carro | 5 | 5804 | 57 | X | | | | |
| Saca unidad de C | 25 | 5861 | 31 | X | | | | |
| Transporte de C nuevo | 25 | 5892 | 195 | | X | | | |
| Coloca alambres | 5 | 6087 | 46 | X | | | | |
| Limpieza e inspección. Espera 51 s | 6 | 6184 | 37 | X | | X | X | |
| Mete C | 6 | 6221 | 28 | X | | | | |
| Transporte s/C anterior | 25 | 6249 | 397 | | X | | | |
| Transp carro c/C nvo. Espera 25seg | 25 | 6671 | - | | X | X | | |
| Inspección al C | 5 | 6671 | 38 | | | | X | |
| Limpieza al C. Espera 132 seg | 6 | 6841 | 42 | X | | X | | |
| Inspección al C | 6 | 6883 | 72 | | | | X | |
| Limpieza al C | 6 | 6955 | 37 | X | | | | |
| Coloca charola | 5 | 6992 | 109 | X | | | | |
| Coloca aplicador | 6 | 7101 | 33 | X | | | | |
| Coloca oscilador | 5 | 7134 | 17 | X | | | | |
| Coloca carro | 56 | 7151 | 53 | X | | | | |
| Coloca unidad de C | 56 | 7204 | 29 | X | | | | |
| Quita carro | 5 | 7233 | 26 | X | | | | |
| Transporte s/C anterior | 56 | 7259 | 127 | | X | | | |
| Llega C nuevo | ot | 7386 | - | | X | | | |
| Inspección | 5 | 7386 | 34 | | | | X | |
| Coloca charola | 5 | 7420 | 79 | X | | | | |
| Limpieza | 5 | 7499 | 42 | X | | | | |
| Coloca carro | 5 | 7541 | 111 | X | | | | |
| Coloca aplicador | 5 | 7652 | 30 | X | | | | |

| HOJA 5 DE 10 | | | | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
|-------------------------------|--|--|--|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | | | | | | | O | T | E | I | A |
| Coloca C | | | | 5 | 7682 | 43 | X | | | | |
| Quita carro | | | | 5 | 7725 | 24 | X | | | | |
| Llega C nvo. Espera 476 seg | | | | ot | 8225 | - | | X | X | | |
| Coloca carro | | | | 5 | 8225 | 18 | X | | | | |
| Inspección | | | | 6 | 8243 | 33 | | | | X | |
| Coloca cuchilla | | | | 5 | 8276 | 29 | X | | | | |
| Coloca C | | | | 56 | 8305 | 28 | X | | | | |
| Quita carro | | | | 56 | 8333 | 27 | X | | | | |
| Transporte carro s/C anterior | | | | 5 | 8360 | 143 | | X | | | |
| Llega C nuevo | | | | ot | 8503 | - | | X | | | |
| Coloca carro | | | | 6 | 8503 | 56 | X | | | | |
| Coloca charola | | | | 6 | 8559 | 102 | X | | | | |
| Limpieza e inspección | | | | 6 | 8661 | 52 | X | | | X | |
| Inspección | | | | 6 | 8825 | 28 | | | | X | |
| Coloca aplicador | | | | 56 | 8853 | 139 | X | | | | |
| Coloca carro | | | | 5 | 8992 | 30 | X | | | | |
| Mete C | | | | 5 | 9022 | 21 | X | | | | |
| Quita carro | | | | 5 | 9043 | 36 | X | | | | |
| Transporte sin C anterior | | | | ot | 9079 | 17 | | X | | | |
| Checa desperfectos en C | | | | 56 | 9096 | 289 | | | | X | |
| Llega carro s/C nuevo | | | | 5 | 9385 | - | | X | | | |
| Coloca carro. Espera 112 seg | | | | 6 | 9385 | 28 | X | | X | | |
| Saca cilindro | | | | 56 | 9413 | 31 | X | | | | |
| Mete C | | | | 56 | 9444 | 36 | X | | | | |
| Transporte de carro | | | | 5 | 9480 | 580 | | X | | | |

| HOJA 6 DE 10 | | # OP | TIEM- PO | TPC POR OPE | GRUPO | | | | |
|---------------------------------|--|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | | | | | O | T | E | I | A |
| Llega con 1 tolva | | 5 | 10060 | - | X | | | | |
| Llega con 1 manguera | | 5 | 10060 | 40 | X | | | | |
| Coloca banda | | 5 | 10100 | 42 | X | | | | |
| Coloca codo | | 5 | 10142 | 31 | X | | | | |
| Coloca manguera | | 5 | 10173 | 42 | X | | | | |
| Coloca cinta adhesiva | | 5 | 10215 | 38 | X | | | | |
| Transporte tolva nueva | | 5 | 10253 | 51 | X | | | | |
| Arma tolva | | 5 | 10304 | 39 | X | | | | |
| Coloca banda | | 5 | 10343 | 45 | X | | | | |
| Coloca codo | | 5 | 10388 | 55 | X | | | | |
| Transporte tolva nueva | | 5 | 10443 | 80 | X | | | | |
| Transporte tolva nueva | | 5 | 10523 | 141 | X | | | | |
| Ajustes en tolva | | 5 | 10664 | 53 | X | | | | |
| Coloca manguera | | 5 | 10717 | 26 | X | | | | |
| Coloca codo | | 5 | 10743 | 19 | X | | | | |
| Coloca banda | | 5 | 10762 | 44 | X | | | | |
| Coloca codo | | 5 | 10806 | 30 | X | | | | |
| Ajustes en tolva | | 5 | 10836 | 57 | X | | | | |
| Deja tintas. Espera 40 seg | | 3 | 10993 | - | X | X | | | |
| Quita papel. Espera 397 seg | | 6 | 11330 | 305 | X | X | | | |
| Coloca cartón protector | | 6 | 11635 | 40 | X | | | | |
| Coloca diablo para transp papel | | 3 | 11675 | 27 | X | | | | |
| Baja papel del revólver | | 6 | 11702 | 16 | X | | | | |
| Protege papel | | 36 | 11718 | 35 | X | | | | |
| Baja papel del diablo | | 6 | 11753 | 17 | X | | | | |

| HOJA 7 DE 10 | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Sube papel viejo al diablo | 6 | 11770 | 63 | X | | | | |
| Transporte de papel. Espera 232seg | 3 | 12065 | 136 | X | X | | | |
| Llega papel | 3 | 12201 | - | X | | | | |
| Coloca manguera. Espera 273 seg | 5 | 12474 | 53 | X | X | | | |
| Coloca manguera. Espera 93 seg | 5 | 12620 | 57 | X | X | | | |
| Coloca cinta adhesiva | 5 | 12677 | 38 | X | | | | |
| Termina de colocar cinta adhesiva | 5 | 12715 | - | X | | | | |
| Transporte de 2 tolvas. Espera 38s | 8 | 12753 | 56 | X | X | | | |
| Terminan llegar 2 tol. Espera 409s | 8 | 13218 | - | X | X | | | |
| Baja 1a. tolva del diablo | 8 | 13218 | 48 | X | | | | |
| Baja 2a. tolva del diablo | 8 | 13266 | 44 | X | | | | |
| Transporte tolva | 5 | 13310 | 36 | X | | | | |
| Ajustes tolva | 5 | 13346 | 72 | X | | | | |
| Coloca banda. Espera 173 seg | 5 | 13591 | 144 | X | X | | | |
| Busca empaque | 57 | 13735 | 172 | | X | | | |
| Termina búsqueda de empaque | 57 | 13907 | - | | X | | | |
| Llega 1 tolva. Espera 104 seg | 3 | 14011 | - | X | X | | | |
| Coloca papel | 7 | 14011 | 37 | X | | | | |
| Pone papel en prensa | 7 | 14048 | 28 | X | | | | |
| Ajuste de colocación | 7 | 14076 | 134 | X | | | | |
| Quita cartón de protección | 7 | 14210 | 45 | X | | | | |
| Quita papel | 7 | 14255 | 68 | X | | | | |
| Coloca cinta adhesiva | 7 | 14323 | 42 | X | | | | |
| Da vuelta al revólver. Espera 22 s | 7 | 14387 | 48 | X | X | | | |
| Pega papel nvo. al vjo. Espera 26s | 7 | 14461 | 232 | X | X | | | |

| HOJA 8 DE 10 | | | | | | | | |
|-----------------------------------|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Ajustes de papel | 7 | 14693 | 133 | X | | | | |
| Problema empieza. Espera 205 seg | 57 | 15031 | 275 | | | X | | |
| Empieza ajuste imp. Espera 63 seg | 7 | 15369 | 443 | X | | X | | |
| Ajuste de 1 tolva. Espera 192 seg | 7 | 16004 | 57 | X | | X | | |
| Coloca banda | 7 | 16061 | 34 | X | | | | |
| Platica | 7 | 16095 | 37 | | | X | | |
| Coloca codo y rejilla | 7 | 16132 | 36 | X | | | | |
| Coloca manguera. Espera 35 seg | 7 | 16203 | 41 | X | | X | | |
| Toma tinta A | 5 | 16244 | 25 | | X | | | |
| Abre tinta A | 5 | 16269 | 32 | X | | | | |
| Remueve tinta A. Espera 24 seg | 5 | 16325 | 33 | X | | X | | |
| Coloca tinta A. Espera 22 seg | 5 | 16380 | 35 | X | | X | | |
| Toma tinta B. Espera 27 seg | 5 | 16442 | 28 | | X | X | | |
| Pierde tiempo | 5 | 16470 | 26 | | | X | | |
| Busca tinta C | 5 | 16469 | 34 | | | X | | |
| Abre tinta C. Espera 28 seg | 3 | 16558 | 34 | X | | X | | |
| Remueve tinta C | 5 | 16592 | 42 | X | | | | |
| Se lleva tinta C. Espera 105 seg | 5 | 16739 | 42 | | X | X | | |
| Coloca tinta C | 5 | 16781 | 42 | X | | | | |
| Abre tinta D. Espera 569 seg | 5 | 17392 | 51 | X | | X | | |
| Remueve tinta D. Espera 218 seg | 5 | 17661 | 44 | X | | X | | |
| Vacia tinta D. Espera 55 seg | 5 | 17760 | 36 | X | | X | | |
| Se lleva tinta D | 5 | 17796 | 26 | | X | | | |
| Busca tinta E | 5 | 17822 | 33 | | | X | | |
| Abre tinta E | 5 | 17855 | 46 | X | | | | |

| HOJA 9 DE 10 | | | | | | | | |
|---------------------------------|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Busca removedor | 5 | 17901 | 57 | | | X | | |
| Remueve tinta E. Espera 148 seg | 5 | 18106 | 28 | X | | X | | |
| Coloca rejilla | 5 | 18134 | 57 | X | | | | |
| Coloca codo | 5 | 18191 | 21 | X | | | | |
| Remueve tinta E. Espera 22 seg | 5 | 18234 | 30 | X | | X | | |
| Se lleva tinta E | 5 | 18264 | 29 | | X | | | |
| Coloca tinta E | 5 | 18293 | 42 | X | | | | |
| Busca tinta F | 35 | 18335 | 31 | | | X | | |
| Abre tinta F | 5 | 18366 | 35 | X | | | | |
| Se lleva tinta G. Espera 31 seg | 5 | 18432 | 28 | | X | X | | |
| Abre tinta G | 5 | 18460 | 38 | X | | | | |
| Cierra tinta G | 5 | 18498 | 31 | X | | | | |
| Deja tinta G | 5 | 18529 | 42 | | X | | | |
| Se lleva tinta H | 5 | 18571 | 27 | | X | | | |
| Ajustes en tolvas | 5 | 18598 | 33 | X | | | | |
| Abre tinta H | 5 | 18631 | 40 | X | | | | |
| Remover tinta H | 5 | 18671 | 27 | X | | | | |
| Transporte rejilla | 5 | 18698 | 130 | | X | | | |
| Limpia tolva | 5 | 18828 | 37 | X | | | | |
| Ajustes tolva | 5 | 18865 | 31 | X | | | | |
| Remover tinta H | 5 | 18896 | 21 | X | | | | |
| Coloca tinta H | 5 | 18917 | 22 | X | | | | |
| Abre tinta I | 10 | 18939 | 42 | X | | | | |
| Remover tinta I | 10 | 18981 | 28 | X | | | | |
| Colocar tinta I | 10 | 19009 | 17 | X | | | | |

| HOJA 10 DE 10 | | | | | | | | |
|--------------------|------|-------------|-------------------|-------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | # OP | TIEM- PO | TPO POR OPE | GRUPO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Busca tinta J | 9 | 19026 | 37 | | | X | | |
| Transporte tinta J | 9 | 19063 | 19 | X | | | | |
| Abre tinta J | 9 | 19082 | 52 | X | | | | |
| Remover tinta J | 9 | 19134 | 30 | X | | | | |
| Vacia tinta J | 9 | 19164 | 39 | X | | | | |
| Deja tinta J | 9 | 19203 | 18 | | X | | | |
| Ajustes máquina | 9 | 19221 | 215 | X | | | | |
| Terminan ajustes | 9 | 19436 | - | X | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

4.2.2 Diagrama de actividades múltiples

En los diagramas que se muestran en las páginas siguientes puede observarse la cantidad de operaciones realizadas por cada operador (sin demostrar el tiempo en escala en cada una de ellas).

Con esto se puede comprobar cuales son los operadores con mayor número de actividades, el número de operadores que intervienen en el cambio y, principalmente, la falta de procedimientos existente en el cambio de producto.

De tal manera, nos damos cuenta, que es necesario el realizar un estudio de procedimientos para poder simplificar las operaciones relativas al cambio de producto.

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|--------------------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|--------------------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|---|
| 1 | |
| 2 | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> </div> |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> </div> |
| 6 | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> </div> |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> </div> |
| 6 | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 40px; height: 15px; margin: 0 5px;"></div> </div> |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> <div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 15px; margin: 0 10px;"></div> </div> |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|--|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|--|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> |
| 4 | |
| 5 | <input type="checkbox"/> |
| 6 | <input type="checkbox"/> |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|--------------------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | □ |
| 4 | |
| 5 | □□□□ □□□□□ |
| 6 | |
| 7 | □ □□□□□□□□□□□□□□ |
| 8 | □□□□ |
| 9 | |
| OTROS | |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|----------|--------------------------|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | □ |
| 4 | |
| 5 | □□□□□□ □□□□□□□□□□□□□□ |
| 6 | |
| 7 | □□ |
| 8 | |
| 9 | |
| OTROS | |

| OPERADOR | OPERACIONES (SIN ESCALA) |
|--------------|---|
| 1 | |
| 2 | |
| 3 | |
| 4 | |
| 5 |  |
| 6 | |
| 7 | |
| 8 | |
| 9 |  |
| OTROS | |

4.2.3 Diagrama de hilos

En la figura 4.1 se muestra un esquema de la localización de las áreas más involucradas con la rotogradora, objeto de nuestro estudio.

Las claves que se observan en la figura son las siguientes:

A. T. = Almacén de tintas

A. C. = Armado de cilindros

A. P. = Almacén de papel

Como ya se ha explicado anteriormente las 3 áreas anteriores tienen relación con la rotogradora por:

Almacén de tintas. La tinta que se utiliza en la impresión es almacenada en este almacén (Figura 4.7).

Armado de cilindros. Tanto el armado de cilindros como el desarmado de los mismos se realizan en dicha área (Figura 4.8).

Almacén de papel. El papel utilizado en la impresión es almacenado en este almacén (Figura 4.9).

Actualmente la tinta se transporta en un carro transportador de cubetas y existe una distancia aproximada desde el almacén de tintas hasta la rotogradora de 110 metros. Dicho carro puede ser empujado por solamente una persona.

Como se ha comentado, las unidades de cilindros son transportadas por dos personas en carritos transportadores de unidades de cilindros y existe una distancia aproximada entre el área de armado de cilindros y de la rotogradora de 85

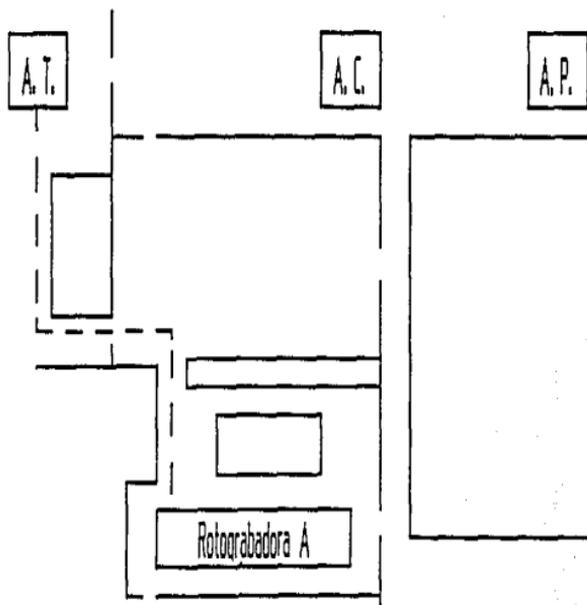


Figura 4.7 Trayecto Almacen de tintas-rotogravadora A

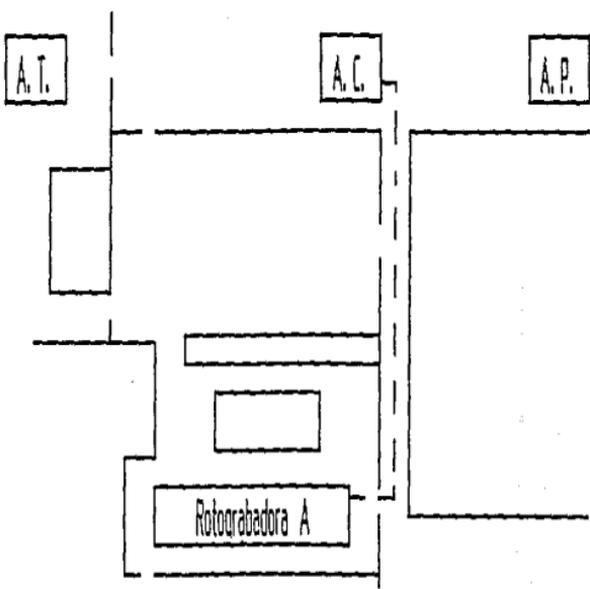


Figura 4.8 Trayecto Armado de cilindros - rotogravadora A

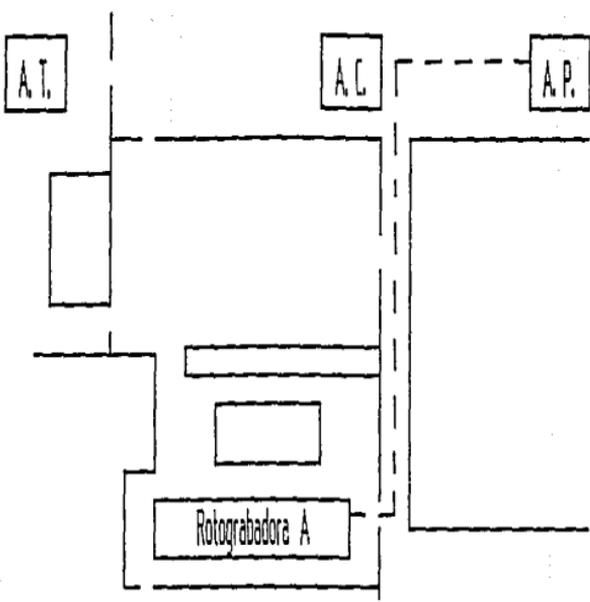


Figura 4.9 Trayecto Almacen de papel - rotogradora A

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

metros (el peso de cada unidad de cilindro es de aproximadamente 500 Kg).

El transporte de los cilindros de papel es realizado por los montacargas y la distancia existente entre el area de la rotograbadora y el almacén de papel es de 125 metros.

El transporte de las tolvas se realiza en diablos, y son transportados por una sola persona. La distancia es de 85 metros.

Es importante el realizar un análisis de la distancia que los trabajadores están recorriendo en cada cambio de producto ya que la misma es demasiado grande.

Utilizando el cambio que es realizado de 5 a 7 colores se tienen las siguientes anotaciones.

Como son 5 los colores salientes, entonces será requerido el transportar 5 unidades de cilindros y 5 tolvas del area de la rotograbadora a el armado de cilindros; y como los colores entrantes son 7 será necesario el transportar 7 unidades de cilindros y 7 tolvas del armado de cilindros a el area de la rotograbadora. Por lo tanto se están realizando 12 transportes de unidades de cilindros y 12 transportes de tolvas.

Debido a la falta de procedimientos existentes, los operadores están realizando un viaje para llevar una unidad de cilindro y regresar sin otra unidad sea cual fuere el punto de partida y el punto destino; esto es, una vez utilizada una unidad de cilindro, la colocación en el carrito transportador de unidades de cilindro y la llevan a armado de

cilindros para regresar posteriormente al area de la rotograbadora sin ninguna unidad de cilindros, o viceversa. La misma actividad sucede con las tolvas, por lo tanto:

| Número de cilindros | Distancia recorrida (mts) | Distancia ida y vuelta (mts) | Distancia total recorrida en el cambio (mts) |
|---------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| 12 | 85 | 170 | 2,040 |

| Número de tolvas | Distancia recorrida (mts) | Distancia ida y vuelta (mts) | Distancia total recorrida en el cambio (mts) |
|------------------|---------------------------|------------------------------|--|
| 12 | 85 | 170 | 2,040 |

Por lo tanto, la distancia recorrida por cambio de 5 a 7 colores por un operador es de 4,080 mts (4 kilometros y 80 metros).

A lo anterior hay que agregar que en los transportes de unidades de cilindros lo realizan dos personas, por lo tanto habrá que agregarle otros 2,040 mts a la anterior cantidad total para obtener la distancia total por hombre recorrida por unidades de cilindros y tolvas, la cual es de 6,120 mts (6 kilometros y 120 mts).

Utilizando la velocidad promedio en que el hombre camina que es de 5 Km/hr, el tiempo utilizado teóricamente es

de 1 hora y 13 minutos por hombre en transportar únicamente las unidades de cilindros y las tolvas.

4.2.4 Ficha explicativa de operaciones

Una vez que se han anotado las operaciones tal y como fueron realizadas en el cambio de producto, es necesario para poder identificar a las más importantes, el desarrollar un resumen de las mismas agrupándolas, de tal forma que, dentro de una operación existan varios movimientos de los operadores.

Esto es realizado debido a que el éxito del proyecto no depende en gran forma de los movimientos que realice cada operador, sino de las operaciones de los mismos.

A continuación se muestra la lista que es parte de la Ficha Explicativa de Operaciones.

Las operaciones que esencialmente fueron realizadas en el cambio de producto, son las siguientes:

1. Desconectar mangueras.
2. Colocar el carro en la rotograbadora sin cilindro nuevo.
3. Sacar el cilindro anterior.
4. Retirar carro de la rotograbadora.
5. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
6. Transporte del carro al Area de la rotograbadora sin cilindro nuevo.
7. Desconectar mangueras.

8. Colocar el carro en la rotograbadora sin cilindro nuevo.
9. Sacar el cilindro anterior.
10. Retirar carro de la rotograbadora.
11. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
12. Transporte del carro al Area de la rotograbadora sin cilindro nuevo.
12. Desconectar mangueras.
13. Colocar el carro en la rotograbadora sin cilindro nuevo.
14. Sacar cilindro anterior.
15. Retirar carro de la rotograbadora.
16. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
17. Transporte del carro al Area de la rotograbadora sin cilindro nuevo.
18. Desconectar mangueras.
19. Vaciar la tinta de una tolva en una cubeta.
20. Retirar la tolva.
21. Transporte de una tolva al Area de Armado de Cilindros.
22. Vaciar la tinta de una tolva en una cubeta.
23. Vaciar la tinta de una tolva en una cubeta.
24. Colocar el carro en la rotograbadora sin cilindro nuevo.
25. Sacar cilindro anterior.

26. Retirar carro de la rotograbadora.
27. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
28. Vaciar la tinta de una tolva en una cubeta.
29. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
30. Ajustes en la unidad de cilindro nueva.
31. Limpieza e inspección.
32. Colocar carro en la rotograbadora con unidad cilindro nueva.
33. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
34. Retirar carro sin unidad de cilindro.
35. Colocar carro sin unidad de cilindro.
36. Sacar la unidad de cilindro anterior.
37. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
38. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
39. Colocar carro con unidad de cilindro nueva.
40. Limpieza e inspección.
41. Ajustes en la unidad de cilindro nueva.
42. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
43. Retirar carro de la rotograbadora.
44. Colocar el carro en la rotograbadora sin cilindro nuevo.

45. Sacar cilindro anterior.
46. Retirar carro de la rotograbadora.
47. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
48. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
49. Colocar carro con unidad de cilindro nueva.
50. Limpieza e inspección.
51. Ajustes en la unidad de cilindro nueva.
52. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
53. Retirar carro de la rotograbadora.
54. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
55. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
56. Limpieza e inspección.
57. Colocar carro con unidad de cilindro nueva.
58. Ajustes en la unidad de cilindro nueva.
59. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
60. Retirar carro de la rotograbadora.
61. Transporte de la unidad de cilindro al Area de Armado de Cilindros.
62. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
63. Colocar carro con unidad de cilindro nueva.

64. Limpieza e inspección.
65. Ajustes en la unidad de cilindro nueva.
66. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
67. Retirar carro de la rotograbadora.
68. Transporte de carro sin unidad de cilindro anterior al Area de Armado de Cilindros.
69. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
70. Colocar carro con unidad de cilindro nueva.
71. Ajustes en la unidad de cilindro nueva.
72. Limpieza e inspección.
73. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
74. Retirar carro de la rotograbadora.
75. Transporte de carro sin unidad de cilindro anterior al Area de Armado de Cilindros.
76. Transporte del carro al Area de la rotograbadora con unidad de cilindro nueva.
77. Colocar carro con unidad de cilindro nueva.
78. Colocar unidad de cilindro nueva en la rotograbadora.
79. Transporte de carro sin unidad de cilindro anterior al Area de Armado de Cilindros.
80. Transporte de una tolva.
81. Transporte de una manguera.
82. Colcar banda.

83. Colocar codo.
84. Colocar manguera.
85. Colocar cinta adhesiva
86. Transporte de una tolva
87. Armar una tolva
88. Colocar banda de bomba y motor.
89. Colocar codo.
90. Transporte de una tolva.
91. Transporte de una tolva.
92. Ajustar una tolva.
93. Colocar manguera.
94. Colocar codo.
95. Colocar banda de bomba y motor.
96. Colocar codo.
97. Transporte de tintas.
98. Quitar papel.
99. Colocar cartón de protección.
100. Bajar papel.
101. Colocar protección al papel.
102. Transporte de papel.
103. Colocar manguera.
104. Colocar manguera.
105. Colocar cinta adhesiva.
106. Transporte de dos tolvas.
107. Ajustes en la tolva.
108. Colocar banda.
109. Transporte de una tolva.

110. Transporte de papel.
111. Colocar papel en la prensa.
112. Ajustar el papel a la prensa.
113. Quitar cartón protector.
114. Quitar papel dañado.
115. Colocar cinta adhesiva al papel.
116. Darle vuelta al revólver.
117. Pegar papel anterior al papel nuevo.
118. Ajustar las cuchillas y los aplicadores.
119. Ajustar una tolva.
120. Colocar banda de bomba y motor.
121. Colocar codo y rejilla a la tolva.
122. Colocar manguera.
123. Colocar cinta adhesiva.
124. Abrir una tinta.
125. Remover una tinta.
126. Colocar una tinta.
127. Abrir tinta.
128. Remover tinta.
129. Transporte de tinta.
130. Abrir tinta.
131. Remover tinta.
132. Vaciar tinta.
133. Transporte de tinta.
134. Abrir tinta.
135. Remover tinta.
136. Colocar rejilla.

137. Colocar codo.
138. Vaciar tinta.
139. Transporte de tinta.
140. Abrir tinta.
141. Transporte de tinta.
142. Abrir tinta.
143. Cerrar tinta.
144. Transporte de tinta.
145. Ajustar una tolva.
146. Abrir tinta.
147. Limpiar tolva.
148. Ajustar tolva.
149. Vaciar tinta.
150. Abrir tinta.
151. Vaciar tinta.
152. Ajustar cuchillas y aplicadores.

Una vez mostradas todas las operaciones desarrolladas en el cambio de producto podemos observar que todas ellas se repiten en el mismo.

A continuación se muestra una lista de las operaciones del cambio y su descripción correspondiente, sin repetir las:

*** Transporte de cilindros**

Consiste en transportar tanto el cilindro usado desde el area de la rotogradora a el area de armado de cilindros o bien el cilindro a usar desde ésta última hacia la primera.

*** Transporte de tolvas**

Consiste en transportar tanto la tolva usada desde el area de la rotograbadora a el area de armado de cilindros o bien la tolva a usar desde esta última hacia la primera.

*** Sacar unidades de cilindros anteriores**

Es el sacar las unidades de cilindros anteriores de la rotograbadora para comenzar el transporte de las mismas.

*** Colocar unidades de cilindros nuevas**

La labor es el meter las unidades de cilindros nuevas a la rotograbadora para la impresión de la próxima corrida.

*** Posicionar el carro**

Consiste en colocar el carro transportador de unidades de cilindro en unas salientes de la rotograbadora (figura 4.10) para sacar la unidad de cilindro anterior o bien para colocar la unidad de cilindro nueva.

*** Quitar carro**

Consiste en separar el carro de la rotograbadora ya sea con la unidad de cilindro o sin la misma.

*** Colocar tolvas y mangueras**

Es el armar las tolvas, unir las tolvas y las mangueras, colocar las tolvas en su lugar y unir las mangueras tanto a las conexiones de la unidad de cilindro como a las de la rotograbadora, así como el codo a esta última.

*** Quitar tolvas y mangueras**

Esta operación está compuesta por: desconectar las mangueras de la tolva, de la unidad de cilindro y de la

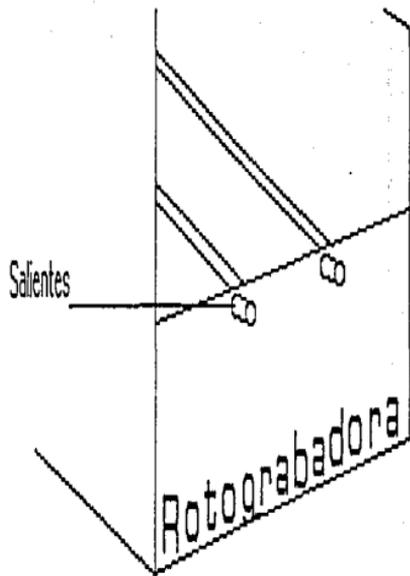


Figura 4.10 Salientes

rotograbadora; además de quitar el codo de la rotograbadora y quitar la tinta de la tolva.

*** Retirar papel**

Es el proceso de dar vuelta al revólver, cortar el papel que está en la rotograbadora del papel que sigue en el rollo, y quitar la presión que ejercen los brazos sobre el mismo rollo de papel.

*** Colocar el papel**

Consista en presionar el rollo de papel con los brazos de la rotograbadora, mover el revólver a la posición adecuada y unir el papel del rollo que se utilizará al papel que se encuentra en la rotograbadora.

*** Ajustes de cuchilla y aplicador**

Consiste en colocar tanto la cuchilla como el aplicador en la posición adecuada dentro ya de la unidad de cilindro en la rotograbadora. Dicha posición adecuada es que la cuchilla se encuentre lista para quitar el exceso de tinta y el aplicador para surtir la tinta en la forma requerida.

*** Colocar tintas**

Es el vaciar la tinta de la cubeta de tinta a las tolvas.

*** Limpieza e inspección**

Es el limpiar e inspeccionar el cilindro antes de colocar la unidad de cilindro en la rotograbadora

*** Transporte de papel**

Consiste en transportar el papel a usar desde el almacén de papel a el area de la rotograbadora, o bien, el

transportar el papel usado desde la rotograbadora a el almacén de papel.

*** Transporte de tintas**

Consiste en transportar las tintas a usar desde el almacén de tintas al area de la rotograbadora, o bien, el transportar las tintas usadas desde la rotograbadora a el almacén de tintas.

*** Abrir tintas**

Consiste en una vez que las cubetas de tinta han llegado al area de la rotograbadora, estas sean destapadas.

*** Remover tintas**

Es el remover la tinta con un palo para mezclar bien a la misma.

*** Vaciado de tinta a la tolva.**

Es el vaciar la tinta en la tolva.

*** Colocar la charola**

Consiste en posicionar la charola dentro de la unidad de cilindro en unos niveles y colocarles un seguro (alambres).

*** Colocar oscilador**

Es el colocar un tornillo en la parte posterior de la rotograbadora para asegurar al oscilador con el motor.

*** Separar cuchilla y aplicador**

Alejar del cilindro tanto la cuchilla como el aplicador para evitar un golpe al mismo en el transporte de la unidad.

*** Desconectar mangueras**

Es desconectar las mangueras de alimento y de desahogo de la rotograbadora.

Las operaciones mencionadas al principio de este punto, que son desarrolladas en un cambio de producto, son las operaciones que acabo de describir.

Además, se puede observar que el problema del tiempo empleado en el cambio de producto es en su mayoría por la falta de procedimientos, aunque también interfieran puntos como los tiempos empleados y los accesorios utilizados o faltos de utilizar.

4.2.5 Hoja de resumen del estudio de tiempos y métodos

La siguiente es una lista que nos sirve para consolidar las operaciones que se tienen en un tiempo de preparación y los tiempos de las mismas.

| Operación | Tiempo (seg) |
|--|-----------------|
| Colocación de tolva | 1,232 |
| Abrir cubeta de tinta | 401 |
| Colocar tinta en la tolva | 194 |
| Ajustes en la máquina | 658 |
| Transporte de las cubetas de tinta | 284 |
| Remover la tinta | 283 |
| Vaciado de tinta de las tolvas a las cubetas | 349 |
| Transporte de tolva | 1,209 |
| Quitar papel de la rotograbadora | 396 |
| Transporte de papel | 243 |
| Colocar papel en la rotograbadora | 1,042 |
| Colocar carro | 642 |
| Colocar unidad | 231 |
| Quitar carro | 221 |
| Transporte de unidad | 3,301 |
| Inspección y limpieza | 966 |
| Colocar charola | 501 |
| Sacar unidad | 241 |
| Separar cuchillas y aplicadores | 59 |
| Colocar oscilador, cuchillas y aplicadores | 366 |
| Retirar tolvas | 272 |

4.3 Esperas externas

Dentro de un cambio de producto, el tener un tiempo corto o un tiempo largo no depende únicamente de las operaciones que se hagan dentro de éste, sino que llegan a interferir factores externos.

Estos factores pueden ser de un proveedor, alguna area dentro de la misma empresa, falta de material y/o materias primas, etc.

Para poder solucionar el tiempo de espera por factores externos es necesario el recurrir a una estadística de los mismos. Una relación de las fallas que se han suscitado a lo largo de los últimos 8 meses fue solicitada al Departamento de Ingeniería, dicha relación es presentada en el siguiente cuadro:

Cuadro 4.1
Cantidad de fallas

| Fallas | Meses | | | | | | | | Total | Porcentaje |
|------------------|-------|---|----|---|---|---|---|----|-------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | | |
| 1. Cilindros | 15 | 2 | 13 | 9 | 8 | 1 | 0 | 14 | 80 | 58.39 % |
| 2. Falta tintas | 2 | 2 | 6 | 0 | 3 | 2 | 0 | 3 | 18 | 13.14 % |
| 3. Falta papel | 3 | 0 | 1 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 7 | 5.11 % |
| 4. Depto. Ventas | 0 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 10 | 7.30 % |
| 5. Otros | 4 | 1 | 3 | 5 | 2 | 4 | 1 | 2 | 22 | 16.06 % |
| | | | | | | | | | 137 | 100 % |

Otros significa esperas por rotura de papel, falla en el tono de tintas, trabajadores no en el area de trabajo, etc.

En el cuadro anterior es fácil darse cuenta que si atacamos cuatro de todos los factores que son causantes de espera, estaremos reduciendo las fallas en un 83.94%, y es por ello que el análisis de estos puntos se realiza a continuación.

4.3.1 Esperas ocasionadas por almacenes

Un factor que interviene siempre es el uso de la materia prima.

Este factor del surtido de materia prima ha sido dividido en dos puntos: trámites administrativos y entrega de la materia prima.

4.3.1.1 Trámites administrativos

Los trabajadores participantes en el tiempo de preparación deben de realizar un trámite administrativo. Este trámite administrativo es el llenado de dos formas para la solicitud de materia prima (papel y tintas).

4.3.1.2 Entrega y devolución de materia prima

Una vez que las solicitudes han sido llenadas, el proceso para la entrega y devolución de papel y tintas es distinto.

4.3.1.2.1 Entrega y devolución de tintas

El auxiliar debe de ir al almacén de tintas, solicitar las que se utilizarán, subirlas en su carro para el

transporte de tintas descrito en la figura 4.5 y transportarlas al area de rotograbado.

Para la devolución de las tintas, el auxiliar las transporta en el carro entregándolas en el almacén de tintas.

4.3.1.2.2 Entrega y devolución de papel

El auxiliar, al haber llenado la forma de solicitud de papel debe de buscar al operador del montacargas al cual entrega dicha solicitud y espera a que el operador se dirija hacia el almacén de papel y, verificando que halla existencia del mismo, los lleve al area de rotograbado.

Para la devolución del papel, el auxiliar debe volver a buscar al operador del montacargas y pedirle que se lleve el sobrante de la corrida de la rotograbadora.

4.3.2 Esperas ocasionadas por otras areas

Existen otras areas que no son las de almacenes que pueden ocasionar esperas en el tiempo de preparación de la rotograbadora. Estas areas son Ventas y armado de cilindros.

4.3.2.1 Departamento de Ventas

El motivo por el cual el departamento de Ventas ocasiona tiempo de espera es debido a la urgencia de sus ventas, ya que al no tener programado un cambio y tener que surtir un pedido urgentemente a exigencias del cliente, provocará que teniendo una corrida en la rotograbadora al momento que sea, un paro en la línea y un cambio de producto, aún y cuando las unidades de cilindro no se encuentren preparadas para la corrida que se planea.

4.3.2.2 Area de armado de cilindros

El area de armado de cilindros es un factor clave dentro del proceso de impresión. Es clave debido a que es el paso preliminar a la rotograbadora.

Cabe mencionar que la planta que se estudia consta de 7 rotograbadoras más, esto es, son 8 en total; y que el area de armado de cilindros es la encargada de surtir las unidades de estos a las 8 rotograbadoras.

El análisis en el area de armado de cilindros consiste en determinar si ésta es un cuello de botella para el ingreso de las unidades de cilindro a las rotograbadoras.

El area de armado de cilindros consta de dos partes: la primera es el armado de cilindros como tal y la segunda es el area de lavado. En ésta segunda zona son lavadas todas las piezas que intervienen en la impresión: tolvas, mangueras, cubetas, codos, charolas, aplicadores, cuchillas, etc.

Para conocer si existe cuello de botella es necesario analizar las unidades de cilindro que serán armadas y la cantidad de piezas a lavar, así como el tiempo que se toma tanto en armar como en lavar.

4.3.2.2.1 Análisis en armado de cilindros

Se tienen los siguientes datos otorgados por el Departamento de Ingeniería:

Promedio de cambios por mes = 126

Promedio de cilindros por cambio = 5

En promedio se trabajan 26 días al mes, por lo tanto, se realizan 5 (en la operación $126/26=4.85$ cambios/día) cambios diariamente, y como son 5 cilindros por cambio, se tendrán que armar en promedio 25 cilindros cada día.

Se realizó una toma de tiempos y métodos la cual se muestra en las siguientes páginas.

En ella participó una persona (se cuentan con dos trabajadores en el area) y el tiempo total de armar un cilindro fue de 24 minutos y 7 segundos. Para fines prácticos se utilizará un tiempo estándar de 25 minutos.

En el estudio mostrado se realizó el análisis desde el comienzo de armar el cilindro hasta que fue dejada la unidad de cilindro lista en el area de armado de cilindros para ser transportada.

Analicemos el caso con un sólo armador.

Tiempo de armado de 1 cilindro = 25 minutos

Promedio de armado de cilindros diariamente = 25

Tiempo diario de armado de cilindros = 625 minutos =
10 horas 25 minutos

Tiempo de trabajo diario (3 turnos) = 24 horas

Tiempo desocupado diario = 815 minutos = 13 horas 35
minutos

De acuerdo con éste análisis el area de armado de cilindros no es el cuello de botella.

Si además consideramos que trabajan dos personas y no solamente una, el tiempo diario de inactividad será de 2,225 minutos, equivalente a 37 horas 35 minutos.

| CURSOGRAMA ANALITICO NUM. 2 | | OPERARIO/MATERIAL/EQUIPO | | | | | | |
|---------------------------------|------------------|------------------------------------|-------------------|---------|---|---|---|---|
| HOJA NUM. 1 DE 3 | | RESUMEN (SEG) | | | | | | |
| OBJETO: Armado de cilindros | | OPERACION | | 753 | | | | |
| ACTIVIDAD: Armado de 1 cilindro | | TRANSPORTE | | 124 | | | | |
| METODO: ACTUAL/PROPUESTO | | ESPERA | | 510 | | | | |
| | | INSPECCION | | 60 | | | | |
| | | ALMACENAMIENTO | | | | | | |
| LUGAR: Area Armado cilindros | | DISTANCIA (MTS) | | | | | | |
| OPERARIO(S): Ricardo Ramos | | TIEMPO (HRS/HOMBRE) | | 0.419 | | | | |
| | | REALIZADO POR: Alejandro Dominguez | | | | | | |
| DESCRIPCION | OPE RA DOR | TIEM PO (S) | TPO POR OPE | SIMBOLO | | | | |
| | | | | O | T | E | I | A |
| Quitar cinta adhesiva | 1 | 0 | 8 | X | | | | |
| Cambio de ubicación | 1 | 8 | 22 | | | X | | |
| Quitar cinta adhesiva | 1 | 30 | 19 | X | | | | |
| Busca estopa y cubeta | 1 | 49 | 17 | | | X | | |
| Limpia y flecha | 1 | 66 | 40 | X | | | | |
| Busca paleta y cubeta | 1 | 106 | 8 | | | X | | |
| Lubrica flecha | 1 | 114 | 44 | X | | | | |
| Se coloca guantes | 1 | 158 | 21 | X | | | | |
| Coloca chumaceras volante | 1 | 179 | 10 | X | | | | |
| Preparación siguiente operación | 1 | 189 | 5 | X | | | | |
| Enrosca con y sin pistola | 1 | 194 | 11 | X | | | | |
| Detección de error | 1 | 205 | 10 | | | X | | |
| Afloja volante | 1 | 215 | 12 | X | | | | |
| Ajustes chumacera volante | 1 | 227 | 188 | X | | | | |
| Coloca chumacera engrane | 1 | 415 | 14 | X | | | | |

| HOJA 2 DE 3 | | | | SIMBOLO | | | | |
|---------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | OPE RA DOR | TIEM PO (S) | TPO POR OPE | O | T | E | I | A |
| | | | | | | | | |
| Búsqueda engrane | 1 | 429 | 17 | | | X | | |
| Coloca engrane | 1 | 446 | 24 | X | | | | |
| Consigue chumacera | 1 | 470 | 8 | | | X | | |
| Coloca chumacera | 1 | 478 | 8 | X | | | | |
| Busca y coloca carro | 1 | 486 | 97 | X | | X | | |
| Transporte y colocación soporte | 1 | 583 | 13 | X | X | | | |
| Sacar cilindro | 1 | 596 | 3 | X | | | | |
| Transporte cilindro en grúa | 1 | 599 | 32 | | X | | | |
| Transporte cilindro a unidad | 1 | 631 | 52 | | X | | | |
| Coloca cilindro en unidad | 1 | 683 | 39 | X | | | | |
| Busca partes adyacentes | 1 | 722 | 42 | | | X | | |
| Colocación de partes adyacentes | 1 | 764 | 39 | X | | | | |
| Busca herramienta chorro | 1 | 803 | 72 | | | X | | |
| Coloca herramienta chorro | 1 | 875 | 18 | X | | | | |
| Busca llave para tornillo | 1 | 893 | 10 | | | X | | |
| Atornilla | 1 | 903 | 17 | X | | | | |
| Busca salpicaderas | 1 | 920 | 20 | | | X | | |
| Coloca salpicaderas | 1 | 940 | 19 | X | | | | |
| Atornilla salpicaderas | 1 | 959 | 46 | X | | | | |
| Mete unidad en base | 1 | 1005 | 9 | X | | | | |
| Quita carrillo | 1 | 1014 | 3 | X | | | | |
| Busca carro | 1 | 1017 | 33 | | | X | | |
| Coloca carro | 1 | 1050 | 18 | X | | | | |
| Saca unidad con cilindro | 1 | 1068 | 11 | X | | | | |
| Busca llave para subir carro | 1 | 1079 | 14 | | | X | | |

| HOJA 3 DE 3 | | | | SIMBOLO | | | | |
|-------------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|---------|---|---|---|---|
| DESCRIPCION | OPE RA DOR | TIEM PO (S) | TPO POR OPE | O | T | E | I | A |
| | | | | | | | | |
| Sube carro | 1 | 1093 | 14 | X | | | | |
| Tiempo muerto | 1 | 1107 | 6 | | | X | | |
| Quita cartón para inspección | 1 | 1113 | 17 | X | | | | |
| Busca cubeta y solvente | 1 | 1130 | 92 | | | X | | |
| Limpia cilindro, realiza inspección | 1 | 1222 | 50 | X | | | X | |
| Quita cintas laterales | 1 | 1272 | 28 | X | | | | |
| Pone guantes | 1 | 1300 | 7 | X | | | | |
| Busca mangueras | 1 | 1307 | 47 | | | X | | |
| Coloca mangueras | 1 | 1354 | 31 | X | | | | |
| Coloca alambres | 1 | 1385 | 14 | X | | | | |
| Transporte a estante de cuchillas | 1 | 1399 | 27 | | X | | | |
| Coloca cuchillas | 1 | 1426 | 21 | X | | | | |
| Termina colocar cuchillas | 1 | 1447 | | X | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Es indispensable mencionar que para que esta situación sea cierta, el operador debe contar con el número de piezas necesarias y que se encuentren limpias para poderlas armar. Lo anterior es analizado en el punto siguiente.

4.3.2.2.2 Análisis en lavado

Las piezas a lavar que se utilizan en armado de cilindros y/o en la rotograbadora son: tolva, bomba, charola, aplicador, cuchilla, lámina, tapa y cubeta de tinta.

El lavado de las piezas consta de dos partes: la primera es el lavado en una lavadora, en ésta se meten todas las partes y por medio de un movimiento repetitivo las piezas son lavadas con solvente, y la segunda, es un lavado a mano, en el cual lo sucio que pudo haber quedado en las piezas y que no fue quitado por la lavadora es removido a mano.

Para estas dos partes, existe un tiempo asignado estándar, el cual fue otorgado por el Departamento de Ingeniería y es el siguiente:

| <u>Pieza</u> | <u>Tiempo en lavadora (min)</u> | <u>Tiempo de lavado manual (min)</u> |
|-----------------|---------------------------------|--------------------------------------|
| Tolva | 15.10 | 15.10 |
| Bomba | 7.15 | 7.15 |
| Charola | 7.25 | 7.25 |
| Aplicador | 3.20 | 3.20 |
| Cuchilla | 2.50 | 2.50 |
| Lámina | 2.60 | 2.60 |
| Tapa | 1.70 | 1.70 |
| Cubeta de tinta | 7.50 | 7.50 |

Cuadro 4.2 Tiempo estándar de lavado

Solo existe una lavadora.

Los recursos humanos con los que cuenta el area de lavado es de un trabajador.

El inventario que se tiene de las piezas anteriores es el siguiente:

| <u>Pieza</u> | <u>Existencia</u> |
|-----------------|-------------------|
| Tolva | 18 |
| Bomba | 28 |
| Unidad | 19 |
| Aplicador | 22 |
| Cuchilla | 22 |
| Lámina | Suficiente |
| Cubeta de tinta | Suficiente |

Cuadro 4.3 Inventario de piezas

NOTA: Estas piezas son tanto para la rotograbadora A como para la B.

La rotograbadora B al igual que la A consta de 7 cilindros.

Tanto en las existencias de la lámina como en la de la cubeta de tinta se colocó "suficiente", esto es debido a que la lámina es un roolo, en el cual se va cortando la necesaria para que funcione como removedor de tinta y las cubetas de tinta son muchas.

El número máximo de cada pieza que cabe en una lavadora es el siguiente:

| Pieza | # piezas | |
|-----------------|----------|---------------------|
| Tolva | 4 | |
| Bomba | 5 | |
| Unidad | 4 | (puede lavarse cada |
| Aplicador | Todos | parte de la unidad |
| Cuchilla | Todos | por separado) |
| Lámina | Todos | |
| Cubeta de tinta | 4 | |

Cuadro 4.4 Capacidad de piezas en la lavadora

De tal manera, al armarse diariamente 25 unidades de cilindro, se tendrán que lavar diariamente 25 tolvas, 25 bombas, etc.

Para comprobar si existe cuello de botella en la lavadora o no, se realizó el siguiente cuadro:

| Pieza | # piezas por cada lavado en lavadora | # veces a utilizar la lavadora | Tiempo por lavado (min) | Tiempo total de utilización de la lavadora (min) |
|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------|-------------------------|--|
| Tolva | 4 | 7 | 15.10 | 105.70 |
| Bomba | 5 | 5 | 7.15 | 35.75 |
| Unidad | 4 | 7 | 7.25 | 50.75 |
| Aplicador | Todos | 1 | 3.20 | 3.20 |
| Cuchilla | Todos | 1 | 2.50 | 2.50 |
| Lámina | Todos | 1 | 2.60 | 2.60 |
| Cubeta de tinta | 4 | 7 | 7.50 | 52.50 |
| | | | Total | 253 min = 4 hrs 13 min |

Cuadro 4.5 Tiempo de uso de la lavadora

El tiempo total de uso de la lavadora en un día de 24 horas es de 4 horas 13 minutos.

Porcentaje de utilización de la lavadora = 17.57 %

Una vez analizado el tiempo de lavado en la lavadora, pasemos a estudiar el caso de lavado manual.

Como ya se analizó, es posible tener más de una pieza al mismo momento en la lavadora, pero como sólo existe un trabajador en ésta area el lavado manual sólo será de una pieza a la vez.

En la figura 4.11 se puede observar el tiempo de lavado de 7 tolvas.

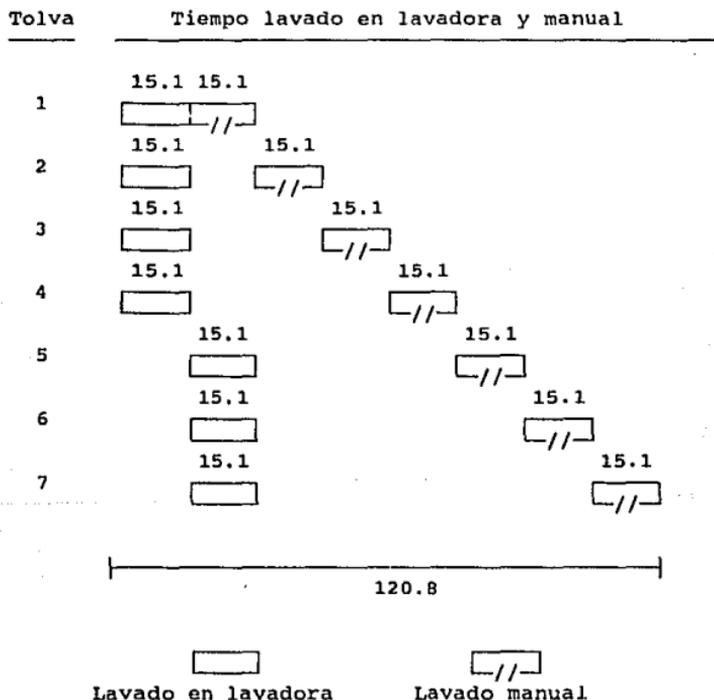


Figura 4.11 Tiempo manual de lavado de una pieza (en minutos)

Tiempo total de lavado de 7 tolvas = 120.8 minutos =
2 horas

El cuadro siguiente nos muestra el tiempo total que se emplearía en el lavado manual de todas las piezas para las 25 unidades de cilindros.

| <u>Pieza</u> | <u>Tiempo de lavado por pieza</u> | <u>Tiempo total de lavado</u> |
|--------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Tolva | 15.10 | 377.50 |
| Bomba | 7.15 | 178.75 |
| Unidad | 7.25 | 181.25 |
| Aplicador | 3.20 | 80.00 |
| Cuchilla | 2.50 | 62.50 |
| Lámina | 2.60 | 65.00 |
| Cubeta de tinta | 7.50 | 187.50 |

Total 1,132.5 min = 18 hrs 52.5 min

Cuadro 4.6 Tiempo total estándar de lavado de 25 unidades de

El tiempo de 18 horas 52.5 minutos es de haber lavado todas las piezas una sola persona y utilizando el tiempo indicado.

Es necesario apuntar que además de lavar todas las piezas, este trabajador debe de desmontar las mismas (ejemplo: las mangueras de las tolvas), meterlas a la lavadora, accionar la lavadora, sacar las piezas y ponerlas en un sitio adecuado para su armado, además de solucionar cualquier tipo de problema que pudiese presentarse. El area de lavado trabaja tres turnos.

4.4 Gráficas de la situación actual

Para terminar con la explicación de la situación actual se utilizarán dos tipos de gráficas. La primera de ellas será el conocer gráficamente el tiempo que toma el cambio de producto en su totalidad, mostrando cuales operaciones tardan más: y la segunda el análisis de las causantes de un tiempo de preparación grande en la empresa.

4.4.1 Tiempo de preparación

En la siguiente página se muestra una lista de las operaciones mostradas en la figura 4.12. En ella puede verse claramente cuales son las operaciones a las que se les debe de dedicar mayor atención debido a que ellas nos traerán mayor beneficio debido a que emplean mayor cantidad de tiempo.

4.4.2 Diagrama de causa-efecto

En la figura 4.13 pueden observarse las causas que provocan el tiempo de preparación largo. Este diagrama nos sirve para determinar con facilidad los factores que realmente intervienen en el mismo.

| Operación | Tiempo (seg) | Porcentaje |
|---|-----------------|------------|
| 1. Colocación de tolva | 1,232 | 6.34 % |
| 2. Destapar cubetas de tinta | 401 | 2.07 % |
| 3. Espera | 6,345 | 32.65 % |
| 4. Colocar tinta | 194 | 1.00 % |
| 5. Ajustes máquina | 658 | 3.39 % |
| 6. Transporte de tintas | 284 | 1.46 % |
| 7. Remover tinta | 283 | 1.46 % |
| 8. Vaciado de tinta | 349 | 1.80 % |
| 9. Transporte de tolvas | 1,209 | 6.22 % |
| 10. Retirar papel | 396 | 2.04 % |
| 11. Transporte de papel | 243 | 1.25 % |
| 12. Colocar papel | 1,042 | 5.36 % |
| 13. Posicionar carro | 642 | 3.30 % |
| 14. Colocar unidad de cilindro | 231 | 1.19 % |
| 15. Retirar carro | 221 | 1.14 % |
| 16. Transporte unidad cilindro | 3,301 | 16.98 % |
| 17. Inspección y limpieza | 966 | 4.97 % |
| 18. Colocar charola | 501 | 2.58 % |
| 19. Retirar unidad de cilindro | 241 | 1.24 % |
| 20. Retirar cuchilla y aplicador | 59 | 0.30 % |
| 21. Colocar oscilador, cuchillas y aplicador | 366 | 1.88 % |
| 22. Retirar tolvas | 272 | 1.40 % |

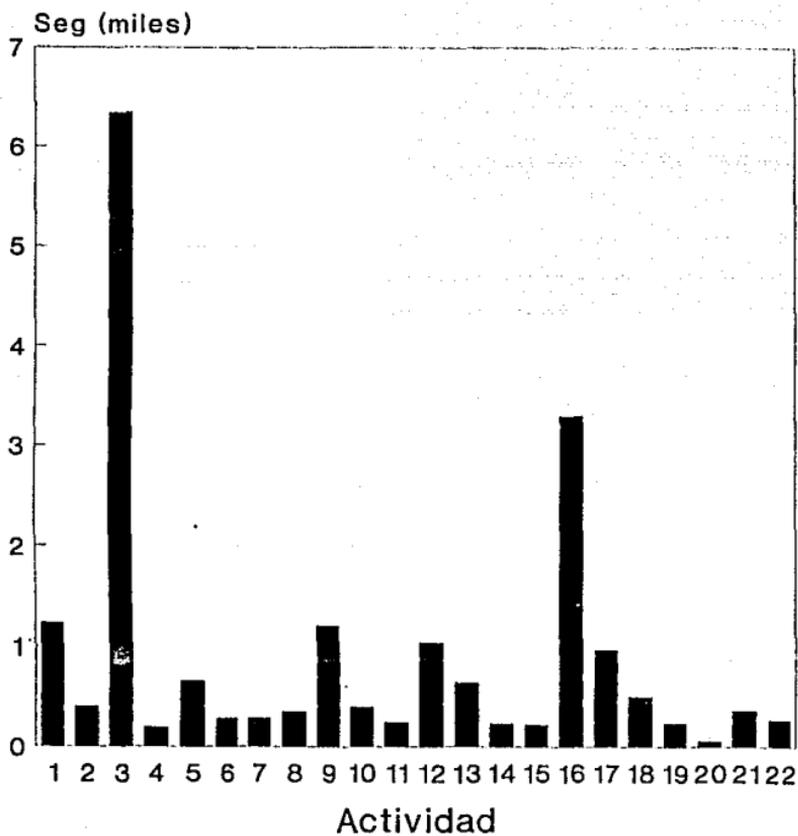


Figura 4.12 Situacion actual

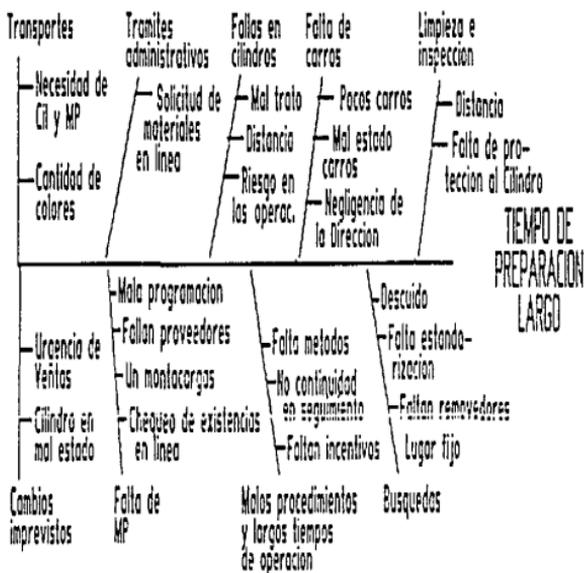


Figura 4.13 Diagrama causa-efecto del tiempo de preparación actual

CAPITULO 5

5. PROPUESTAS

Hasta el presente momento se ha recibido la información de lo que es una rotograbadora, los datos teóricos de un cambio de producto y la situación que prevalece en el tiempo de preparación actual de la rotograbadora que es estudiada.

Es el instante de levantar una propuesta de solución para la reducción del tiempo de preparación al que ha sido dedicado el presente trabajo. Para la propia conveniencia de la empresa se muestran dos propuestas de solución.

Lo importante a destacar de las propuestas es que la primera es de menor costo en aplicación, entrenamiento y recursos tanto humanos como materiales que la segunda, pero esta segunda alternativa dá un tiempo de reducción mayor.

Sera decisión de la empresa la selección de una de las dos opciones.

Antes de comenzar a conocer las propuestas es necesario el conocer un detalle con las mismas. Tanto la primera como la segunda de ellas estan basadas en la determinación de los procedimientos de cambio y es por ello

que para las propuestas se utilizará el cambio de producto más complicado que es el de 7 colores a 7 colores.

A continuación se muestra una tabla de la fecha en que han sido realizados los cambios de salida de 7 colores a entrada de 7 colores en los últimos dos meses y el tiempo que se ha tomado en cada uno de ellos:

| <u>Fecha</u> | <u>Tiempo</u> |
|--------------|---------------|
| 11 Mayo | 15 hrs |
| 15 Mayo | 5 hrs 50 min |
| 17 Mayo | 10 hrs |
| 26 Mayo | 9 hrs 30 min |
| 6 y 7 Junio | 7 hrs |
| 7 y 8 Junio | 8 hrs 10 min |
| 8 Junio | 4 hrs 30 min |
| 28 Junio | 12 hrs 20 min |

Datos Generales:

Número de cambios = 8

Total de horas trabajadas = 1,248 hrs

Tiempos con registro:

Total de horas en cambio = 72 hrs 20 min

Promedio de hrs/cambio = 9 hrs 2 min

Porcentaje del tiempo de preparación

en tiempo trabajado = 5.79 %

Tiempos sin registro:

Total de horas en cambio = 54 hrs 15 min

Promedio de hrs/cambio = 6 hrs 46 min

Porcentaje del tiempo de preparación

en tiempo trabajado = 4.35 %

Consideraciones:

25 % del tiempo total del tiempo de preparación se toma como registro (Este dato ha sido tomado basado en datos históricos de la rotograbadora).

Debido a que el presente trabajo es realizado sin tomar en cuenta el tiempo correspondiente al registro, los datos que primordialmente nos interesan son:

- * 8 cambios realizados
- * 1,248 hrs trabajadas
- * 54 hrs y 15 min de tiempo total de cambio
- * 6 hrs y 46 min de tiempo promedio por cambio(sin registro)
- * 4.35 % del tiempo trabajado corresponde a tiempo de preparación

5.1 Alternativa de solución 1

La alternativa de solución que se propone esta basada primordialmente en la determinación de los procedimientos de cambio.

Como pudo verse en el análisis realizado en el presente trabajo, y se muestra en el punto 4.2.2, los procedimientos realizados son en un desorden total; es por

ello que el principal problema a atacar es la determinación de los mismos.

5.1.1 Determinación de operaciones

Las operaciones, para mayor facilidad en su manejo, serán clasificadas en la siguiente forma:

| Nombre del grupo de operaciones | Operaciones |
|---|---|
| 1. Transporte de cilindros | * Transporte unidad de cilindros |
| 2. Transporte de tolvas | * Transporte de tolvas |
| 3. Sacar unidades cilindros anteriores | * Sacar unidad de cilindros * Quitar cuchillas |
| 4. Colocar unidades de cilindros nuevos | * Colocar unidad * Colocar charola * Colocar oscilador |
| 5. Posicionar y sacar carro | * Posicionar carro * Sacar carro |
| 6. Colocar tolvas y mangueras | * Colocación de tolvas * Conectar mangueras y codo * Colocar banda * Colocar rejilla |
| 7. Retirar/colocar papel | * Retirar papel * Colocar papel |
| 8. Ajustes de cuchillas | * Ajustes en la unidad |
| 9. Colocar tintas | * Destapar tintas * Colocar tintas * Remover tintas |
| 10. Limpieza e inspección | * Limpieza e inspección |
| 11. Quitar tolvas y mangueras | * Vaciar tintas * Desconectar mangueras y codo |

Cuadro 5.1 Operaciones por grupo de operaciones

Si se comparan las operaciones mostradas en el cuadro anterior con el cuadro de el punto 4.2.5, se observará que faltan dos operaciones que no están contenidas en el primer cuadro mencionado.

Dichas operaciones son los ajustes a la máquina y el transporte de la tinta.

Los ajustes a la máquina deberán de ser realizados en la parte del registro de la impresión (que no es contemplada en el presente trabajo) y por lo tanto no se tomará en cuenta.

Cabe mencionar que es recomendable el realizar un proyecto para eliminar el tiempo utilizado dentro de la prueba de registro.

El transporte de la tinta deberá, como se mencionará posteriormente, ser realizado en operaciones fuera de línea, y por lo tanto, tampoco será tomado en cuenta como procedimiento en línea (su correspondiente procedimiento fuera de línea es explicado en el punto 5.1.4.3).

5.1.2 Reducción del tiempo de operaciones

En el presente punto se describen las operaciones que intervendrán en el tiempo de preparación propuesto, en que consiste cada una de ellas y las medidas tomadas para llegar a la reducción de ese tiempo.

5.1.2.1 Colocar unidades de cilindros nuevos.

Colocar las unidades de cilindros nuevos consiste en colocar la charola en una posición correcta dentro de la unidad, introducir esta última en la rotograbadora y colocar el oscilador.

El tiempo para colocar las unidades de cilindros nuevos es reducido por:

* Sobreposición de operaciones (Figura 5.1)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|--------|
| Situación actual | <table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td></tr></table> | A | B | C | D | E | F | G | 31 min | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Situación propuesta | <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr></table> | A | C | E | G | B | D | F | | 18 min |
| A | C | E | G | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | |

Reducción del 42 %

Figura 5.1

El tiempo estándar unitario para esta operación es de 270 segundos.

5.1.2.2 Transporte de cilindros.

El transporte de cilindros consiste, como lo indica su propio nombre, en transportar las unidades de cilindro desde el armado de cilindros a el area de la rotograbadora o viceversa, ayudado por el carrito.

El tiempo de transporte de cilindros es reducido por:

* Sobreposición de operaciones (Figura 5.2).

* Reducción del número de eventos mediante la sincronización con armado de cilindros.

* Aprovechamiento de idas y vueltas para transportar unidades de cilindros

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---|---|--------|
| Situación actual | <table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td>H</td><td>I</td><td>J</td><td>K</td></tr></table> | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | 26 min |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| Situación propuesta | <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr></table> | A | C | E | G | B | D | F | | 10 min | | | |
| A | C | E | G | | | | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | | | | |

Reducción del 61 %

Figura 5.2

La velocidad promedio de una persona al caminar es de 5 km/hr, tomando en cuenta que la distancia entre el area de la rotogradora y armado de cilindros es de 85 mts (170 mts teniendo en cuenta ida y vuelta) y que los operadores tienen que transportar un carrito con una unidad de cilindro de 500 Kgs de peso aproximadamente, el tiempo unitario para el transporte fue designado en 150 segundos.

5.1.2.3 Transporte de tolvas.

El transporte de tolvas es el llevar las mismas del armado de cilindros a la rotogradora o viceversa.

El tiempo de transporte de tolvas es reducido por:

- * Sobreposición de operaciones (Figura 5.3)
- * Reducción del número de eventos mediante el transporte de dos tolvas por vez
- * Aprovechamiento de idas y vueltas para transportar tolvas

Situación actual

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

 30 min

Situación propuesta

| | |
|---|---|
| A | C |
| B | D |

 5 min

Reducción del 83 %

Figura 5.3

Realizando la misma consideración que en el transporte de cilindros, el tiempo unitario determinado es de 150 segundos.

5.1.2.4 Sacar unidades de cilindros anteriores

La presente operación consiste en retirar las unidades de cilindros de la rotogradora, así como, el alejamiento tanto de la cuchilla como del aplicador del cilindro de impresión.

El tiempo para sacar las unidades de cilindros anteriores es reducido por:

* Sobreposición de operaciones (Figura 5.4)

Situación actual

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|

 12 min

Situación propuesta

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | C | E | G |
| B | D | F | |

 4 min

Reducción del 67 %

Figura 5.4

El tiempo unitario determinado es de 60 segundos.

5.1.2.5 Colocar tintas.

Consiste en destapar la cubeta de las tintas, remover a las mismas y vaciarlas en las tolvas.

El tiempo de colocar las tintas es reducido por:

* Definición de operaciones fuera de línea:

- Buscar tintas
- Transporte de tintas
- Destapar cubetas de tintas

* Removedores cerca del area de la rotogradora
(Figura 5.5)

* Sobreposición de operaciones (Figura 5.6)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|-------|
| Situación actual | <table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td></tr></table> | A | B | C | D | E | F | G | 17 min | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Situación propuesta | <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr></table> | A | C | E | G | B | D | F | | 3 min |
| A | C | E | G | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | |

Reducción del 82 %

Figura 5.6

El tiempo unitario tanto en remover tintas como de vaciarlas en las tolvas (el destapar las tintas se propone como operación fuera de línea) es de 45 segundos.

5.1.2.6 Colocar tolvas y mangueras.

Consiste en colocar las tolvas en su lugar, unir la banda de la misma con la del motor ubicado en la rotogradora, colocar tanto la manguera de alimentación como

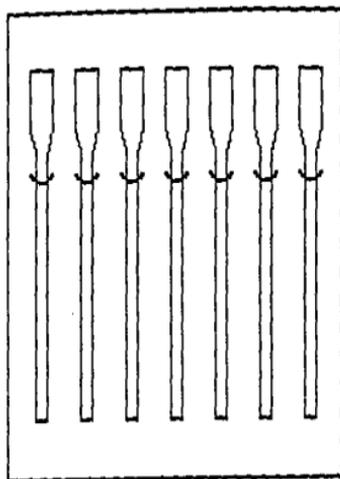


Figura 5.5 Removedores de tinta

el codo de desague, y la rejilla de filtrado de impurezas así como el seguro propuesto para reforzar las uniones de las mangueras.

El tiempo de colocar tolvos y mangueras es reducido por:

* Seguro de mangueras (Figura 5.7)

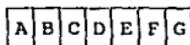
(reduce el tiempo de 2.4 min a 0.48 min)

* Tolva previamente armada por armado de cilindros

* Tensión de la banda de poleas (Figura 5.8)

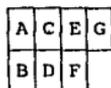
* Sobreposición de operaciones (Figura 5.9)

Situación actual



20 min

Situación propuesta



4 min

Reducción del 80 %

Figura 5.9

El tiempo unitario por operación es de 60 segundos.

5.1.2.7 Retirar/colocar papel

La operación de retirar/colocar papel consiste en retirar el papel una vez utilizado y colocar el papel que se va a utilizar en la corrida posterior.

El tiempo de retirar/colocar papel es reducido por:

* Colocación de controles cerca del operador

(Figura 5.10)

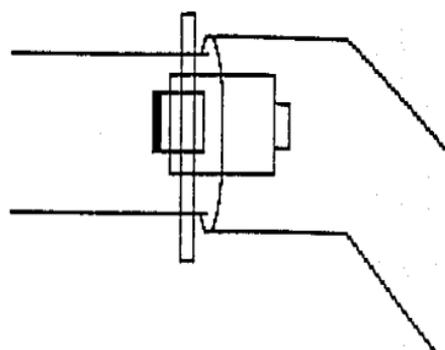


Figura 5.7 Seguro de mangueras

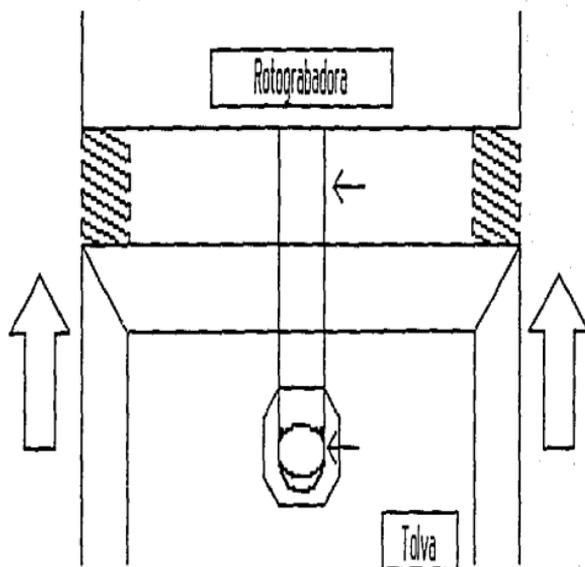


Figura 5.8 Tension de la banda

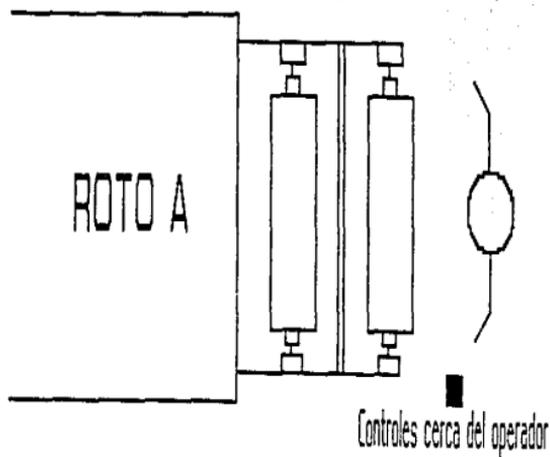


Figura 5.10 Controles cerca del operador

* Retiro de papel fuera de línea (Figura 5.11)

* Colocación de papel fuera de línea (Figura

5.11)

Situación actual

Situación propuesta 0 min

Reducción del 100 %

Figura 5.11

5.1.2.8 Ajuste de cuchillas

Consiste en acercar las cuchillas al cilindro una vez que la unidad de cilindro ha sido colocada dentro de la rotograbadora, así como de darle el ángulo necesario para que la misma pueda retirar la tinta de una forma eficiente.

El tiempo para ajustar cuchillas es reducido por:

* Sobreposición de operaciones (Figura 5.12)

Situación actual

Situación propuesta

Reducción del 52 %

Figura 5.12

El tiempo unitario por operación es de 180 segundos.

5.1.2.9 Limpieza e inspección

Consiste en limpiar con una estopa al cilindro así como inspeccionarlo antes de ser metido a la rotograbadora ya que pudo haber sufrido algún golpe durante el transporte.

El tiempo dedicado a la limpieza e inspección es reducido por:

* Utilización de la protección de cartón en el cilindro hasta la rotograbadora para la eliminación de la inspección en línea.

| | | | | |
|---------------------|---|---|---|--------|
| Situación actual | - | [Limpieza 5 min Inspección 11 min] | - | 16 min |
| Situación propuesta | - | [Limpieza 5 min Inspección 0 min] | - | 5 min |

Reducción del 68 %

NOTA: Como se observa, la inspección se elimina totalmente y se deja tiempo de sobra a la limpieza, esto es debido a que al realizarse la limpieza se hará una inspección del cilindro, ya que este último es una parte muy importante dentro del proceso y a la vez muy delicada.

El tiempo unitario por operación es de 43 segundos.

5.1.2.10 Posicionar y sacar el carro

Consiste en colocar el carro sobre las salientes que se encuentran en la rotograbadora antes de meter la unidad de cilindro en la misma, y en sacar el carro de las mismas salientes.

No se propone ninguna reducción.

5.1.2.11 Quitar tolvas y mangueras.

Es retirar las mangueras y el codo de las uniones, así como la banda. También implica el vaciar las tintas de la unidad de cilindro hacia las cubetas.

El tiempo para quitar tolvas y mangueras es reducido por:

* Seguro de mangueras (Figura 5.7)

(Reduce el tiempo de 2.4 min a 0.48 min)

* Sobreposición de operaciones (Figura 5.13)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|-------|
| Situación actual | <table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td></tr></table> | A | B | C | D | E | F | G | 20 min | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Situación propuesta | <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr></table> | A | C | E | G | B | D | F | | 2 min |
| A | C | E | G | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | |

Reducción del 90 %

Figura 5.13

El tiempo unitario por operación esta definido en 30 segundos.

5.1.3 Procedimiento de operaciones

La elaboración de los procedimientos es un trabajo dependiente.

Los procedimientos dependen de la cantidad de colores que esten saliendo por la corrida anterior y dependen tambien de la cantidad de colores que esten entrando de la corrida siguiente. No es lo mismo el elaborar un procedimiento para un cambio de 2 a 3 colores que de 6 a 5 colores.

Los procedimientos, en este caso, requieren de llevar un perfecto orden secuencial, no es posible el realizar una operación sin haber realizado una que debió ser su antecesora; por lo tanto, las operaciones que se realicen deben conservar un orden y es ello lo que hace también más complicado el procedimiento de cambio del tiempo de preparación.

En la figura 5.14a y 5.14b se muestra la propuesta de procedimientos elaborada para un cambio de producto de 7 a 7 colores. Las operaciones son las determinadas en el punto 5.1.1.

Puede observarse que en las figuras mencionadas, las operaciones se encuentran marcadas con un número, a continuación presento la relación de cada número con la operación que se realiza y el tiempo de cada operación.

| Persona | Operaciones | | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Operador | 11 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 10 | 4 | |
| Ayudante | 11 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 10 | 4 | |
| Auxiliar | 11 | 11 | 11 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 10 |
| Preparador | 11 | 11 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 10 | |
| Operador | 2 | 10 | 10 | 10 | 5 | 1 | 10 | 4 | 2 | 10 | | |
| Ayudante | 2 | 10 | 10 | 10 | 5 | 1 | 10 | 4 | 2 | 10 | | |
| Auxiliar | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 5 | 1 | 10 | 4 | 2 | | |
| Preparador | 4 | 2 | 10 | 10 | 10 | 5 | 1 | 10 | 4 | 2 | | |

Figura 5.14a Procedimiento propuesto de operaciones de cambio de producto de 7 a 7 colores (a escala)

| Persona | Operaciones | | | | | | | | | | |
|------------|-------------|----|----|---|---|----|---|---|----|----|---|
| Operador | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | |
| Ayudante | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 10 | 4 | 2 | 10 | 10 | |
| Auxiliar | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 3 | 6 | 6 | 3 | 6 | 5 |
| Preparador | 10 | 10 | 10 | 9 | 1 | 3 | 6 | 6 | 3 | 6 | 5 |
| Operador | 10 | 9 | 1 | 8 | | | | | | | |
| Ayudante | 10 | 9 | 1 | 8 | | | | | | | |
| Auxiliar | 5 | 5 | 8 | 8 | | | | | | | |
| Preparador | 5 | 5 | 8 | 8 | 8 | | | | | | |

Figura 5.14b Procedimiento propuesto de operaciones de cambio de producto de 7 a 7 colores (a escala) (Continuación de Fig 5.14a)

| # | Operación | Tiempo (seg) |
|----|-------------------------------|--------------|
| 1 | Colocar unidades de cilindros | 270 |
| 2 | Transporte de cilindros | 150 |
| 3 | Transporte de tolvas | 150 |
| 4 | Sacar unidades de cilindros | 60 |
| 5 | Colocar tintas | 45 |
| 6 | Colocar tolvas y mangueras | 60 |
| 7 | Retirar/colocar papel | 0 |
| 8 | Ajuste cuchillas | 180 |
| 9 | Limpieza e inspección | 43 |
| 10 | Posicionar y sacar carro | 130 |
| 11 | Quitar mangueras y tolvas | 30 |

Cuadro 5.2 Relación de operaciones

Las consideraciones que son importantes de tomar en cuenta son las siguientes:

a. Deben existir dos carros transportadores de cilindros dispuestos para uso de la rotograbadora en cualquier momento,

b. Los carros transportadores de cilindros estarán permanentemente colocados junto a la rotograbadora, y

c. De ahora en adelante existirán 4 trabajadores en el cambio de producto, nombrándose en forma jerárquica de la siguiente manera:

- * Operador
- * Ayudante
- * Auxiliar
- * Preparador

Se debe recordar que el transporte de tolvas es realizado de dos en dos. Y el transporte de los cilindros (uno en cada viaje) deben de hacerlo dos personas.

Los tiempos que se muestran por trabajador son los siguientes:

| <u>Trabajador</u> | <u>Tiempo (seg)</u> | <u>Porcentaje de ocupación</u> |
|-------------------|---------------------|--------------------------------|
| Operador | 4,390 | 99.21 % |
| Ayudante | 4,390 | 99.21 % |
| Auxiliar | 4,260 | 96.27 % |
| Preparador | 4,395 | 99.32 % |

Como puede observarse, el porcentaje de ocupación de los 4 operadores es muy alto. La suma de todos ellos en porcentaje desocupado es de 5.99 %, esto es, 1,062 seg (17.7 min). Con los procedimientos presentados, el tiempo de preparación dura 4,425 seg (1 hr 13.75 min) sin considerar esperas.

5.1.4.1 Esperas ocasionadas por almacenes

La solución propuesta para reducir el tiempo en las esperas ocasionadas por los almacenes tanto de tintas como de papel consiste en realizar las operaciones fuera de línea y con procedimientos bien preestablecidos.

5.1.4.1.1 Trámites administrativos

Los trámites administrativos (llenado de las solicitudes de tinta y de papel) deberá ser realizado desde antes de terminar la corrida del producto anterior, de ésta manera nos servirá para asegurarnos de tener tanto las tintas como el papel requeridos en los almacenes. El procedimiento es explicado en el punto 5.1.4.3.

5.1.4.1.2 Entrega y devolución de materia prima

Tanto la entrega como la devolución de materia prima deberá de ser una operación fuera de línea.

La entrega de papel de el almacén de papel a los operadores de la rotograbadora deberá de ser realizada antes de terminar la corrida anterior, y dicha materia prima será transportada por el montacargas.

La entrega de tintas de el almacén de tintas a los operadores de la rotograbadora deberá de ser realizada antes de finalizar la corrida anterior, y dichas tintas serán transportadas por el ayudante del almacenista del almacén.

La devolución de papel será realizada posterior a el comienzo de la corrida de la cual se realiza el cambio de producto, y el transporte del papel será hecho por el montacargas.

La devolución de las tintas será realizada posterior a el comienzo de la corrida de la cual se realizó el cambio de producto, y el transporte de las mismas será hecho por el ayudante del almacenista de tintas.

Dichos procedimientos son explicados con todo detenimiento y claridad en el punto 5.1.4.3.

5.1.4.2 Esperas ocasionadas por otras areas.

Las soluciones por esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas, los cilindros en malas condiciones y el area de Armado de cilindros son dadas en este punto.

5.1.4.2.1 Departamento de Ventas

La solución a las esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas queda fuera del alcance de este proyecto, y por lo tanto, el promedio del tiempo que provocan los cambios inesperados de dicho Departamento en un mes serán repartidos en todos los tiempos de preparación que ocurren en promedio durante el mismo periodo de tiempo.

Para realizar la repartición del tiempo de esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas en los cambios es necesario conocer la siguiente estadística:

Número de cambios por mes = 126

Tiempo de espera promedio ocasionado por Ventas =

8.6 hrs/mes

por lo tanto:

Tiempo de espera = $0.068 \text{ hrs/cambio} = 4.1$

min/cambio

5.1.4.2.2 Cilindros en malas condiciones

La solución en los cilindros de malas condiciones queda también fuera del alcance de este proyecto (puede definirse un proyecto de "Calidad en cilindros" para solucionar el presente punto) y por lo tanto también se realizará una repartición en el tiempo de espera entre todos los cambios, siendo necesarios los siguientes datos estadísticos (cabe aclarar que este prorratio es directamente proporcional a la cantidad de cilindros usados en el cambio):

Promedio de cilindros armados por mes = (Número de cambios)X(Promedio de cilindros por cambio) = (126) x (5) = 630 cilindros/mes

Tiempo de espera promedio ocasionado por fallas en cilindros = 28 hrs/mes

por lo tanto:

Tiempo de espera = 0.044 hrs/cilindro = 2.667 min/cilindro debido a que el cambio de la presente propuesta es realizado con la entrada de 7 cilindros, el tiempo de espera es multiplicado por la cantidad de cilindros que entran:

Tiempo de espera total = 0.308 hrs/cambio 7 colores = 18.48 min/cambio 7 colores

De tal manera, sumando tanto el tiempo prorratioado por esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas (4.1 min/cambio) y el tiempo prorratioado por esperas ocasionadas

en fallas de cilindros (18.48 min/cambio 7 colores) el tiempo total prorrateado de espera es de 22.58 min/cambio de 7 colores.

5.1.4.2.3 Area de armado de cilindros

El area de armado de cilindros no es un problema en tiempo empleado por los trabajadores para realizar el cambio de producto. Se realizó un análisis en el punto 4.3.2.2.1 y se detectó que no era el problema, sino más bien, el area de lavado, que es el siguiente punto a tratar.

Por lo tanto, no se propone solución alguna.

5.1.4.2.4 Area de lavado

Como se observó en el análisis realizado en el punto 4.3.2.2.2 el problema existente en el area de lavado no es relativo a la lavadora ni al tiempo de lavado a mano. El problema es con respecto a poder tener las piezas necesarias al momento necesario.

Como se explicó anteriormente, las piezas utilizadas en la rotograbadora A (objeto del estudio) son las mismas que son empleadas en la rotograbadora B, por lo tanto el problema es con respecto a las cantidades en inventario de cada una de las piezas, por lo tanto, repito el cuadro mostrado en el punto 4.3.2.2.2 que se refiere a la cantidad en existencia de las piezas:

| <u>Pieza</u> | <u>Existencia (Unidades)</u> |
|-----------------|------------------------------|
| Tolva | 18 |
| Bomba | 28 |
| Unidad | 19 |
| Aplicador | 22 |
| Cuchilla | 22 |
| Lámina | Suficiente |
| Cubeta de tinta | Suficiente |

En los cuadros de las páginas siguientes se muestran unas simulaciones realizadas con datos históricos de cilindros requeridos por cada una de estas dos rotograbadoras. Se tomó como consideración que los tiempos de preparación comenzaban al mismo momento y terminaban también al mismo instante. Las piezas base utilizadas fueron las tolvas y las unidades de cilindros, y el rango de piezas en existencia tomadas fueron desde 18 piezas, que son las que actualmente hay en las tolvas hasta 27 que son cuando no existirá ningún faltante de piezas para realizar el cambio de producto en cualquiera de las dos rotograbadoras.

Depende del grado de seguridad que se requiera tener para evitar que los cambios de producto puedan verse afectados debido a las existencias de piezas. Se muestra por ejemplo, en la simulación 1, el numero de la corrida, los cilindros requeridos para esa corrida en cada una de las rotograbadoras, los sobrantes en existencia que quedarían, las piezas requeridas para la siguiente corrida, y las dos ultimas columnas son para mostrar si es necesario el tener más piezas en existencia o si sobran y con esas bastan para

SIMULACION 1 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS = 18

| <u>CORRIDA</u> | <u>ROTO A</u> | <u>ROTO B</u> | <u>SOBRANTE</u> | <u>REQUER CORRIDAS POSTERIOR</u> | <u>FALTAN</u> | <u>SOBRAN</u> |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|--|---------------|---------------|
| 1 | 7 | 7 | 4 | 13 | 9 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 5 | 11 | 6 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 7 | 5 | 0 | 2 |
| 4 | 5 | 0 | 9 | 11 | 2 | 0 |
| 5 | 7 | 4 | 7 | 1 | 0 | 6 |
| 6 | 0 | 1 | 10 | 1 | 0 | 9 |
| 7 | 0 | 1 | 10 | 4 | 0 | 6 |
| 8 | 0 | 4 | 7 | 11 | 4 | 0 |
| 9 | 6 | 5 | 7 | 10 | 3 | 0 |
| 10 | 6 | 4 | 8 | 10 | 2 | 0 |
| 11 | 4 | 6 | 8 | 6 | 0 | 2 |
| 12 | 0 | 6 | 8 | 4 | 0 | 4 |
| 13 | 0 | 4 | 10 | 11 | 1 | 0 |
| 14 | 7 | 4 | 7 | 2 | 0 | 5 |
| 15 | 2 | 0 | 12 | 9 | 0 | 3 |
| 16 | 2 | 7 | 9 | 11 | 2 | 0 |
| 17 | 5 | 6 | 7 | 9 | 2 | 0 |
| 18 | 5 | 4 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 19 | 5 | 0 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 20 | 5 | 0 | 9 | 10 | 1 | 0 |
| 21 | 5 | 5 | 8 | 10 | 2 | 0 |
| 22 | 5 | 5 | 8 | 8 | 0 | 0 |
| 23 | 5 | 3 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 24 | 5 | 0 | 10 | 7 | 0 | 3 |
| 25 | 7 | 0 | 8 | 12 | 4 | 0 |
| 26 | 7 | 5 | 6 | 12 | 6 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| 28 | 6 | 0 | 7 | 5 | 0 | 2 |
| 29 | 0 | 5 | 7 | 5 | 0 | 2 |
| 30 | 0 | 5 | 7 | 4 | 0 | 3 |
| 31 | 0 | 4 | 8 | 3 | 0 | 5 |
| 32 | 0 | 3 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 33 | 0 | 5 | 7 | 3 | 0 | 4 |
| 34 | 0 | 3 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 35 | 0 | 5 | 7 | 10 | 3 | 0 |
| 36 | 6 | 4 | 8 | 5 | 0 | 3 |
| 37 | 1 | 4 | 13 | 7 | 0 | 6 |
| 38 | 1 | 6 | 11 | 1 | 0 | 10 |
| 39 | 1 | 0 | 11 | 3 | 0 | 8 |
| 40 | 3 | 0 | 9 | 4 | 0 | 5 |
| 41 | 0 | 4 | 11 | 12 | 1 | 0 |
| 42 | 6 | 6 | 6 | 6 | 0 | 0 |
| 43 | 0 | 6 | 6 | 4 | 0 | 2 |
| 44 | 4 | 0 | 8 | 4 | 0 | 4 |

SIMULACION 2 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS = 19

| <u>CORRIDA</u> | <u>ROTO A</u> | <u>ROTO B</u> | <u>SOBRANTE</u> | <u>REQUER CORRIDAS POSTERIOR</u> | <u>FALTAN</u> | <u>SOBRAN</u> |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|--|---------------|---------------|
| 1 | 7 | 7 | 5 | 13 | 8 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 6 | 11 | 5 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 8 | 5 | 0 | 3 |
| 4 | 5 | 0 | 10 | 11 | 1 | 0 |
| 5 | 7 | 4 | 8 | 1 | 0 | 7 |
| 6 | 0 | 1 | 11 | 1 | 0 | 10 |
| 7 | 0 | 1 | 11 | 4 | 0 | 7 |
| 8 | 0 | 4 | 8 | 11 | 3 | 0 |
| 9 | 6 | 5 | 8 | 10 | 2 | 0 |
| 10 | 6 | 4 | 9 | 10 | 1 | 0 |
| 11 | 4 | 6 | 9 | 6 | 0 | 3 |
| 12 | 0 | 6 | 9 | 4 | 0 | 5 |
| 13 | 0 | 4 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| 14 | 7 | 4 | 8 | 2 | 0 | 6 |
| 15 | 2 | 0 | 13 | 9 | 0 | 4 |
| 16 | 2 | 7 | 10 | 11 | 1 | 0 |
| 17 | 5 | 6 | 8 | 9 | 1 | 0 |
| 18 | 5 | 4 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 19 | 5 | 0 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 20 | 5 | 0 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 21 | 5 | 5 | 9 | 10 | 1 | 0 |
| 22 | 5 | 5 | 9 | 8 | 0 | 1 |
| 23 | 5 | 3 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 24 | 5 | 0 | 11 | 7 | 0 | 4 |
| 25 | 7 | 0 | 9 | 12 | 3 | 0 |
| 26 | 7 | 5 | 7 | 12 | 5 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 7 | 6 | 0 | 1 |
| 28 | 6 | 0 | 8 | 5 | 0 | 3 |
| 29 | 0 | 5 | 8 | 5 | 0 | 3 |
| 30 | 0 | 5 | 8 | 4 | 0 | 4 |
| 31 | 0 | 4 | 9 | 3 | 0 | 6 |
| 32 | 0 | 3 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 33 | 0 | 5 | 8 | 3 | 0 | 5 |
| 34 | 0 | 3 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 35 | 0 | 5 | 8 | 10 | 2 | 0 |
| 36 | 6 | 4 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 37 | 1 | 4 | 14 | 7 | 0 | 7 |
| 38 | 1 | 6 | 12 | 1 | 0 | 11 |
| 39 | 1 | 0 | 12 | 3 | 0 | 9 |
| 40 | 3 | 0 | 10 | 4 | 0 | 6 |
| 41 | 0 | 4 | 12 | 12 | 0 | 0 |
| 42 | 6 | 6 | 7 | 6 | 0 | 1 |
| 43 | 0 | 6 | 7 | 4 | 0 | 3 |
| 44 | 4 | 0 | 9 | 4 | 0 | 5 |

SIMULACION 3 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 20

| CORRIDA | ROTO A | ROTO B | SOBRANTE | REQUER CORRIDAS POSTERIOR | FALTAN | SOBRAN |
|---------|--------|--------|----------|---------------------------------|--------|--------|
| 1 | 7 | 7 | 6 | 13 | 7 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 7 | 11 | 4 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 4 | 5 | 0 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| 5 | 7 | 4 | 9 | 1 | 0 | 8 |
| 6 | 0 | 1 | 12 | 1 | 0 | 11 |
| 7 | 0 | 1 | 12 | 4 | 0 | 8 |
| 8 | 0 | 4 | 9 | 11 | 2 | 0 |
| 9 | 6 | 5 | 9 | 10 | 1 | 0 |
| 10 | 6 | 4 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 11 | 4 | 6 | 10 | 6 | 0 | 4 |
| 12 | 0 | 6 | 10 | 4 | 0 | 6 |
| 13 | 0 | 4 | 12 | 11 | 0 | 1 |
| 14 | 7 | 4 | 9 | 2 | 0 | 7 |
| 15 | 2 | 0 | 14 | 9 | 0 | 5 |
| 16 | 2 | 7 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| 17 | 5 | 6 | 9 | 9 | 0 | 0 |
| 18 | 5 | 4 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 19 | 5 | 0 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 20 | 5 | 0 | 11 | 10 | 0 | 1 |
| 21 | 5 | 5 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 22 | 5 | 5 | 10 | 8 | 0 | 2 |
| 23 | 5 | 3 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 24 | 5 | 0 | 12 | 7 | 0 | 5 |
| 25 | 7 | 0 | 10 | 12 | 2 | 0 |
| 26 | 7 | 5 | 8 | 12 | 4 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 8 | 6 | 0 | 2 |
| 28 | 6 | 0 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 29 | 0 | 5 | 9 | 5 | 0 | 4 |
| 30 | 0 | 5 | 9 | 4 | 0 | 5 |
| 31 | 0 | 4 | 10 | 3 | 0 | 7 |
| 32 | 0 | 3 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 33 | 0 | 5 | 9 | 3 | 0 | 6 |
| 34 | 0 | 3 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 35 | 0 | 5 | 9 | 10 | 1 | 0 |
| 36 | 6 | 4 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 37 | 1 | 4 | 15 | 7 | 0 | 8 |
| 38 | 1 | 6 | 13 | 1 | 0 | 12 |
| 39 | 1 | 0 | 13 | 3 | 0 | 10 |
| 40 | 3 | 0 | 11 | 4 | 0 | 7 |
| 41 | 0 | 4 | 13 | 12 | 0 | 1 |
| 42 | 6 | 6 | 8 | 6 | 0 | 2 |
| 43 | 0 | 6 | 8 | 4 | 0 | 4 |
| 44 | 4 | 0 | 10 | 4 | 0 | 6 |

SIMULACION 4 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 21

| CORRIDA | ROTO A | ROTO B | SOBRANTE | REQUER CORRIDAS POSTERIOR | FAILTAN | SOBRAN |
|---------|--------|--------|----------|---------------------------------|---------|--------|
| 1 | 7 | 7 | 7 | 13 | 6 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 8 | 11 | 3 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 4 | 5 | 0 | 12 | 11 | 0 | 1 |
| 5 | 7 | 4 | 10 | 1 | 0 | 9 |
| 6 | 0 | 1 | 13 | 1 | 0 | 12 |
| 7 | 0 | 1 | 13 | 4 | 0 | 9 |
| 8 | 0 | 4 | 10 | 11 | 1 | 0 |
| 9 | 6 | 5 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 10 | 6 | 4 | 11 | 10 | 0 | 1 |
| 11 | 4 | 6 | 11 | 6 | 0 | 5 |
| 12 | 0 | 6 | 11 | 4 | 0 | 7 |
| 13 | 0 | 4 | 13 | 11 | 0 | 2 |
| 14 | 7 | 4 | 10 | 2 | 0 | 8 |
| 15 | 2 | 0 | 15 | 9 | 0 | 6 |
| 16 | 2 | 7 | 12 | 11 | 0 | 1 |
| 17 | 5 | 6 | 10 | 9 | 0 | 1 |
| 18 | 5 | 4 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 19 | 5 | 0 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 20 | 5 | 0 | 12 | 10 | 0 | 2 |
| 21 | 5 | 5 | 11 | 10 | 0 | 1 |
| 22 | 5 | 5 | 11 | 8 | 0 | 3 |
| 23 | 5 | 3 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 24 | 5 | 0 | 13 | 7 | 0 | 6 |
| 25 | 7 | 0 | 11 | 12 | 1 | 0 |
| 26 | 7 | 5 | 9 | 12 | 3 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 9 | 6 | 0 | 3 |
| 28 | 6 | 0 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 29 | 0 | 5 | 10 | 5 | 0 | 5 |
| 30 | 0 | 5 | 10 | 4 | 0 | 6 |
| 31 | 0 | 4 | 11 | 3 | 0 | 8 |
| 32 | 0 | 3 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 33 | 0 | 5 | 10 | 3 | 0 | 7 |
| 34 | 0 | 3 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 35 | 0 | 5 | 10 | 10 | 0 | 0 |
| 36 | 6 | 4 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 37 | 1 | 4 | 16 | 7 | 0 | 9 |
| 38 | 1 | 6 | 14 | 1 | 0 | 13 |
| 39 | 1 | 0 | 14 | 3 | 0 | 11 |
| 40 | 3 | 0 | 12 | 4 | 0 | 8 |
| 41 | 0 | 4 | 14 | 12 | 0 | 2 |
| 42 | 6 | 6 | 9 | 6 | 0 | 3 |
| 43 | 0 | 6 | 9 | 4 | 0 | 5 |
| 44 | 4 | 0 | 11 | 4 | 0 | 7 |

SIMULACION 5 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 22

| <u>CORRIDA</u> | <u>ROTO A</u> | <u>ROTO B</u> | <u>SOBRANTE</u> | <u>REQUER CORRIDAS POSTERIOR</u> | <u>FALTAN</u> | <u>SOBRAN</u> |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|--|---------------|---------------|
| 1 | 7 | 7 | 8 | 13 | 5 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 9 | 11 | 2 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 4 | 5 | 0 | 13 | 11 | 0 | 2 |
| 5 | 7 | 4 | 11 | 1 | 0 | 10 |
| 6 | 0 | 1 | 14 | 1 | 0 | 13 |
| 7 | 0 | 1 | 14 | 4 | 0 | 10 |
| 8 | 0 | 4 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| 9 | 6 | 5 | 11 | 10 | 0 | 1 |
| 10 | 6 | 4 | 12 | 10 | 0 | 2 |
| 11 | 4 | 6 | 12 | 6 | 0 | 6 |
| 12 | 0 | 6 | 12 | 4 | 0 | 8 |
| 13 | 0 | 4 | 14 | 11 | 0 | 3 |
| 14 | 7 | 4 | 11 | 2 | 0 | 9 |
| 15 | 2 | 0 | 16 | 9 | 0 | 7 |
| 16 | 2 | 7 | 13 | 11 | 0 | 2 |
| 17 | 5 | 6 | 11 | 9 | 0 | 2 |
| 18 | 5 | 4 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 19 | 5 | 0 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 20 | 5 | 0 | 13 | 10 | 0 | 3 |
| 21 | 5 | 5 | 12 | 10 | 0 | 2 |
| 22 | 5 | 5 | 12 | 8 | 0 | 4 |
| 23 | 5 | 3 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 24 | 5 | 0 | 14 | 7 | 0 | 7 |
| 25 | 7 | 0 | 12 | 12 | 0 | 0 |
| 26 | 7 | 5 | 10 | 12 | 2 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 10 | 6 | 0 | 4 |
| 28 | 6 | 0 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 29 | 0 | 5 | 11 | 5 | 0 | 6 |
| 30 | 0 | 5 | 11 | 4 | 0 | 7 |
| 31 | 0 | 4 | 12 | 3 | 0 | 9 |
| 32 | 0 | 3 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 33 | 0 | 5 | 11 | 3 | 0 | 8 |
| 34 | 0 | 3 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 35 | 0 | 5 | 11 | 10 | 0 | 1 |
| 36 | 6 | 4 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 37 | 1 | 4 | 17 | 7 | 0 | 10 |
| 38 | 1 | 6 | 15 | 1 | 0 | 14 |
| 39 | 1 | 0 | 15 | 3 | 0 | 12 |
| 40 | 3 | 0 | 13 | 4 | 0 | 9 |
| 41 | 0 | 4 | 15 | 12 | 0 | 3 |
| 42 | 6 | 6 | 10 | 6 | 0 | 4 |
| 43 | 0 | 6 | 10 | 4 | 0 | 6 |
| 44 | 4 | 0 | 12 | 4 | 0 | 8 |

SIMULACION 6 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 23

| <u>CORRIDA</u> | <u>ROTO A</u> | <u>ROTO B</u> | <u>SOBRANTE</u> | <u>REQUER CORRIDAS POSTERIOR</u> | <u>FALTAN</u> | <u>SOBRAN</u> |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|--|---------------|---------------|
| 1 | 7 | 7 | 9 | 13 | 4 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 10 | 11 | 1 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 4 | 5 | 0 | 14 | 11 | 0 | 3 |
| 5 | 7 | 4 | 12 | 1 | 0 | 11 |
| 6 | 0 | 1 | 15 | 1 | 0 | 14 |
| 7 | 0 | 1 | 15 | 4 | 0 | 11 |
| 8 | 0 | 4 | 12 | 11 | 0 | 1 |
| 9 | 6 | 5 | 12 | 10 | 0 | 2 |
| 10 | 6 | 4 | 13 | 10 | 0 | 3 |
| 11 | 4 | 6 | 13 | 6 | 0 | 7 |
| 12 | 0 | 6 | 13 | 4 | 0 | 9 |
| 13 | 0 | 4 | 15 | 11 | 0 | 4 |
| 14 | 7 | 4 | 12 | 2 | 0 | 10 |
| 15 | 2 | 0 | 17 | 9 | 0 | 8 |
| 16 | 2 | 7 | 14 | 11 | 0 | 3 |
| 17 | 5 | 6 | 12 | 9 | 3 | 3 |
| 18 | 5 | 4 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 19 | 5 | 0 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 20 | 5 | 0 | 14 | 10 | 0 | 4 |
| 21 | 5 | 5 | 13 | 10 | 0 | 3 |
| 22 | 5 | 5 | 13 | 8 | 0 | 5 |
| 23 | 5 | 3 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 24 | 5 | 0 | 15 | 7 | 0 | 8 |
| 25 | 7 | 0 | 13 | 12 | 0 | 1 |
| 26 | 7 | 5 | 11 | 12 | 1 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 11 | 6 | 0 | 5 |
| 28 | 6 | 0 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 29 | 0 | 5 | 12 | 5 | 0 | 7 |
| 30 | 0 | 5 | 12 | 4 | 0 | 8 |
| 31 | 0 | 4 | 13 | 3 | 0 | 10 |
| 32 | 0 | 3 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 33 | 0 | 5 | 12 | 3 | 0 | 9 |
| 34 | 0 | 3 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 35 | 0 | 5 | 12 | 10 | 0 | 2 |
| 36 | 6 | 4 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 37 | 1 | 4 | 18 | 7 | 0 | 11 |
| 38 | 1 | 6 | 16 | 1 | 0 | 15 |
| 39 | 1 | 0 | 16 | 3 | 0 | 13 |
| 40 | 3 | 0 | 14 | 4 | 0 | 10 |
| 41 | 0 | 4 | 16 | 12 | 0 | 4 |
| 42 | 6 | 6 | 11 | 6 | 0 | 5 |
| 43 | 0 | 6 | 11 | 4 | 0 | 7 |
| 44 | 4 | 0 | 13 | 4 | 0 | 9 |

SIMULACION 7 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 24

| CORRIDA | ROTO A | ROTO B | SOBRANTE | REQUER CORRIDAS POSTERIOR | FALTAN | SOBRAN |
|---------|--------|--------|----------|---------------------------------|--------|--------|
| 1 | 7 | 7 | 10 | 13 | 3 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 11 | 11 | 0 | 0 |
| 3 | 7 | 4 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 4 | 5 | 0 | 15 | 11 | 0 | 4 |
| 5 | 7 | 4 | 13 | 1 | 0 | 12 |
| 6 | 0 | 1 | 16 | 1 | 0 | 15 |
| 7 | 0 | 1 | 16 | 4 | 0 | 12 |
| 8 | 0 | 4 | 13 | 11 | 0 | 2 |
| 9 | 6 | 5 | 13 | 10 | 0 | 3 |
| 10 | 6 | 4 | 14 | 10 | 0 | 4 |
| 11 | 4 | 6 | 14 | 6 | 0 | 8 |
| 12 | 0 | 6 | 14 | 4 | 0 | 10 |
| 13 | 0 | 4 | 16 | 11 | 0 | 5 |
| 14 | 7 | 4 | 13 | 2 | 0 | 11 |
| 15 | 2 | 0 | 18 | 9 | 0 | 9 |
| 16 | 2 | 7 | 15 | 11 | 0 | 4 |
| 17 | 5 | 6 | 13 | 9 | 0 | 4 |
| 18 | 5 | 4 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 19 | 5 | 0 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 20 | 5 | 0 | 15 | 10 | 0 | 5 |
| 21 | 5 | 5 | 14 | 10 | 0 | 4 |
| 22 | 5 | 5 | 14 | 8 | 0 | 6 |
| 23 | 5 | 3 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 24 | 5 | 0 | 16 | 7 | 0 | 9 |
| 25 | 7 | 0 | 14 | 12 | 0 | 2 |
| 26 | 7 | 5 | 12 | 12 | 0 | 0 |
| 27 | 7 | 5 | 12 | 6 | 0 | 6 |
| 28 | 6 | 0 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 29 | 0 | 5 | 13 | 5 | 0 | 8 |
| 30 | 0 | 5 | 13 | 4 | 0 | 9 |
| 31 | 0 | 4 | 14 | 3 | 0 | 11 |
| 32 | 0 | 3 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 33 | 0 | 5 | 13 | 3 | 0 | 10 |
| 34 | 0 | 3 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 35 | 0 | 5 | 13 | 10 | 0 | 3 |
| 36 | 6 | 4 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 37 | 1 | 4 | 19 | 7 | 0 | 12 |
| 38 | 1 | 6 | 17 | 1 | 0 | 16 |
| 39 | 1 | 0 | 17 | 3 | 0 | 14 |
| 40 | 3 | 0 | 15 | 4 | 0 | 11 |
| 41 | 0 | 4 | 17 | 12 | 0 | 5 |
| 42 | 6 | 6 | 12 | 6 | 0 | 6 |
| 43 | 0 | 6 | 12 | 4 | 0 | 8 |
| 44 | 4 | 0 | 14 | 4 | 0 | 10 |

SIMULACION 8 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 25

| <u>CORRIDA</u> | <u>ROTO A</u> | <u>ROTO B</u> | <u>SOBRANTE</u> | <u>REQUER CORRIDAS POSTERIOR</u> | <u>FALTAN</u> | <u>SOBRAN</u> |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|--|---------------|---------------|
| 1 | 7 | 7 | 11 | 13 | 2 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 12 | 11 | 0 | 1 |
| 3 | 7 | 4 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 4 | 5 | 0 | 16 | 11 | 0 | 5 |
| 5 | 7 | 4 | 14 | 1 | 0 | 13 |
| 6 | 0 | 1 | 17 | 1 | 0 | 16 |
| 7 | 0 | 1 | 17 | 4 | 0 | 13 |
| 8 | 0 | 4 | 14 | 11 | 0 | 3 |
| 9 | 6 | 5 | 14 | 10 | 0 | 4 |
| 10 | 6 | 4 | 15 | 10 | 0 | 5 |
| 11 | 4 | 6 | 15 | 6 | 0 | 9 |
| 12 | 0 | 6 | 15 | 4 | 0 | 11 |
| 13 | 0 | 4 | 17 | 11 | 0 | 6 |
| 14 | 7 | 4 | 14 | 2 | 0 | 12 |
| 15 | 2 | 0 | 19 | 9 | 0 | 10 |
| 16 | 2 | 7 | 16 | 11 | 0 | 5 |
| 17 | 5 | 6 | 14 | 9 | 0 | 5 |
| 18 | 5 | 4 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 19 | 5 | 0 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 20 | 5 | 0 | 16 | 10 | 0 | 6 |
| 21 | 5 | 5 | 15 | 10 | 0 | 5 |
| 22 | 5 | 5 | 15 | 8 | 0 | 7 |
| 23 | 5 | 3 | 17 | 5 | 0 | 12 |
| 24 | 5 | 0 | 17 | 7 | 0 | 10 |
| 25 | 7 | 0 | 15 | 12 | 0 | 3 |
| 26 | 7 | 5 | 13 | 12 | 0 | 1 |
| 27 | 7 | 5 | 13 | 6 | 0 | 7 |
| 28 | 6 | 0 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 29 | 0 | 5 | 14 | 5 | 0 | 9 |
| 30 | 0 | 5 | 14 | 4 | 0 | 10 |
| 31 | 0 | 4 | 15 | 3 | 0 | 12 |
| 32 | 0 | 3 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 33 | 0 | 5 | 14 | 3 | 0 | 11 |
| 34 | 0 | 3 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 35 | 0 | 5 | 14 | 10 | 0 | 4 |
| 36 | 6 | 4 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 37 | 1 | 4 | 20 | 7 | 0 | 13 |
| 38 | 1 | 6 | 18 | 1 | 0 | 17 |
| 39 | 1 | 0 | 18 | 3 | 0 | 15 |
| 40 | 3 | 0 | 16 | 4 | 0 | 12 |
| 41 | 0 | 4 | 18 | 12 | 0 | 6 |
| 42 | 6 | 6 | 13 | 6 | 0 | 7 |
| 43 | 0 | 6 | 13 | 4 | 0 | 9 |
| 44 | 4 | 0 | 15 | 4 | 0 | 11 |

SIMULACION 9 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 26

| CORRIDA | ROTO A | ROTO B | SOBRANTE | REQUER CORRIDAS POSTERIOR | FALTAN | SOBRAN |
|---------|--------|--------|----------|---------------------------------|--------|--------|
| 1 | 7 | 7 | 12 | 13 | 1 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 13 | 11 | 0 | 2 |
| 3 | 7 | 4 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 4 | 5 | 0 | 17 | 11 | 0 | 6 |
| 5 | 7 | 4 | 15 | 1 | 0 | 14 |
| 6 | 0 | 1 | 18 | 1 | 0 | 17 |
| 7 | 0 | 1 | 18 | 4 | 0 | 14 |
| 8 | 0 | 4 | 15 | 11 | 0 | 4 |
| 9 | 6 | 5 | 15 | 10 | 0 | 5 |
| 10 | 6 | 4 | 16 | 10 | 0 | 6 |
| 11 | 4 | 6 | 16 | 6 | 0 | 10 |
| 12 | 0 | 6 | 16 | 4 | 0 | 12 |
| 13 | 0 | 4 | 18 | 11 | 0 | 7 |
| 14 | 7 | 4 | 15 | 2 | 0 | 13 |
| 15 | 2 | 0 | 20 | 9 | 0 | 11 |
| 16 | 2 | 7 | 17 | 11 | 0 | 6 |
| 17 | 5 | 6 | 15 | 9 | 0 | 6 |
| 18 | 5 | 4 | 17 | 5 | 0 | 12 |
| 19 | 5 | 0 | 17 | 5 | 0 | 12 |
| 20 | 5 | 0 | 17 | 10 | 0 | 7 |
| 21 | 5 | 5 | 16 | 10 | 0 | 6 |
| 22 | 5 | 5 | 16 | 8 | 0 | 8 |
| 23 | 5 | 3 | 18 | 5 | 0 | 13 |
| 24 | 5 | 0 | 18 | 7 | 0 | 11 |
| 25 | 7 | 0 | 16 | 12 | 0 | 4 |
| 26 | 7 | 5 | 14 | 12 | 0 | 2 |
| 27 | 7 | 5 | 14 | 6 | 0 | 8 |
| 28 | 6 | 0 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 29 | 0 | 5 | 15 | 5 | 0 | 10 |
| 30 | 0 | 5 | 15 | 4 | 0 | 11 |
| 31 | 0 | 4 | 16 | 3 | 0 | 13 |
| 32 | 0 | 3 | 17 | 5 | 0 | 12 |
| 33 | 0 | 5 | 15 | 3 | 0 | 12 |
| 34 | 0 | 3 | 17 | 5 | 0 | 12 |
| 35 | 0 | 5 | 15 | 10 | 0 | 5 |
| 36 | 6 | 4 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 37 | 1 | 4 | 21 | 7 | 0 | 14 |
| 38 | 1 | 6 | 19 | 1 | 0 | 18 |
| 39 | 1 | 0 | 19 | 3 | 0 | 16 |
| 40 | 3 | 0 | 17 | 4 | 0 | 13 |
| 41 | 0 | 4 | 19 | 12 | 0 | 7 |
| 42 | 6 | 6 | 14 | 6 | 0 | 8 |
| 43 | 0 | 6 | 14 | 4 | 0 | 10 |
| 44 | 4 | 0 | 16 | 4 | 0 | 12 |

SIMULACION 10 DE NECESIDADES DE UNIDADES Y TOLVAS

CANTIDAD DE UNIDADES O TOLVAS-----> 27

| <u>CORRIDA</u> | <u>ROTO A</u> | <u>ROTO B</u> | <u>SOBRANTE</u> | <u>REQUER CORRIDAS POSTERIOR</u> | <u>FALTAN</u> | <u>SOBRAN</u> |
|----------------|---------------|---------------|-----------------|--|---------------|---------------|
| 1 | 7 | 7 | 13 | 13 | 0 | 0 |
| 2 | 6 | 7 | 14 | 11 | 0 | -3 |
| 3 | 7 | 4 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 4 | 5 | 0 | 18 | 11 | 0 | 7 |
| 5 | 7 | 4 | 16 | 1 | 0 | 15 |
| 6 | 0 | 1 | 19 | 1 | 0 | 18 |
| 7 | 0 | 1 | 19 | 4 | 0 | 15 |
| 8 | 0 | 4 | 16 | 11 | 0 | 5 |
| 9 | 6 | 5 | 16 | 10 | 0 | 6 |
| 10 | 6 | 4 | 17 | 10 | 0 | 7 |
| 11 | 4 | 6 | 17 | 6 | 0 | 11 |
| 12 | 0 | 6 | 17 | 4 | 0 | 13 |
| 13 | 0 | 4 | 19 | 11 | 0 | 8 |
| 14 | 7 | 4 | 16 | 2 | 0 | 14 |
| 15 | 2 | 0 | 21 | 9 | 0 | 12 |
| 16 | 2 | 7 | 18 | 11 | 0 | 7 |
| 17 | 5 | 6 | 16 | 9 | 0 | 7 |
| 18 | 5 | 4 | 18 | 5 | 0 | 13 |
| 19 | 5 | 0 | 18 | 5 | 0 | 13 |
| 20 | 5 | 0 | 18 | 10 | 0 | 8 |
| 21 | 5 | 5 | 17 | 10 | 0 | 7 |
| 22 | 5 | 5 | 17 | 8 | 0 | 9 |
| 23 | 5 | 3 | 19 | 5 | 0 | 14 |
| 24 | 5 | 0 | 19 | 7 | 0 | 12 |
| 25 | 7 | 0 | 17 | 12 | 0 | 5 |
| 26 | 7 | 5 | 15 | 12 | 0 | 3 |
| 27 | 7 | 5 | 15 | 6 | 0 | 9 |
| 28 | 6 | 0 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 29 | 0 | 5 | 16 | 5 | 0 | 11 |
| 30 | 0 | 5 | 16 | 4 | 0 | 12 |
| 31 | 0 | 4 | 17 | 3 | 0 | 14 |
| 32 | 0 | 3 | 18 | 5 | 0 | 13 |
| 33 | 0 | 5 | 16 | 3 | 0 | 13 |
| 34 | 0 | 3 | 18 | 5 | 0 | 13 |
| 35 | 0 | 5 | 16 | 10 | 0 | 6 |
| 36 | 6 | 4 | 17 | 5 | 0 | 12 |
| 37 | 1 | 4 | 22 | 7 | 0 | 15 |
| 38 | 1 | 6 | 20 | 1 | 0 | 19 |
| 39 | 1 | 0 | 20 | 3 | 0 | 17 |
| 40 | 3 | 0 | 18 | 4 | 0 | 14 |
| 41 | 0 | 4 | 20 | 12 | 0 | 8 |
| 42 | 6 | 6 | 15 | 6 | 0 | 9 |
| 43 | 0 | 6 | 15 | 4 | 0 | 11 |
| 44 | 4 | 0 | 17 | 4 | 0 | 13 |

solicitudes de materias primas (papel y tintas), operación que debe ser realizada fuera de línea (1).

Una vez realizadas dichas solicitudes, el mismo preparador debe encargarse de confirmar las existencias con los dos almacenes (2).

Cuando haya confirmado que si se encuentran en existencia tanto las tintas como el papel a utilizar en la nueva corrida, deberá avisar mediante un vale los cilindros necesarios para la misma (3). Asimismo, dejará en un lugar preestablecido un vale para que el montacargas recoja dicho vale y con el mismo reciba la orden de transportar el papel a la rotograbadora (4). De igual manera, avisar mediante otro vale al almacén de tintas para que comience a realizar el transporte de las tintas (5).

Para esto, armado de cilindros recibe la notificación de comenzar a armar las unidades de cilindros (6), y comienza a armarlos (8). El montacargas ha recibido la notificación de transportar el papel (7) y posteriormente realiza dicho transporte (9), dejándolo en el área de la rotograbadora (10).

Cuando el montacargas ha dejado el papel en el área de la rotograbadora (10) el preparador comienza a realizar el cambio de papel (11), en operación fuera de línea. Y, una vez que armado de cilindros ha terminado de armar las unidades de cilindros, las coloca sobre unas bases dentro de su área (12), para que posteriormente los operadores las recojan y las transporten a la rotograbadora.

El tiempo en el cual deben de comenzar a realizar las operaciones (llenado de solicitudes de materias primas) debe de ser con 2 horas antes de que la corrida anterior se termine. Para obtener el anterior punto es necesario realizar la suma únicamente de tiempos que tardarían los puntos 1, 2, 3, 4, 6, 8 y 12; tomando en cuenta que para el punto 8 (armado de cilindros) se encuentran dos personas y el tiempo estándar de armado es de 25 minutos por persona, el tiempo aplicable a esta operación es de 100 minutos; y para las demás operaciones: 1 (llenado de solicitud de materias primas), 2 (confirmación de existencias), 3 (avisar a armado sobre comienzo de armado de unidades), 4 (avisar a montacargas sobre transporte de papel), 6 (comienzo de armado de cilindros) y 8 (dejar las unidades de cilindros en las bases), tomando en cuenta distancias y trabajo se les adjudica 20 minutos, por lo tanto el tiempo oportuno para comenzar las operaciones son dos horas antes de que la corrida anterior finalice.

5.1.5 Gráfica de tiempo de preparación de la alternativa de solución 1

En resumen, los tiempos por operación que fueron definidos en el punto 5.1.2, se muestran en el siguiente cuadro:

| Nombre del grupo de operaciones | Tiempo unitario por operación | Tiempo asignado para cambio de 7 a 7 colores |
|---|-------------------------------|--|
| 1. Transporte de cilindros | 150 segundos | 525 seg = 8.75 min |
| 2. Transporte de tolvas | 150 segundos | 300 seg = 5 min |
| 3. Sacar unidades de cilindros anteriores | 60 segundos | 210 seg = 3.5 min |
| 4. Colocar unidades de cilindros nuevos | 270 segundos | 945 seg = 15.75 min |
| 5. Posicionar / sacar carro | 65 segundos | 227.5 seg = 3.79 min |
| 6. Colocar tolvas y mangueras | 60 segundos | 210 seg = 3.5 min |
| 7. Retirar / colocar papel | 0 segundos | 0 seg = 0 min |
| 8. Ajustes de cuchillas | 180 segundos | 630 seg = 10.5 min |
| 9. Colocar tintas | 45 segundos | 157.5 seg = 2.625 min |
| 10. Limpieza e inspección | 43 segundos | 300 seg = 5 min |
| 11. Quitar tolvas y mangueras | 30 segundos | 105 seg = 1.75 min |
| 12. Ajustes | 180 segundos | 1,260 seg = 21 min |

Cuadro 5.3 Tiempos por operación

El tiempo sumado de operaciones es de 81.165 minutos.

Es necesario, para poder considerar la reducción esperada en el cambio de producto, el tomar en cuenta la

espera que ha sido prorrateada en cada cambio, dicha espera tiene un tiempo de 22.58 minutos haciendo un tiempo total de 103.745 min, por lo tanto, el porcentaje de operaciones en el cambio de producto quedará de la siguiente manera:

| Nombre del grupo de operaciones | Porcentaje |
|---|------------|
| 1. Transporte de cilindros | 8.43 % |
| 2. Transporte de tolvas | 4.82 % |
| 3. Sacar unidades de cilindros anteriores | 3.37 % |
| 4. Colocar unidades de cilindros nuevos | 15.18 % |
| 5. Posicionar / sacar carro | 3.65 % |
| 6. Colocar tolvas y mangueras | 3.37 % |
| 7. Retirar / colocar papel | 0 % |
| 8. Ajustes de cuchillas | 10.12 % |
| 9. Colocar tintas | 2.53 % |
| 10. Limpieza e inspección | 4.82 % |
| 11. Quitar tolvas y mangueras | 1.69 % |
| 12. Ajustes | 20.24 % |
| 13. Espera | 21.76 % |

Cuadro 5.4 Porcentaje de operaciones en el tiempo total

La figura 5.16 nos muestra los porcentajes de los tiempos de operaciones netos, haciendo referencia al cuadro 5.4

La figura 5.17 nos muestra la reducción a la cual se llegó gracias a las modificaciones realizadas y a los procedimientos mostrados, haciendo, igualmente, referencia al cuadro 5.4.

Por lo tanto, los números quedan:

Tiempo propuesto operaciones = 4,425 seg = 73.75
min

Tiempo de espera = 1,354.8 seg = 22.58 min

Tiempo de ajustes = 1,260 seg = 21 min

Tiempo anterior = 24,336 seg = 405.6 min

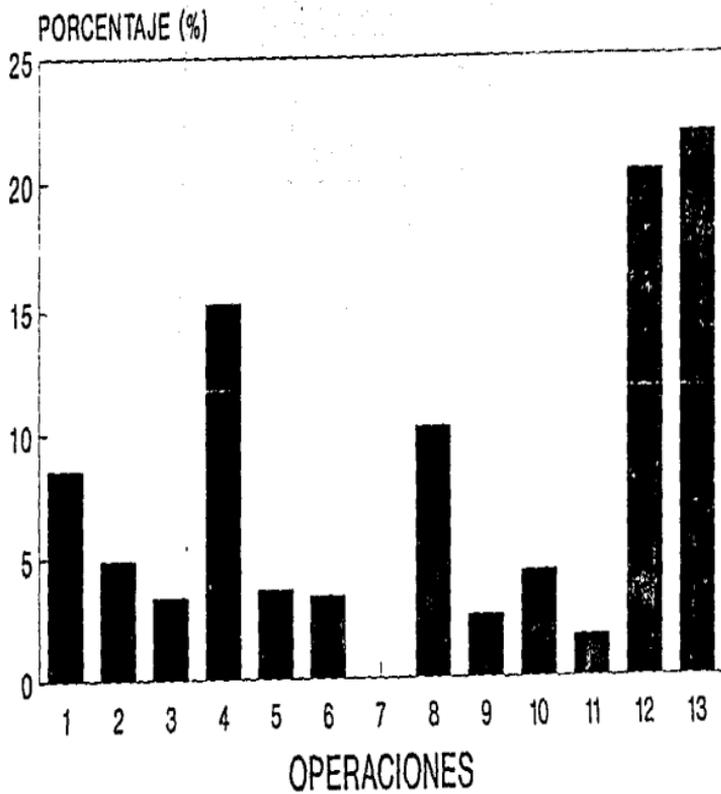


FIGURA 5.16 Tiempo por operación

TIEMPO = 1.95 HRS

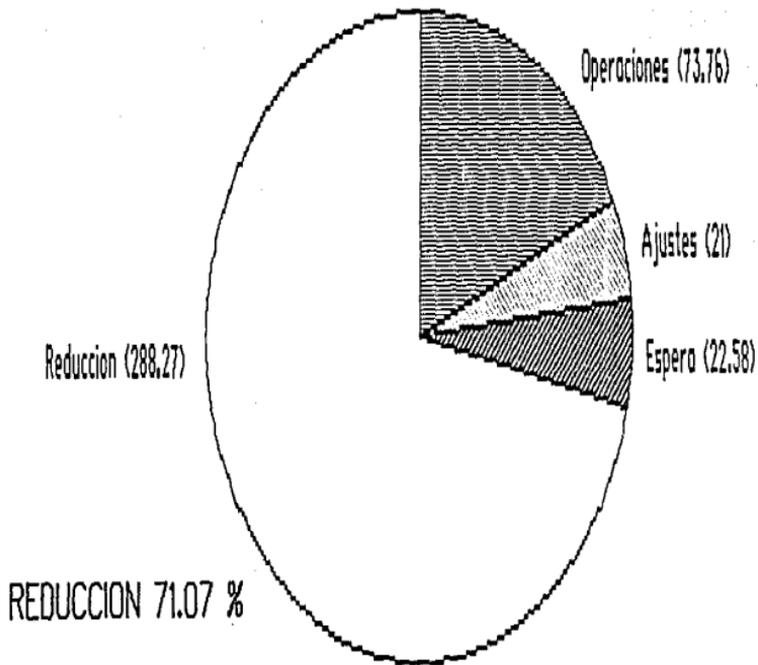


Figura 5.17 Alternativa de solución #1 (min)

5.2 Alternativa de solución 2

La alternativa de solución 2 esta basada primordialmente en la determinación de procedimientos, además de ciertos cambios de herramientas en la planta. La alternativa 2 es más costosa, esto es relacionado a el entrenamiento, los cambios necesarios en las herramientas y maquinaria, y los nuevos diseños de instrumentos propuestos.

5.2.1 Determinación de operaciones

Al igual que en la alternativa 1, las operaciones fueron definidas de la siguiente manera:

| <u>Nombre del grupo de operaciones</u> | <u>Operaciones</u> |
|---|--|
| 1. Transporte de cilindros | * Trans. unidad cilindro |
| 2. Transporte de tolvas | * Transporte de tolvas |
| 3. Sacar unidades cilindros anteriores | * Sacar unidad cilindros * Quitar cuchillas |
| 4. Colocar unidades de cilindros nuevos | * Colocar unidad, charola y oscilador |
| 5. Posicionar y sacar carro | * Posicionar carro * Sacar carro |
| 6. Colocar tolvas y mangueras | * Colocacion de tolvas |
| 7. Retirar/colocar papel | * Retirar papel * Colocar papel |
| 8. Ajustes de cuchillas | * Ajustes en la unidad |
| 9. Colocar tintas | * Destapar tintas * Colocar tintas * Remover tinta |
| 10. Limpieza e inspección | * Limpieza e inspección |
| 11. Quitar tolvas y mangueras | * Vaciar tintas * Desconectar mangueras |

Cuadro 5.5 Actividades por grupo de operaciones

Si se comparan las operaciones mostradas en el cuadro anterior con el cuadro de el punto 4.2.5, se observará que faltan dos operaciones que no están contenidas en el primer cuadro mencionado.

Dichas operaciones son los ajustes a la máquina y el transporte de la tinta.

Los ajustes a la máquina deberán de ser realizados en la parte del registro de la impresión (que no es contemplada en el presente trabajo) y por lo tanto no se tomará en cuenta.

Cabe mencionar que es recomendable el realizar un proyecto para eliminar el tiempo utilizado dentro de la prueba de registro.

El transporte de la tinta deberá, como se menciona posteriormente, ser realizado en operaciones fuera de línea, y por lo tanto, tampoco será tomado en cuenta como procedimiento en línea (su correspondiente procedimiento fuera de línea es explicado en el punto 5.2.4.3).

5.2.2 Reducción del tiempo de operaciones

En el presente punto se muestran la forma en que se propone la reducción de las operaciones. Es de apuntarse que las operaciones no solo son reducidas por sobreposición de las mismas, sino que además de ello se agregan más dispositivos, y es por ello que se logra una reducción mayor.

Las operaciones que se muestran a continuación nos indican en que consisten cada una de ellas y las medidas para alcanzar la reducción en tiempo.

5.2.2.1 Colocar unidades de cilindros nuevas

Colocar las unidades de cilindros nuevos consiste en colocar la charola en una posición correcta dentro de la unidad, introducir esta en la rotograbadora y colocar el oscilador.

El tiempo de colocar las unidades de cilindros nuevas es reducido por:

- * Colocación de charolas (Figura 5.18) (Reduce el tiempo de 9.31 min a 1.75 min)
- * Colocación de aplicador
- * Operaciones en línea y fuera de línea
- * Sobreposición de operaciones (Figura 5.19)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|--|---|---|---|---|---|---|---|--------|---------|
| Situación actual | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">A</td> <td style="padding: 2px 5px;">B</td> <td style="padding: 2px 5px;">C</td> <td style="padding: 2px 5px;">D</td> <td style="padding: 2px 5px;">E</td> <td style="padding: 2px 5px;">F</td> <td style="padding: 2px 5px;">G</td> </tr> </table> | A | B | C | D | E | F | G | 31 min | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Situación propuesta | <table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">A</td> <td style="padding: 2px 5px;">C</td> <td style="padding: 2px 5px;">E</td> <td style="padding: 2px 5px;">G</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">B</td> <td style="padding: 2px 5px;">D</td> <td style="padding: 2px 5px;">F</td> <td></td> </tr> </table> | A | C | E | G | B | D | F | | 2.9 min |
| A | C | E | G | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | |

Reducción del 90 %

Figura 5.19

El tiempo por operación es de 0.725 min.

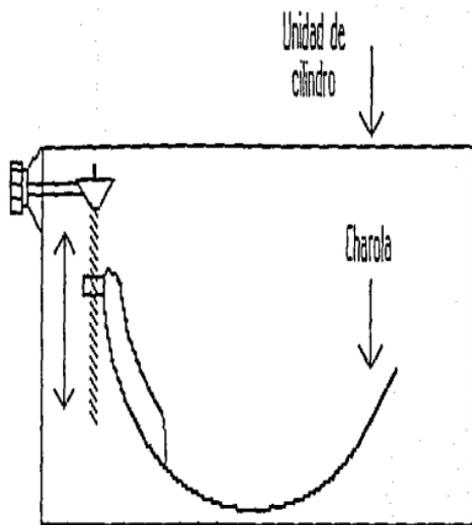


Figura 5.18 Charola. Situación propuesta

5.2.2.2 Transporte de unidades y tolvas

El transporte de unidades y tolvas consiste en transportar simultáneamente una unidad y una tolva en cada viaje que se realice.

El tiempo de transporte es reducido por:

- * Implantación/adaptación de peines a los carros para transportar tolvas y unidades simultáneamente (figura 5.20).

- * Instalación de una isla/rack para acortar distancias en el transporte en línea (figura 5.21).

- * Sobreposición de operaciones (figura 5.22)

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------|---|---|--------|
| Situación actual | <table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td><td>H</td><td>I</td><td>J</td><td>K</td></tr></table> | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | 56 min |
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | | | |
| Situación propuesta | <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr></table> | A | C | E | G | B | D | F | | 8 min | | | |
| A | C | E | G | | | | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | | | | |

Reducción del 86 %

Figura 5.22

El tiempo por operación determinado es de 2 minutos.

5.2.2.3 Sacar unidades de cilindros anteriores

Consiste en retirar las unidades de cilindros anteriores de la rotogradora, así como, el alejamiento tanto de la cuchilla como del aplicador del cilindro de impresión.

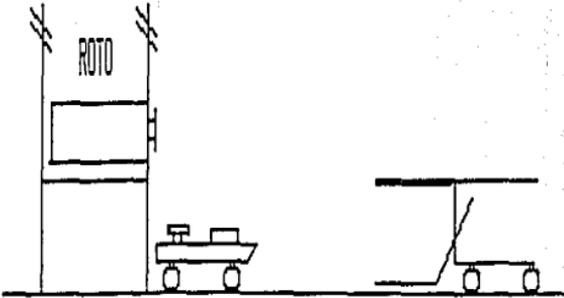


Figura 5.20 Transporte de unidades y tolvas

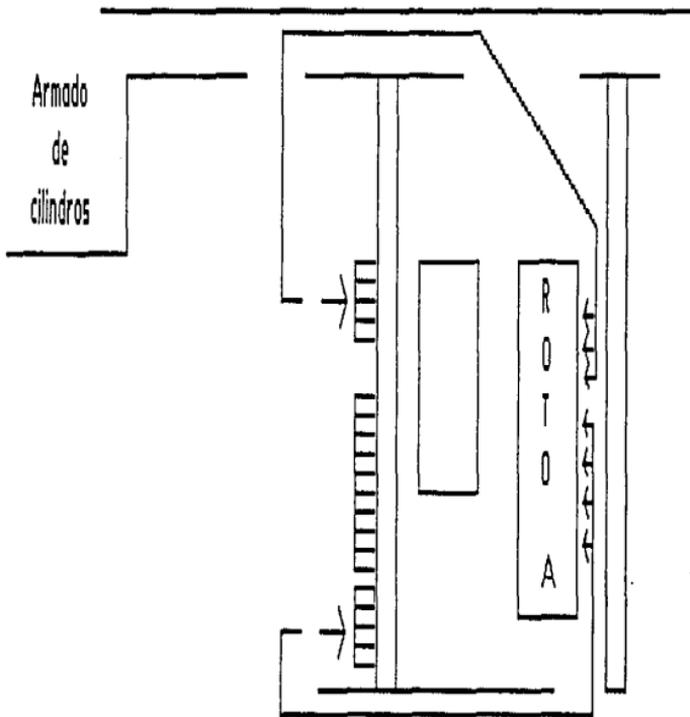


Figura 5.21 Isla/rack para almacenamiento temporal de unidades de cilindro

El tiempo de sacar las unidades de cilindros anteriores es reducido por:

* Sobreposición de operaciones (figura 5.23)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|-------|
| Situación actual | <table border="1"><tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td></tr></table> | A | B | C | D | E | F | G | 12 min | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Situación propuesta | <table border="1"><tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr><tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr></table> | A | C | E | G | B | D | F | | 4 min |
| A | C | E | G | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | |

Reducción del 67 %

Figura 5.23

El tiempo unitario por operación es de 1 minuto.

5.2.2.4 Colocar tintas

Consiste en destapar la cubeta, remover las tintas y vaciarlas en las tolvas.

El tiempo de colocar tintas es reducido por:

* Definición de operaciones fuera de línea:

- Buscar tintas
- Transporte de tintas
- Destapar cubetas de tintas

* Removedores cerca del área de la rotogradora
(figura 5.5)

* Sobreposición de operaciones (figura 5.24)

| | | | | | | | | | | |
|---------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|--------|---------|
| Situación actual | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>A</td><td>B</td><td>C</td><td>D</td><td>E</td><td>F</td><td>G</td></tr> </table> | A | B | C | D | E | F | G | 17 min | |
| A | B | C | D | E | F | G | | | | |
| Situación propuesta | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"> <tr><td>A</td><td>C</td><td>E</td><td>G</td></tr> <tr><td>B</td><td>D</td><td>F</td><td></td></tr> </table> | A | C | E | G | B | D | F | | 2.7 min |
| A | C | E | G | | | | | | | |
| B | D | F | | | | | | | | |

Reducción del 84 %

Figura 5.24

El tiempo unitario por operacion es de 0.675 minutos.

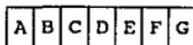
5.2.2.5 Colocar tolvas y mangueras

Consiste en colocar las tolvas en su lugar, unir la banda de la misma con la del motor ubicado en la rotograbadora, colocar tanto la manguera de alimentación como el codo de desagüe, y la rejilla de filtrado de impurezas así como el seguro propuesto para reforzar las uniones de las mangueras.

El tiempo de colocar tolvas y mangueras es reducido por:

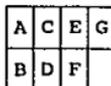
- * Seguro de mangueras (figura 5.7) (Reduce el tiempo de 2.4 min a 0.48 min).
- * Tolva previamente armada por armado de cilindros.
- * Tensión de la banda de poleas (figura 5.8).
- * Sobreposición de operaciones (figura 5.25).

Situación actual



20 min

Situación propuesta



4 min

Reducción del 80 %

Figura 5.25

El tiempo por operación es de 1 minuto.

5.2.2.6 Retirar/colocar papel

La operación de retirar/colocar papel consiste en retirar el papel una vez utilizado y colocar el papel que se va a utilizar en la corrida posterior.

El tiempo de retirar/colocar papel es reducido por:

* Controles cerca del operador (figura 5.10)

(Se reduce de 0.57 min a 0 min).

* Retiro de papel fuera de línea (figura 5.26)

* Colocación de papel fuera de línea (figura 5.26).

Situación actual



10 min

Situación propuesta

0 min

Reducción del 100 %

Figura 5.26

5.2.2.7 Ajuste de cuchillas

Consiste en acercar las cuchillas al cilindro una vez que la unidad de cilindro ha sido colocada dentro de la rotograbadora, así como darle el ángulo necesario para que la misma pueda retirar la tinta de una forma eficiente.

El tiempo para ajustar cuchillas es reducido por:

- * Adaptación de una escala para el avance de la cuchilla en cada unidad.

- * Tabla de máximos y mínimos para cada diámetro que se maneje de los cilindros en cada rotograbadora.

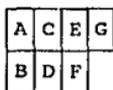
- * Sobreposición de operaciones (figura 5.27)

Situación actual



25 min

Situación propuesta



8 min

Reducción del 68 %

Figura 5.27

El tiempo por operación es de 2 minutos.

5.2.2.8 Limpieza e inspección

Consiste en limpiar con una estopa al cilindro así como inspeccionarlo antes de ser metido a la rotograbadora ya que pudo haber sufrido algún golpe durante el transporte.

El tiempo dedicado a la limpieza e inspección es reducido por:

* Utilización de la protección de cartón en el cilindro hasta la rotograbadora para la eliminación de la inspección en línea.

| | | |
|---------------------|---|--------|
| Situación actual | { Limpieza 5 min Inspección 11 min } | 16 min |
| Situación propuesta | { Limpieza 5 min Inspección 0 min } | 5 min |

Reducción del 68 %

Como se observa, la inspección se elimina totalmente y se deja tiempo de más para la limpieza, esto es debido a que al realizarse la limpieza se hará una inspección del cilindro ya que este cilindro es una parte muy importante dentro del proceso y a la vez muy delicada.

El tiempo unitario por operación es de 43 segundos.

5.2.2.9 Posicionar y sacar el carro

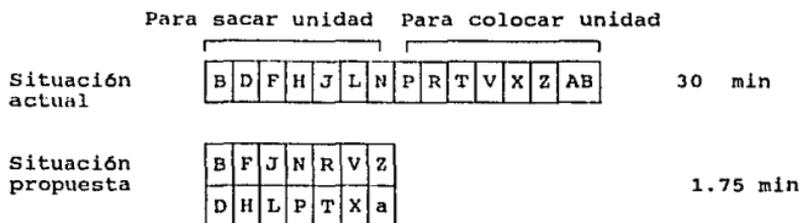
Consiste en colocar el carro sobre las salientes que se encuentran en la rotograbadora antes de meter la unidad de cilindro en la misma, y en sacar el carro de las mismas salientes.

El tiempo para posicionar y sacar el carro es reducido por:

* Adaptación de carros para altura constante (56.5 cm) y adaptación de los extremos de los rieles de

carros, incorporando nuevo sistema de pernos con seguro a la rotogradora y a los racks (figura 5.28).

* Sobreposición de operaciones (figura 5.29).



Reducción del 94.2 %

Figura 5.29

5.2.2.10 Quitar tolvas y mangueras

Es retirar las mangueras y el codo de las uniones, así como la banda. También implica el vaciar las tintas de la unidad de cilindro hacia las cubetas.

El tiempo para quitar tolvas y mangueras es reducido por:

- * Seguro de mangueras (Figura 5.7) (Reduce el tiempo de 2.4 min a 0.48 min)
- * Sobreposición de operaciones (Figura 5.30)

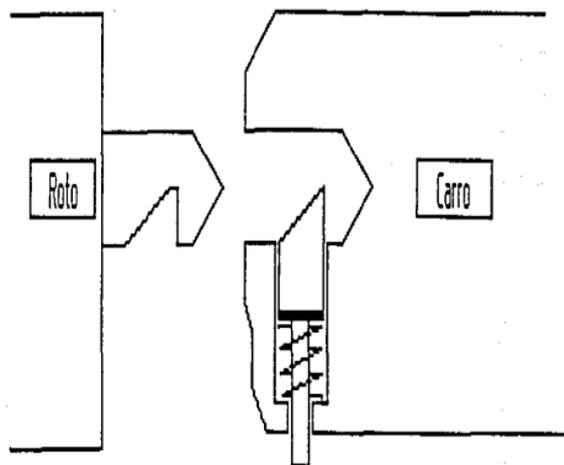


Figura 5.28 Colocacion de carro en la Rotograbadora

Situación actual

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G |
|---|---|---|---|---|---|---|

20 min

Situación propuesta

| | | | |
|---|---|---|---|
| A | C | E | G |
| B | D | F | |

2 min

Reducción del 90 %

Figura 5.30

El tiempo unitario por operación está definido en 30 segundos.

5.2.3 Procedimiento de operaciones

La elaboración de los procedimientos es un trabajo dependiente.

Los procedimientos dependen de la cantidad de colores que estén saliendo por la corrida anterior y dependen también de la cantidad de colores que estén entrando de la corrida siguiente. No es lo mismo el elaborar un procedimiento para un cambio de 2 a 3 colores que de 6 a 5 colores.

Los procedimientos, en este caso, requieren de llevar un perfecto orden secuencial, no es posible el realizar una operación sin haber realizado una que debió ser su antecesora; por lo tanto, las operaciones que se realicen deben conservar un orden y es ello lo que hace también más complicado el procedimiento de cambio del tiempo de preparación.

En la figura 5.31 se muestra la propuesta de procedimientos elaborada para un cambio de producto de 7 a 7

| Persona | Operaciones |
|------------|-------------|
| Operador | |
| Ayudante | |
| Auxiliar | |
| Preparador | |
| Operador | |
| Ayudante | |
| Auxiliar | |
| Preparador | |

Figura 5.31 Procedimiento propuesto de operaciones de cambio de producto de 7 a 7 colores (a escala)

: 9

: 10

colores. Las operaciones son las determinadas en el punto 5.2.1.

Puede observarse que en la figura mencionada, las operaciones se encuentran marcadas con un número, a continuación presento la relación de cada número con la operación que se realiza y el tiempo de cada operación.

| # | Operación | Tiempo (seg) |
|----|----------------------------------|--------------|
| 1 | Colocar unidades de cilindros | 43.5 |
| 2 | Transporte de cilindros y tolvas | 120 |
| 3 | Sacar unidades de cilindros | 60 |
| 4 | Colocar tintas | 40.5 |
| 5 | Colocar tolvas y mangueras | 60 |
| 6 | Retirar/colocar papel | 0 |
| 7 | Ajuste de cuchillas | 120 |
| 8 | Limpieza e inspección | 75 |
| 9 | Posicionar y sacar carro | 43 |
| 10 | Quitar mangueras y tolvas | 30 |

Cuadro 5.6 Relación de operaciones

Las consideraciones que son importantes de tomar en cuenta son las siguientes:

a. Deben existir dos carros transportadores de cilindros dispuestos para uso de la rotograbadora en cualquier momento,

b. Los carros transportadores de cilindros estaran permanentemente colocados junto a la rotograbadora,

c. De ahora en adelante existirán 4 trabajadores en el cambio de producto, nombrándose en forma jerárquica de la siguiente manera:

- * Operador
- * Ayudante
- * Auxiliar
- * Preparador

Se debe recordar que en la presente alternativa no existe el transporte de tolvas mencionado como tal, sino que mas bien se realiza conjuntamente con el transporte de cilindros.

Los tiempos que se muestran por trabajador son los siguientes:

| <u>Trabajador</u> | <u>Tiempo (seg)</u> | <u>Porcentaje de ocupación</u> |
|-------------------|-------------------------|------------------------------------|
| Operador | 1,704 | 96.60 % |
| Ayudante | 1,704 | 96.60 % |
| Auxiliar | 1,587 | 89.97 % |
| Preparador | 1,687.5 | 95.66 % |

Como puede observarse, el porcentaje de ocupación de los 4 operadores es alto, pero en comparación con la

alternativa de solución 1, el porcentaje es malo, ya que la suma de los porcentajes desocupados es de 21.17 % contra 5.99% de la primera alternativa. En la suma de el tiempo desocupado de cada uno de ellos nos da 1,493 seg (24.89 min).

Con los procedimientos presentados, el tiempo de preparación dura 1,764 seg (29.4 min) sin considerar esperas.

5.2.4.1 Esperas ocasionadas por almacenes

La solución propuesta para reducir el tiempo en las esperas ocasionadas por los almacenes tanto de tintas como de papel consiste en realizar las operaciones fuera de línea y con procedimientos bien preestablecidos. Como podrá observarse la propuesta que se realiza en la presente alternativa sobre las esperas ocasionadas por almacenes es igual a la alternativa 1.

5.1.4.1.1 Trámites administrativos

Los trámites administrativos (llenado de las solicitudes de tinta y de papel) deberá ser realizado desde antes de terminar la corrida del producto anterior, de ésta manera nos servirá para asegurarnos de tener tanto las tintas como el papel requeridos en los almacenes. El procedimiento es explicado en el punto 5.2.4.3.

5.2.4.1.2 Entrega y devolución de materia prima

Tanto la entrega como la devolución de materia prima deberá de ser una operación fuera de línea.

La entrega de papel de el almacén de papel a los operadores de la rotograbadora deberá de ser realizada antes

de terminar la corrida anterior, y dicha materia prima será transportada por el montacargas.

La entrega de tintas de el almacén de tintas a los operadores de la rotograbadora deberá de ser realizada antes de finalizar la corrida anterior, y dichas tintas serán transportadas por el ayudante del almacenista del almacén.

La devolución de papel será realizada posterior a el comienzo de la corrida de la cual se realiza el cambio de producto, y el transporte del papel será hecho por el montacargas.

La devolución de las tintas será realizada posterior a el comienzo de la corrida de la cual se realizó el cambio de producto, y el transporte de las mismas sera hecho por el ayudante del almacenista de tintas.

Dichos procedimientos son explicados con todo detenimiento y claridad en el punto 5.2.4.3.

5.2.4.2 Esperas ocasionadas por otras areas.

Las soluciones por esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas, los cilindros en malas condiciones y el area de Armado de cilindros son dadas en este punto. Los puntos dados en esta alternativa son iguales a los descritos en la primera alternativa.

5.2.4.2.1 Departamento de Ventas

La solución a las esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas queda fuera del alcance de este proyecto, y por lo tanto, el promedio del tiempo que provocan los cambios inesperados de dicho Departamento en un mes serán

repartidos en todos los tiempos de preparación que ocurren en promedio durante el mismo período de tiempo.

Para realizar la repartición del tiempo de esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas en los cambios es necesario conocer la siguiente estadística:

Número de cambios por mes = 126

Tiempo de espera promedio ocasionado por Ventas =
8.6 hrs/mes

por lo tanto:

Tiempo de espera = $0.068 \text{ hrs/cambio} = 4.1$
min/cambio

5.2.4.2.2 Cilindros en malas condiciones

La solución en los cilindros de malas condiciones queda también fuera del alcance de este proyecto (puede definirse un proyecto de "Calidad en cilindros" para solucionar el presente punto) y por lo tanto también se realizará una repartición en el tiempo de espera entre todos los cambios, siendo necesarios los siguientes datos estadísticos (cabe aclarar que este prorrateo es directamente proporcional a la cantidad de cilindros usados en el cambio):

Promedio de cilindros armados por mes = (Número de cambios)X(Promedio de cilindros por cambio) = $(126) \times (5)$
= 630 cilindros/mes

Tiempo de espera promedio ocasionado por fallas en cilindros = 28 hrs/mes

por lo tanto:

Tiempo de espera = 0.044 hrs/cilindro = 2.667 min/cilindro debido a que el cambio de la presente propuesta es realizado con la entrada de 7 cilindros, el tiempo de espera es multiplicado por la cantidad de cilindros que entran:

Tiempo de espera total = 0.308 hrs/cambio 7 colores = 18.48 min/cambio 7 colores

De tal manera, sumando tanto el tiempo prorrateado por esperas ocasionadas por el Departamento de Ventas (4.1 min/cambio) y el tiempo prorrateado por esperas ocasionadas en fallas de cilindros (18.48 min/cambio 7 colores) el tiempo total prorrateado de espera es de 22.58 min/cambio de 7 colores.

5.2.4.2.3 Area de armado de cilindros

El area de armado de cilindros no es un problema en tiempo empleado por los trabajadores para realizar el cambio de producto.

Se realizó un análisis en el punto 4.3.2.2.1 y se detectó que no era el problema, sino más bien, el area de lavado, que es el siguiente punto a tratar.

Por lo tanto no se propone solución alguna.

5.2.4.2.4 Area de lavado

Como se observó en el análisis realizado en el punto 4.3.2.2.2 el problema existente en el area de lavado no es relativo a la lavadora ni al tiempo de lavado a mano. El problema es con respecto a poder tener las piezas necesarias al momento necesario.

Como se explicó anteriormente, las piezas utilizadas en la rotograbadora A (objeto del estudio) son las mismas que son empleadas en la rotograbadora B, por lo tanto el problema es con respecto a las cantidades en inventario de cada una de las piezas, por lo tanto, repito el cuadro mostrado en el punto 4.3.2.2.2 que se refiere a la cantidad en existencia de las piezas:

| <u>Pieza</u> | <u>Existencia (Unidades)</u> |
|-----------------|------------------------------|
| Tolva | 18 |
| Bomba | 28 |
| Unidad | 19 |
| Aplicador | 22 |
| Cuchilla | 22 |
| Lámina | Suficiente |
| Cubeta de tinta | Suficiente |

En los cuadros del punto 5.1.4.2.4 se muestran unas simulaciones realizadas con datos históricos de cilindros requeridos por cada una de estas dos rotograbadoras. Se tomó como consideración que los tiempos de preparación comenzaban al mismo momento y terminaban también al mismo instante. Las piezas base utilizadas fueron las tolvas y las unidades de cilindros, y el rango de piezas en existencia tomadas fueron desde 18 piezas, que son las que actualmente hay en las tolvas hasta 27 que son cuando no existirá ningún faltante de piezas para realizar el cambio de producto en cualquiera de las dos rotograbadoras.

Depende del grado de seguridad que se requiera tener para evitar que los cambios de producto puedan verse afectados debido a las existencias de piezas. Se muestra por

ejemplo, en la simulación 1, el número de la corrida, los cilindros requeridos para esa corrida en cada una de las rotograbadoras, los sobrantes en existencia que quedarían, las piezas requeridas para la siguiente corrida, y las dos últimas columnas son para mostrar si es necesario el tener más piezas en existencia o si sobran y con esas bastan para la presente corrida y no dejar de alimentar a la corrida que prosigue.

La sugerencia que se propone es el tener 24 piezas en existencia, simulación 6, debido a que con ella, solamente se obtendría un retraso por falta de piezas en el 2% de los casos.

5.2.4.3 Procedimiento de abastecimiento de materiales.

El procedimiento que aquí se propone es muy similar en cuanto a actividades que en la primera alternativa de solución. En esta segunda alternativa el proceso es manejado principalmente por medio electrónico.

En una zona visible de la rotograbadora se coloca una especie de semáforo, el cual indicará el proceso del cambio de producto en el que se encuentran los operadores. Asimismo, se colocan otros semáforos en zonas visibles para el almacén de tintas, almacén de papel y armado de cilindros.

El procedimiento que se describe se observa gráficamente en la figura 5.32.

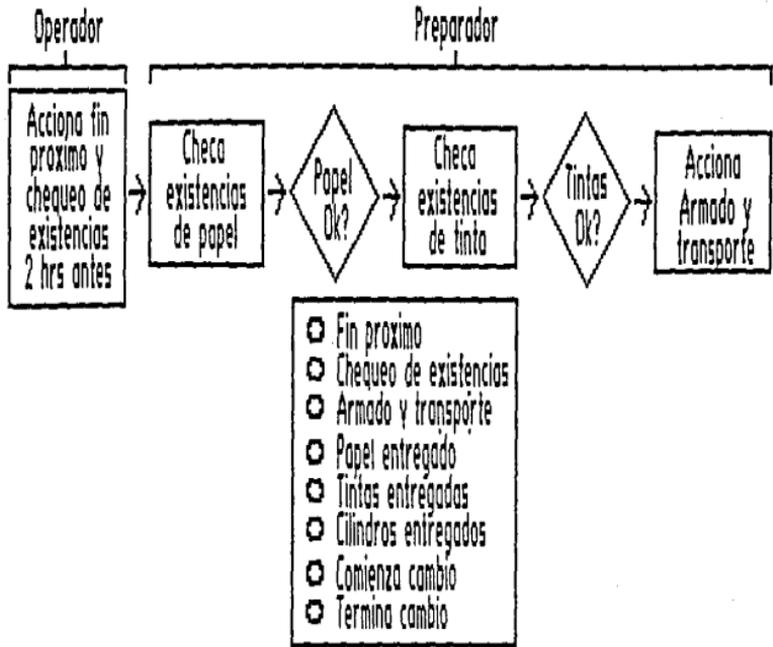


Figura 5.32 Semaforo para el procedimiento de abastecimiento de materiales

El operador tiene ocho opciones para marcar en el semáforo:

1. Fin próximo
2. Chequeo de existencias
3. Armado de cilindros y transporte de materias primas
4. Papel entregado
5. Tintas entregadas
6. Cilindros entregados
7. Comienza cambio de producto
8. Termina cambio de producto

La primera opción "fin próximo" se acciona dos horas antes de que el cambio de producto comience.

La segunda opción "chequeo de existencias" se prende en el momento que es necesario que el preparador consulte a las diferentes áreas (almacén de tintas, almacén de papel y armado de cilindros) y confirme si hay las existencias necesarias para el comienzo de la siguiente corrida. Dicha opción debe encenderse casi inmediatamente después de haber encendido la primera.

Una vez confirmadas las existencias, la tercera opción "armado de cilindros y transporte de materias primas" se enciende y la segunda se apaga. Esta indicación, es para:

a. Almacén de tintas inicie el transporte de las mismas a la rotograbadora.

b. El montacargas se dirija hacia el almacén de papel y transporte el papel a utilizar a la rotograbadora.

c. Armado de cilindros comience a armar los mismos y una vez armados, transportarlos a las islas destinadas para ello.

De las opciones cuatro a la seis, son para indicar si las materias primas (papel y tintas) y/o los cilindros han sido entregados, dichos controles deben estar funcionando por los operadores de la rotograbadora, no de algún otra area.

En la opción siete se indica cuando el cambio de producto ha comenzado.

En la opción ocho se enciende cuando el tiempo de preparación ha terminado y tanto el almacenista de tintas, como el montacargas y los armadores deben recoger las tintas, el papel y los cilindros usados respectivamente.

Es indispensable que la primera opción sea encendida dos horas antes de que termine la corrida anterior, debido a que es el tiempo necesario para poder checar existencias, cambiar la opción de producción en caso de no haber existencias, armar los cilindros, y transportar tanto las materias primas como los cilindros al area de las bases y de la rotograbadora respectivamente.

5.2.5 Gráfica de tiempo de preparación de la alternativa de solución 2

En resumen, los tiempos por operación que fueron definidos en el punto 5.2.2, se muestran en el siguiente cuadro:

| Nombre del grupo de operaciones | Tiempo unitario por operación | Tiempo asignado para cambio de 7 a 7 colores |
|---|-------------------------------|--|
| 1. Transporte de cilindros y tolvas | 120 segundos | 420 seg = 7 min |
| 2. Sacar unidades de cilindros anteriores | 60 segundos | 210 seg = 7 min |
| 3. Colocar unidades de cilindros nuevos | 43.5 segundos | 152.25 seg = 5.075 min |
| 4. Posicionar / sacar carro | 15 segundos | 52.5 seg = 1.75 min |
| 5. Colocar tolvas y mangueras | 60 segundos | 210 seg = 3.5 min |
| 6. Retirar / colocar papel | 0 segundos | 0 seg = 0 min |
| 7. Ajustes de cuchillas | 120 segundos | 420 seg = 7 min |
| 8. Colocar tintas | 40.5 segundos | 141.75 seg = 2.363 min |
| 9. Limpieza e inspección | 43 segundos | 300 seg = 5 min |
| 10. Quitar tolvas y mangueras | 30 segundos | 105 seg = 1.75 min |
| 11. Ajustes generales | 180 segundos | 1,260 seg = 21 min |

Cuadro 5.7 Tiempos por operación

El tiempo sumado de operaciones es de 61.438 minutos.

Es necesario, para poder considerar la reducción esperada en el cambio de producto, el tomar en cuenta la espera que ha sido prorrateada en cada cambio, dicha espera tiene un tiempo de 22.58 minutos, por lo tanto, el porcentaje

de operaciones en el cambio de producto quedará de la siguiente manera:

| Nombre del grupo de operaciones | Porcentaje |
|---|------------|
| 1. Transporte de cilindros y tolvas | 8.33 % |
| 2. Sacar unidades de cilindros anteriores | 8.33 % |
| 3. Colocar unidades de cilindros nuevos | 6.04 % |
| 4. Posicionar / sacar carro | 2.08 % |
| 5. Colocar tolvas y mangueras | 4.16 % |
| 6. Retirar / colocar papel | 0 % |
| 7. Ajustes de cuchillas | 8.33 % |
| 8. Colocar tintas | 2.81 % |
| 9. Limpieza e inspección | 5.95 % |
| 10. Quitar tolvas y mangueras | 2.08 % |
| 11. Ajustes generales | 24.99 % |
| 12. Espera | 26.87 % |

Cuadro 5.8 Porcentaje de operaciones en el tiempo total

El tiempo total sumado es de 84.018 minutos.

La figura 5.33 nos muestra los porcentajes de los tiempos de operaciones netos, haciendo referencia al cuadro 5.8.

La figura 5.34 nos muestra la reducción a la cual se llegó gracias a las modificaciones realizadas y a los procedimientos mostrados, haciendo, igualmente, referencia al cuadro 5.8.

Por lo tanto, los números quedan:

Tiempo propuesto de operaciones = 1,764 seg =
29.4 min

Tiempo de espera = 1,354.8 seg = 22.58 min

Tiempo de ajustes = 1,260 seg = 21 min

Tiempo anterior = 24,336 seg = 405.6 min

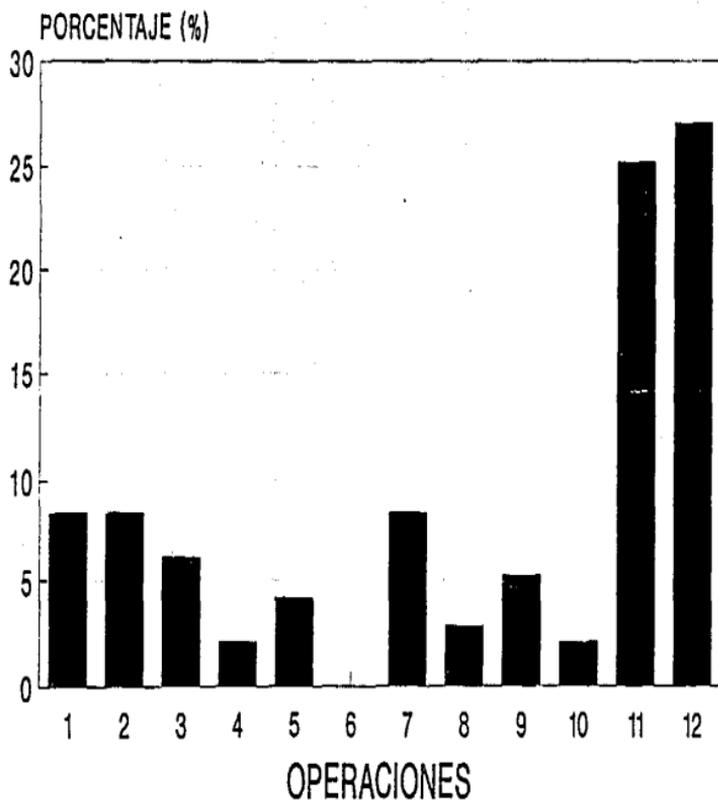


FIGURA 5.33 Tiempo por operacion

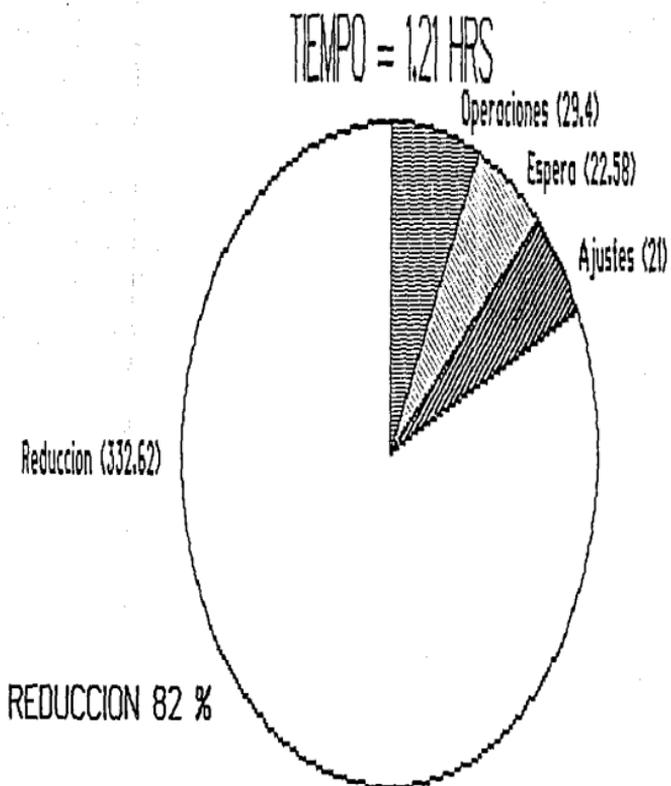


Figura 5.34 Alternativa de solución #2 (min)

CAPITULO 6

6. ANALISIS COSTO/BENEFICIO

6.1 Alternativa 1

6.1.1 Costos

Los gastos necesarios a realizarse para la instalación de la alternativa 1, son los siguientes:

Gastos no recurrentes:

| | |
|--|---------------|
| - 3 Unidades completas (sin chumaceras) | \$168'750,000 |
| - 3 tolvas completas | \$ 26'100,000 |
| - 1 Estante para removedores de aluminio | \$ 1'500,000 |
| - 3 llaves para colocacion de cilindro | \$ 1'000,000 |
| - Trabajo para fijar manivelas | \$ 160,000 |
| - Trabajo para estandarizar codos y tuercas | \$ 2'000,000 |
| - Arreglar un carro en malas condiciones | \$ 2'900,000 |
| - 1 diablo para transporte de tolvas | \$ 2'000,000 |
| - 1 base adicional | \$ 500,000 |
| - Trabajo para mover diez bases | \$ 600,000 |
| - Instalación de dispositivos para fijación de herramientas en los carros | \$ 100,000 |
| - 7 removedores de aluminio | \$ 175,000 |
| - Coples para mangueras | \$ 3'600,000 |

Total gastos no recurrentes \$209'385,000

Gastos recurrentes:

- 1 ayudante adicional por cambio \$ 1'200,000
- 1 persona extra por turno para lavado \$ 1'200,000

Total gastos recurrentes \$ 2'400,000

NOTA: Cabe mencionar, que para alcanzar la planeación mostrada por ejemplo en la simulación realizada en el trabajo, es necesario poner a funcionar la otra rotograbadora similar a ésta, sin embargo en el presente trabajo únicamente se están cargando los costos proporcionales a la rotograbadora A.

6.1.2 Beneficios

Los beneficios pueden dividirse en dos puntos: Beneficios Tangibles y Beneficios Intangibles.

Los Beneficios Tangibles son aquellos que se pueden palpar, es algo físico. Como por ejemplo una mayor utilidad, mayor espacio en la planta, mayor calidad en la producción, etc.

Los Beneficios Intangibles son aquellos que no se pueden palpar, como por ejemplo entrenamiento, motivación, conocimientos, etc.

Tanto los Beneficios Tangibles como los Intangibles son importantes para una empresa, debido a que no serviría el tener un aumento en la capacidad de producción si la gente encargada de producir no está dispuesta a realizarlo; o bien

si la gente está dispuesta a mejorar pero no tiene facilidades materiales que la empresa pueda entregarle. Es por ello que dentro de el Análisis Costo/Beneficio he querido tocar estos puntos.

6.1.2.1 Beneficios tangibles

Aumento de la capacidad productiva de la rotograbadora A en un 9.87 %.Teniendo una ganancia anualizada de \$ 544'529,676 pesos.

Para poder llegar al anterior dato se tuvieron que realizar los siguientes cálculos:

- El margen de utilidad por mes del area de rotograbado es de \$2,500 millones de pesos

- La producción por mes del area de rotograbado A es de 14'172,869 hojas impresas

- Por lo tanto, el margen por hoja es de \$176.4 pesos

- La producción por mes de la rotograbadora (objeto de nuestro estudio) es de 2'125,930 hojas

- Así, el margen de utilidad por mes en la rotograbadora es de \$375'014,052 pesos

- Tomando en cuenta que se trabajan al mes 25 días los tres turnos, la capacidad para producir por mes es de 600 horas

- Los paros promedio que se tienen por mes en la rotograbadora A debido a los tiempos de preparacion son de 111 horas

- El margen que se tiene por hora productiva es de \$766,900 pesos

- Debido a que el presente trabajo trató solamente del tiempo de preparación y no de la etapa de prueba y error, y como le había estado disminuyendo un porcentaje constante al total del tiempo, en este caso se realiza lo mismo. Si los paros promedio mensuales son de 111 horas, el tiempo empleado exclusivamente para el cambio de producto (sin tomar en cuenta prueba y error) es de 83.25 horas.

- La reducción del tiempo de preparación propuesta es del 71.07 %

- Por lo tanto, la capacidad adicional mensual será de 59.17 horas

- Y, el margen de utilidad adicional por mes es de \$ 45'377,473 pesos aproximadamente

6.1.2.2 Beneficios intangibles

Los beneficios intangibles son:

- Personal entrenado para extender beneficios a otras rotograbadoras. Cabe mencionar que existen diferentes tiempos de rotograbadoras, pero el cambio de producto es muy parecido una con otra. Además, existe otra rotograbadora igual a la estudiada en el presente trabajo y podría comenzarse un trabajo igual para esta última.

- Documentación del presente proyecto.

- Personal entrenado y capacitado, tanto administrativo como operativo.

6.1.3 Resumen del análisis costo/beneficio

Beneficios

Incremento de la capacidad = \$ 544'529,676 pesos/año

Costos

De única vez:

Compra y modificación de equipo = \$ 209'385,000 pesos

Recurrentes:

Mano de obra adicional = \$ 2'400,000 pesos

Consideración

Recuperación de la inversión en 4.88 meses a partir del fin de la instalación.

6.2 Alternativa 2

6.2.1 Costos

Los gastos necesarios a realizarse para la instalación de la alternativa 2, son los siguientes:

Gastos no recurrentes:

| | |
|--|---------------|
| - 3 Unidades completas (sin chumaceras) | \$168'750,000 |
| - 3 tolvas completas | \$ 26'100,000 |
| - 28 tensores para colocación de tolvas | \$ 3'000,000 |
| - 1 estante para removedores de aluminio | \$ 1'500,000 |
| - 3 llaves para colocación de cilindro | \$ 150,000 |
| - Trabajo para fijar manivelas (Altura de carro y ajuste de cuchillas) | \$ 180,000 |
| - Trabajo para estandarizar codos y tuercas | \$ 2'000,000 |
| - Estandarización de alturas rotos/bases | \$ 9'000,000 |
| - Adaptación de pernos de fijación | \$ 3'000,000 |

| | |
|---|---------------|
| - Mover e instalar islas | \$ 840,000 |
| - Mecanismo para ajuste de charolas (23 unid) | \$ 23'000,000 |
| - Escala para ajuste de cuchillas (23 unid) | \$ 8'500,000 |
| - 7 removedores de aluminio | \$ 175,000 |
| - Coples para mangueras | \$ 3'600,000 |
| - Recolocación de controles de papel | \$ 150,000 |
| - Sistema de semáforo | \$ 2'200,000 |
| - Trabajo para modificación de carros: | |
| - Estante herramientas | \$ 400,000 |
| - Dispositivo transporte tolvas | \$ 8'000,000 |
| - Posicionador | \$ 8'000,000 |
| Total gastos no recurrentes | \$268'545,000 |

Gastos recurrentes:

| | |
|---|--------------|
| - 1 ayudante adicional por cambio | \$ 1'200,000 |
| - 1 persona extra por turno para lavado | \$ 1'200,000 |
| Total gastos recurrentes | \$ 2'400,000 |

NOTA: Cabe mencionar, que para alcanzar la planeación mostrada por ejemplo en la simulación realizada en el trabajo, es necesario poner a funcionar la otra rotogradora similar a esta, sin embargo en el presente trabajo únicamente se están cargando los costos proporcionales a la rotogradora del presente trabajo.

6.2.2 Beneficios

Los beneficios al igual que en la alternativa 1, los divido en dos: Beneficios Tangibles y Beneficios Intangibles.

6.2.2.1 Beneficios tangibles

Aumento de la capacidad productiva de la rotograbadora en un 11.38 %. Teniendo una ganancia anualizada de \$628'229,142 pesos.

Para poder llegar al anterior dato se tuvieron que realizar los siguientes cálculos:

- El margen de utilidad por mes del area de rotograbado es de \$2,500 millones de pesos

- La producción por mes del area de rotograbado es de 14'172,869 hojas impresas

- Por lo tanto, el margen por hoja es de \$176.4 pesos

- La producción por mes de la rotograbadora (objeto de nuestro estudio) es de 2'125,930 hojas

- Así, el margen de utilidad por mes en la rotograbadora es de \$375'014,052 pesos

- Tomando en cuenta que se trabajan al mes 25 días los tres turnos, la capacidad para producir por mes es de 600 horas

- Los paros promedio que se tienen por mes en la rotograbadora A debido a los tiempos de preparación son de 111 horas

- El margen que se tiene por hora productiva es de \$766,900 pesos

- Debido a que el presente trabajo trató solamente del tiempo de preparación y no de la etapa de prueba y error, y como le había estado disminuyendo un porcentaje constante al total del tiempo, en este caso se realiza lo mismo. Si los paros promedio mensuales son de 111 horas, el tiempo empleado exclusivamente para el cambio de producto (sin tomar en cuenta prueba y error) es de 83.25 horas

- La reducción del tiempo de preparación propuesta es del 82 %.

- Por lo tanto, la capacidad adicional mensual será de 68.26 horas

- Y, el margen de utilidad adicional por mes es de \$ 52'352,428 pesos aproximadamente

6.2.2.2 Beneficios intangibles

Los beneficios intangibles son:

- Personal entrenado para extender beneficios a otras rotograbadoras. Cabe mencionar que existen diferentes tiempos de rotograbadoras, pero el cambio de producto es muy parecido una con otra. Además, existe otra rotograbadora igual a la estudiada en el presente trabajo y podría comenzarse un trabajo igual para ésta última.

- Documentación del presente proyecto.

- Personal entrenado y capacitado, tanto administrativo como operativo.

6.2.3 Resumen del análisis costo/beneficio

Beneficios

Incremento de la capacidad = \$ 628'229,142 pesos/año

Costos

De única vez:

Compra y modificación de equipo = \$ 268'545,000
pesos

Recurrentes:

Mano de obra adicional = \$ 2'400,000 pesos

Consideración

Recuperación de la inversión en 5.4 meses a partir del fin de la instalación.

CAPITULO 7

7. CONCLUSIONES

El tiempo de preparación es un proceso necesario para todas aquellas empresas que pretenden abarcar cierta extensión del mercado con la producción de diferentes artículos.

El tiempo empleado en el cambio de producto es improductivo para la compañía, y por lo mismo, se debe optar por reducirlo o eliminarlo. Lo anterior es acentuado en importancia cuando una compañía tiene una mayor demanda de sus productos a la capacidad productiva de la planta.

La inversión en la reducción del tiempo de preparación en una máquina irá siendo cada vez mayor a medida que dicho tiempo se esté reduciendo.

Normalmente, el tiempo utilizado en el cambio de producto de determinada máquina es equivalente en cualquier otro cambio en la misma. Sin embargo, el caso aquí estudiado no es así. El tiempo de reducción en la rotogradora mantiene una relación proporcional con el número de colores que se hayan utilizado y se vayan a emplear. Dicha relación, es una variable interesante dentro del proyecto.

En el presente trabajo se proponen 2 alternativas para la reducción del tiempo de preparación. La primera tiene un porcentaje de reducción menor, pero con menor costo; mientras que la segunda, otorga un porcentaje de reducción mayor, siendo más cara.

Debido a que la demanda de producto terminado de la compañía ha ido en incremento y la producción actual no es suficiente, además de que las rotograbadoras forman un cuello de botella de la salida de producción de papel impreso (denotando la necesidad de un proyecto de productividad en ésta area), se aconseja el emplear la segunda opción ya que se obtiene una mayor reducción de tiempo.

Si además, analizamos que la alternativa 1 está basada en procedimientos de operación y la alternativa 2 además de usar procedimientos de operación tiene mejoras en el equipo, se podrán realizar más fácilmente mayores reducciones posteriormente con la segunda alternativa. La diferencia en el tiempo de recuperación de la inversión es muy poca, por lo que es un factor que no debe intervenir en gran escala con la decisión de la alternativa a utilizar.

Cabe mencionar que las mejoras logradas con este tipo de proyectos son solo un paso para seguir adelante con la productividad de la empresa así como con la reducción de sus costos de fabricación.

Una parte esencial de todo tipo de proyectos es el seguimiento que se le dé a los resultados obtenidos.

El trabajo fue enfocado hacia el aumento en el volumen de producción, sin embargo el beneficio del proyecto puede ser enfocado hacia otro punto como el de flexibilidad de la compañía dando oportunidad a responder más ágilmente hacia algunos agentes externos no controlables como por ejemplo: cambios en la demanda, desperfectos técnicos, faltas de material, pruebas para nuevos productos, etc.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

- + "INTRODUCCION AL ESTUDIO DEL TRABAJO"
Editorial Limusa, S.A. de C.V.
México, D.F. 1987

- + Thompson, Philip C.
"CIRCULOS DE CALIDAD"
Editorial Norma
Bogotá, Colombia. 1984

- + Ouchi, William
"TEORIA Z"
Fondo Educativo Interamericano, S.A.
México, D.F. 1982

- + Harmon, Roy L.; Peterson, Leroy D.
"REINVENTAR LA FABRICA"
Ciencias de la Dirección
Madrid, España. 1990

- + Augé, R.
"LA IMPRENTA"
Paraninfo
Madrid, España. 1971

- + Karch, Randolph R.
"MANUAL DE ARTES GRAFICAS"
Editorial Trillas, S.A. de C.V.
México, D.F. 1966

- + Ishikawa, Kaoru
"¿QUE ES EL CONTROL TOTAL DE CALIDAD?"
Editorial Norma, S.A.
Bogotá, Colombia. 1986

- + Hay, Edward J.
"JUSTO A TIEMPO"
Editorial Norma, S.A.
Bogotá, Colombia. 1989