

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades

Departamento de Ingeniería Industrial

**Implementación del proceso de acabado en
línea con las intercaladoras para formas sueltas
en una empresa de impresión litográfica**

Alejandro Wyld Gaitán

Trabajo de graduación presentado para optar al grado de Licenciatura en
Ingeniería Industrial

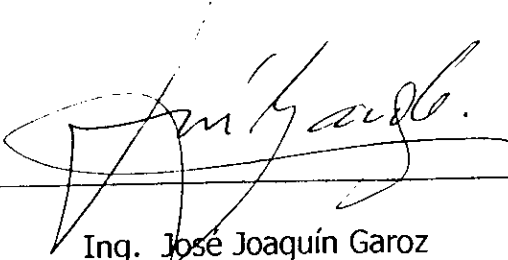
BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Guatemala

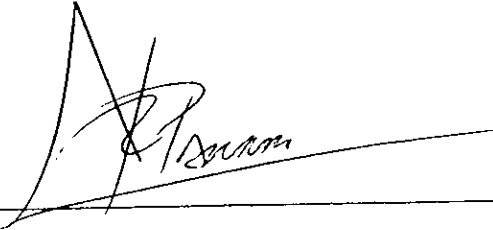
2001


**Implementación del proceso de acabado en
línea con las intercaladoras para formas sueltas
en una empresa de impresión litográfica**

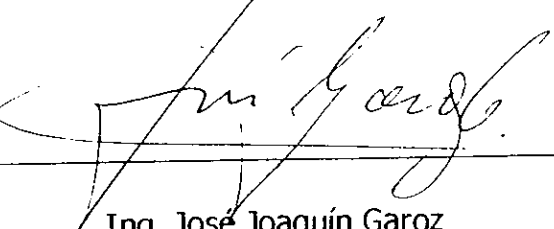
Vo. Bo.

(f) 
Ing. José Joaquín Garoz

Tribunal:

(f) 
Ing. Carlos Paredes

(f) 
POR: Ing. Rafael Velázquez

(f) 
Ing. José Joaquín Garoz

Fecha de Aprobación: 3 de octubre, 2001.

INDICE

I. Introducción.....	5
II. Marco teórico.....	7
A. La litografía.....	7
B. El compaginado.....	10
B.1. La forma continua.....	15
B.1.1. Procedimiento para el compaginado.....	16
B.2. La rapi-forma.....	18
B.2.1. Procedimiento para el compaginado.....	18
C. El empaque en FC.....	20
D. El empaque en RF.....	20
III. Identificación del problema.....	27
IV. Soluciones propuestas.....	30
Redistribución de la planta.....	30
Rediseño del proceso.....	30
V. Implementación de la solución al problema.....	32
VI. Resultados y discusión.....	34
VII. Conclusiones.....	44
VIII. Recomendaciones.....	46
IX. Bibliografía.....	47

I. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo se realiza basado en un enfoque de las empresas litográficas que trabajan la impresión offset y el proceso de acabado de formas sueltas por medio de intercaladoras. Las formas sueltas son formularios no continuos cuyas presentaciones son, como su nombre lo dice, sueltos y cortados a la medida. Pueden ir engrapados, engomados, en cartulina, etc. Algunos ejemplos de lo que son las formas sueltas son los depósitos monetarios, las facturas, los comprobantes de crédito fiscal y los recibos de caja.

La empresa sobre la cual se realizará el estudio solicita confidencialidad, por lo que, para fines de este trabajo, se le denominará MULTIFORMAS.

Actualmente los formularios sueltos se producen en tiras de papel, que luego deben ser revisadas y finalmente guillotinas. Luego los formularios resultantes deben ser engomados o engrapados y, posteriormente, empacados. En el proceso se desperdicia mucho tiempo y esfuerzo, al estar trasladando el producto de un lado a otro, para completar su acabado en pequeñas etapas. Además, provoca deterioro del producto y puede ocasionar pérdidas o faltantes, debido al exceso de manipulación.

El proyecto va desde la asignación de personal para funciones específicas, como engrapado, engomado, revisión y empaque hasta el diseño del mobiliario específico que servirá para llevar a cabo el proceso.

El plan piloto se lleva a cabo en una línea de producción nueva, a la cual se le puedan asignar trabajos para evaluar el resultado del sistema, antes de generalizarlo a todas las líneas de la planta que elaboran formas sueltas. Los beneficios de tal sistema son notorios, pues repercuten en reducción de tiempos de entrega, mejoramiento de la calidad del producto y reducción de personal necesario.

En el presente trabajo se desarrollan los estándares de personal necesario, para convertir la operación de formularios sueltos en un proceso en línea. Después de elaborar el estándar, se implementan los puestos y se reduce el personal al mínimo necesario, con el fin de operar adecuadamente y a satisfacción.

Con la implementación del nuevo proceso se mejora la eficiencia de las líneas de producción de formas sueltas, se reducen los tiempos de entrega y se mejora la calidad del producto, mediante la asignación de personal a funciones específicas y la disminución de la cantidad de pequeñas etapas involucradas en el proceso de empaque.

II. MARCO TEÓRICO

A. La litografía

"Litografía" es el arte de reproducir, en forma impresa, los dibujos trazados en una piedra caliza con un lápiz graso. La litografía es un proceso de impresión que utiliza una superficie plana, lisa y planográfica, en la que la zona de impresión no sobresale del resto. El proceso se basa en la repulsión mutua de la grasa y el agua.

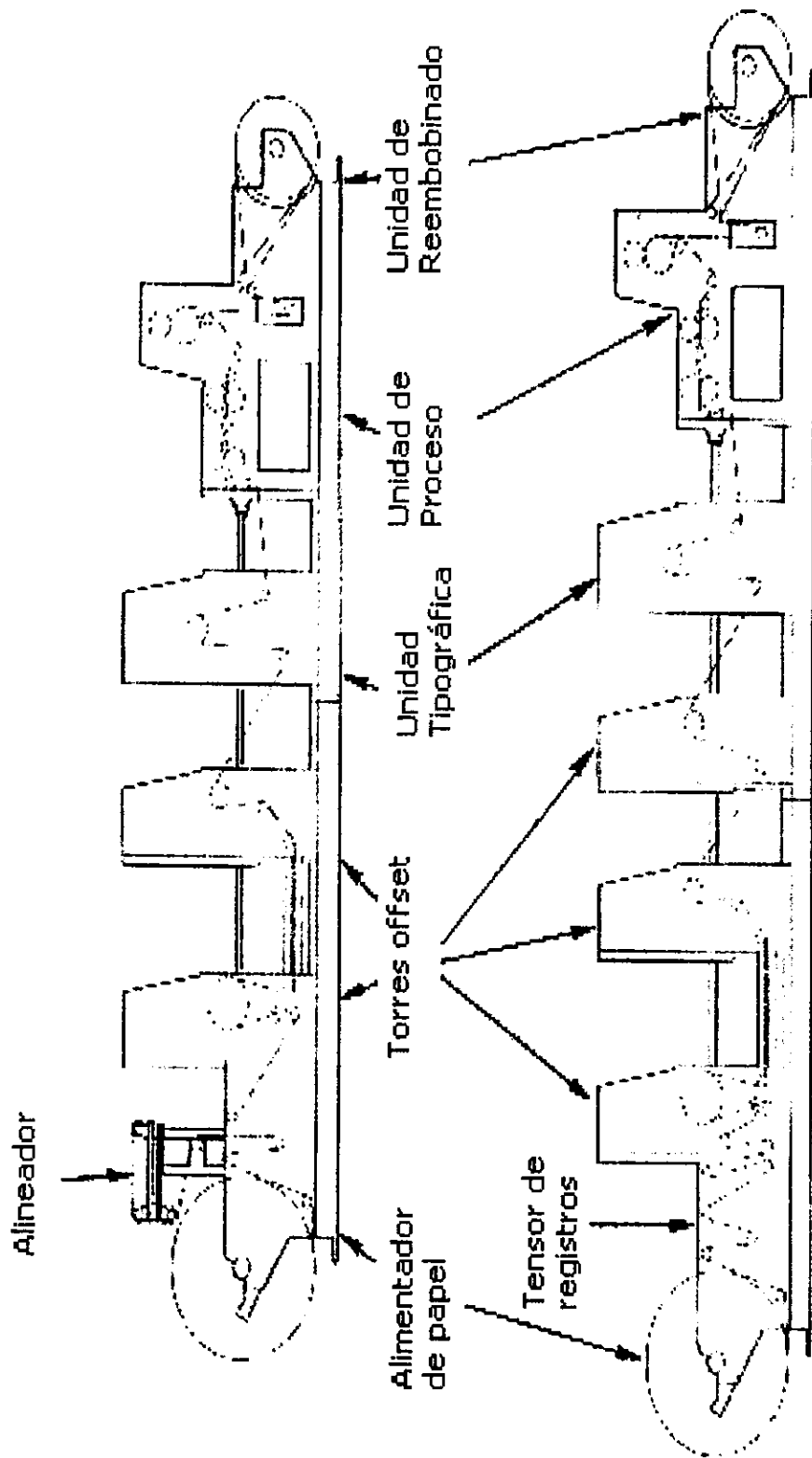
En el siglo XX se descubrió que la tinta se podía transferir de la superficie litográfica a una superficie intermedia de caucho, y de allí al papel. El elemento intermedio, denominado mantilla¹, es capaz de transferir la tinta al papel. Como la mantilla se adapta a la textura de la superficie que se imprimirá, las imágenes litográficas resultantes poseen una alta calidad.

La impresión offset es un proceso de impresión en el cual la tinta se transfiere indirectamente de la placa al papel, mediante una mantilla.

Las prensas rotativas se utilizan en la impresión de grandes rollos de papel (véase la Figura 1). Las impresoras rotativas offset constan de un rodillo para placa, un rodillo para mantilla, un rodillo impresor, un sistema de entintado para cada color y un sistema humedecedor.

¹ Una mantilla es una lámina de caucho vulcanizado sobre una base de hule, que se usa para cubrir el cilindro impresor.

Figura 1
Prensa Rotativa Offset



La función de la superficie de impresión caliza original corresponde hoy a unas finas planchas de aluminio (placas). Las placas se enrollan sobre un cilindro y entran en contacto directo con el cilindro de caucho. Una batería de rodillos de goma y metálicos se encargan de llevar la tinta y el agua a la superficie de la placa. La tinta pasa, en primer lugar, al cilindro de caucho y, de allí al papel.

La placa offset es una hoja con un recubrimiento sensible a la luz que, después de revelarse la imagen sirve como mantilla (master) para hacer la impresión offset. Transfiere la imagen de tinta de la placa al papel en los sistemas de impresión offset. Los rodillos impresores son mecanismos de tinta o agua, que hacen contacto con el formulario que se está imprimiendo. El sistema de entintado se encarga de la aplicación de tintas de diversos colores, por medio de alcohol o agua sobre papel blanco, para lograr impresiones. Los humedecedores son rodillos que transfieren la solución que humedece a la placa offset en las partes que no van a recibir tinta.

Las prensas offset tienen también la capacidad de colocar ponches² al papel procesado. Se localizan en uno o en ambos márgenes de los formularios en una franja que va perforada verticalmente en todo el formulario para que sea removida posteriormente por el consumidor final. A esta franja se le conoce como *scoring* o talón. El diámetro correcto de los ponches es de 5/32", con una

² Los ponches son las perforaciones circulares equidistantes que se le hacen al papel en las prensas y se encargan ya sea en la impresora o bien en las intercaladoras, de servir de tracción para la alimentación del papel.

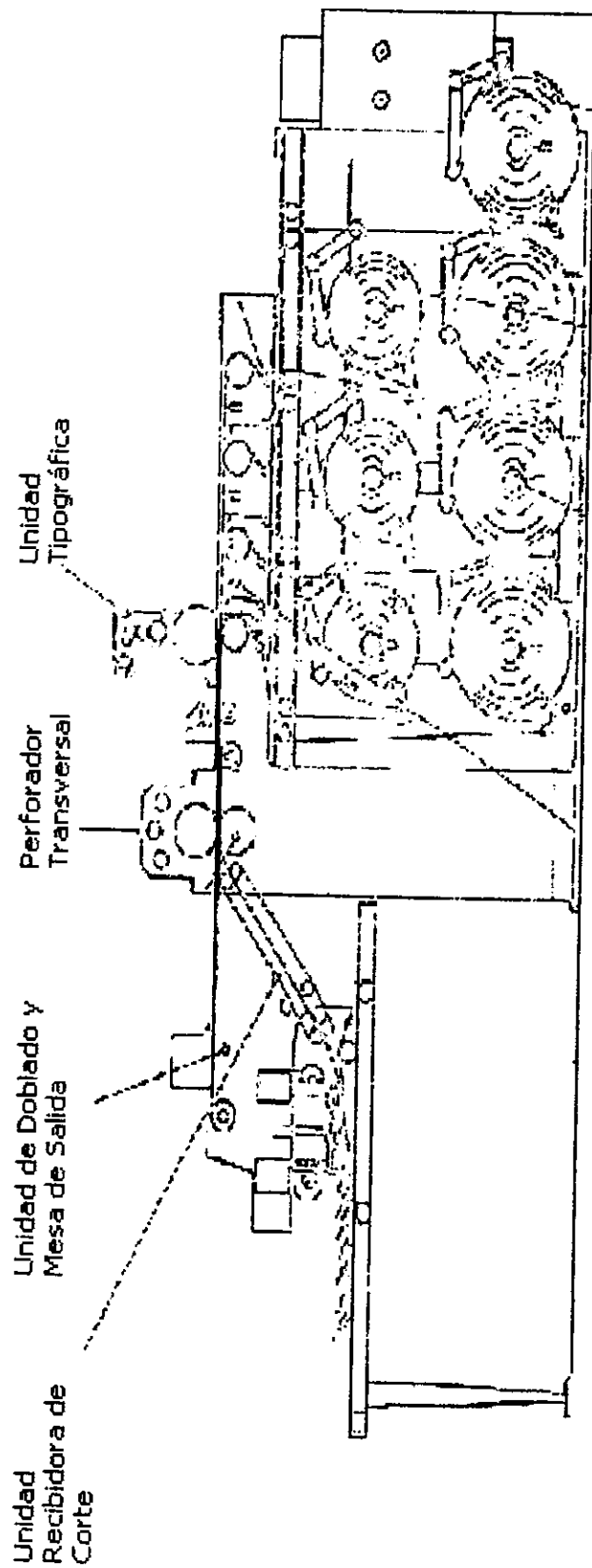
tolerancia hasta de 3/16". La medida correcta entre los ponches es de 1/2", de un centro de ponche a otro. Los sobrantes no deben quedar pegados al hueco, ya que éstos se quedan en las máquinas impresoras, o en las intercaladoras, y obstruyen los mecanismos.

B. El Compaginado

Una vez impresos los rollos de papel en prensas rotativas, estos pasan a ser compaginados. La compaginación es la recopilación y el ensamblaje ordenado de las distintas páginas de un formulario multicopia. Un formulario multicopia, como lo dice su nombre, tiene varias copias y es diseñado con propiedades encaminadas a lograr una buena escritura y un copiado por presión en la totalidad de dichas copias. El copiado se logra con papel químico autocopiante, o bien con papel carbón intercalado entre cada copia. El papel autocopiante tiene un recubrimiento exclusivo, que permite transmitir imágenes por escritura, a presión mecánica y sin usar papel carbón. La presión normal, al escribir en la hoja superior, transmite lo escrito automáticamente a las copias en las hojas del juego subsiguiente, que hayan sido compaginadas adecuadamente³.

³ Esta propiedad del papel se logra colocando una solución de tinte incoloro dentro de millones de envases microscópicos, llamados microcápsulas. La imagen se crea cuando se juntan dos compuestos químicos separados con los que se han recubierto las superficies del papel.

Figura 2
Intercaladora



Una intercaladora, conocida también como colectora o compaginador, es una máquina donde se unen las partes (páginas) de un formulario (véase la Figura 2). Se logra por medio de goma, en el caso de las formas sueltas o rapi forma (RF), y por medio de crimpers⁴, en el caso de forma continua (FC). Esta máquina intercala el papel con el carbón, numera el formulario y realiza las perforaciones verticales y horizontales. También tiene la capacidad de colocar caracteres magnéticos, en el caso de cheques, y de fabricar sobres. Las intercaladoras poseen una mesa de salida para los formularios procesados, donde se acumulan en pilas o fajos⁵.

El trabajo efectuado en una intercaladora exige una atención del 100%, ya que se trata de un trabajo delicado. Es necesario prestar atención a muchos detalles para que el producto salga bien. Los puntos que habrían de revisarse son:

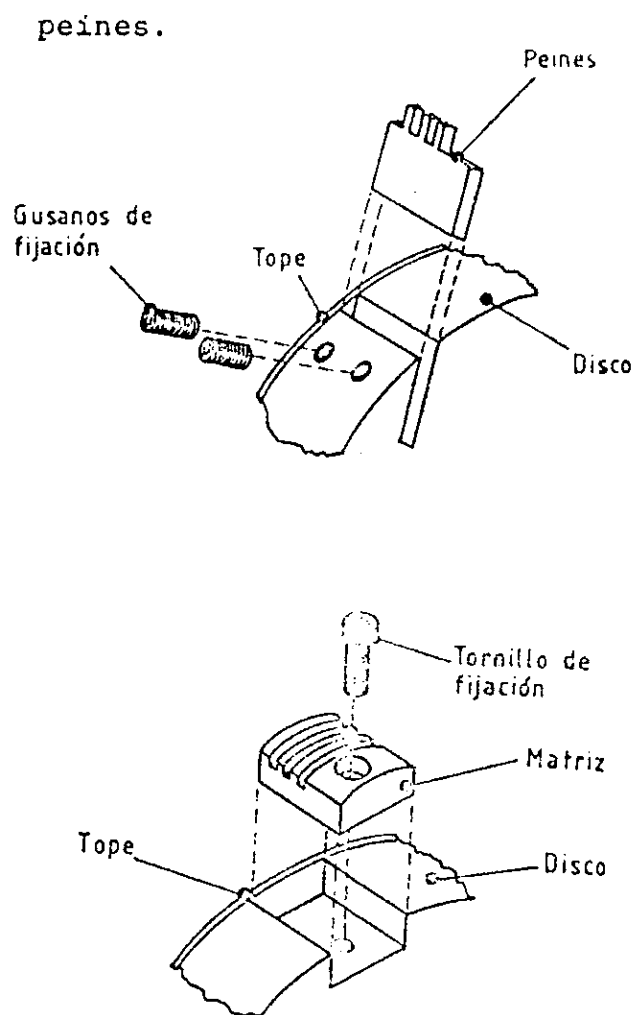
- Registro entre partes.
- Las perforaciones – presión adecuada.
- La permanencia de los carbones dentro de los límites.
- Numeraciones – presión, posición, consecutivo.
- Gomas, cantidad de goma, posición.
- Crimpers – posición y presión.

⁴ Los crimpers son cuatro perforaciones estrictamente verticales, de aproximadamente 3/16" de longitud, que no se desprenden por completo y que se le hacen a las orillas, de los formularios cada 2" entre ponches, para evitar el desprendimiento de las diferentes partes. Estas se realizan con unos punzones (véase Figura 3).

⁵ Una pila o fajo es el conjunto de hojas de papel ordenadas una encima de la otra y con los bordes al mismo ras.

Las máquinas que se utilizan para RF son tres y se conocen, dentro de la empresa, como las intercaladoras Nos. 3, 4 y 5. Cada una tiene diferentes especificaciones.

Figura 3
Punzones para crimpers



Para que las máquinas puedan cortar el producto, utilizan unos cilindros donde se colocan las plecas. Estos cilindros tienen un perímetro de 17", 22" o

de 24". Los formularios que se trabajan en la empresa deben tener un largo equivalente a un múltiplo del perímetro del cilindro. Por ejemplo, los formularios de largo de 8 1/2" se trabajan con el cilindro de 17".

En la siguiente tabla se especifican las medidas de los perímetros de los cilindros que pueden trabajar cada intercaladora y las medidas a las que se puede cortar el producto, según el cilindro con el que se trabaje:

Máquina	Perímetro de cilindro de placas	Medidas a las que puede cortar
Intercaladora No. 3	17"	8 1/2" 17"
	22"	7 1/3" 11" 22"
	24	8" 12" 24"

Máquina	Perímetro de cilindro de plecas	Medidas a las que puede cortar
Intercaladora No. 4	17"	4 1/4" 5 2/3" 8 1/2" 17"
	22"	3 2/3" 5 1/2" 7 1/3" 11" 22"
	24"	3" 4" 6" 8" 12" 24"
Intercaladora No. 5	17"	4 1/4" 5 2/3" 8 1/2" 17"
	22"	3 2/3" 5 1/2" 7 1/3" 11" 22"

B.1. La forma continua

Se llama forma continua (FC) a un formulario para uso en impresora de computadora. En la FC van unidas una forma a otra, por medio de una perforación que deja un espacio entre corte y corte, y se une papel y carbón con crimpers. La FC sale de la intercaladora, lista para empacar y ser enviada al cliente.

Las intercaladoras de FC trabajan con el sistema de perforaciones con un espacio entre diente y diente. El formulario es unido por medio de crimpers y goma en algunos casos y se puede numerar el formulario en forma consecutiva.

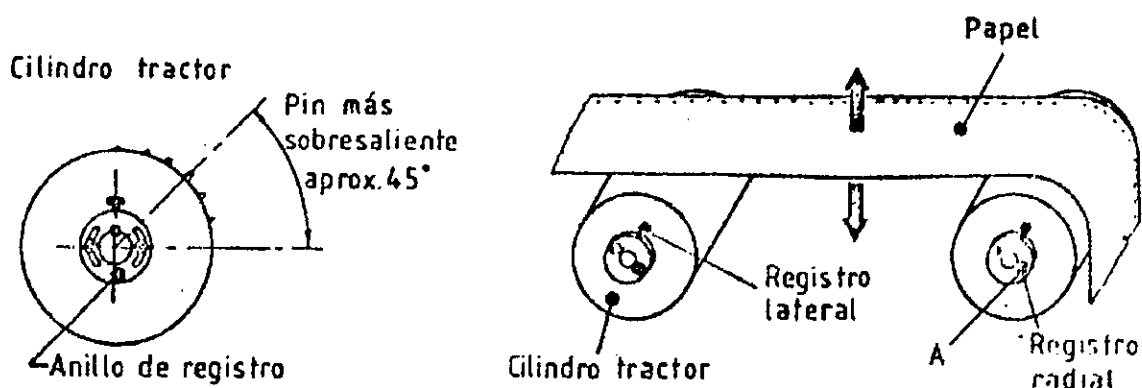
B.1.1. Procedimiento para el compaginado

El arrastre del papel se lleva a cabo por medio de los pines que tienen los cilindros. Los pines se meten en los ponches que trae el papel. Los ponches también entran en la unidad de pines que tiene la intercaladora para jalar el papel en la parte delantera o en el doblador. El arrastre del papel carbón se da al ser éste plecado por el cilindro de plecas⁶ y al ser perforado por los crimpers; entonces queda unido al papel.

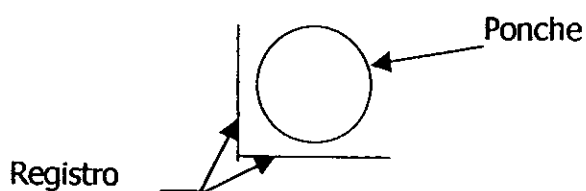
Una vez hayan pasado el papel y el carbón por las guías, se procede a llevar el papel hacia delante, en la unidad de pines que se abren hasta la medida del formulario o el ancho del papel (véase Figura 4). Luego se colocan las plecas para realizar las perforaciones necesarias.

⁶ Las plecas son unas hojas de metal que se utilizan para separar las formas según la medida deseada y que se montan en el cilindro previsto para este fin. Si se van a montar dos plecas a 11", se escogerán las ranuras que separan el cilindro de 22" en 2.

Figura 4
Unidad de pines



Posteriormente se procede a montar las numeradoras necesarias, si es que el formulario va numerado. Luego se monta un papel y un carbón, y después otro papel encima, pero de manera que cacen los registros. Los registros son unas marcas impresas en las prensas, en el talón de las bobinas de papel, tal como se muestra a continuación.



Una vez alineadas todas las partes con los registros, se procede a poner los crimpers. Los crimpers unen los papeles y el carbón, o bien sólo los papeles, si es papel químico autocopiante. Para poner los crimpers, éstos se alinean de manera que perforen únicamente el talón de ambos lados. Se procura que el

crimper perfora con dos dientes el carbón y con otros dos el papel (véase Figura 5).

B.2. La rapi-forma

Las formas sueltas o rapi forma (RF) son formularios para uso manual que van en blocs. Estos formularios van sueltos y cortados a medida. En el caso de utilizar papel carbón, éste se le adhiere por medio de goma, y no con crimpers como en la forma continua.

En las intercaladoras de rapi-forma, el producto se corta y se apila al pie de la intercaladora. Luego pasa al departamento de empaque, donde es revisado, guillotinado y engrapado con cartulina al tamaño del formulario, o bien engrapado con cartulina envolvente o engomado tipo bloc.

B.2.1. Procedimiento para el compaginado

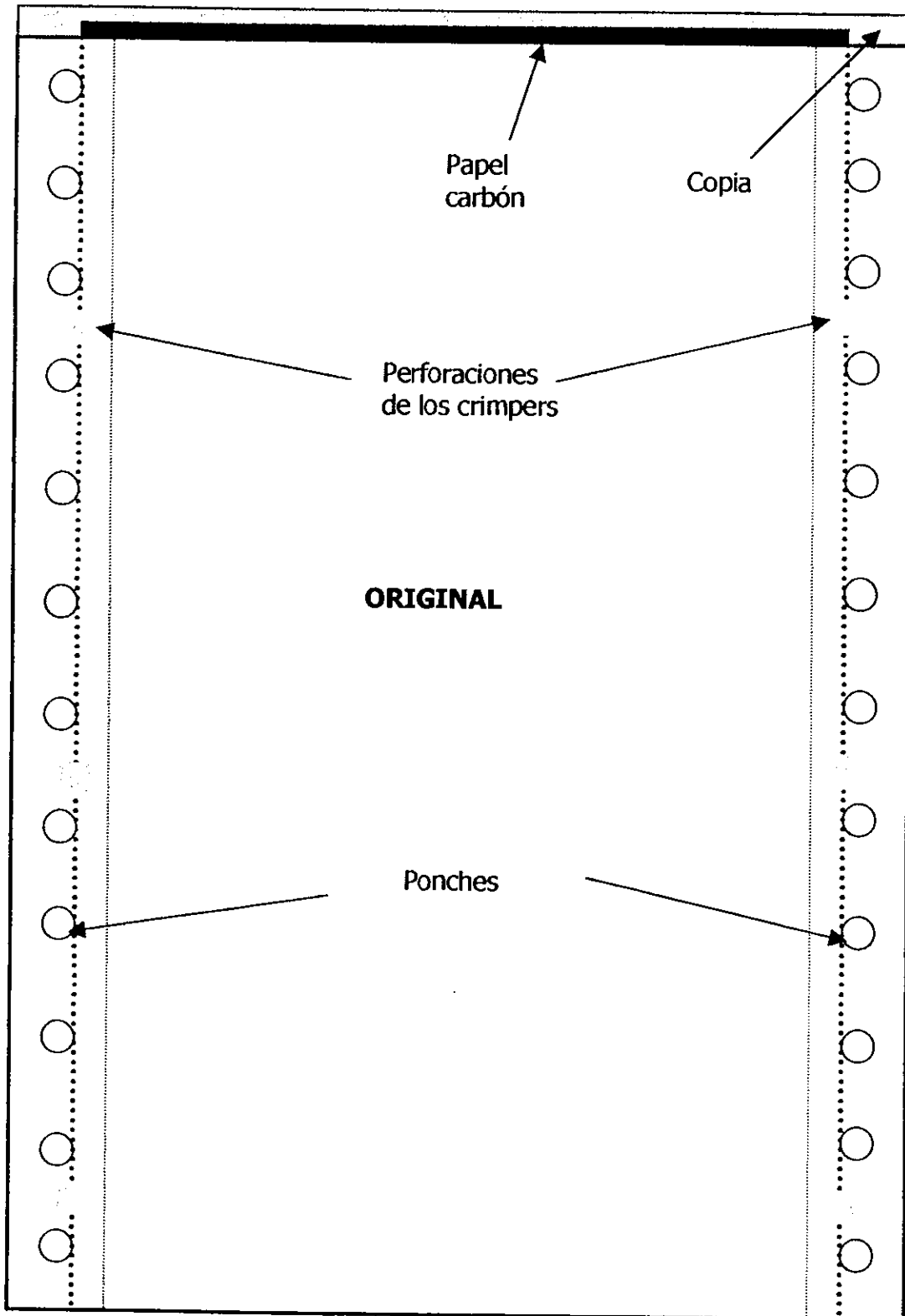
El procedimiento del compaginado de RF es semejante al de FC, pero varía en algunos aspectos.

En la RF el papel es arrastrado únicamente por los pines del cilindro y por una cadena de pines que lo pasa inmediatamente al cilindro de corte. El arrastre del papel carbón se da al pasar por el sistema que aplica goma y luego se adhiere al papel que lo arrastra. Una vez pasado el papel por las guías, se montan las plecas necesarias para poder cortar los formularios a la medida.

Para todo los demás el procedimiento es el mismo que en la FC.

Figura 5

Formulario multicopia



C. El empaque en FC

El empaque en forma continua se efectúa de la siguiente manera:

- 1) Los formularios de la intercaladora salen doblados y se transportan sobre una banda, con el propósito de irlos acumulando en paquetes, al pie de la misma sobre una mesa.
- 2) Se revisa la numeración de los formularios y se colocan en paquetes con la cantidad requerida por caja.
- 3) Al completar un paquete se empaca en una caja debidamente etiquetada que indica el tipo de producto y la numeración incluida.
- 4) Se colocan las cajas en tarimas.
- 5) Finalmente se trasladan las tarimas al área de despacho.

D. El empaque en RF

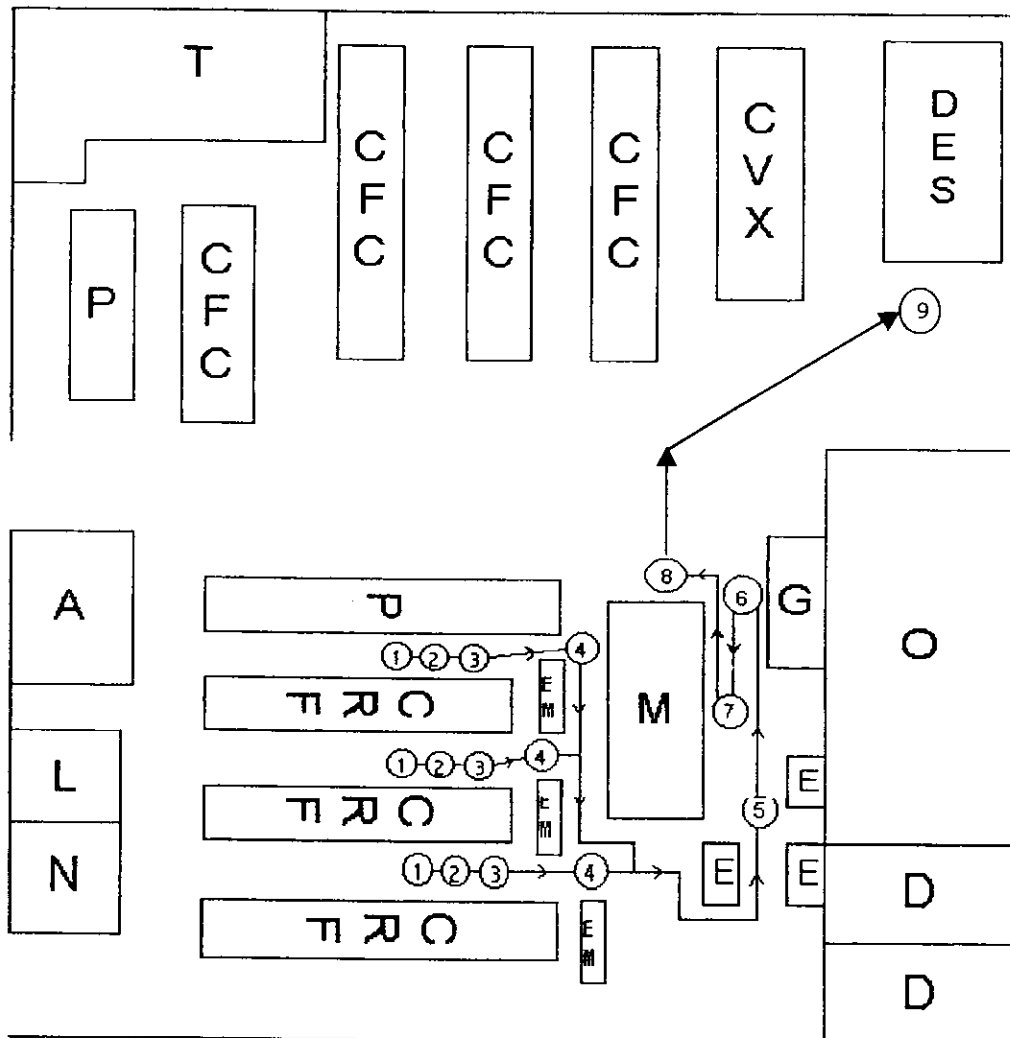
El empaque en rapi-forma para producto engrapado con cartulina a medida se lleva a cabo de la siguiente manera (véase Diagrama de Recorrido No.

1):

- 1) Los formularios salen de la intercaladora en tiras que constan de más de un formulario, ya que no van cortados a medida sino cortados al tamaño del perímetro del cilindro.
- 2) Se forman las pilas con los formularios, en la mesa de salida.

- 3) Normalmente, a cada cincuenta formularios se coloca cartulina del tamaño de la tira.
- 4) Cuando las pilas ocupan mucho espacio en la mesa recibidora, se trasladan ordenadamente, según la numeración, a unas estanterías móviles.
- 5) Al llenar las estanterías, se trasladan a las engrapadoras para engraparlas.
- 6) Conforme se engrapan los formularios, el engrapador los coloca de nuevo en las estanterías, para trasladarlos a la guillotina, y cortarlos a medida.
- 7) Luego se trasladan los formularios en las estanterías al área de revisado, para corroborar que el producto vaya bien y con la numeración correcta, con el fin de colocarlos en cajas debidamente etiquetadas.
- 8) Se colocan las cajas en tarimas.
- 9) Finalmente, se trasladan las tarimas al área de despacho.

Diagrama de recorrido No. 1

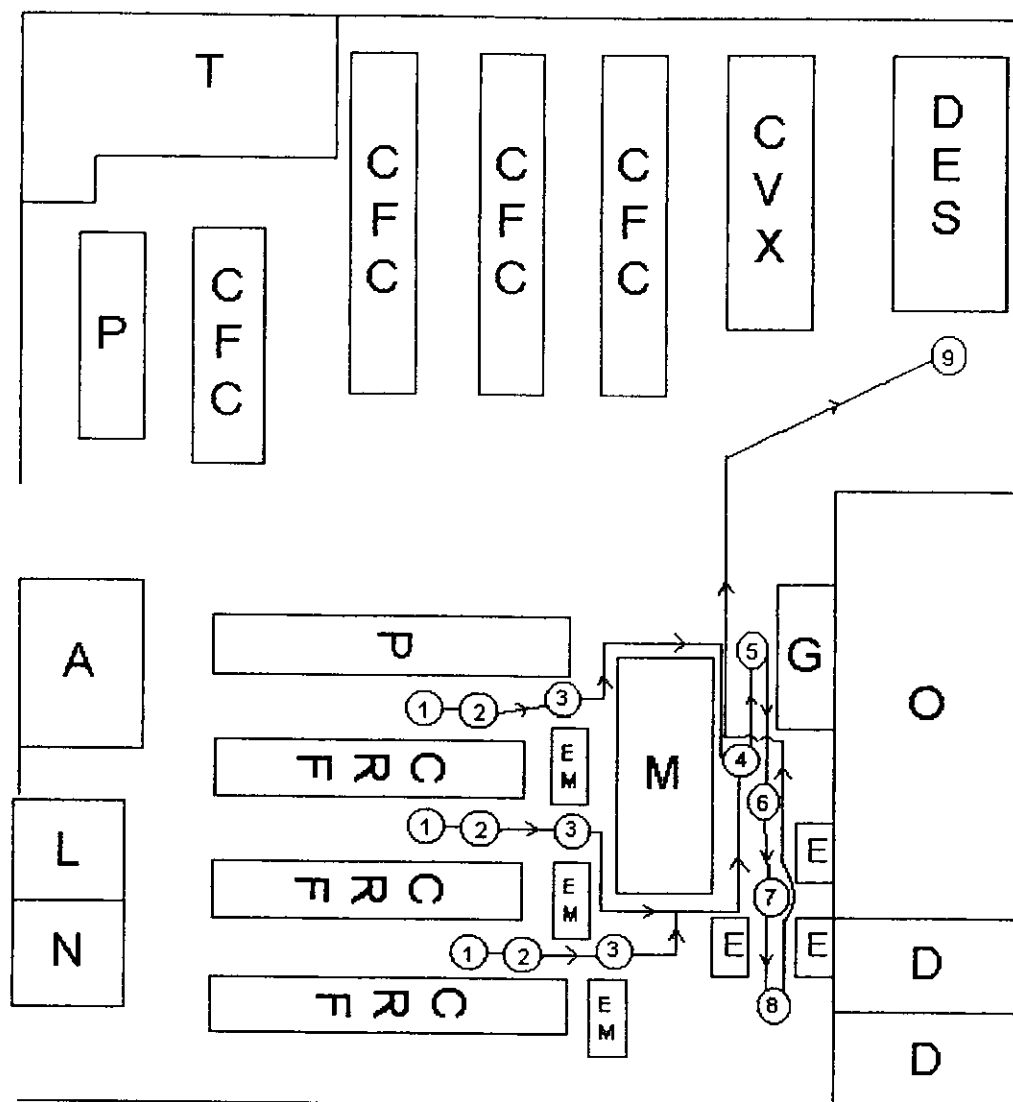


- CRF = Colectora Rapi Forma
- CFC = Colectora Forma Continua
- P = Prensa
- M = Mesa de Revisado
- E = Engrapadora
- G = Guillotina
- A = Área de Engomado
- L = Laboratorio
- N = Sección de Numeradoras
- T = Taller
- CVX = Máquina de Rollos Convertex
- D = Demoledora de Papel
- EM = Estanterías Movibles
- DES = Área de Despacho

El empaque en rapi-forma, para producto engrapado con cartulina envolvente, se realiza de la siguiente manera (véase Diagrama de recorrido No. 2):

- 1) Al salir las tiras de formularios, se forman pilas en la mesa de salida.
- 2) Normalmente se forman las pilas de cincuenta formularios, con el frente hacia arriba, y los siguientes cincuenta, con el frente hacia abajo, y así sucesivamente, como guía para cuando se le tenga que colocar la cartulina envolvente.
- 3) Cuando las pilas llegan a ocupar mucho espacio en la mesa recibidora, se trasladan ordenadamente, según la numeración, a unas estanterías móviles.
- 4) Al llenar las estanterías, se trasladan los formularios al área de revisado para corroborar su estado y numeración. Conforme se revisan, se colocan de nuevo en las estanterías.
- 5) Se trasladan las estanterías a la guillotina, para cortar el producto a la medida, y conforme se corta, se va colocando de nuevo en las estanterías.
- 6) Se traslada el producto de nuevo al área de revisado, donde le colocan cartulina envolvente y lo sitúan de nuevo en las estanterías.
- 7) Se traslada el producto a la engrapadora, donde lo engrapan y colocan en cajas debidamente etiquetadas.
- 8) Se colocan las cajas en tarimas.
- 9) Finalmente, se trasladan las tarimas al área de despacho.

Diagrama de recorrido No. 2



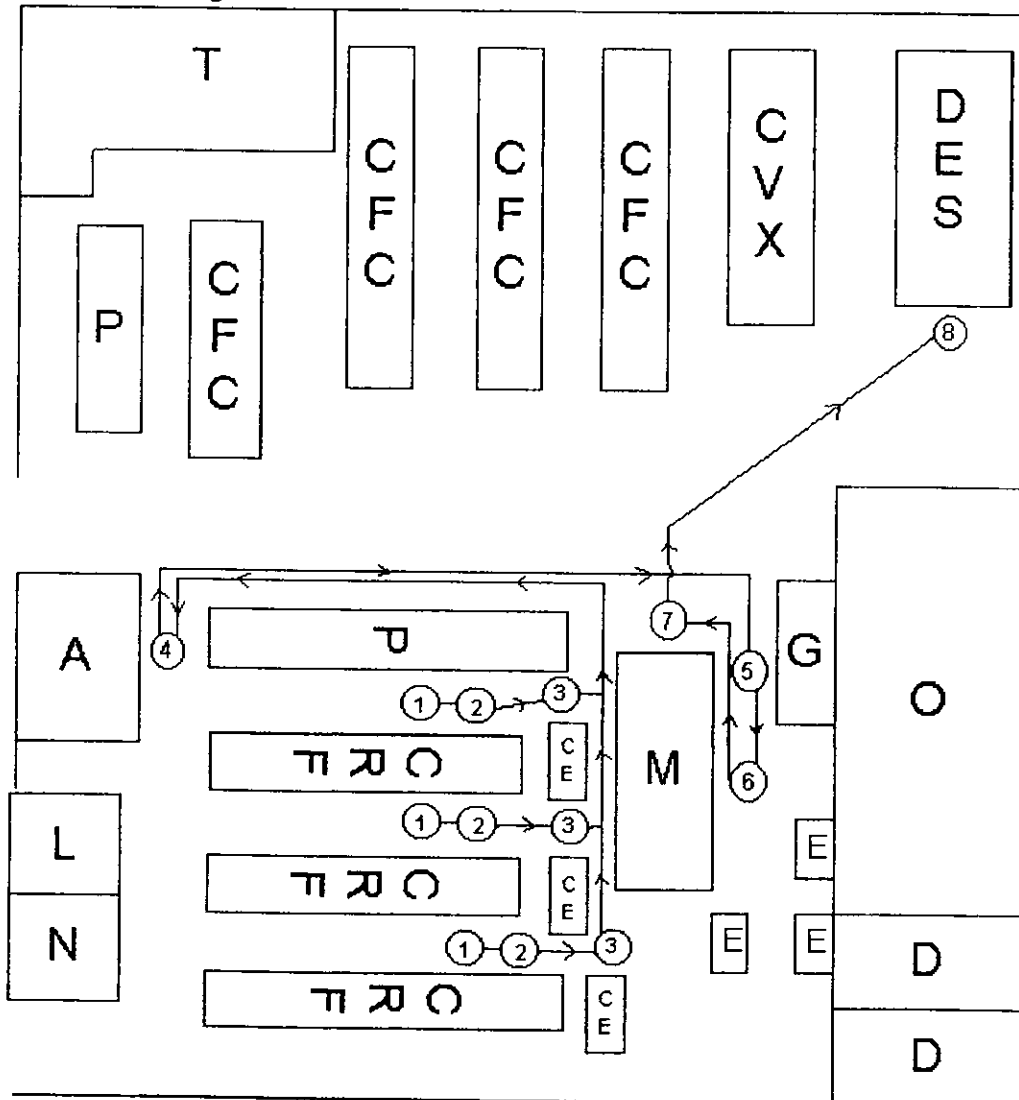
- CRF = Colectora Rapi Forma
 CFC = Colectora Forma Continua
 P = Prensa
 M = Mesa de Revisado
 E = Engrapadora
 G = Guillotina
 A = Área de Engomado
 L = Laboratorio
 N = Sección de Numeradoras
 T = Taller
 CVX = Máquina de Rollos Convertex
 D = Demoledora de Papel
 EM = Estanterías Movibles
 DES = Área de Despacho

El empaque en rapi-forma para producto engomado se hace así (véase Diagrama de recorrido No. 3):

- 1) Al salir las tiras de formularios, se forman pilas en la mesa de salida.
- 2) Normalmente, a cada cincuenta formularios se coloca cartulina del tamaño de la tira.
- 3) Cuando las pilas ocupan mucho espacio en la mesa recibidora, se trasladan ordenadamente, según la numeración (en el caso de formularios numerados), a unas carretas de engomado.
- 4) Al llenar las carretas de engomado, se trasladan al área de engomado.
- 5) Una vez engomados, los formularios se trasladan a la guillotina para cortarlos a medida y colocarlos en las estanterías móviles.
- 6) Se trasladan las estanterías al área de revisado y se empaqueta el producto en cajas debidamente etiquetadas, mientras se revisa.
- 7) Se colocan las cajas en tarimas.
- 8) Finalmente, se trasladan las tarimas al área de despacho.

El empaque de RF para producto que no lleva cartulina a medida o envolvente y tampoco va engomado, como es el caso de los depósitos monetarios de los bancos, es igual al proceso de empaque de RF de producto con cartulina a medida, sólo que no se le coloca la cartulina en la mesa de salida de la colector.

Diagrama de recorrido No.3



- CRF = Colectora Rapi Forma
 CFC = Colectora Forma Continua
 P = Prensa
 M = Mesa de Revisado
 E = Engrapadora
 G = Guillotina
 A = Área de Engomado
 L = Laboratorio
 N = Sección de Numeradoras
 T = Taller
 CVX = Máquina de Rollos Convertex
 D = Demoledora de Papel
 CE = Carretas de Engomado
 DES = Área de Despacho

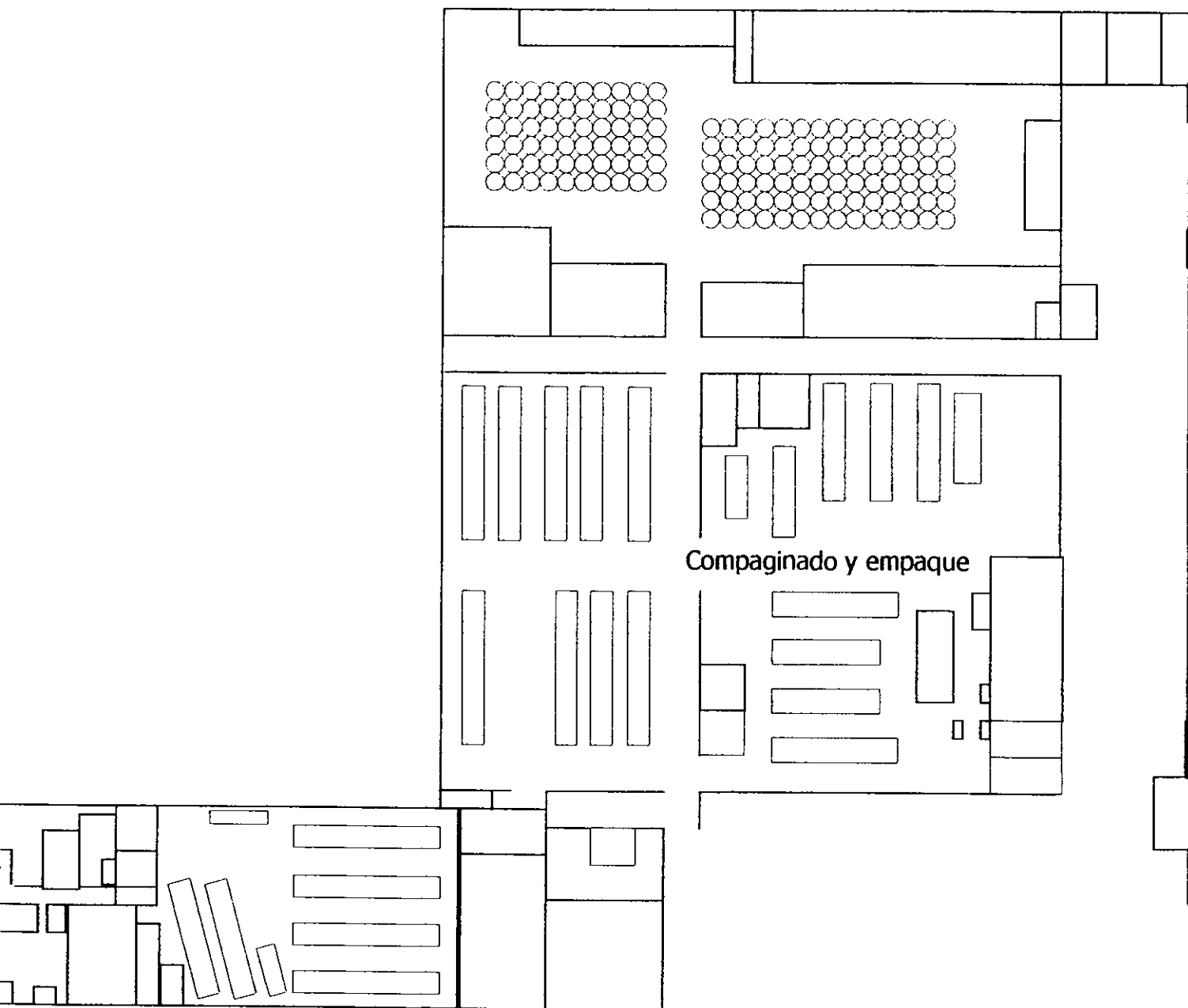
III. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

La empresa MULTIFORMAS, lleva treinta años de labor en el mercado y se dedica a la impresión offset, por medio de prensas rotativas. La empresa se empeña en lograr una mejora continua, para ser líder en el mercado y competitiva en el ámbito nacional e internacional. De acuerdo con esta meta, la empresa se propone mejorar el sistema de empaque para formas sueltas, en su planta comercial (véase Figuras 6 y 7). De esta manera se intentan mejorar los tiempos de entrega y hacer más eficientes los procesos.

Al revisar los procesos de empaque para RF y los diagramas de recorrido correspondientes, se observa que existe un exceso de traslados y una manipulación innecesaria del producto al salir de las intercaladoras. El exceso de manipulación del producto le puede provocar deterioro y daño, así como se puede incurrir en extravíos de formas. Además, los procesos involucran demasiado espacio y personal. Lo anterior se traduce en más sueldos que pagar y en una mayor variedad de áreas de trabajo.

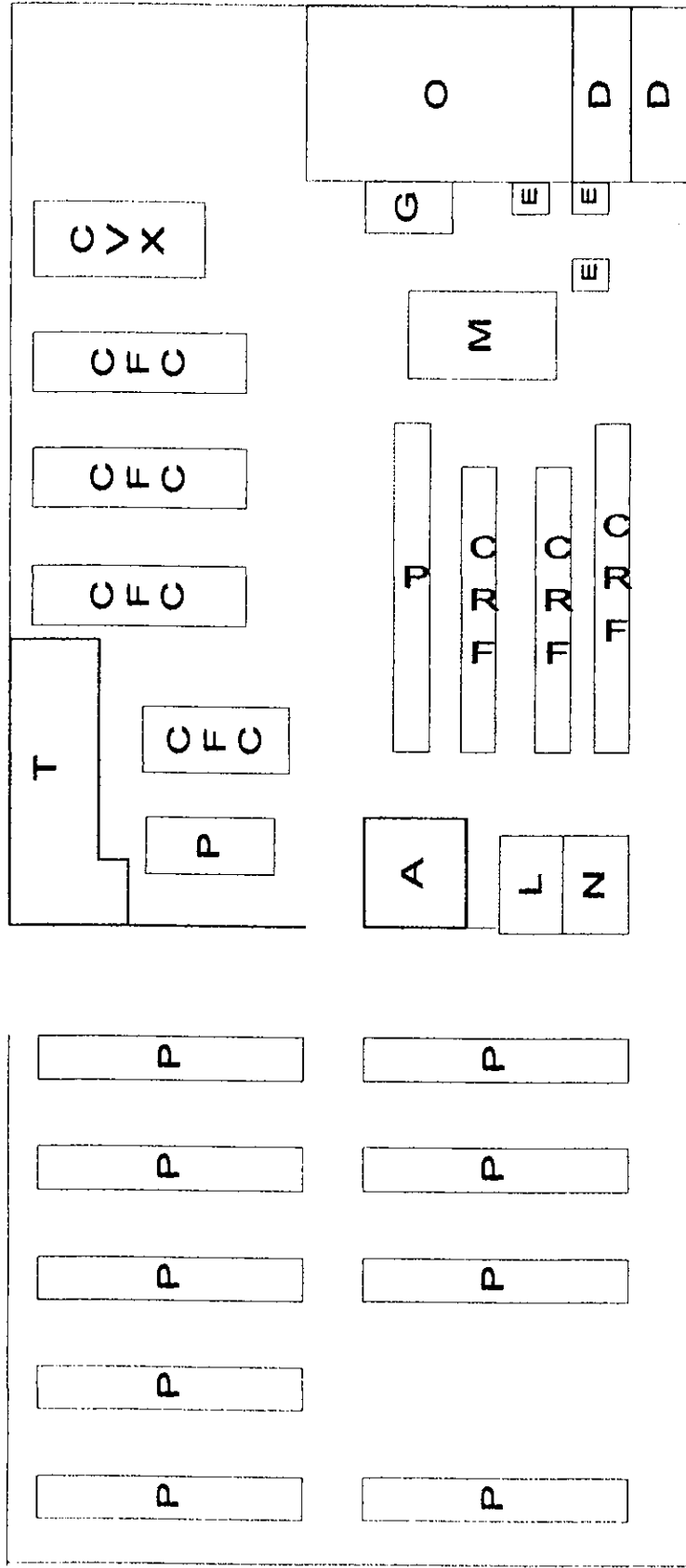
El sistema actual se cataloga como un proceso con exceso de manipulación del producto y poco funcional. Sin embargo, se viene realizando desde varios años atrás y la gente se ha acostumbrado a él. No por esto se debe mantener la misma forma de trabajar sólo con el fin de evitar despidos o un cambio drástico, sino atentos a que el proceso se puede mejorar.

Figura 6
Vista general de la empresa Multiformas



Planta de documentos valorados

Figura 7
Planta Comercial



- CRF = Colectora Rapi Forma
- CFC = Colectora Forma Continua
- P = Prensa
- M = Mesa de Revisado
- E = Engrapadora
- G = Guillotina
- A = Área de Engomado
- L = Laboratorio
- N = Sección de Numeradoras
- T = Taller
- CVX = Máquina de Rollos Convertex
- D = Demoledora de Papel

IV. SOLUCIONES PROPUESTAS

Redistribución de la planta

Una solución a los problemas que se presentan en la forma actual del acabado para formas sueltas, es una redistribución de la planta. Esto involucra costos para detener máquinas y moverlas. Las máquinas tienen un peso promedio de 5 a 10 toneladas, hecho que hace difícil y costoso su traslado. Se tendrían que volver a realizar las instalaciones eléctricas y las tuberías para aire comprimido. La redistribución de la planta es costosa e involucra demasiado tiempo útil para la empresa. Debido al tipo de maquinaria es posible que sea necesario subcontratar a una empresa para mover el equipo.

Rediseño del proceso

Para rediseñar el proceso se propone trabajarlo en línea. Se propone aprovechar la capacidad de las intercaladoras de cortar el producto horizontalmente con los cilindros de plecado, a diferentes medidas para evitar el traslado del producto a la guillotina y todos los pasos que representa este proceso. Revisar el producto es un proceso visual y requiere, principalmente, de cuidado. Se podría realizar cuando el producto sale de la intercaladora. Así se evita otro traslado del producto y se ocupan menos áreas de trabajo. Mientras

se revisa el producto es posible colocar cartulina a medida, o bien cartulina envolvente, y allí mismo engraparlo o engomarlo, según sea el caso.

Con esta medida, se aprovecha el equipo actual y se reducen las áreas de trabajo. Trabajar el proceso en línea permite reducir el personal involucrado e implica una reducción en la cantidad de sueldos por pagar. No permite reducir el tiempo del proceso y no requiere mayor gasto. Requiere poca capacitación del personal y poco tiempo para que se acostumbren al proceso.

Implementar un nuevo proceso requiere poco tiempo y permite llevar un control para comprobar su eficacia. No, hay necesidad de emplear personal ajeno a la empresa, para rediseñarlo ni para implementarlo. Tampoco se tiene que incurrir en costos que se producen al detener maquinaria.

Poner en ejecución el nuevo proceso tiene sus desventajas. Debido a las restricciones que tiene cada intercaladora, no se pueden cortar a medida todos los formularios que se producen, pero sí la mayoría. La resistencia al cambio es otro problema que afecta seriamente la organización de un nuevo proceso.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, la empresa MULTIFORMAS ha decidido optar por la solución anterior, para resolver el problema que afronta. Se realizará un plan piloto, con una de las tres intercaladoras que trabajan RF, y se evaluará su resultado, para luego implementarlo en todas las líneas de producción de este tipo.

V. IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN AL PROBLEMA

Para poder implementar dicha solución, se debe seguir un procedimiento ordenado y documentado, con el fin de evitar equivocaciones y poder darle seguimiento al nuevo procedimiento.

Lo primero es que el producto salga de la intercaladora cortado a medida. Para lograrlo se tienen que determinar las capacidades y limitaciones de las máquinas, y así obtener un producto cortado a ciertas medidas⁷.

Conociendo las especificaciones de cada máquina, es posible asignar y distribuir el trabajo en cada una de éstas. Por ejemplo, se requiere un formulario con un largo de 3 2/3"; entonces lo podríamos asignar a las intercaladoras No.4 y No. 5. De esa manera se puede ir asignando el trabajo a cada máquina, según sea el caso.

Para realizar el plan piloto se selecciona una de las tres intercaladoras de RF. Se decidió trabajar con la intercaladora No. 5 porque puede trabajar una buena variedad de medidas.

El siguiente paso es asignar turno a una persona de empaque, que sepa utilizar las máquinas engrapadoras y sepa engomar, para que trabaje al pie de la colectora revisando, dándole los acabados y empacando el producto. Esta persona se encargaría de preparar el material necesario para los acabados, mientras el operador de la intercaladora realizaría los arreglos para poder

⁷ Las especificaciones de las tres intercaladoras de RF se ofrecen en el Marco Teórico de este trabajo.

empezar a trabajar. El operador de la intercaladora realiza los arreglos para operar y el empacador deberá realizar los siguientes procedimientos:

- En el caso de que lleve cartulina envolvente o a medida, deberá preparar las cartulinas necesarias.
- En el caso de que el producto vaya engrapado, deberá colocar la engrapadora al pie de la intercaladora que se puede trasladar fácilmente.
- Si se trata de producto engomado, deberá colocar la carreta de engomado al pie de la intercaladora y tener lista la goma utilizada en este proceso.
- Preparar las cajas necesarias para empacar el producto.
- Colocar una tarima para ir colocando las cajas terminadas.

Para poder trabajar en línea, el operador de la intercaladora deberá trabajar más lento que con el proceso viejo, pues tendrá que revisar con mayor cuidado el trabajo, ya que las únicas personas que revisarán el producto serán él y el empacador. Tanto el operador como el empacador tendrán que acostumbrarse a esto para poder trabajar más rápido, en una forma coordinada. Ambos serán los responsables de inspeccionar que el producto vaya bien, ya que la última inspección del proceso será en ese punto.

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

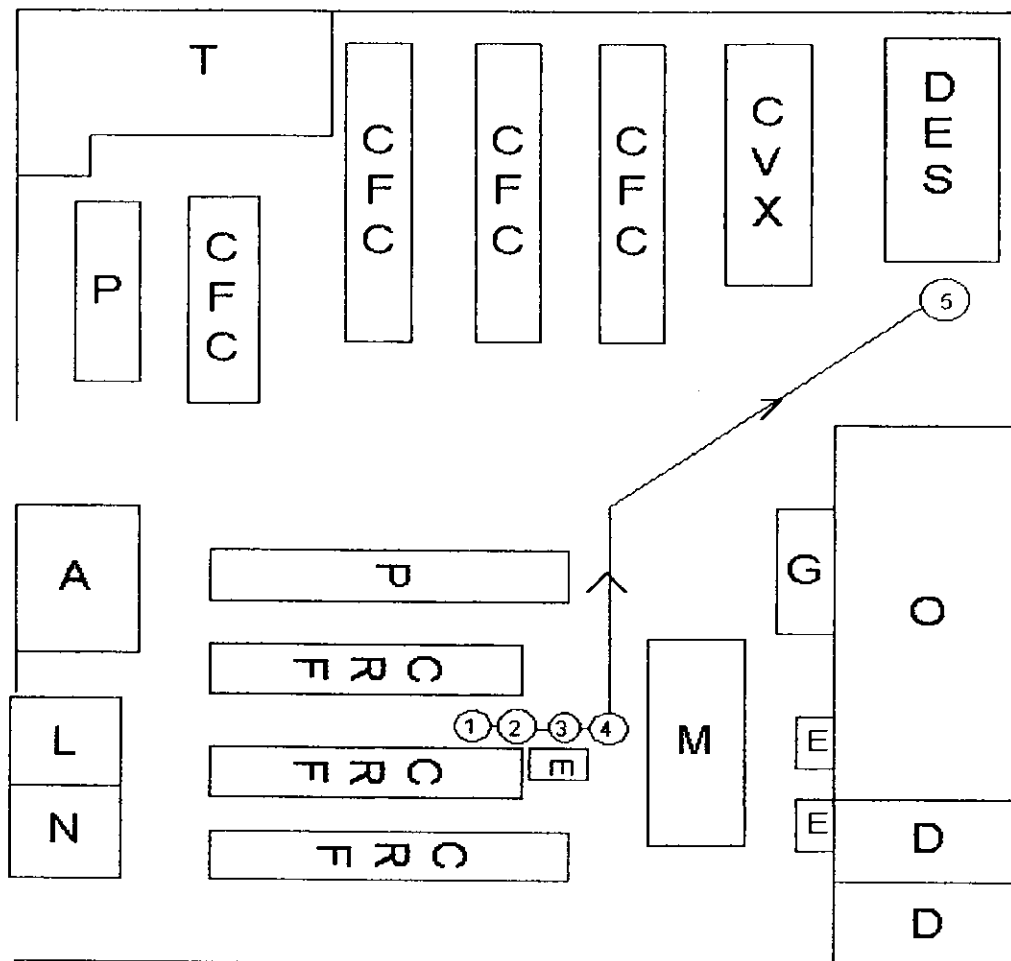
El nuevo proceso para RF de producto con cartulina envolvente o a medida es el siguiente (véase Diagrama de recorrido No. 4):

- 1) Al salir los formularios cortados a medida, éstos se van acumulando en pilas sobre la mesa de salida de la intercaladora, mientras el operador y el empacador los revisan.
- 2) Al llegar a la cantidad de formularios requerida por el cliente, el empacador les coloca la cartulina envolvente o cartón a medida, según sea el caso, y de una vez los engrapa al pie de la colectora.
- 3) Una vez engrapados, va empacando los formularios en las cajas correspondientes.
- 4) Al terminar cada caja, la va colocando en tarimas.
- 5) Al llenar de cajas una tarima, la traslada al área de despacho.

El nuevo proceso para RF de producto engomado es el siguiente (véase Diagrama de recorrido No. 5):

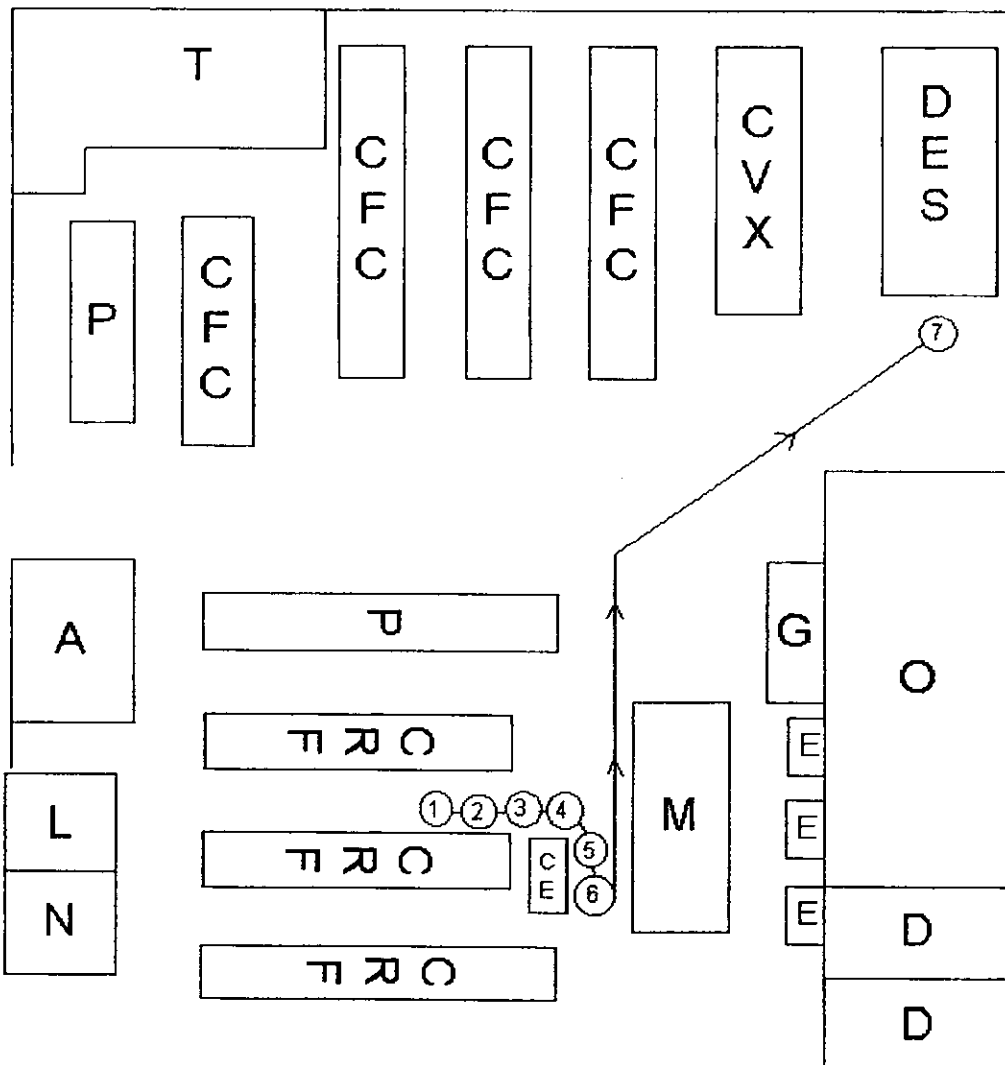
- 1) Al salir los formularios cortados a medida, éstos se van acumulando en pilas en la mesa de salida de la intercaladora, mientras el operador y el empacador los revisan.
- 2) Al llegar a la cantidad de formularios requerida por el cliente, el empacador les coloca la cartulina a medida.
- 3) Luego coloca los fajos en las carretas de engomado.

Diagrama de recorrido No. 4



- CRF = Colectora Rapi Forma
 CFC = Colectora Forma Continua
 P = Prensa
 M = Mesa de Revisado
 E = Engrapadora
 G = Guillotina
 A = Área de Engomado
 L = Laboratorio
 N = Sección de Numeradoras
 T = Taller
 CVX = Máquina de Rollos Convertex
 D = Demoledora de Papel
 DES = Área de Despacho

Diagrama de recorrido No. 5



CRF = Colectora Rapi Forma
 CFC = Colectora Forma Continua
 P = Prensa
 M = Mesa de Revisado
 E = Engrapadora
 G = Guillotina
 A = Área de Engomado
 L = Laboratorio
 N = Sección de Numeradoras
 T = Taller
 CVX = Máquina de Rollos Convertex
 D = Demoledora de Papel
 CE = Carretas de Engomado
 DES = Área de Despacho

- 4) Al llenar una estantería de la carreta de engomado, el empacador le aplica la goma en los bordes a los formularios, para formar los blocs.
- 5) Una vez llena la estantería y seca la goma, comienza a empacar el producto en las cajas correspondientes.
- 6) Al terminar de empacar una caja, la coloca en la tarima.
- 7) Al llenar de cajas una tarima, la traslada al área de despacho.

En los diagramas de recorrido No. 4 y No. 5 se puede notar la diferencia del espacio involucrado en los procesos, en comparación con los diagramas de recorrido Nos. 1, 2 y 3. Se puede ver la disminución de traslados y de manipulación del producto, así como la disminución de las áreas de posible congestionamiento.

El personal de empaque involucrado en el proceso viejo para RF era el siguiente:

- Tres engrapadores por turno.
- Un guillotínista por turno.
- Un engomador por turno.
- Un empacador por intercaladora (3 en total) por turno.
- Ocho mujeres en la mesa de revisado en un único turno.

Actualmente se ha mantenido la misma cantidad de personal porque el proceso no se ha implementado en todas las líneas de producción. Al realizar

este cambio, la reducción de personal será notable y quedará de la siguiente manera:

- Un guillotínista por turno.
- Un empacador por intercaladora (3 en total) por turno.
- Cuatro mujeres en la mesa de revisado en un único turno.
- Un comodín por turno.

Éstas son las 32 personas involucradas en el proceso viejo contra las 19 personas que toman parte en el proceso nuevo. El nuevo proceso reducirá el personal involucrado en el empaque de RF en más de un 40%. Será un total de 13 sueldos menos que pagar. Tenemos que el sueldo actual de cada persona de empaque (guillotínista, engrapadores, etc.) es de Q.1,490.00 mensual, y que el sueldo de las mujeres de la mesa de revisado es de Q2,175.00 mensual. Esto nos da un total de Q53,160.00 en sueldos mensuales, contra Q31,050 mensuales con el nuevo proceso. Serían Q.22,110.00 menos en sueldos al mes.

Cabe hacer la aclaración de que la razón por la que no se elimina el puesto del guillotínista es porque la labor de éste no es únicamente cortar los formularios a medida, sino que también corta y hace dobleces a las cajas con la guillotina, y además corta cartulina. El puesto de las mujeres de la mesa de revisado tampoco se puede eliminar por completo, pero sí reducir. Se debe a que existen formularios que no se pueden cortar a medida en la intercaladora, como lo son algunos depósitos monetarios y otros formularios que tienen medidas de 2¾" de largo, etc. Además, cuando se presenta algún reclamo por

numeración, se necesita de personal que revise ese producto, y los empacadores al pie de las intercaladoras no tendrán tiempo de hacerlo. Se da también el caso de formularios que van engrapados o engomados de veinte en veinte, que se tendrían que trabajar demasiado lento en la intercaladora, para que le diera tiempo al empacador de estar engrapando o engomando, revisando y empacando a la velocidad de la intercaladora.

En los casos en que el producto sea de medidas que no se pueden cortar en las intercaladoras, se trabajará como se realizaba anteriormente, y es por eso que se tendrá un empacador de comodín en cada turno. El hecho de que algunos de los trabajos no se puedan realizar en línea no implica que se retrasará todo el proceso. Esto es porque, en el momento que el producto sale de la intercaladora para pasar por el proceso antiguo, no habrá trabajo acumulado, y mientras se sigue trabajando paralelamente, de la forma nueva, en la intercaladora. El único problema es si se presentaran muchas órdenes de producción que no se pudieran trabajar en línea, pero sería poco posible que ocurriera esto, ya que este tipo de órdenes de producción son poco comunes.

Otra manera de evaluar la eficacia de la solución es comparando la producción de la máquina por operario, durante los seis meses antes de implementar el nuevo proceso, con los siguientes seis meses después de esto. La forma en que medimos la producción es por medio de los reportes de producción que se utilizan en la empresa y calculando el promedio de miles de pies trabajados por hora, por operario, como se muestra en el Ejemplo 1. Se

miden en miles de pies por hora, de manera que no importe el tipo de orden que se trabaje y siempre midiendo en la misma unidad.

Con los datos obtenidos diariamente se calcula el promedio del mes por operario, para poder comparar los resultados. Los resultados de los promedios en miles de pies por hora, de los seis meses anteriores a la puesta en marcha del nuevo proceso, fueron los siguientes:

MES	Operario No.1	Operario No. 2	Operario No. 3
Septiembre 2000	7.30	3.85	9.54
Octubre 2000	6.95	4.93	6.79
Noviembre 2000	9.14	6.47	9.17
Diciembre 2000	5.92	5.06	5.80
Enero 2001	6.79	5.94	8.66
Febrero 2001	6.50	5.91	7.23

Los resultados de los promedios en miles de pies por hora, de los seis meses posteriores a la implementación del nuevo proceso, fueron los siguientes:

MES	Operario No.1	Operario No. 2	Operario No. 3
Marzo 2001	4.61	2.74	5.25
Abril 2001	5.43	5.42	5.00
Mayo 2001	7.16	4.46	4.63
Junio 2001	5.12	4.71	4.48
Julio 2001	6.04	6.04	4.51
Agosto 2001	7.02	5.93	5.30

Ejemplo 1.

Esta es una hoja de producción real que se utilizó el día 01/08/2001, en la intercaladora No. 5.

01/08/01

REPORTE DE PRODUCCION				MAQUINA	
OPERARIO 1º TURNO	OPERARIO 2º TURNO	OPERARIO 3º TURNO			
Luis Cardona	Ismail Guerrero	Erick Ferrero	H-5		
IDENTIFICACION			TIRAJE		
ORDEN No.	CLIENTE	PASO	U. MILLARES	PRINCIPAL ANHECHO	FIN TIRAJE
1703751	Empresa Hondureña de Telecomunicaciones	8 1/2	12	2	2600
1700806	DIRECCION EJECUTIVA	8 1/2	39	1	1400
1700806	DIRECCION EJECUTIVA CON REPARACIONES	8 1/2	44	1	
1700866	Dirección Ejecutiva	8 1/2	20	2	1000
1063206	LEVEL DE GUATEMALA, S.A	8 1/2	—	3	2600

OBSERVACIONES PARA 2º TURNO: Para terminar el turno quedan 4 Millas.

Mas 60. Artiba Mas Rep.

OBSERVACIONES PARA 3º TURNO: queda 20,001

OBSERVACIONES PARA 1º TURNO: colocar parcial arreglo ya esta.

El promedio de miles de pies trabajados por hora, por operario, es el número que aparece debajo de las órdenes trabajadas por cada operario. Este número lo colocan los supervisores al terminar los tres turnos. La manera en que se calculan los índices es la siguiente:

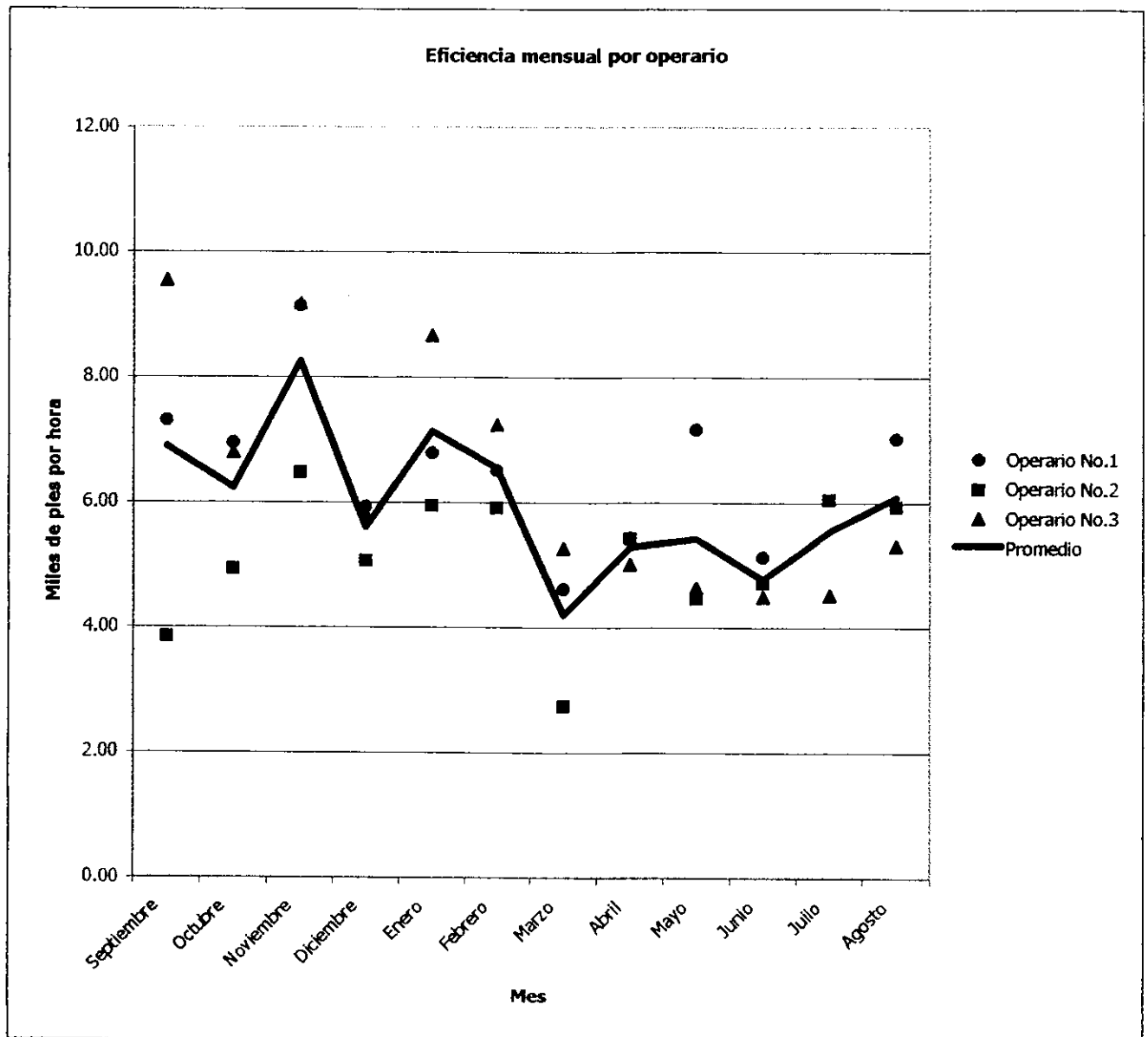
$$\Sigma[(\text{Paso(en pulgadas)} * \text{Millares} * \text{Partes}) / [12 (\text{pulgadas/pie}) * 8 (\text{horas de trabajo})]$$

En la hoja anterior, para el primer turno, es 4.52 miles pies/hora, y lo calcularon de la siguiente manera:

Primer Turno (Luis Cardona)

$$[(4.25 * 12 * 2) + (8.5 * 39 * 1)] / (12 * 8) = 4.52 \text{ miles pies/hora.}$$

En la siguiente gráfica se muestra la curva que describe el promedio de pies por hora por mes, de los operarios de la máquina durante los últimos doce meses.



En la gráfica anterior se nota cómo la producción bajó notablemente en el mes de marzo del 2001, después de implementado el proceso nuevo, y cómo fue subiendo en los meses siguientes, conforme los operarios y los empacadores se fueron acostumbrando al proceso. Se pueden notar también algunos altibajos en los meses descritos, pero éstos se deben a bajas en la producción, ocasionadas por bajas en la demanda.

El hecho de que la velocidad de la producción de la intercaladora baje no implica que el nuevo proceso no sea eficiente. El hecho de que la intercaladora trabaje a una alta velocidad no hace al proceso más eficiente; esto se debe a que, después este trabajo, se va acumular en el área de empaque. Debemos recordar que la velocidad del proceso la determina su etapa más lenta. Por esta razón, no afecta bajar hasta cierto punto la velocidad a la que trabaja la intercaladora, si estamos disminuyendo el tiempo de la etapa más lenta del proceso (en este caso, la etapa de empaque).

Después de analizar todos estos resultados, la empresa MULTIFORMAS ha tomado la decisión de implementar el proceso en las otras dos líneas de producción.

VII. CONCLUSIONES

Para mejorar la velocidad de un proceso, se debe mejorar de primero su etapa más lenta, ya que ésta es la que determina la velocidad de las demás. Con ello, se evitan cuellos de botella.

El hecho de volver una etapa de un proceso de producción más lenta no implica que todo el proceso vaya volverse más lento, pero se debe hacer cuando esta modificación sea para agilizar otra etapa.

Al implementar un nuevo proceso de producción es necesario darle seguimiento para que sea eficaz y se muestre un aprendizaje de los involucrados, pues regularmente, al principio, éste aparenta ser menos eficiente que el proceso anterior.

La resistencia al cambio es una de las principales razones que afecta a una empresa cuando se realizan modificaciones, pero no debe ser una razón para no realizar dichos cambios, ya que se pueden obtener buenos resultados a largo plazo.

La reducción de personal no es la mejor manera de disminuir gastos de operación; pero, cuando el exceso de personal involucrado vuelve al proceso obsoleto, se debe considerar la posibilidad de reorganizar o disminuir al personal.

El exceso de manipulación y de traslados retrasan un proceso; por esto es que se debe procurar minimizar las operaciones para hacerlo más eficiente.

El tomar una inspección como una etapa separada en un proceso puede ocasionar retrasos en éste. Se debe considerar la opción de realizar simultáneamente las inspecciones con otras operaciones.

Conforme una empresa va creciendo y su espacio se va recortando, se debe tratar de mantener una mejora continua, para evitar realizar cambios drásticos que, por lo regular, son más costosos y acarrearán más tiempo.

VIII. RECOMENDACIONES

Para poder hacer más eficientes y rigurosas las inspecciones que exige el proceso, se sugiere poner en ejecución un sistema de control del trabajo realizado por operario y empacador, para medir la eficiencia de ambos. Una vez implementado un control, se sugiere premiar, a los operarios que obtengan mejores resultados cada tres meses, con una bonificación. Con esto se incentiva a la gente a que dé lo mejor de sí y se evitan errores que repercutan en reclamos que desprestigian la imagen de la empresa.

Se recomienda la compra de otra engrapadora en el momento en que se implemente el nuevo proceso, en todas las líneas de producción de RF, para poder disponer de una engrapadora para cada máquina, y una para uso del empacador que está como comodín, para los casos en que se trabaje producto que no sale listo al pie de las intercaladoras.

Se sugiere realizar un estudio similar en el área de despacho de materia prima de bodega y en el departamento de arte (encargado de entregar las placas para la impresión offset), con el propósito de agilizar estas etapas del proceso, ya que son las culpables de los retrasos.

IX. BIBLIOGRAFÍA

NCR Paper. 1997. *Manual de soluciones técnicas papel autocopiante.*

Appleton Papers Inc. Estados Unidos. 69 pp.

Niebel, Benjamin. 1996. *Ingeniería Industrial, métodos, tiempos y movimientos.* 9a Ed. Editorial Alfaomega. Bogotá. 880 pp.

Grant, E. y W. Ireson. 1957. *Handbook of Industrial Engineering and Management.* Prentice Hall. Estados Unidos.

Enciclopedia Microsoft Encarta 99. (Disco compacto.)

Pequeño Larousse en Color. 1975. Ediciones Larousse. México, D.F. 1564 pp.

Guzmán, Ricardo. Director de producción de Formularios Standard. Entrevista Personal. Guatemala.

Martínez, Mario. Gerente de producción de Formularios Standard. Entrevista Personal. Guatemala.