

## C A P I T U L O   I V

### METODOS    PROPUESTOS

#### Descripción

##### Métodos de Trabajo.

- Corte de Cable. Operación inicial del flujo de producción. No satisface los requerimientos de las operaciones sucesivas.

El Diagrama de Operaciones Actual muestra un tiempo de 0.117 hrs. para la colocación de 1I, y para su eliminación 0.070 hrs., es decir, 0.187 hrs. en total.

Estas identificaciones se utilizan con la finalidad de agilizar la operación de ensamblado. Se propone la eliminación de algunas de éstas identificaciones, cambiando el método de ensamblado.

- Operación de ensamblado. El aparato utilizado en la prueba eléctrica de esta operación, tiene un identificador de terminales, utilizado actualmente para retrabajos. Haciendo uso de este aparato y con la elaboración de un nuevo diagrama de ensamblado, es posible lograr la eliminación de 16 piezas de 1I, para el cable 1D.

Para el cable 2D, no es posible utilizar esta ventaja, ya que 1I, también es utilizado en otra parte del proceso. Sólo se pueden eliminar 2 piezas de 1I por cada grupo de 3 cables 2D, es decir 4 piezas 1I en total (el cable 2D esta formado por dos grupos de 3, su diferencia es la longitud y la numeración de 1I).

Para la aplicación de este nuevo procedimiento fué necesaria la colocación de una base de metal con un broche Baco, en la mesa de trabajo, conectando a dicha base, el identificador de terminales, de esta manera la operadora puede seleccionar rapidamente la terminal a ensamblar viendo el número que aparece en la pantalla del aparato de prueba eléctrica, al hacer contacto la terminal con el broche baco.

Fué, también necesaria la colocación de una base de metal, con ángulo de  $45^{\circ}$ , para elevar la pantalla del aparato de prueba eléctrica, y evitar la inclinación de la operadora.

Así se logró la eliminación de 20 piezas 1I y además la disminución de 0.154 hrs. en la operación de Corte de Cable.

Otro cambio propuesto para esta operación, es referente a la distribución, para eliminar traslados de material para ensamble. Dicha proposición se muestra en el Diagrama de Recorrido de Proceso, Método Propuesto (pag.43).

Además se hace un cambio en el Balanceo de Línea, con

el fin de distribuir equitativamente la carga de trabajo por operadora. Se asignan 2 operadoras para que realicen el ensamble, tanto del cable 1D como del cable 2D, en los conectores respectivos, anteriormente este ensamble se realizaba por separado y una tercera operadora efectuaba la unión.

- Entepado. Debido al inesperado crecimiento de la línea, no se contaba con la cantidad de acrilicos suficientes para satisfacer los nuevos requerimientos de producción, por lo que fué necesario la implementación de un nuevo método de enteipado.

Para enteipar el cable, éste último es colocado en un tablero que especifica las posiciones de 1H.

En éstos tableros se colocaron cubos de madera, de 2 pulg. de ancho, con el fin de crear una separación suficiente entre tablero y cable, para la introducción de el rollo de 1H, por la mano de la operadora, dar tres vueltas y cortarse con tijeras manuales.

Se logró la eliminación de los acrilicos y el ahorro de 0.070 hrs.

- Riveteado. El área de riveteado, surte a las tres líneas de producción, contando actualmente con dos máquinas riveteadoras operadas, cada una, por una operadora.

Un estudio detallado de esta operación, se lleva a cabo mediante la utilización del Diagrama Hombre-Máquina para método actual y propuesto, que se presentan en las siguientes páginas.

Básandonos en el Diagrama de Proceso Hombre-Máquina, método actual, existe la posibilidad de asignar a una operadora más. Además se utilizará una nueva herramienta para sostener cubiertas.

Se hace la aclaración, de que la presentación de las dos operadoras en el método propuesto, es con el fin de apreciar como la buena coordinación entre ambas produce una mejor utilización de la máquina riveteadora.

## DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

**OBJETO DEL DIAGRAMA :** RIVETEADO DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C.    **NUMERO DE PARTE :** 188-1  
**COMIENZO DEL DIAGRAMA :** INSPECCION DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C.    **DIAGRAMA DEL METODO :** ACTUAL  
**TERMINO DEL DIAGRAMA :** RETIRO DE CABLE DE MAQUINA    **HOJA 1 DE 2**

DESCRIPCION DE ELEMENTOS	OP.#1	MAQ.#1	
Inspección de cubiertas	0.002		T
Toma cable de charola 1	0.001		
Calentamiento de primera terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y aplicación de presión	0.004		
Calentamiento de segunda terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y aplicación de presión	0.004		
Calentamiento de tercera terminal	0.004	Tiempo Muerto	0.042
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y aplicación de presión	0.004		
Calentamiento de cuarta terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y aplicación de presión	0.004		
Colocación de terminales en máquina riveteadora	0.007		
Encendido de máquina	0.001	Carga	† 0.001
Presión de pedal con pie derecho para el riveteado de las cuatro terminales	0.031	Riveteado	0.031

# DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

**OBJETO DEL DIAGRAMA :** RIVETADO DE CUBIERTAS 1B, 2B, 1C, 2C.      **NUMERO DE PARTE :** 100-1  
**COMIENZO DEL DIAGRAMA :** INSPECCION DE CUBIERTAS 1B, 2B, 1C, 2C.      **DIAGRAMA DEL METODO :** ACTUAL  
**TERMINO DEL DIAGRAMA :** RETIRO DE CABLE DE MAQUINA      **HOJA 2 DE 2**

DESCRIPCION DE ELEMENTOS	OP. #1		MAQ. #1
Apagar máquina riveteadora	0.001	Tiempo Muerto	- 0.001
Retirar cable de máquina riveteadora	0.015	Descarga	0.015

### RESUMEN

Tiempo Muerto op./ciclo	0.000	
Tiempo de Trabajo de op./ciclo	0.898	
	0.898	
Tiempo Muerto maq./ciclo	0.043	
Tiempo de Trabajo maq./ciclo	0.847	
	0.898	

# DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

<b>OBJETO DEL DIAGRAMA :</b> RIVETEADO DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C. <b>COMIENZO DEL DIAGRAMA :</b> INSPECCION DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C. <b>TERMINO DEL DIAGRAMA :</b> COLOCACION DE CABLE EN MAQUINA	<b>NUMERO DE PARTE :</b> 188-1 <b>DIAGRAMA DEL METODO :</b> PROPUESTO <b>HOJA 1 DE 3</b>
---	--

DESCRIPCION DE ELEMENTOS	OP.#1	OP.#2	MAQ.#1
Inspección de cubiertas	0.002	T	T
Toma cable de charola 1	0.001		
Calentamiento de primera terminal cable #1	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Calentamiento de segunda terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Calentamiento de tercera terminal	0.004	Tiempo Muerto	Tiempo Muerto 0.835
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Calentamiento de cuarta terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Colocación de cable en charola 2	0.001	Toma cable de charola 2	
Inspección de cubiertas	0.002		
Calentamiento de primera terminal cable #2	0.004	Colocación de cable en Maq.	0.008
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004	Encender Maq.	
Calentamiento de segunda terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Calentamiento de tercera terminal	0.004	Presión de pedal con pie derecho	0.031
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004	Riveteado	0.831
Calentamiento de cuarta terminal	0.004		

## DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

OBJETO DEL DIAGRAMA : RIVETADO DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C.

NUMERO DE PARTE : 100-1

COMIENZO DEL DIAGRAMA : INSPECCION DE CUBIERTAS 1B;2B,1C,2C.

DIAGRAMA DEL METODO : PROPUESTO

TERMINO DEL DIAGRAMA : COLOCACION DE CABLE EN MAQUINA

HOJA 2 DE 3

DESCRIPCION DE ELEMENTOS	OP.#1	OP.#2	MAQ.#1
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Colocación de cable en charola 2	0.001 Riveteando	0.009 Riveteado	.009
Inspección de cubiertas	0.002		
Calentamiento de primera terminal cable #3	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004 Retiro de cable	0.014 Descarga	0.014
Calentamiento de segunda terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004 Colocación en charola 3 Toma cable de charola 2	0.001 Tiempo muerto	0.001
Calentamiento de tercera terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004 Colocación de cable en Maq.	0.007 Carga	0.007
Calentamiento de cuarta terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Colocación de cable en charola 2	0.001		
Inspección de cubiertas	0.002		
Calentamiento de primera terminal cable #4	0.004 Presión de pedal con pie derecho	0.031 Riveteado	0.031
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Calentamiento de segunda terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1B,2B, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004		
Calentamiento de tercera terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004 Retiro de cable	0.004 Descarga	0.004



## DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE-MAQUINA

OBJETO DEL DIAGRAMA : RIVETADO DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C.	NUMERO DE PARTE : 100-1
COMIENZO DEL DIAGRAMA : INSPECCION DE CUBIERTAS 1B,2B,1C,2C.	DIAGRAMA DEL METODO : PROPUESTO
TERMINO DEL DIAGRAMA : COLOCACION DE CABLE EN MAQUINA	HOJA 3 DE 3

DESCRIPCION DE ELEMENTOS	OP.#1	OP.#2	MAQ.#1
Calentamiento de cuarta terminal	0.004		
Colocación de cubiertas 1C,2C, insp. y sostenedor para cubiertas	0.004	0.010	0.010
Colocación de cable en charola 2	0.001		
Inspección de cubiertas	0.002	0.001	0.001
Calentamiento de primera terminal cable #5	0.004	0.001	
		0.007	Carga

### RESUMEN

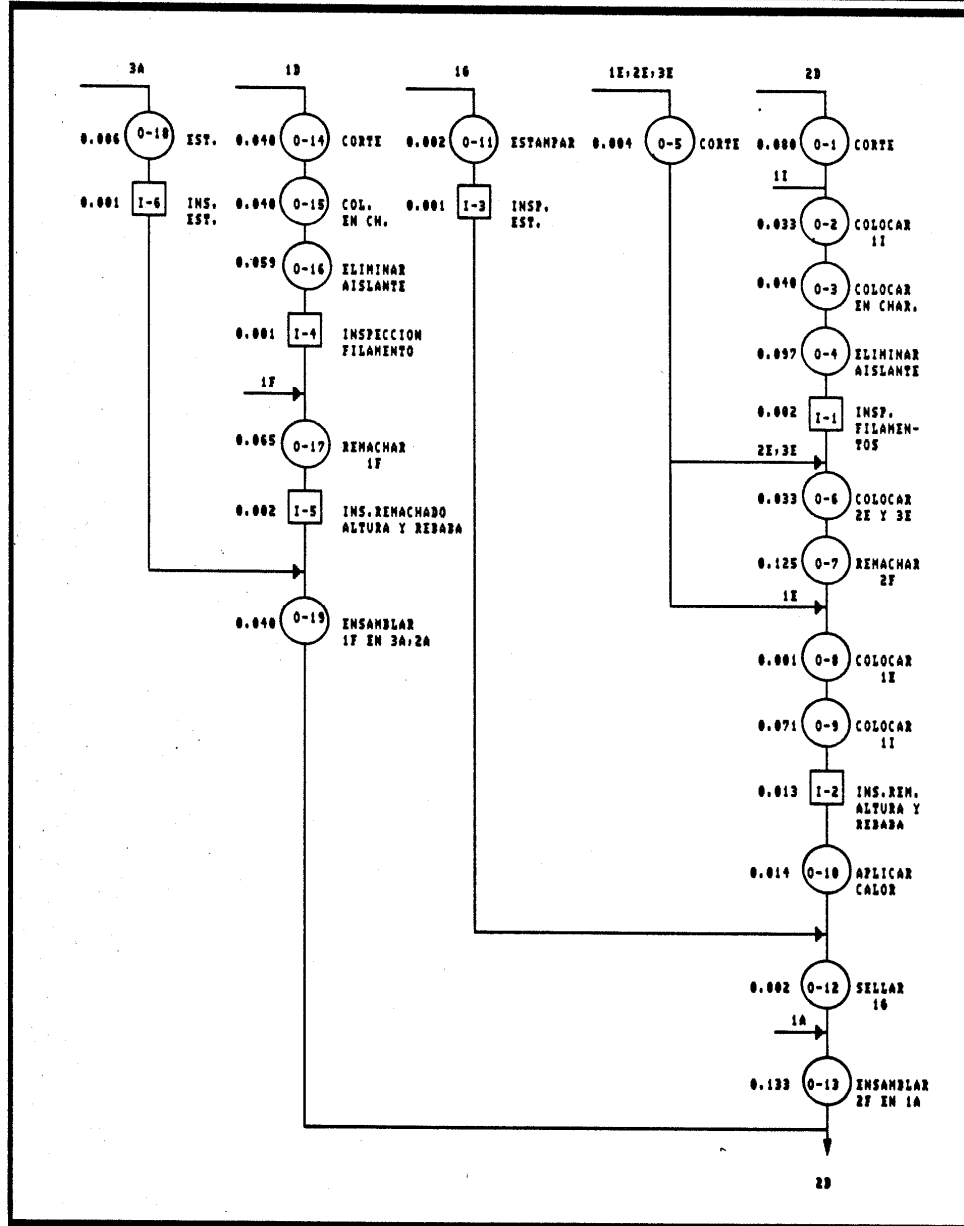
Tiempo Muerto op.1/ciclo	0.000	Tiempo Muerto op.2/ciclo	0.000
Tiempo de Trabajo op.1/ciclo	0.854	Tiempo de Trabajo op.2/ciclo	0.854
	<u>0.854</u>		<u>0.854</u>
Tiempo Muerto Maq./ciclo	0.001		
Tiempo de Trabajo Maq./ciclo	0.853		
	<u>0.854</u>		

Con los cambios efectuados en las anteriores operaciones, y tomando en cuenta que la operación de soldadura fué eliminada por un cambio de ingeniería; se modificó el Diagrama de Operaciones de Proceso de la siguiente manera.

## DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES

**OBJETO DEL DIAGRAMA:** ENSAMBLE DE CABLE  
**DEPARTAMENTO:** PRODUCCION  
**PRODUCTO Y NUMERO DE PARTE:** TWIN-AX 188-1

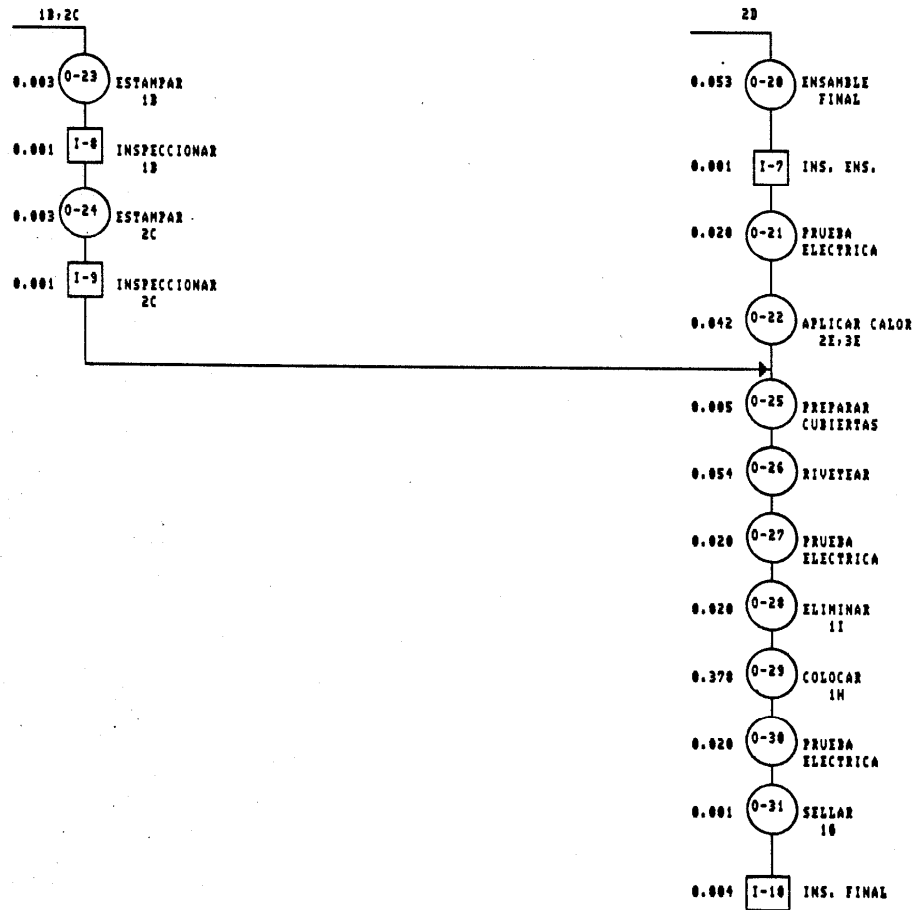
**HECHO POR:** MARIA ELENA ANAYA PEREZ  
**EMPRESA :** A.N.P.  
**DIAGRAMA DE METODO:** PROPUESTO  
**HOJA 1 DE 2**



## DIAGRAMA DE PROCESO DE OPERACIONES

**OBJETO DEL DIAGRAMA:** ENSAMBLE DE CABLE  
**DEPARTAMENTO:** PRODUCCION  
**PRODUCTO Y NUMERO DE PARTE:** TWIN-AX 100-1

**HECHO POR:** MARIA ELENA AMAYA PEREZ  
**EMPRESA :** A.M.P.  
**DIAGRAMA DE METODO:** PROPUESTO  
**HOJA 2 DE 2**



### RESUMEN

EVENTOS	NUMERO	TIEMPO EN HRS.
OPERACIONES	31	1.605
INSPECCIONES	10	0.023
<b>TOTAL</b>		<b>1.638</b>

Distribución de Proceso

Balaceo de Línea. Mediante la técnica de Balanceo de Línea (Equilibrado de Líneas, Bibliografía 6), es posible minimizar las estaciones de producción dado un ciclo de tiempo o bien, minimizar un ciclo de tiempo (maximizar la tasa de producción) dado el número de estaciones.

En este caso, ya se ha disminuido el tiempo de ciclo, como se presentó en el Diagrama de Proceso de Operaciones Propuesto; por lo que a continuación se presenta una reasignación de operaciones para operadoras( no se incluye área de riveteado ni estampado).

DATOS:

P= Producción diaria deseada = 75 piezas

N= Número de operarias = ?

TE= Tiempo estándar total por pieza = 1.397 hrs.

Ef= Eficiencia = 0.95

TEP= Sumatoria del Tiempo Estándar Permitido = ?

$$\text{TEP} = \frac{\text{TE}}{\text{Ef}} = \frac{1.39}{0.95} = 1.47 \text{ hr}$$

así,

$$N = \frac{P}{\text{hr/día}} \times \text{TEP} = \frac{75}{9.6} \times 1.47 = 11.40 = 12 \text{ ops.}$$

Es decir: 9.6 hrs./75 pzas. = 0.128 hrs./pza.

## BALANCEO DE LINEA PROPUESTO

Operaciones (Grupo)	Hrs.Est.	Hrs.Est. ----- hrs/pza.	Num.Ops.
(1) O-1,O-2,O-3, O-14,O-15	0.233	1.82	2
(2) O-4,I-1,O-6,O-5	0.106	0.83	1
(3) O-7,O-8	0.126	0.98	1
(4) I-2,O-9,O-10,O-12	0.100	0.78	1
(5) O-13,O-19,O-20, O-21,I-8	0.216	1.69	2
(6) O-16,I-4,O-17,I-5,	0.127	0.99	1
(7) O-22,O-25,O-27, O-28,O-30,O-31 I-10	0.113	0.88	1
(8) O-29	0.378	2.95	3

Determinación de la operación más lenta, mediante la división de las horas estándar para cada uno de los ocho grupos de operaciones, entre el número estimado de operarias.

Grupo de Operaciones	Hrs.Est./Ops.
1	0.233/2 = 0.1165
2	0.106/1 = 0.106
3	0.126/1 = 0.126
4	0.100/1 = 0.100
5	0.216/2 = 0.108
6	0.127/1 = 0.127
7	0.113/1 = 0.113
8	0.378/3 = 0.126

Con el análisis anterior, el grupo de operaciones 6 es el que determina la producción, ya que es el más lento.

Es decir:

$$\frac{1 \text{ op.} \times 9.6 \text{ hrs.}}{0.127 \text{ pza/hr.op.}} = 75.6 \text{ piezas diarias}$$

12 operadoras trabajando 9.6 hrs/día y con una Eficiencia del 95%, podrán obtener el estándar establecido de 75 piezas diarias.

Con lo anterior, podemos darnos cuenta que una diferente secuencia en el proceso, provoca resultados más favorables.

### Flujo de material

Debido a que existe un número indefinido de lote, se estableció el tamaño de lote  $N=10$ . Este tamaño se considera apropiado, pues el material es transportado en charolas, y la cantidad establecida puede ser perfectamente acomodada en cada una de ellas.

Una vez establecido el tamaño de lote, se elaboraron identificaciones de diferentes colores asignados a cada uno de los 10 diferentes números de parte, para así poder detectar de una manera rápida en que parte del proceso se encuentra cada orden de trabajo.

Por otro lado, en el área de riveteado tampoco se contaba con un procedimiento de operación, y por lo tanto no se seguía un orden para las piezas que esperaban ser riveteadas, provocando el paro de las líneas de producción, en algunos casos, por falta de material riveteado. Para eliminar lo anterior se estableció una secuencia de Primeras Entradas-Primeras Salidas y siempre respetándose el lote  $N=10$ ; además, para poder respetar el tamaño de lote establecido, cuando aparece un cable con defecto, es retrabajado en ese mismo momento y colocado de nuevo en la misma charola, eliminándose acumulamientos de cables para retrabajos.



### Distribución Física

Frente a la necesidad de disminuir el área de Distribución Física de esta línea, todos los cambios ya mencionados ayudaron a que ésto fuera posible. La Distribución Propuesta se muestra en el Diagrama de Recorrido de Proceso, Método Propuesto.

### Coordinación con otros Departamentos

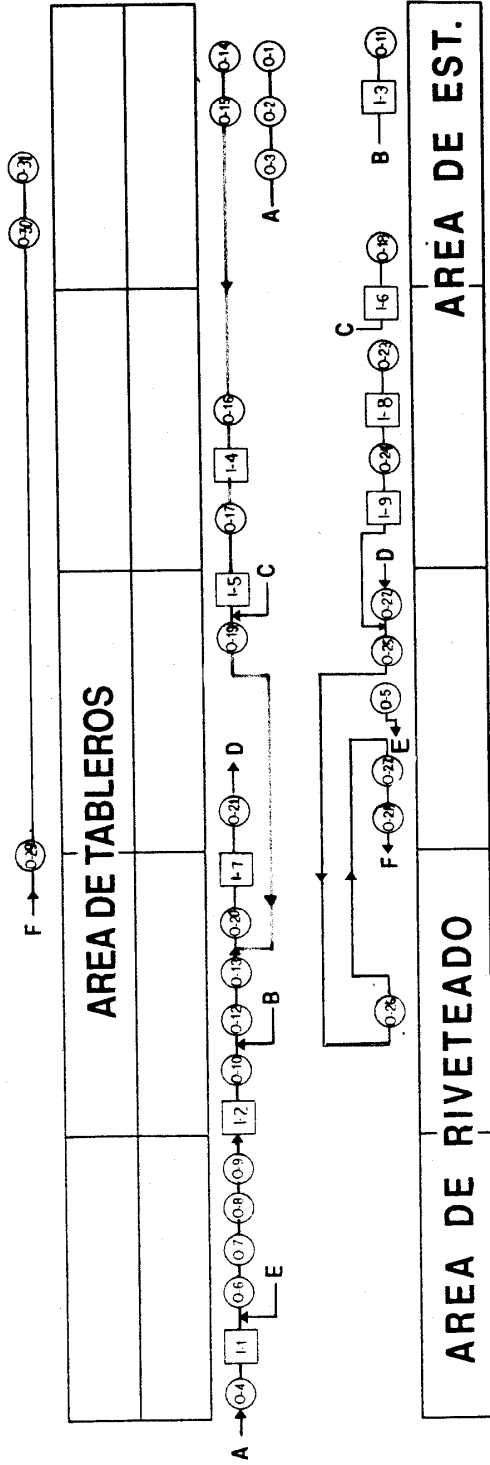
#### Control de Producción y Almacén de Materia Prima.

El principal problema de baja calidad que existía en la línea era el de estampado borroso o estampado fresco, provocado por la insuficiencia de material en el área de estampado (cabe recordar que es necesario un tiempo de curado de 72 hrs.).

Para solucionar lo anterior se llevó a cabo una junta con el departamento de Control de Producción y el departamento de Materiales para exponer el problema. Por su parte, el departamento de Control de Producción aceptó autorizar que las órdenes salieran a piso con la anticipación necesaria (1 1/2 días) para su respectivo estampado. Esto se llevaría a cabo mediante la elaboración de un programa semanal de requerimientos por Número de Parte y que junto con su entrega, se añadirían las requisiciones de salida de material ya autorizadas, evitándose vueltas innecesarias por parte del Supervisor de Producción a dicho departamento.

### DIAGRAMA DE RECORRIDO

OBJETO DEL DIAGRAMA: ENSAMBLE DE CABLE  
HECHO POR: MA. ELENA ANAYA PEREZ  
DEPARTAMENTO: PRODUCCION  
EMPRESA: A.M.P  
TIPO DE CABLE: TWIN-AX  
DIAGRAMA DE METODO: PROPUESTO  
NUMERO DE PARTE: 100-1  
HOJA 1 DE 1



Por su parte, el departamento de materiales se comprometió a entregar de una manera rápida las requisiciones de material y a su vez elaboró una nueva forma de entrega de material, en la cual ya se encuentran impresos el número de parte de cada componente, su descripción y la cantidad necesaria por pieza, haciéndose con esto, más fácil y rápido el llenado de dicha forma.

Los resultados obtenidos en estas operaciones fueron: La disminución al 2% el problema de estampado.

Control de Calidad. Una junta, también fué efectuada con el departamento de Control de Calidad. Esto fué con la finalidad de que se empezara a hacer una inspección en proceso cada hora y que si existía alguna operación con dificultades se daría aviso de inmediato a Jefa de Línea o a Supervisor de Producción.

El logro obtenido fué satisfactorio; además, el departamento de Control de Calidad se organizó para llevar a cabo una certificación de piezas en el área de estampado con el fin de disminuir los problemas de estampados equivocados. Elaboraron una forma para la especificación de número de parte, tipo de estampado y sello de certificación.

### Mano de Obra

Motivación de Personal. Como se explicó en el Capítulo II, se percibían, en el ambiente de trabajo, sentimientos de insatisfacción debido a que algunas operadoras pensaban que trabajaban más que otras, por un mismo sueldo.

Según la Teoría de la equidad, los empleados, al considerar la desigualdad o la equidad que pueda existir entre ellos y los demás, realizan una operación aritmética, comparan la suma total de su aporte y el consiguiente resultado con la suma de lo que aportan y producen los demás. En la ecuación de la equidad, los aportes son la educación, la inteligencia, la experiencia, la capacitación, la destreza, los años de trabajo, el esfuerzo y los riesgos que se corren. El resultado se manifiesta a través de las recompensas, tales como salarios, la naturaleza del trabajo, la calidad de la supervisión, los beneficios, la posición, el poder y el respeto. Por lo anterior la equidad constituye una motivación para la persona. La equidad es motivo de satisfacción mientras que la desigualdad no lo es.

Tomando como base lo anterior, fué posible desarrollar algunos de los elementos de la ecuación como la inteligencia del operario, capacitarlo mediante un reentrenamiento, calificar su destreza; además por otro lado mejorar la calidad de supervisión, algunos beneficios (préstamos, bonos de despensa) , el respeto.

El Balanceo de Línea Propuesto originó una satisfacción y equilibrio en las operadoras, pues con los nuevos métodos de trabajo, se distribuyó de una manera proporcional la carga de trabajo para cada una de las operadoras.

Actitudes. Con un reentrenamiento a todas y cada una de las operadoras, se fueron descubriendo habilidades que ni ellas mismas sabían que las tenían, además se conoció mejor su forma de ser, ayudando ésto a mejorar las relaciones Operadora-Jefa de Línea-Supervisor.

#### Implementación

Involucración. El éxito de un programa de productividad (Work in America Institute 1984) reside en comenzar poco a poco, lograr que se inicie el programa y se apoye constantemente, por el alto ejecutivo; lograr la participación de todos y proporcionar retroalimentación sobre los resultados.

Para que este programa de productividad tuviera éxito, fué necesario desarrollar una actitud positiva hacia la productividad, haciendo hincapié en la necesidad de aumentar la producción.

El paso inicial para la implementación de las propuestas realizadas, fué un reentrenamiento de cada una de las operadoras en la operación correspondiente.

Dicho reentrenamiento incluyó juntas con todas las operadoras, en las cuales se pretendía lograr su participación y con ello que se sintieran más involucradas. En estas juntas ellas expresaron como se sentían ante el trabajo y de que manera podían mejorar su actividad. Hubo mucho entusiasmo de su parte.

Otra herramienta utilizada, fué la colocación de un pizarrón a la vista, en el cual se registra la producción diaria. Si la producción es menor del estándar establecido, el número se coloca con color "Rojo", de esta manera todos los involucrados (incluyendo operadoras) tratan de resolver rápidamente cualquier problema que se presenta.

Como parte del reentrenamiento, fué necesario cambiar de operación a algunas personas, presentándose así resistencia a esos cambios por parte de algunas de ellas, pero estas situaciones se fueron resolviendo conforme la línea maduraba.