

881217
19
24



UNIVERSIDAD ANAHUAC

VINCE IN BONO MALUM

ESCUELA DE INGENIERIA

CON ESTUDIOS INCORPORADOS A LA UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

**APLICACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA
OPTIMIZACION DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA
PLANTA RENOVADORA DE LLANTAS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO MECANICO ELECTRICO
(AREA INDUSTRIAL)**

P R E S E N T A :

JOSE MANUEL PEREZ ROLON

MEXICO, D. F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

JULIO DE 1988



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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 esta 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.

APLICACION DE LA INGENIERIA INDUSTRIAL EN LA OPTIMIZACION
DEL PROCESO PRODUCTIVO DE UNA PLANTA RENOVADORA DE LLANTAS.

I. INTRODUCCION

| | |
|------------------|---|
| 1.1 Antecedentes | 1 |
| 1.2 Objetivos | 1 |
| 1.3 Alcances | 2 |

II. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS Y SU APLICACION

| | |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| 2.1 Descripcion de los diferentes sistemas para renovar llantas. | 3 |
| 2.2 Ventajas y desventajas de cada uno de los diferentes sistemas. | 13 |

III. BASES TEORICAS A UTILIZAR

| | |
|----------------------------|----|
| 3.1 Que es productividad ? | 15 |
| 3.2 Estudio de tiempos | 16 |
| 3.3 Estudio de Metodos | 23 |

III. BASES TEORICAS A UTILIZAR (Continuacion)

Diferentes Sistemas de Remuneracion del Trabajo

| | |
|----------------------------------|----|
| 3.1 Planes economicos directos | 34 |
| 3.2 Planes economicos indirectos | 44 |
| 3.3 Planes no economicos | 45 |

IV. DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA

| | |
|------------------------------------------------|----|
| 4.1 Distribucion de planta | 47 |
| 4.2 Fuerza de Trabajo | 47 |
| 4.3 Maquinaria | 48 |
| 4.4 Capacidades de produccion por departamento | 49 |
| 4.5 Produccion promedio los ultimos dos meses | 52 |
| 4.6 Deficiencias observadas por departamento | 53 |
| 4.7 Deficiencias observadas en general | 56 |

V. ESTUDIO DE SOLUCIONES

| | |
|----------------------------|----|
| 5.1 Estudio de Metodos | 58 |
| 5.2 Estudio de Tiempos | 67 |
| 5.3 Estudio de Capacidades | 73 |

VI. APLICACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

- 6.1 Control de Mano de Obra
- 6.2 Control de la Produccion

75
83

VII. CONCLUSION

CAPITULO 1

INTRODUCCION

1. INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

La situación actual de la industria de la renovación de llantas en México es muy deficiente en lo que respecta a sus procesos de producción, teniendo con esto trabajos de mala calidad, baja eficiencia en sus procesos productivos además de elevados costos de operación.

Esto se debe principalmente a que la mayoría de los talleres de renovado han sido trabajados por gente que empezó con talleres pequeños de reparación de llantas y crecieron desordenadamente. Es gente, por lo general, sin preparación lo que genera problemas de desorganización en producción, en calidad, en manejo de materiales e inventarios.

1.2 Objetivos

Los objetivos de este estudio son :

- Buscar una solución inmediata a la situación actual de una planta renovadora de llantas específica ya que sus procesos productivos, en general, son verdaderamente deficientes.
- Promover una mejor utilización de la capacidad de la planta evitando con esto la pérdida de ventas.

- Implantar nuevos métodos en los procesos productivos para mejorar la eficiencia de la planta.

- Realizar una mejor distribución del personal para evitar tiempos muertos y aumentar la productividad.

1.3 Alcances

Considerando todo esto, este estudio pretende contribuir con dicha industria a resolver algunos de sus problemas mediante la aplicación de los resultados aquí obtenidos.

Este estudio puede servir como un manual de técnicas para incrementar la productividad en la industria de la renovación de llantas ya que considerara problemas específicos y propondrá soluciones a los mismos, permitiendo reducir costos y aumentar la calidad en sus trabajos adquiriendo con esto una mayor competitividad en el mercado.

Este estudio será realizado mediante la aplicación de técnicas y estudios de Ingeniería Industrial tales como: los estudios de tiempos y movimientos, los estudios de métodos, etc.; analizando los diferentes sistemas de remuneración del trabajo existentes para poder determinar el mas conveniente para esta industria.

CAPITULO 11

DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS Y SU APLICACION

II. DESCRIPCION DE LOS SISTEMAS Y SU APLICACION

2.1 Descripción del proceso productivo para cada uno de los diferentes sistemas para renovar llantas.

Una llanta lista para renovarse, mejor conocida como casco, consta de tres partes principales: las cejas, las paredes laterales y los tejidos utilizados en la llanta original. La ceja es la parte que fija la llanta al rin; la pared lateral es una capa protectora de un compuesto que cubre la estructura de la llanta. Esta capa esta hecha de cuerdas diseñadas y combinadas para lograr un producto unificado capaz de dar el servicio para el que se ideó. En la figura 2.1 se muestran las partes principales de una llanta.

A lo largo de los años se han utilizado gran número de materiales para las cuerdas de los neumáticos, y sin duda el futuro traera' muchos mas. La cuerda inicialmente es hecha de algodón, material que hoy resulta anticuado y ha sido reemplazado por rayón, nylon, polyester, fibra de vidrio y acero.

Existen básicamente dos sistemas para la renovación de llantas: el sistema en caliente y el sistema en frío o precurado. Los dos sistemas son exactamente iguales en cuanto a proceso, excepto en su parte final de armado, en la que intervienen diferentes materias primas; y en la de cocimiento, en la que se utilizan diferentes métodos.

FIGURA 2.1

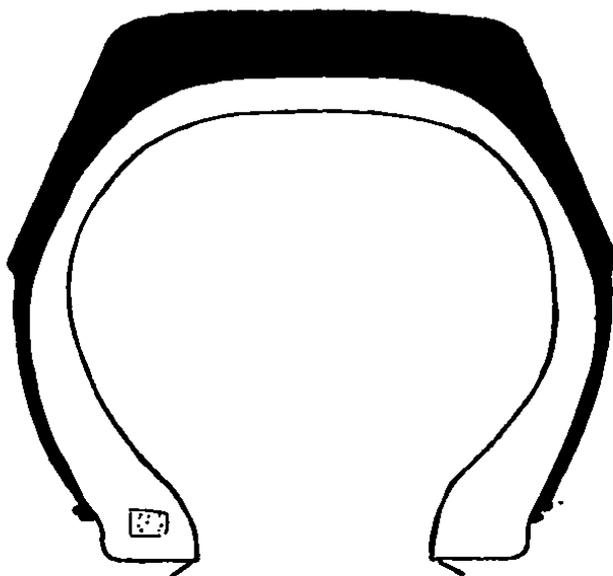
CORTE TRANSVERSAL DE UNA LLANTA

PISO DE LA LLANTA

PARED LATERAL
SUPERIOR

PARED LATERAL
INFERIOR

CEJA



Dentro del sistema caliente existen dos tipos: el de tira y el de banda. Entre estos dos sistemas las únicas diferencias son las materias primas y la forma de aplicarlas.

El sistema de banda consiste en una banda cruda de ciertas dimensiones la cual tiene adherida por uno de sus lados una película de un hule distinto al del resto de la banda, el cual tiene como característica primordial una gran adhesividad, la cual hará que la banda pegue a la llanta que se va a renovar. Antes de aplicar la banda, la llanta debe haber sido raspada para eliminar cualquier residuo del piso anterior. Posteriormente se le aplica una capa de cemento el cual aumentará la adhesividad y refrescará la llanta manteniéndola limpia de impurezas. Una vez que se ha pegado la banda a la llanta se procede a la vulcanización dentro de un molde o matriz.

La forma de aplicar la banda en el sistema de tira es mediante una extrusora en frío la cual aplica el hule a la llanta de acuerdo a un programa elaborado según la medida de la llanta.

En el sistema en frío, la banda con la que se renueva la llanta es vulcanizada en una prensa a mayor presión (por el mismo fabricante) que en los sistemas calientes y posteriormente se pega a la llanta junto con una película de hule de mayor adhesión, cocindiéndose después en autoclave.

El Tire Retread Insitute (TRI) establece 7 puntos principales a lo largo del proceso para lograr un renovado correcto. Estos puntos son :

2.1.1. INSPECCION INICIAL

El TRI sostiene que el punto más crítico de la renovación es la inspección del casco a renovar. La selección de este se efectúa mediante una cuidadosa y exhaustiva inspección, tanto interna como externa. Para esta inspección se requiere de un inspeccionador (máquina utilizada para inspeccionar las llantas por dentro y por fuera utilizada unicamente en la industria de la renovación), de suficiente luz y de algunas herramientas manuales tales como pinzas largas, crayon marcador, un flexometro y cuchillas afiladas.

Para la inspección externa el casco debe estar seco y razonablemente limpio y exento de polvo, lodo o sustancias extrañas que pudieran impedir una buena inspección. Se coloca el casco en el inspeccionador bajo buena luz, para permitir el examen de todo el piso, hombros y paredes laterales.

Una vez que el casco ha aprobado la inspección externa esta listo para someterse a la inspección interna. El inspeccionador, de preferencia eléctrico, debe separar las cejas lo suficiente para garantizar un examen completo del interior del casco.

2.1.2. RASPADO

Los objetivos fundamentales de la operación de raspado son:

1. Eliminar la superficie del piso desgastado y oxidada, así como todo dibujo anterior del piso.
2. Proporcionar una textura satisfactoria tan suave como el "terciopelo" para la óptima adhesión del nuevo piso.
3. Producir la forma o conformación correcta con las dimensiones adecuadas para proporcionar un ajuste exacto en la matriz.

La operación de raspado es la base de una llanta renovada y deben emplearse todos los medios disponibles para garantizar la pericia adecuada en esta operación. Existen diferentes tipos de raspadores que se pueden utilizar dependiendo del tipo de casco. En esta máquina se monta la llanta y se hace girar en contrasentido con una superficie que tiene 20 filas de "cardas" aproximadamente, las cuales retiran del casco el piso desgastado.

Además, se debe contar con un buen sistema de extracción de polvos para evitar que el polvo y el humo generado por el raspador dañen la salud del operador.

Es indispensable proporcionar al operador del raspador los datos y especificaciones de todos los tamaños de matrices y diseños con que cuente la planta para que, al medir el piso raspado, pueda determinar que tamaño de banda

se va a aplicar así como, en que matriz se debe cocer dicha llanta.

Después de que la llanta ha sido raspada y antes de seguir adelante, hay que completar aquellas reparaciones que requiera el casco. A este proceso se le llama saneado del casco.

2.1.3. CEMENTACION

Los cementos se utilizan para dar mayor capacidad adhesiva al hule nuevo que irá sobre el piso. Las fallas en la renovación pueden ser causadas por la aplicación de una base de cemento de mala calidad. Es sumamente importante que esta base se aplique correctamente.

Básicamente se utilizan dos tipos de cemento para la renovación:

1. El tipo "ligero", que es aplicado por aspersión; y
2. el tipo "pesado", que es aplicado con llucha.

Para la aplicación del cemento tipo "Ligero" se debe contar con una buena ventilación y deben tomarse precauciones contra incendios.

Las llantas que van a cementarse por aspersión deben girar en una máquina eléctrica la cual sostiene a la misma por su parte interna evitando, con esto, el contacto con el area raspada. Dicha máquina junto con la pistola de aspersión se denominan "Cementadora".

Para la aplicación del cemento tipo "pesado" únicamente se necesita que este bien mezclado para que la dispersión de los sólidos sea uniforme. Este se aplica con una brocha sobre todo el piso raspado procurando aplicarlo de manera uniforme.

Otra función del cemento es la de refrescar el piso y liberarlo de impurezas que hayan quedado después del raspado.

2.1.4. ARMADO

La calibración del hule de renovación debe ser precisa y el piso debe estar centrado sobre el neumático. No debe haber contaminación del empalme o de la superficie raspada. Antes de colocar el hule nuevo se debe realizar un examen preliminar en el cual se verifica que la cubierta cementada este seca. El tiempo normal de secado para un cemento de buena calidad es de 15 a 30 minutos. Así mismo, la cubierta raspada debe estar absolutamente limpia y exenta de materiales ajenos.

El hule de piso extruido, amortiguado y protegido por una película, enviado por un fabricante, se llama normalmente "hule de piso calibrado", para distinguirlo de las tiras o láminas para utilizarse en un extruidor en frío, estas tiras son las que componen el sistema de renovado "TIRA", y el hule de piso calibrado, el sistema de renovado

"BANDA", ambos sistemas se denominan, como ya se dijo, de renovación en caliente.

Para llenar el vacío entre el piso del casco y la matriz en el momento de la vulcanización se requiere un volumen específico de hule de piso el cual está determinado por el calibre de la banda. Las tres dimensiones principales que tiene una banda que determinan dicho calibre son: corona, base y espesor. Hace mucho tiempo la industria adoptó una clave sencilla de medición explicada en el diagrama.

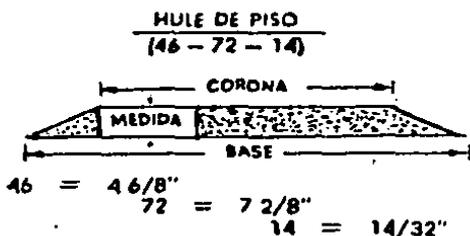


FIGURA 2.2 Dimensiones principales de una banda.

Para la aplicación del hule de piso sobre el casco cementado se necesita una máquina armadora llamada "armador o sticher" en la cual se coloca el casco cementado, por un lado, y un rollo de hule de piso del calibre correcto previamente establecido, por otro; este armador hace girar el casco y le va aplicando la banda.

Los principios básicos para armar una renovación con hule de piso utilizando el sistema de "tira" son los mismos que los envueltos cuando el material es hecho por un fabricante que produce material calibrado.

Se consiguen dos tipos fundamentales de extruidor. El primero extruye una tira relativamente delgada y estrecha que se envuelve mecánicamente en el piso previamente preparado. Goza de amplia aceptación para renovación de llantas para vehículos de pasajeros y de carga tanto por talleres grandes como pequeños.

El segundo tipo extruye una banda de material calibrado y de ancho total, semejante de aspecto al material calibrado convencional enviado en paquetes. Esta banda se estruye a través de un dado de aluminio el cual tiene las dimensiones de base, corona y espesor deseados.

Ambos tipos utilizan un gusano en un tubo o cañón para forzar el material a través de una abertura. El material se alimenta a las máquinas como una cinta continua o tira, de ahí que este sistema se denomine de "TIRA".

2.1.5. VULCANIZADO O COCIDO

Renovación en caliente.

Para una buena vulcanización es necesaria una buena selección de rines y de bolsas de cocimiento. Para la determinación del rin adecuado es necesario conocer las tres

dimensiones en las que se codifican los rines, estas dimensiones son el diámetro del rin, el ancho y la altura de la pestaña. La bolsa de cocimiento esta especificada por el fabricante para ajustar con el rin y el neumático.

La presión, la temperatura y el tiempo están inseparablemente ligados para la vulcanización correcta de la renovación. Son esenciales el conocimiento y la aplicación correcta de los tres elementos. Ninguno de estos debe pasarse por alto.

Una vez que se tienen todos estos elementos determinados se procede a armar el casco ya con el hule nuevo sobre el rin y la matriz en la cual se vulcanizará. A esta matriz se le aplica la temperatura y la presión adecuadas y se deja vulcanizar un cierto tiempo dependiendo del espesor del hule nuevo crudo que se quiere cocer.

Renovación en frío.

Básicamente se utiliza un compuesto para piso que se prepara específicamente para el proceso. Este compuesto se vulcaniza en una gran prensa del tipo de fondo plano que produce un material acabado y cocido en gran diversidad de tamaños y dibujos. El área básica de la banda de piso vulcanizada se raspa y se manda al taller de renovación. El fabricante del piso también proporciona una capa de goma adhesiva especial para aplicarse al casco para soldar la

capa prevulcanizada en su lugar durante el cocido, esta capa de goma se llama comunmente "cojín".

La inspección, raspado, armado y reparación de los cascos siguen los mismos procedimientos estandar básicos. La adhesión del piso al neumático se logra en un recipiente de presión o tacle con una cámara en el neumático después de que este se ha montado en un rin del ancho correcto y del mismo ancho que el utilizado en el raspado y en servicio.

El exterior del neumático se encierra completamente con una envoltura que aísla el neumático de la fuente externa de calor a presión (aire o vapor) y permite que se extraiga todo el aire entre el neumático y la envoltura. Estas envolturas se denominan "envelopes" ya que son de importación.

2.1.6. INSPECCION FINAL

El paso final en la producción de una renovación de calidad es asegurarse de que solo se le entreguen al cliente neumáticos que cumplan con normas de alta calidad. Si hay defectos, condición esponjosa o porosa del piso, separación, etc., deben encontrarse y el neumático debiera rechazarse. Esto solo puede hacerse colubando el neumático en un inspeccionador e inspeccionarlo nuevamente por dentro y por fuera. Esta inspección final se realiza cuando la renovación esta todavía caliente.

2.2 Ventajas y desventajas de cada uno de los diferentes sistemas .

El renovado de banda, conocido también como "camel back", es el mas antiguo de todos, por lo tanto es el más común entre los renovadores, pero presenta una desventaja muy importante en relación con el renovado de tira, el exceso de inventarios en hule debido a la cantidad de medidas de llantas que existen, ya que, como ya se explicó, para cada medida de llanta es necesaria una medida particular de hule de banda, lo que no sucede en el sistema de tira ya que solamente se necesita un solo hule crudo en tira para alimentar la extrusora y ahí recubrir cualquier tipo y medida de llanta.

La desventaja que presenta el sistema de tira es que por su baja viscosidad tiende a dar un menor rendimiento durante su vida de trabajo.

El sistema en frío o precurado es el mas moderno y debido a su proceso de fabricación es el que ofrece mayor rendimiento en el kilometraje de la llanta. En este sistema existen grandes ventajas en cuanto a maquinaria ya que no se requieren moldes, todas las llantas se cuecen en una sola olla; se pueden escoger varios tipos de diseños en la banda, se puede seleccionar también el espesor del recubrimiento y así controlar mejor el rendimiento del renovado, es más versátil. La única desventaja que presenta este sistema es

que por su mismo proceso de fabricación, maquinaria y material es mucho mas costoso para el transportista que los otros sistemas.

CAPITULO III

BASES TEORICAS A UTILIZAR

III. BASES TEORICAS A UTILIZAR

3.1 Que es productividad ?

La productividad se define como la relación que existe entre los insumos y los productos de un sistema productivo. A menudo es conveniente medir esta relación como de la producción entre los insumos.

El único camino para que una compañía pueda crecer y aumentar su rentabilidad o sus utilidades, es aumentando su productividad. Y el instrumento fundamental que origina una mayor productividad es la utilización de métodos, el estudio de tiempos y un sistema de pago de salarios. Se debe comprender claramente que en todos los aspectos de una compañía son áreas fértiles para la aplicación de métodos, estudio de tiempos y sistemas adecuados de pago de salarios.

Con mucha frecuencia, solo se considera la función de producción cuando se aplican métodos, normas o estandares y sistemas de pago de salarios. Así como es importante la función de producción, se debe recordar que otros aspectos de la empresa tambien contribuyen sustancialmente al costo de operación y son areas igualmente válidas para la aplicación de técnicas de mejoramiento de los costos.

Es el sistema de producción de una industria el que puede considerarse como el corazón de la misma, y si la actividad de esta se interrumpiese, toda la empresa dejaría

de ser productiva. Por esta razón, es aquí en donde la ingeniería de métodos tiene su mayor aplicación ya que esta tiene como principal objetivo la combinación del costo más bajo posible de la producción con la máxima satisfacción de los empleados optimizando con esto la productividad de la compañía.

3.2 Estudio de tiempos

Esta actividad implica la técnica de establecer un estandar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

El analista de estudio de tiempos tiene varias técnicas que se emplean para establecer un estandar; el estudio cronométrico de tiempos, datos estándares, datos de los movimientos fundamentales, muestreo del trabajo y estimaciones basadas en datos históricos. Cada una de estas técnicas tiene una aplicación en ciertas condiciones. El analista de tiempos debe saber cuando es mejor utilizar una cierta técnica y llevar a cabo su utilización juiciosa y correctamente.

Existe una estrecha asociación entre las funciones del analista de tiempos y del ingeniero de métodos. Aunque difieren los objetivos de los dos, un buen analista del estudio de tiempos es un buen ingeniero de métodos, puesto

que su preparacion tiene a la ingeniería de métodos como componente basico.

Para cerciorarse de que un meto. que se prescribe es el mejor, el tecnico especialista en estudio de tiempos con frecuencia asume el papel de un técnico analista de métodos. En industrias pequeñas estas dos actividades suelen ser desempeñadas por la misma persona. Observese que el establecer valores de tiempos es un paso en el procedimiento sistemático de desarrollar nuevos centros de trabajo y mejorar los métodos existentes en centros de trabajo actuales.

Los procedimientos del estudio de tiempos son los unicos metodos conocidos que pueden proporcionar información razonablemente exacta acerca de estandares de tiempos, esenciales para toda operación eficiente y provechosa de industrias y otras actividades. Para asegurar los resultados mas ventajosos de la utilización del estudio de tiempos, el analista debe contar con la cabal colaboración del supervisor, el representante sindical, el operario y la dirección o gerencia generales de la compañía.

El estudio de tiempos es una de las formas de trabajo más importantes y exigentes en cualquier empresa u organización industrial, comercial o gubernamental. Ofrece notables beneficios a los trabajadores, a las empresas y al

público en general, cuando se utiliza inteligentemente y su valor es cabalmente comprendido por los interesados.

El equipo mínimo que se requiere para llevar a cabo un programa de estudio de tiempos comprende :

- a) un cronómetro
- b) un tablero o paleta para estudio de tiempos
- c) formas impresas para estudio de tiempos
- d) calculadora de bolsillo

Para facilitar la medición, la operación se divide en grupos de movimientos conocidos por "elementos". A fin de descomponer la operación en sus elementos, el analista debe observar al trabajador durante varios ciclos. Sin embargo, si el ciclo es relativamente largo (más de 30 minutos), el observador debe escribir la descripción de los elementos mientras realiza el estudio. Los elementos deben dividirse en partes lo mas pequeñas posibles, pero no tan finas que se sacrifique la exactitud de las lecturas.

Para identificar el principio y el final de los elementos y desarrollar consistencia en las lecturas cronométricas de un ciclo a otro, deberá tenerse en consideración tanto el sentido auditivo como el visual.

Las reglas principales para efectuar la división en elementos son :

- a) Cerciorarse de que el método es apropiado.
- b) Conservar siempre por separado los tiempos de máquina y los manuales.
- c) No combinar constantes con variables.
- d) Seleccionar elementos de manera que sea posible identificar los puntos terminales.
- e) Seleccionar los elementos de modo que puedan ser cronometrados con facilidad y exactitud.

Existen dos técnicas para anotar los tiempos elementales durante un estudio. En el método "continuo" se deja correr el cronómetro mientras dura el estudio. En esta técnica, el cronómetro se lee en el punto terminal de cada elemento, mientras las manecillas están en movimiento. En la técnica de "regreso a cero" el cronómetro se lee en la terminación de cada elemento, y luego las manecillas se regresan a cero de inmediato. Al iniciarse el siguiente elemento las manecillas parten de cero. El tiempo transcurrido se lee directamente en el cronómetro al finalizar este elemento y las manecillas se devuelven a cero otra vez. Este procedimiento se sigue durante todo el estudio.

Al comenzar el estudio el analista de tiempos debe avisar al operario que lo va a hacer, y darle a conocer también la hora exacta del día en que empezará, de modo que el operario pueda verificar el tiempo normal. Debe anotarse

en la forma impresa la hora en que inicio el estudio, inmediatamente antes de poner en marcha el cronómetro.

Uno de los temas que ha ocasionado considerables discusiones entre los analistas de tiempos y los representantes sindicales, es el número de ciclos que hay que estudiar para llegar a un estandar equitativo. Puesto que la actividad de un trabajo, así como su tiempo de ciclo, influye directamente en el número de ciclos que deben estudiarse, las grandes compañías han determinado tablas que indican a sus analistas el número de ciclos que se deben estudiar, con base en estudios estadísticos.

Como ejemplo tenemos la tabla elaborada por la General Electric Co. la cual utilizaremos posteriormente en nuestro estudio.

TABLA 3.1

| TIEMPO DE CICLO EN MINUTOS | NUMERO DE CICLOS RECOMENDADO |
|-------------------------------|---------------------------------|
| 0.10 | 200 |
| 0.25 | 100 |
| 0.50 | 60 |
| 0.75 | 40 |
| 1.00 | 30 |
| 2.00 | 20 |
| 2.00 a 5.00 | 15 |
| 5.00 a 10.00 | 10 |
| 10.00 a 20.00 | 8 |
| 20.00 a 40.00 | 5 |
| 40.00 en adelante | 3 |

Origen : Información tomada del Time Study Manual, Erie Works, General Electric Company.

Antes de que el analista abandone la estación de trabajo, tiene que haber dado una calificación justa de la actuación del operario. Es costumbre aplicar una calificación a todo el estudio cuando se trata de ciclos cortos de trabajo repetitivo. Puesto que el tiempo real que se requería para llevar a cabo cada elemento del estudio, dependía en alto grado de la habilidad y del esfuerzo del operario, es necesario ajustar al valor normal o estandar el tiempo de un buen trabajador y el de un trabajador deficiente.

En el sistema de calificación de la actuación, o nivelación, el analista evalúa la eficiencia del operador en términos de su concepto de un operario "normal" que ejecuta el mismo elemento. A esta eficiencia se le expresa en forma decimal o en por ciento y se asigna al elemento observado.

Sería imposible que un operario mantuviese el mismo ritmo en cada minuto de trabajo del día. Hay tres clases de interrupciones que se presentan ocasionalmente, que hay que compensar con tiempo adicional. Estas tres interrupciones son:

- a) Interrupciones personales
- b) La fatiga
- c) Retrasos inevitables

Para llegar a un tiempo justo para un operario normal que labore con un esfuerzo de tipo medio, debe incorporarse cierto margen o tolerancia al tiempo base. En la tabla 3.2 se muestran los porcentajes de tolerancia que deben sumarse debido a cada una de las circunstancias.

El tiempo estandar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo la operación. Se determina sumando el tiempo asignado a todos los elementos comprendidos en el estudio de tiempos.

Los tiempos elementales asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión. Por tanto se tiene la expresión:

$$T = (M_t) (C)$$

donde

T = Tiempo elemental asignado

M_t = Tiempo elemental medio transcurrido

C = Factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia o margen aplicable.

TABLA 3.2

MARGENES Y TOLERANCIAS (Oficina Internacional de Trabajo)

| A. TOLERANCIAS CONSTANTES : | % |
|-----------------------------------------------------|------|
| 1. Tolerancia personal | 5 |
| 2. Tolerancia por fatiga | 4 |
| | |
| B. TOLERANCIAS VARIABLES : | |
| 1. Tolerancia por estar de pie | 2 |
| 2. Por posición no normal : | |
| a) Ligeramente molesta | 0 |
| b) Molesta | 2 |
| c) Muy molesta | 7 |
| 3. Empleo de fuerza o vigor muscular (peso en Kgs.) | |
| 2.5 | 0 |
| 5 | 1 |
| 7.5 | 2 |
| 10 | 3 |
| 12.5 | 4 |
| 15 | 5 |
| 20 | 9 |
| 25 | 13 |
| 30 | 17 |
| 35 | 22 |
| 4. Alumbrado deficiente : | |
| a) Ligeramente inferior | 0 |
| b) Muy inferior | 2 |
| c) Sumamente inadecuado | 5 |
| 5. Condiciones atmosféricas variables | 0-10 |
| 6. Atención estricta : | |
| a) Moderadamente fino | 0 |
| b) Fino o de cuidado | 2 |
| c) Muy fino o muy exacto | 5 |
| 7. Nivel de ruido : | |
| a) Continuo | 0 |
| b) Intermitente fuerte | 2 |
| c) Intermitente muy fuerte | 5 |
| d) De alto volumen fuerte | 5 |
| 8. Esfuerzo mental : | |
| a) Moderadamente complicado | 1 |
| b) Complicado | 4 |
| c) Muy complicado | 8 |
| 9. Monotonía : | |
| a) Escasa | 0 |
| b) Moderada | 1 |
| c) Excesiva | 4 |
| 10. Tedio : | |
| a) Algo tedioso | 0 |
| b) Tedioso | 2 |
| c) Muy tedioso | 5 |

Como ejemplo tenemos que el tiempo elemental medio transcurrido es de 14.56 min. Si las tolerancias totales aplicables son de 25 % y el factor de calificación de actuación es de .90 ; entonces

$$T = (14.56)(.90)(1.25) = 16.38 \text{ min.}$$

3.3 Estudio de métodos

3.3.1. Diagramas de Ingeniería Industrial

Cuando el análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación es útil presentar en forma clara y lógica la información de los hechos relacionados con el proceso. Cuando se decide realizar un estudio de métodos es necesario reunir todos los hechos relacionados con la operación. Esta información puede ser:

- a) cantidad de piezas a producir
- b) programas de entrega
- c) tiempos de operación
- d) instalaciones diversas
- e) capacidad de las máquinas
- f) materiales y herramientas especiales

Para su trabajo el analista de métodos cuenta con diferentes herramientas. Una de las más importantes es el diagrama de proceso que es una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo.

En el análisis de métodos se utilizan generalmente ocho tipos de diagramas de proceso, cada uno de los cuales tiene sus aplicaciones específicas. Estos son:

3.3.1.1. Diagrama de operaciones de proceso. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de taller o en máquinas, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación, desde la llegada de la materia prima hasta el empaque del producto terminado.

Los símbolos utilizados en este diagrama son :

| SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------|
|  | Operación |
|  | Inspección |

Entre sus funciones principales : este se utiliza para analizar las relaciones existentes entre operaciones; es conveniente para estudiar operaciones e inspeccionar sobre ensambles en que intervienen varios componentes; y es útil

en el trabajo de distribución de equipo en la planta. (ver figura 3.1)

3.3.1.2. Diagrama de flujo de proceso. Este diagrama, además de registrar las operaciones y las inspecciones, muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. En el se utilizan otros símbolos además de los de operación e inspección empleados en el diagrama de operaciones los cuales son:

| SIMBOLO | DESCRIPCION |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------|
|  | Transporte |
|  | Almacenamiento |
|  | Demora o retraso |

Entre sus funciones principales ; se utiliza para analizar costos ocultos o indirectos como los retrasos, los de almacenamiento y los de manejo de materiales; es el mejor diagrama para un análisis completo de la fabricación de una pieza. (ver figura 3.2)

3.3.1.3. Diagrama de recorrido de actividades. En este diagrama se toma un plano de la distribución existente de las áreas a considerar en la planta, y se trazan en el las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de

FIGURA 3.1

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO EN LA ELABORACION
DE CEMENTO TIPO PESADO

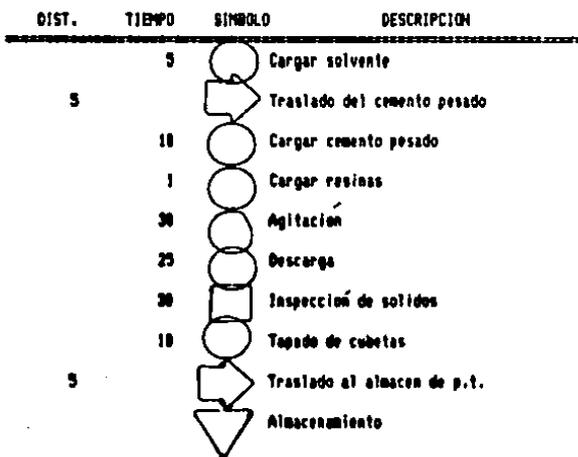
| MATERIAL | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN | TIEMPO (MIN) |
|-----------------|---------|-----------------------|--------------|
| Gasolvente | 1 | Cargar gasolvente | 5 |
| | 2 | Encender batidora | 3 |
| Hules y resinas | 3 | Agitación | 748 |
| | 4 | Descarga | 30 |
| | 1 | Inspección de sólidos | 30 |
| | 5 | Cierre de cubetas | 18 |

RESUMEN

| EVENTO | NÚMERO | TIEMPO |
|------------|--------|----------|
| OPERACION | 5 | 748 min. |
| INSPECCION | 1 | 30 min. |

FIGURA 3.2

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA LA ELABORACION DE CEMENTO TIPO LIGERO



RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|---------------|-----------|
| | OPERACION | 4 | 81 min | |
| | INSPECCION | 1 | 30 min | |
| | TRANSPORTE | 2 | | 10 mts |
| | ALMACEN | 1 | Indeterminado | |
| | RETRASO | 0 | | |

una actividad a otra. Es una representación objetiva de la distribución de zonas y edificios, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de flujo de proceso. (ver figura 3.3)

Este diagrama se utiliza como complemento del diagrama de flujo de proceso, especialmente cuando en el proceso interviene un espacio considerable sobre el piso. Es un diagrama necesario para llevar a cabo revisiones de la distribución del equipo en la planta.

3.3.1.4. Diagrama de interrelación hombre - máquina. Este diagrama se utiliza para estudiar una estación de trabajo cada vez. En él se indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de la máquina. (ver figura 3.4)

Se utiliza para analizar tiempos muertos, tanto de hombre como de máquina. Es ideal para determinar la cantidad de acoplamiento de máquinas que será conveniente y además, como medio de instrucción o adiestramiento para poner de manifiesto las relaciones de elementos de trabajo en un centro de trabajo de máquinas múltiples.

3.3.1.5. Diagrama de proceso para grupo o cuadrilla. Como existen varios procesos o máquinas, que por su magnitud, no es cuestión de determinar cuantas máquinas puede atender un operario sino de cuantos operarios atenderán una máquina.

FIGURA 3.3

DIAGRAMA DE RECORRIDO
DE ACTIVIDADES PARA UNA FÁBRICA
DE CEMENTO .

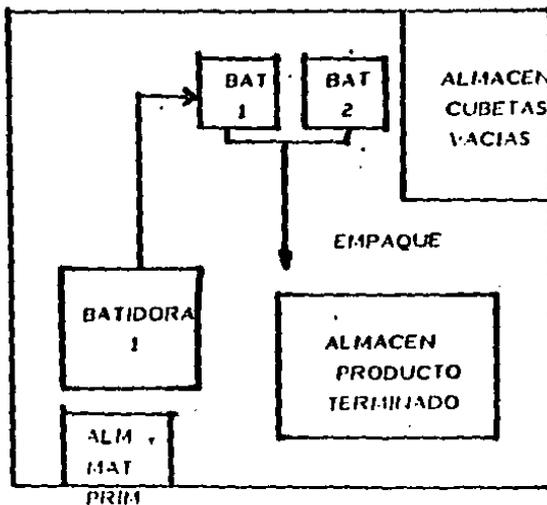
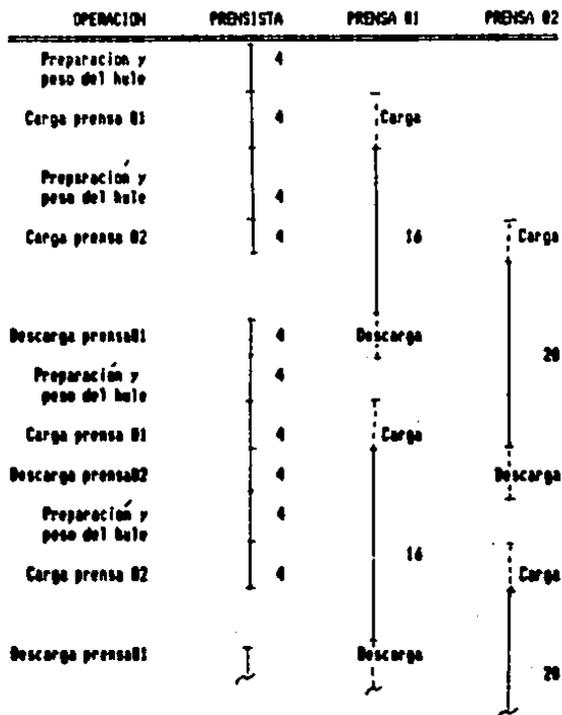


FIGURA 3.4 DIAGRAMA DE INTERRELACION HOMBRE - MAQUINA

PREVISISTA DE ARTICULOS MOLDEADOS



Este diagrama muestra la relación exacta entre el ciclo de inactividad y de operación de la máquina, y el tiempo muerto y efectivo por ciclo de los operarios que la atienden. (ver figura 3.5)

Se utilizan para analizar los tiempos muertos de máquinas y de operarios que atienden una máquina además de ser ideal para determinar los requisitos de mano de obra de una instalación de producción.

3.3.1.6. Diagrama de proceso para operario. Este es un gran instrumento para el estudio de movimientos ya que presenta todos los movimientos y pausas realizadas por la mano derecha y por la izquierda, y las relaciones entre las divisiones básicas relativas de la ejecución del trabajo realizada por las manos. El objeto del diagrama es poner de manifiesto una operación dada con los detalles suficientes, de modo que se pueda mejorar mediante un análisis. (ver figura 3.6)

Sirve principalmente para analizar la estación de trabajo a fin de tener una distribución de equipo apropiada, esquemas de movimientos del operario convenientes y una mejor secuencia de los elementos de trabajo.

3.3.1.7. Diagramas de viajes de material. Este diagrama presenta en forma de matriz la magnitud del manejo de materiales que ocurre entre dos instalaciones o áreas de

FIGURA 3.5 DIAGRAMA DE PROCESO PARA GRUPO O CUADRILLA

CALANDREO DE COJIN

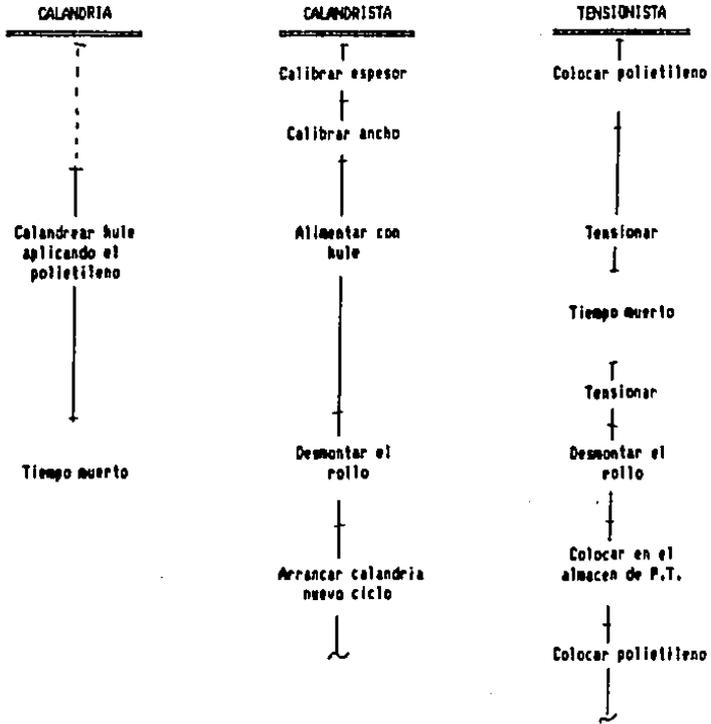


FIGURA 3.6

DIAGRAMA DE PROCESO PARA EL OPERARIO EN ENSAMBLE DE ABRAZADERAS

| MANO IZQUIERDA | TIEMPO | TIEMPO | MANO DERECHA |
|----------------|------------|------------|--------------------|
| Tomar perno | 1.00 | 1.00 | Tomar abrazadera |
| Colocar perno | 1.20 | 1.20 | Colocar abrazadera |
| | | 1.00 | Tomar 1a. tuerca |
| | | 1.20 | Colocar 1a. tuerca |
| | | 3.40 | Correr 1a. tuerca |
| | | 1.00 | Tomar 2a. tuerca |
| | | 1.20 | Colocar 2a. tuerca |
| | | 3.40 | Correr 2a. tuerca |
| Sostener perno | 11.00 | | |
| Botar el ensam | 1.10 | .90 | Esperar |
| TOTAL | 14.30 seg. | 14.30 seg. | |

Tiempo de ciclo 14.30 seg.

Piezas por ciclo : 1

Tiempo por pieza : 14.30 seg.

=====

trabajo. La unidad utilizada para evaluar la cantidad de manejo puede ser cualquiera que se considere como más apropiada. Esta puede ser kilogramos, toneladas, frecuencia de manejo, etc. (ver figura 3.7)

3.3.1.8. Diagramas PERT. Este es un medio de pronóstico de planeación y control que revela gráficamente el camino óptimo a seguir para llegar a un objetivo predeterminado, por lo general en términos de tiempo. Para su estudio se deben establecer 3 tipos de tiempos: el optimista, el pesimista y el esperado.

Las fórmulas que se utilizan para determinar los tiempos esperados y la varianza de los eventos, los cuales son necesarios para determinar la probabilidad de éxito en el proyecto son :

$$t_e = 1/3 [2m + 1/2(a+b)]$$

.

$$\text{var} = [1/6 (b-a)]^2$$

Siendo "a" y "b" los tiempos optimista y pesimista respectivamente y "m" el tiempo mas probable. Para determinar la probabilidad de éxito se supone que la distribución de probabilidad del tiempo requerido por el evento es una distribución aproximadamente "beta" ; entonces se utiliza la tabla 3.3 con el valor que nos da :

FIGURA 3.7

DIAGRAMA DE VIAJES DE MATERIAL PARA EL COJIN DE PRECURADO

NOTA : UNIDADES EN METROS

| | PLANTA #1 | PLANTA #2 | PLANTA #3 |
|-----------|------------|------------|------------|
| PLANTA #1 | XXXXXXXXXX | 150.00 | |
| PLANTA #2 | 150.00 | XXXXXXXXXX | |
| PLANTA #3 | | 100.00 | XXXXXXXXXX |

$$\text{alfa} = \frac{t.\text{prog.} - t_e.\text{mayor}}{\text{desv. est.}}$$

entrando a la tabla con el valor de alfa si esta es menor a 1 y con $(1-\text{alfa})$ si alfa es mayor a 1.

En la figura 3.8 se puede observar un pequeño ejemplo de como funciona este diagrama .

Este se utiliza como instrumento para programar un proyecto siendo de especial utilidad en el caso de proyectos de gran envergadura que implican períodos o tiempos relativamente largos.

3.3.2. Técnicas para evaluar la relación hombre y máquina

Aunque el diagrama de proceso hombre-máquina se puede emplear para determinar el número de máquinas a asignar a un operario, tal número puede ser calculado frecuentemente en mucho menor tiempo mediante la elaboración de un modelo matemático.

Las relaciones entre hombre y máquina suelen ser de uno de tres tipos : (1) de atención sincrónica, (2) de atención al azar y (3) de una combinación de los dos anteriores.

Para casos ideales en los que tanto el trabajador como la máquina que atiende esten ocupados durante todo el ciclo,

FIGURA 3.8 DIAGRAMA PERT

CALCULO DEL TIEMPO ESPERADO Y LA VARIANZA

| RUTA | a | b | m | te | var |
|------|-----|---|-----|-----|-----|
| 1 | 1 | 4 | 2.5 | 2.5 | .25 |
| 2 | 2 | 4 | 2 | 2.3 | .11 |
| 3 | 1.5 | 3 | 2 | 2.1 | .06 |
| 4 | 3 | 6 | 4 | 4.2 | .25 |
| 5 | .5 | 3 | 1.5 | 1.6 | .17 |
| 6 | 1 | 3 | 2 | 2.0 | .11 |
| 7 | 1 | 2 | 1.5 | 1.5 | .03 |

| EVENTO | TIEMPO MENOR | | TIEMPO MAYOR | | HOLGURA |
|--------|--------------|------|--------------|------|---------|
| | te | var | te | var | |
| 6 | 10.50 | .64 | 10.50 | 0.00 | 0.00 |
| 5 | 9.00 | .61 | 9.00 | .03 | 0.00 |
| 4 | 4.58 | .31 | 7.42 | .20 | 2.83 |
| 3 | 4.83 | .36 | 4.83 | .11 | 0.00 |
| 2 | 2.50 | .25 | 2.50 | .22 | 0.00 |
| 1 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | .47 | 0.00 |

RUTA CRITICA : 1 - 2 - 3 - 5 - 6

La probabilidad de que se cumpla el proyecto en 10 dias es de:

$$\alpha = \frac{10 - 10.50}{.64} = .625$$

De la tabla 3.3 se obtiene que la probabilidad es de : 26.76 %

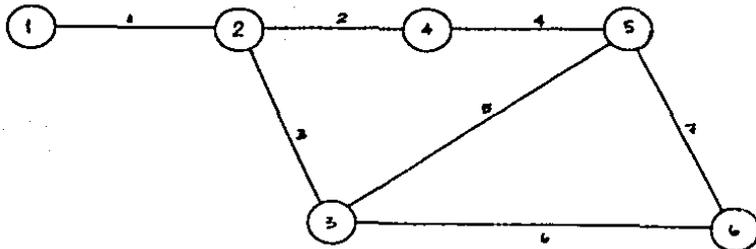


TABLA 3.3 AREAS BAJO LA CURVA NORMAL DESDE K HASTA INFINITO

$$P(\text{normal} > K) = \int_{K}^{\infty} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}x^2} dx =$$

| K _z | .00 | .01 | .02 | .03 | .04 | .05 | .06 | .07 | .08 | .09 |
|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 0.0 | .5000 | .4860 | .4720 | .4580 | .4440 | .4301 | .4161 | .4021 | .3881 | .3741 |
| 0.1 | .4602 | .4462 | .4322 | .4183 | .4043 | .3904 | .3764 | .3625 | .3485 | .3346 |
| 0.2 | .4207 | .4068 | .3929 | .3790 | .3651 | .3512 | .3373 | .3234 | .3095 | .2956 |
| 0.3 | .3821 | .3683 | .3545 | .3407 | .3269 | .3131 | .2993 | .2855 | .2717 | .2579 |
| 0.4 | .3446 | .3309 | .3172 | .3036 | .2900 | .2764 | .2628 | .2492 | .2356 | .2220 |
| 0.5 | .3083 | .2948 | .2813 | .2679 | .2545 | .2411 | .2277 | .2143 | .2009 | .1875 |
| 0.6 | .2743 | .2609 | .2476 | .2343 | .2211 | .2078 | .1945 | .1812 | .1679 | .1546 |
| 0.7 | .2420 | .2289 | .2158 | .2027 | .1896 | .1765 | .1634 | .1503 | .1372 | .1241 |
| 0.8 | .2119 | .2000 | .1881 | .1762 | .1643 | .1524 | .1405 | .1286 | .1167 | .1048 |
| 0.9 | .1841 | .1724 | .1607 | .1490 | .1373 | .1256 | .1139 | .1022 | .0905 | .0788 |
| 1.0 | .1587 | .1472 | .1357 | .1242 | .1127 | .1012 | .0897 | .0782 | .0667 | .0552 |
| 1.1 | .1357 | .1244 | .1131 | .1018 | .0905 | .0792 | .0679 | .0566 | .0453 | .0340 |
| 1.2 | .1151 | .1040 | .0929 | .0818 | .0707 | .0596 | .0485 | .0374 | .0263 | .0152 |
| 1.3 | .0968 | .0859 | .0750 | .0641 | .0532 | .0423 | .0314 | .0205 | .0096 | .0 |
| 1.4 | .0808 | .0701 | .0594 | .0487 | .0380 | .0273 | .0166 | .0059 | .0 | .0 |
| 1.5 | .0668 | .0563 | .0458 | .0353 | .0248 | .0143 | .0038 | .0 | .0 | .0 |
| 1.6 | .0548 | .0445 | .0342 | .0239 | .0136 | .0033 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 1.7 | .0446 | .0345 | .0243 | .0142 | .0040 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 1.8 | .0359 | .0259 | .0158 | .0057 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 1.9 | .0287 | .0188 | .0087 | .0016 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.0 | .0228 | .0129 | .0028 | .0001 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.1 | .0179 | .0079 | .0017 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.2 | .0139 | .0039 | .0007 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.3 | .0107 | .0007 | .0001 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.4 | .0082 | .0001 | .0000 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.5 | .0062 | .0000 | .0000 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.6 | .0046 | .0000 | .0000 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.7 | .0034 | .0000 | .0000 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.8 | .0026 | .0000 | .0000 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |
| 2.9 | .0018 | .0000 | .0000 | .0000 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 | .0 |

| K _z | 0 | .1 | .2 | .3 | .4 | .5 | .6 | .7 | .8 | .9 |
|----------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| 3 | .00135 | .01968 | .03687 | .05283 | .06757 | .08119 | .09379 | .10538 | .11607 | .12607 |
| 4 | .00317 | .00207 | .01133 | .01854 | .02461 | .03054 | .03634 | .04201 | .04755 | .05297 |
| 5 | .01287 | .00170 | .00906 | .01579 | .02193 | .02748 | .03244 | .03681 | .04060 | .04391 |
| 6 | .00987 | .00330 | .00282 | .00149 | .000777 | .000402 | .000206 | .000104 | .0000523 | .0000260 |

denominados de atención sincrónica, el número de máquinas se puede asignar con la siguiente fórmula:

$$N = \frac{1 + m}{1}$$

donde

N = número de máquinas asignadas al operario

1 = tiempo total de atención del operario por máquina

m = tiempo total de operación de la máquina

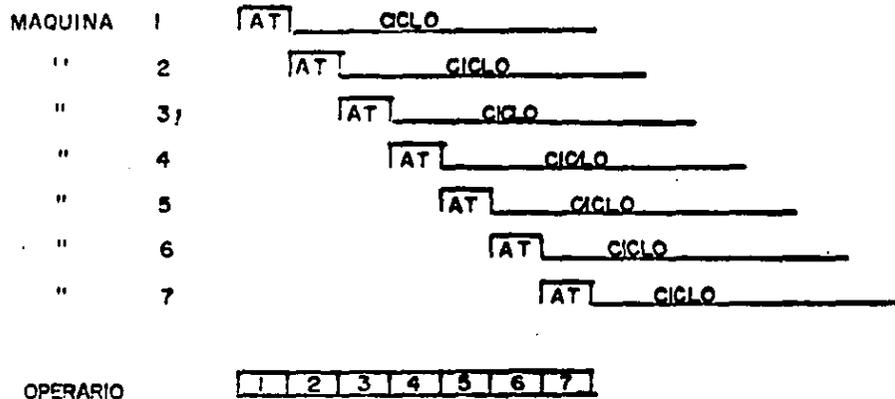
La representación gráfica de esta técnica es conocida con el nombre de "diagrama de barras" o de "diagrama de Gantt". (ver figura 3.9)

Por ejemplo, si tenemos que el tiempo total de atención del operario por máquina es de 4 minutos, incluyendo carga y descarga, y el tiempo total de operación de la máquina es de 24 minutos,

$$N = \frac{4 + 24}{4} = 7 \text{ máquinas por operario}$$

FIG. 39

DIAGRAMA DE BARRAS O DE GANT



3.3.3. Balanceo de líneas

El problema de determinar el número ideal de obreros a asignar a una línea de producción, es análogo al problema de determinar el número de operarios que deberán asignarse a una máquina o instalación de producción, donde se recomienda el uso del diagrama de proceso para grupo.

Generalmente, en una línea existen varios operarios que ejecutan cada uno, operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En esta circunstancia es obvio que la tasa de producción dependerá del operario más lento.

Para determinar el número de operarios que se necesita en la línea tenemos la siguiente fórmula ,

$$N = \frac{R}{480} \times \frac{M.E.}{E}$$

donde,

R = Tasa de producción deseada por turno de 8 hrs.

M.E. = Suma de los minutos estándares de las operaciones que intervienen.

E = Eficiencia esperada en la línea.

Por ejemplo, si tenemos el siguiente proceso que consta de 5 operaciones :

| | | |
|-------------|-------|--------------------------|
| Operación 1 | | 1.25 min. est. |
| Operación 2 | | 1.38 min. est. |
| Operación 3 | | 2.58 min. est. |
| Operación 4 | | 3.84 min. est. |
| Operación 5 | | 1.27 min. est. |
| ----- | | |
| Total | | 10.32 minutos estandares |

Si deseamos una producción por turno de 550 unidades y esperamos una eficiencia del 90 %, el número de operarios en la línea será de :

$$N = \frac{550}{480} \times \frac{10.32}{.9} = 13.13 \text{ operarios}$$

Puesto que es imposible tener .13 de operario, consideraremos 14.

El siguiente paso es determinar el número de operarios para cada operación. Como se requieren 550 unidades por turno, es necesario producir una unidad en unos .873 min. (480/550). Ahora dividiremos el número de minutos estandares de cada operación entre el número de minutos en que es necesario hacer una pieza.

| OPERACION | MIN. EST. | NUMERO DE OPERARIOS |
|-----------|-----------|---------------------|
| 1 | 1.25 | 2 |
| 2 | 1.39 | 2 |
| 3 | 2.58 | 3 |
| 4 | 3.84 | 5 |
| 5 | 1.27 | 2 |
| | | ----- |
| TOTAL | | 14 |

Para determinar cual es la producción más lenta, se dividen los minutos estandares para cada operación entre el número estimado de operarios. Así se obtiene la operación que determina la producción de la línea.

CAPITULO III

BASES TEORICAS A UTILIZAR (Continuacion)

III. BASES TEÓRICAS A UTILIZAR (Continuación)

Diferentes sistemas de remuneración del trabajo

La experiencia ha demostrado que los trabajadores no aportarán un esfuerzo extra o sostenido a menos que se les ofrezcan incentivos, del tipo directo o indirecto. En la actualidad, debido a la creciente necesidad que existe en los negocios e industrias de incrementar la productividad para contener el fenómeno inflacionario y mejorar su posición en el mercado nacional e inclusive mundial, las ventajas del pago de incentivos en los salarios no deberán ser desestimadas.

En general, todos los planes de pago de incentivos que tienden a incrementar el rendimiento del trabajador, quedarán dentro de algunas de las siguientes clases:

- a) Planes económicos directos
- b) Planes económicos indirectos
- c) Planes no económicos

3.1. Planes económicos directos

Los planes económicos directos son aquellos en los que la remuneración al trabajador va de acuerdo con su rendimiento. En esta categoría están incluidos los planes de incentivos individuales y los de grupos. En el tipo de plan

individual, la retribución a cada trabajador esta basada en su actuación productiva durante el período de que se trate.

Los planes de grupos se aplican a dos o mas personas que trabajen en equipo, y en operaciones que de alguna manera dependen unas de otras. En estos planes la compensación monetaria a cada trabajador depende de la tasa salarial base y de la actuación del grupo en el tiempo en cuestión. En general, son de esperar mayores tasas de producción y menor costo unitario del producto al emplear planes de incentivos individuales. Por esta razón, actualmente los planes de grupos no son utilizados.

Los planes individuales pueden clasificarse de la siguiente manera :

a) El trabajador participa en todas las ganancias que provienen de exceder el estandar.

a.1) Trabajo por pieza o destajo

a.2) Plan de horas estandares

a.3) Plan de Taylor: destajo diferencial

a.4) Plan de Merrick: destajo multiple

a.5) Trabajo por dia medido

b) El trabajador comparte las utilidades de la empresa

b.1) Plan de Halsey

b.2) Plan de Bedaux: sistema de puntos

b.3) Plan de Rowan

b.4) Plan de Emerson

3.1.1. Planes en el que el trabajador participa de todas las ganancias que provienen de exceder el estándar.

En la primera clasificación, en los cuatro primeros sistemas, el trabajo se retribuye en proporción a su rendimiento.

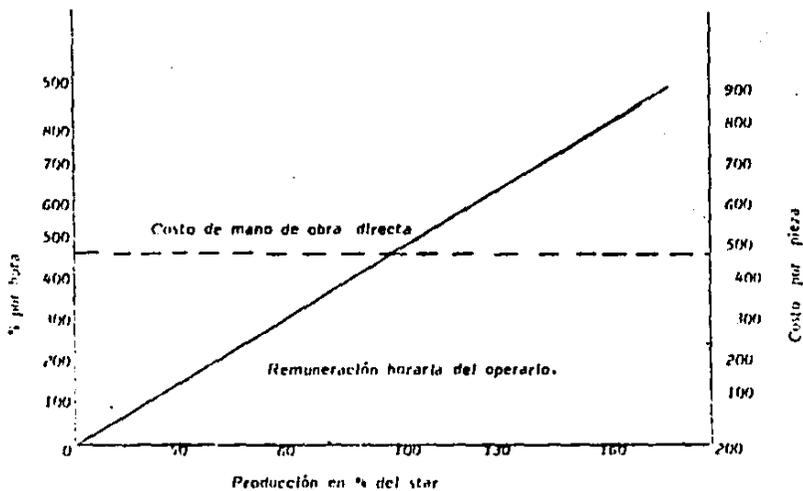
3.1.1.1 Trabajo por pieza o destajo. El trabajo retribuido por pieza implica que todos los estándares se expresan en términos monetarios y que se retribuye al operador en proporción directa a su rendimiento. Según este sistema, no se garantiza una percepción diaria constante. Por esta razón en la actualidad el trabajo a destajo ya no se usa, en vista de que existen leyes federales que estipulan una percepción mínima por día.

Las ventajas que presenta este sistema son que la clase trabajadora lo entiende fácilmente, es sencillo de aplicar y es, además, uno de los planes de incentivos más antiguos. La figura 3.10 muestra gráficamente la relación entre la remuneración del operario y los costos unitarios de mano de obra directa según un plan de destajo.

3.1.1.2. Planes de horas estándares. La diferencia fundamental entre el plan de horas estándares y el de destajos consiste en que en el primero los estándares se expresan en unidades de tiempo y no en unidades monetarias.

FIGURA 3.10

REMUNERACION DEL OPRARIO SEGUN PLAN DE DESTAJO



Aquí también se le retribuye al operario en proporción directa a su producción. Por ejemplo, un estandar podría expresarse como 1.54 horas por 100 piezas. Si la tasa salarial base es de \$ 3,000.00 por 8 horas de trabajo. La remuneración correspondiente a este trabajo sería : $(3,000.00 / 8) \times (1.54) = \$ 962.50$ por cien piezas, o bien \$9.62 por pieza. Así si un obrero produce 523 piezas en el día, su percepción es de $(9.625) \times (523) = \$ 5,033.87$; por lo que la eficiencia del operario sería de $[(1.54) \times (5.23) / 8] = 100.67 \%$.

El principal problema que presenta este sistema es que es más difícil para el trabajador calcular su remuneración según este plan, que cuando los estandares se expresan en términos monetarios. La ventaja más importante es, por supuesto, que los estandares no cambian cuando se altera la tasa base. La gráfica de la relación entre la retribución del operario y el costo de mano de obra directa por unidad en función de la producción y el valor monetario, sería idéntica a la del sistema de destajo.

3.1.1.3 Plan de Taylor: destajo diferencial. Para el destajo diferencial se establecen dos tipos de destajo expresados en términos monetarios. La tasa inferior retribuía en proporción directa a la producción hasta que se alcanzaba el nivel estandar. Una vez alcanzado o rebasado

este nivel, entraba en vigor la tasa mas alta también en proporción directa con la producción.

Por ejemplo, conforme a este sistema la tasa de destajo por operación podría ser de \$ 16.00 por pieza hasta un estandar de 4 piezas por hora. La producción diaria que en promedio fuera de 4 o mas por hora, se pagaría a razón de \$20.00 por pieza. De este modo si un operario produjera 32 piezas en un día, su percepción sería de \$ 640.00, pero si hubiera producido solo 31 piezas se le pagaria según la tasa inferior y su percepción sería de \$ 496.00 por día.

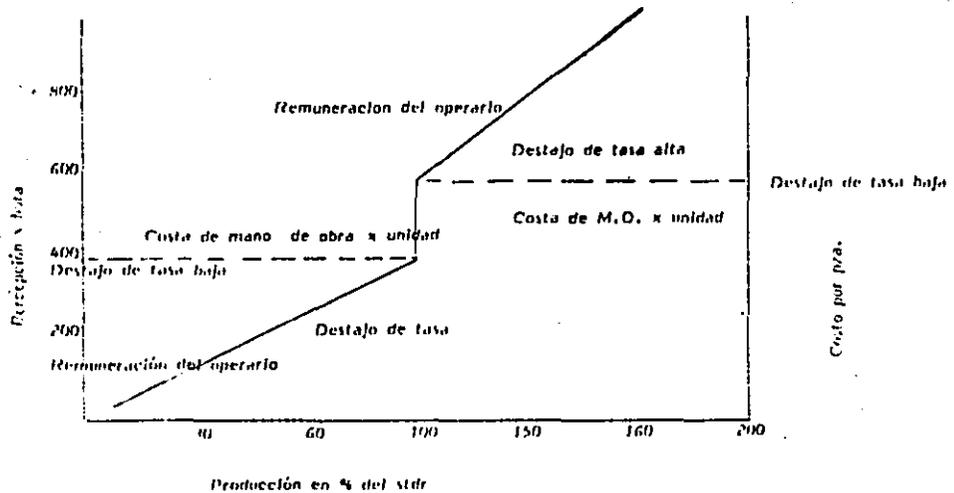
La figura 3.11 muestra la relación entre el costo por unidad y la remuneración según este plan.

3.1.1.4 Plan de Merrick: destajo multiple. Según este plan se establecían tres clases de destajos para tres clasificaciones de operadores: expertos, normales, principiantes. Este plan trato de corregir la tasa baja aplicada a los trabajadores que no alcanzaban el nivel estandar, y eliminar así las deficiencias del plan de Taylor.

Merrick escogió el 83 % de la tarea como limite para la primera clase, que comprendía un destajo con un 10 % de bonificación. La tasa alta que comenzaba en el estandar incluía una prima o bonificación adicional de 10 %.

FIGURA 3.11

REMUNERACION DEL OPERARIO SEGUN EL PLAN DE TAYLOR.



3.1.1.5 Trabajo por día medido. El trabajo por día medido consiste en que el trabajador fija su propio salario del siguiente mes dependiendo de su producción en el mes anterior.

Primero, las tasas base se establecen mediante la evaluación del trabajo para todas las oportunidades comprendidas en el plan. Luego se determinan los estándares para todas las operaciones por medio de alguna forma de medición del trabajo. Se lleva un registro progresivo de la eficiencia de cada trabajador durante un cierto período, por lo común uno a tres meses. Esta eficiencia, multiplicada por su tasa base, sirve de fundamento a la tasa base garantizada para el siguiente período.

Por ejemplo, la tasa base para un cierto operario puede ser de \$ 3.00 por hora. Supongase que en el período de actuación es de un mes, o sea, 173 horas de trabajo efectivo. Si durante el mes se retribuyó al operario por 190 horas estándares, su eficiencia en el período sería de $190/173$, o sea, 110 %. Luego, el trabajador sería remunerado según una tasa base de $(1.10)(3.00) = \$ 3.30$ por cada hora trabajada en el siguiente período, independientemente de su productividad. Sin embargo, su actuación en este período, determinaría su tasa base en el período subsecuente.

3.1.2. Planes en los que el trabajador comparte las utilidades de la empresa.

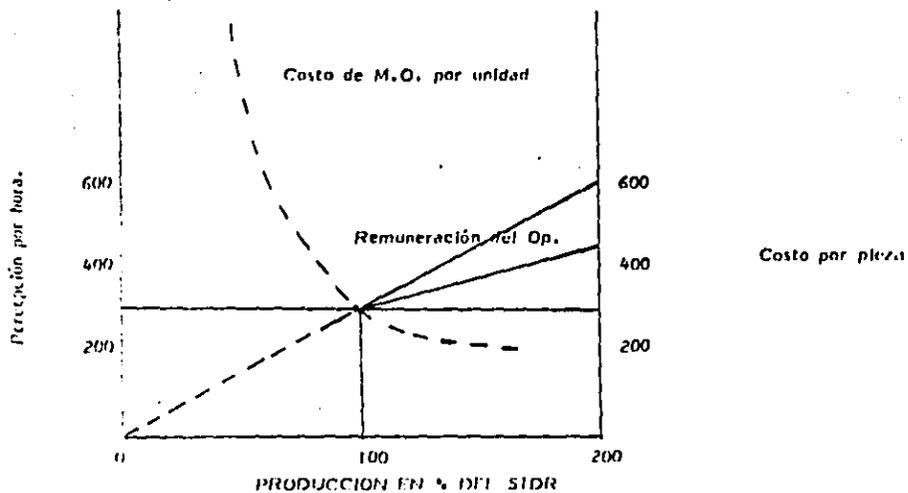
3.1.2.1. Plan de Halsey. El plan de Halsey garantiza el salario base. En el plan original de Halsey, se retribuía al operario por su rendimiento sobre el estándar, de manera que el trabajador recibía un tercio del tiempo economizado. El monto de la prima tuvo variaciones subsecuentes, pero tendía a establecerse en 50 %, ya que utilizando este porcentaje fue fácil presentar el plan a los trabajadores como un plan en el que los trabajadores y la empresa recibían cada uno la mitad del tiempo economizado.

Otra característica del plan de Halsey es que los estándares se expresaban en términos de tiempo y no de dinero. La figura 3.12 muestra la gráfica de percepción del operario y del costo de mano de obra directa por unidad en un sistema de Halsey modificado.

3.1.2.2. Sistema de puntos de Bedeaux. El sistema de puntos es muy similar al de Halsey ya que garantiza también el salario base. Este sistema establece los estándares en función de una unidad denominada "B" que equivale a un minuto, de manera que un trabajador realizará 60 B en una hora trabajada. Así que el trabajador acumulara el número de B's que gane arriba del estándar. De este total de puntos o

FIGURA 3.12

REMUNERACION DEL OPERARIO



B's, el 75% es para el trabajador y el 25% es para el supervisor.

Por ejemplo, si un operario gana 520 B en un día de trabajo, su eficiencia sería de 520/480, o sea, 108.3 %. De los 40 B sobre el estandar, el operario sería compensado con un 75 %, o sea, 30 B. Si la tasa horaria es de \$ 3.60, por cada B se le pagarán \$ 0.06 y el incentivo ganado en el ejemplo sería de \$ 1.80. Las gráficas de la percepción del trabajador y del costo unitario correspondientes al plan de Bedeaux serían idénticas a las del plan de Halsey, excepto por las pendientes arriba del punto estandar de la tarea.

3.1.2.3 Plan de Rowan. El plan de Rowan propuso un plan en el que el incentivo estaba determinado por la razón o relación del tiempo economizado al tiempo estandar, aunque era imposible que el trabajador ganara demasiado porque no podía economizar todo el tiempo estandar.

En este sistema la percepción de un operario se puede expresar :

$$Ea = Ra T + \frac{St Ra T}{Ta}$$

donde

Ea = Retribución

Ra = Tasa por hora

T = Tiempo dedicado al trabajo

St = Tiempo economizado

Ta = Tiempo asignado

Por ejemplo, si un trabajador cuya remuneración es según una tasa base de \$ 3.00 la hora, dedica 5 horas a un trabajo para el cual se tenía un estándar de 6 horas, su percepción por esa tarea sería :

$$(1)(3.00)(5)$$

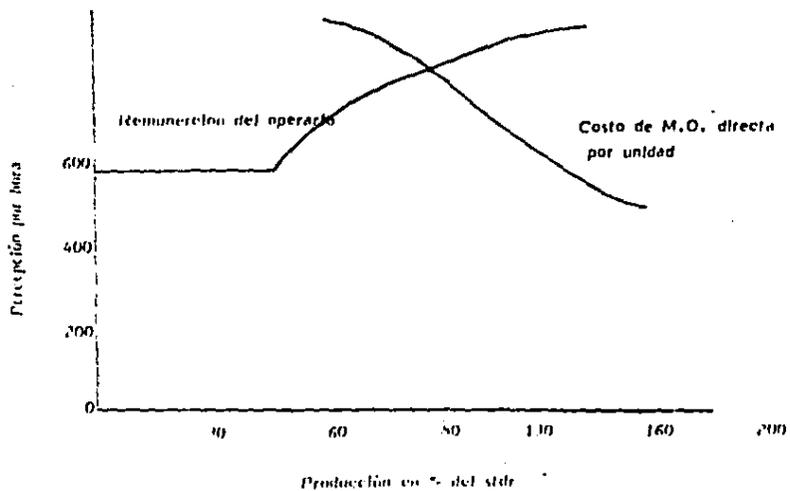
$$Ea = (3.00)(5) + \frac{\text{-----}}{6} = \$ 17.50$$

La figura 3.13 muestra la gráfica de remuneración de un obrero y el costo de mano de obra directa por unidad según el plan de Rowan.

El problema principal de este plan es que restringe los ingresos y, en consecuencia, fija limitaciones en la producción.

3.1.2.4 Plan de Emerson. El plan de Emerson es muy similar al de Halsey, asegura al trabajador su salario base y establece estándares fundamentales en un cuidadoso estudio

FIGURA 3.13
REMUNERACION DE UN OPERARIO SEGUN EL PLAN DE ROWAN



de todos los detalles que intervienen en la producción. A 66 2/3 % de un estándar estableció un pequeño incentivo que aumentaba al incrementarse la actuación hasta llegar al punto o límite de tarea. Más allá de este punto estableció una gráfica en línea recta de la remuneración que compensaba al obrero en razón directa a su producción, mas 20 %.

La prima pagada a partir de los dos tercios de tarea a la tarea se determinó empíricamente y se muestra en la tabla 3.4

Según el plan de Emerson la retribución de un operario por debajo de los dos tercios de la tarea se puede calcular con la expresión :

$$Ea = Ra T$$

Entre los dos tercios y la tarea :

$$Ea = Ra T + Ft (Ra T)$$

y por encima de esta :

$$Ea = Ra T + St Ra + 0.20 Ra T$$

donde :

Ea = Retribución

Ft = Factor tomado de la tabla

R_h = Tasa por hora

S_t = Tiempo economizado en horas

T = Tiempo empleado en horas

Por ejemplo, si durante un mes que comprende 173 horas de trabajo se pagaron a un operario 190 horas según una tasa base de \$ 3.00, su percepción por dicho período sería :

$$E_a = (3.00)(173) + (7)(3.00) + (0.20)(3.00)(173) = \$ 643.80$$

3.2. Planes económicos indirectos

En esta clasificación quedan aquellas políticas de la compañía que tienden a estimular el ánimo o la moral de los trabajadores y a aumentar su productividad, pero que, sin embargo, no han sido planeados para que haya una relación directa entre el volumen de producción y el monto de la remuneración.

Políticas globales de empresa como las de salarios base justos y relativamente altos, sistemas equitativos de promociones y de sugerencias premiadas, ingreso anual garantizado y prestaciones relativamente cuantiosas, tienden a fomentar actitudes positivas entre los trabajadores y a estimular e incrementar la productividad. Por todo ello se clasifican como planes económicos indirectos.

Todos los métodos de incentivos indirectos tienen la inconveniencia de permitir que exista una amplia brecha entre las percepciones del personal y su productividad. El problema que se presenta en este tipo de planes es que, después de cierto tiempo, el trabajador tiende a considerar todos los beneficios que se le proporcionan como obligación única de la empresa, y a olvidarse de que para que tales beneficios continúen no debe aminorarse la productividad.

3.3. Planes no económicos

Los incentivos no económicos comprenden todas aquellas recompensas o retribuciones que no tienen relación con los salarios y que, sin embargo, levantan la moral del trabajador en grado tal que se hace evidente el aumento en esfuerzo y empeño.

Aquí pertenecen aquellas políticas de la empresa que fomenten el desarrollo de conferencias periódicas acerca de prácticas de taller, conversaciones frecuentes entre el supervisor y el operario, ubicación apropiada del trabajador, innovación y mejoras en las técnicas del trabajo, premiación de sugerencias en forma no económica, mantenimiento de condiciones laborales ideales, publicación de los registros de actuación individuales en la producción, y muchas otras prácticas que utilizan supervisores, gerentes y directores concienzudos y de visión.

3.4. Conclusión

Estos son los principales planes de remuneración existentes. De ellos, cada quien debe analizarlos, observar sus ventajas y desventajas dependiendo de las condiciones del trabajo que se realiza, y, si es que alguno de estos no es conveniente para dicho trabajo, uno puede diseñar su propio plan de remuneración de sus trabajadores tomando como base alguno de estos, mezclando dos o mas, o inclusive, sin tomarlos en cuenta.

Actualmente en México, el plan mas utilizado es el plan de Taylor, aunque no como lo ideó este, pero si en sus principios fundamentales. La utilización de estos principios se debe a que, como se ha observado en la mayoría de los casos, es el plan que mejor funciona con el trabajador mexicano.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DE LA SITUACION ACTUAL DE LA PLANTA

IV. DESCRIPCIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA PLANTA.

4.1 Distribución de la Planta

Dado que el tipo de producción que se maneja es por proceso, la planta tiene nueve departamentos productivos, dos almacenes y un área de compresores y calderas. Los departamentos productivos son:

- a) Inspección Inicial
- b) Raspado
- c) Saneado
- d) Cementado
- e) Armado
- f) Cocimiento en caliente
- g) Cocimiento en frío
- h) Desvirado y pintado
- i) Secciones

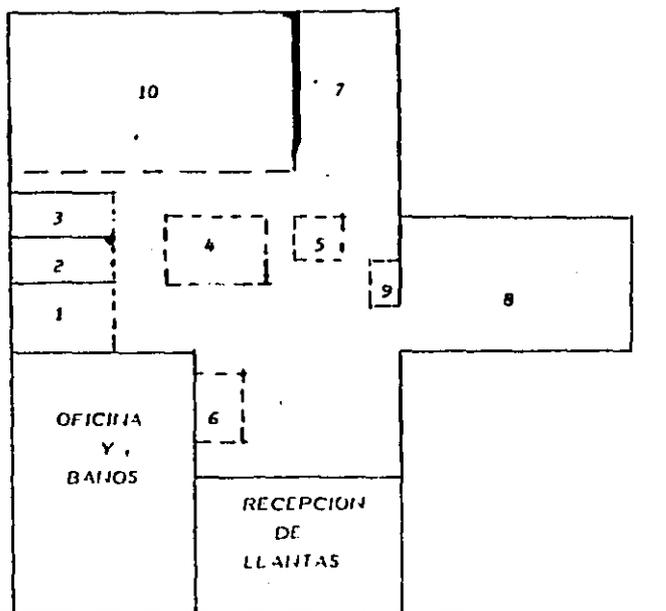
Estos departamentos están distribuidos según se muestra en la figura 4.1.

4.2 Fuerza de Trabajo.

La planta trabaja una semana de 45 hrs. , o sea , un turno solamente, con un horario de 8:00 a.m. a 4:30 p.m. (media hora de comida) de lunes a viernes y de 8:00 a.m. a 1:00 p.m. el sábado.

FIGURA 4.1 DISTRIBUCION DE PLANTA

- 1.- Raspado.
- 2.- Saneado.
- 3.- Cementado
- 4.- Armado.
- 5.- Cocimiento en frío.
- 6.- Inspección.
- 7.- Almacén M.P.
- 8.- " " P.I.
- 9.- Secciones.
- 10.- Cocimiento en caliente.



Cuenta con 6 trabajadores los cuales son: un raspador, un armador, un cocedor, un mecánico, un inspector de llantas y un ayudante general. Las actividades de estos trabajadores junto con sus salarios por día se muestran en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Actividades de los trabajadores y salario diario

| TRABAJADOR | SALARIO | ACTIVIDADES |
|------------------|----------|---------------------------------------|
| Raspador | \$ 8,200 | Raspa, arma, sana, parcha y encementa |
| Armador | \$ 7,200 | Arma, sana, parcha y encementa |
| Cocedor | \$ 7,200 | Coce frío y caliente |
| Inspeccionador | \$ 4,000 | Inspecciona |
| Ayudante general | \$ 4,550 | ----- |
| Mecánico | \$ 8,400 | ----- |
| Supervisor | \$ 7,000 | Supervisa |

NOTA: Estos salarios son de septiembre de 1987.

4.3 Maquinaria

La maquinaria con que cuenta la planta y su utilización se muestra en la tabla 4.2

Tabla 4.2 Utilización de la maquinaria de la planta

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UTILIZACION |
|-------------------------|----------|------------------------------------------------------|
| Caldera 30 H.P. | 1 | General |
| Caldera 15 H.P. | 1 | General |
| Olla Treadbender | 1 | Cocimiento en frío |
| Armador Vulcan | 1 | Armado sistema frío y caliente |
| Prensa Lodi | 1 | Carga y descarga sist. caliente |
| Abridor tipo cañón | 1 | Carga y descarga llantas para cañón sistema caliente |
| Inspector | 2 | Inspección de cascos |
| Molde seccionador | 1 | Reparación de cascos |
| Plancha de vapor | 1 | Reparación de bolsas de cocimiento |
| Giradores 3/4 H.P. | 2 | Saneado |
| Girador 2 H.P. | 1 | Cementado |
| Armador electromecánico | 1 | Armado sistema caliente |

TABLA 4.2 Utilización de la maquinaria de la planta (continuación)

| DESCRIPCION | CANTIDAD | UTILIZACION |
|------------------------------|----------|---------------------------------|
| Abridor Manley reparación | 1 | Carga y descarga llanta chica y |
| Carda para raspado | 1 | Saneado |
| Raspador Kraft | 1 | Raspado |
| Raspador de tijera | 1 | Raspado |
| Pistola encementadora | 1 | Cementado |
| Compresor 10 H.P. | 2 | General |

Además el área de cocimiento en caliente cuenta con 24 moldes los cuales se muestran en la tabla 4.3

4.4 Capacidades de producción por departamento

4.4.1. Cocimiento en caliente

El tiempo de cocimiento que se le está dando a todos los moldes independientemente de la medida que estos sean es de 1 hr. 45 min. Los tiempos de carga y descarga son de 4 min. y 2 min. respectivamente. Por lo tanto el tiempo total de cocimiento por llanta es de 1 hr. 52 min.

De acuerdo a este tiempo total de cocimiento se pueden cargar únicamente 4 cargas por turno. Si tenemos 24 moldes, la capacidad de producción de este departamento, en estas condiciones, es de 96 llantas por turno.

4.4.2. Cocimiento en frío

En la olla se pueden cocer 4 llantas al mismo tiempo. El tiempo de cocimiento en frío es de 1 hr. 30 min. Los

Tabla 4.3 Lista de moldes para cocimiento en caliente

| CANTIDAD | DESCRIPCION | MEDIDAS |
|----------|----------------|-------------|
| 2 | Moldes | 450-178 |
| 1 | Molde 280 | 855-110 |
| | | GR 78-110 |
| | | G 78-110 |
| | | GR 760-110 |
| | | GR 70-110 |
| | | GR 70-110 |
| | | HR 78-110 |
| | | HR 78-110 |
| 1 | Molde 270 | 667-110 |
| | | 600-110 |
| | | 827-110 |
| | | 825-110 |
| 1 | Molde 264 | H 78-110 |
| | | 750-110 |
| | | 75-110 |
| | | F 78-110 |
| | | FR 800-110 |
| | | FR 78-110 |
| | | FR 670-110 |
| 1 | Molde 260 | FR 70-110 |
| | | 735-110 |
| | | 700-110 |
| | | ER 70-110 |
| | | ER 78-110 |
| | | N 750-110 |
| | | 750-110 |
| | | 185-110 |
| | | 78-110 |
| | | E 70-110 |
| 2 | Moldes 254 | 560-110 |
| | | 495-110 |
| | | 700-110 |
| | | 155 678-110 |
| | | DR 78-110 |
| | | DR 735-110 |
| | | D 70-110 |
| | | DR 60-110 |
| 1 | Molde 250 | 560-110 |
| | | 495-110 |
| | | 700-110 |
| | | CR 78-110 |
| | | CR 70-110 |
| | | CR 660-110 |
| | | CR 70-110 |
| 1 | Molde 244 | 180 560-110 |
| | | 560-110 |
| | | 160 678-110 |
| | | AR 650-110 |
| | | AR 70-110 |
| | | AR 78-110 |
| | | AR 60-110 |
| 1 | Molde Agricola | 1300-110 |
| | Moldes | 1100-110 |
| | Moldes | 1100-110 |
| | Moldes | 1100-110 |
| | Moldes | 1000-110 |
| | Moldes | 900-110 |
| | Moldes | 825-110 |
| | Moldes | 650-110 |
| | Moldes | 650-110 |

tiempos de carga y descarga de las 4 llantas son de 10 min. y 16 min. respectivamente. Por lo que el tiempo total de cocimiento en frío es de 1 hr. 56 min.

De acuerdo a este tiempo se pueden cargar 4 cocimientos por turno. De esta manera la capacidad de producción de este departamento es de 16 llantas por turno.

4.4.3. Armado

Los tiempos de armado que se tienen en la planta actualmente para sistema caliente y para sistema frío son de 15 min. y 40 min. respectivamente.

De acuerdo a estos tiempos de armado se pueden armar para sistema caliente 33 llantas por armador, como hay dos armadores la capacidad de producción de este departamento para sistema caliente es de 66 llantas por turno. Para sistema frío se pueden armar únicamente 12 llantas por turno ya que solamente en uno de los armadores se puede armar para este sistema.

4.4.4. Raspado, saneado y encementado

El tiempo de raspado que tiene la planta es de 5 min. Así la capacidad de raspado de la planta es de 96 llantas por turno.

El tiempo de saneado promedio que tiene la planta es de 4 min. por lo que la capacidad de este departamento es de 120 llantas por turno. En este departamento la producción depende de la condición de cada llanta en especial ya que una llanta mala se lleva mas tiempo que una buena.

El tiempo de encementado por llanta es de 6 1/2 min. por lo que se pueden encementar 73 llantas por turno.

4.4.5. Inspección

El tiempo de inspección promedio, ya que depende del estado de cada llanta, es de 4 min. por lo que la capacidad de este departamento es de 120 llantas por turno.

Tabla 4.4 Capacidades actuales por departamento.

| DEPARTAMENTO | OPERACION | CAPACIDAD EN LLANTAS/TURNO. |
|------------------------|-------------|-----------------------------|
| Cocimiento en caliente | Cocimiento | 96 |
| Cocimiento en frio | Cocimiento | 16 |
| Armado sist. caliente | Armado | 66 |
| Armado sist. frio | Armado | 12 |
| Raspado | Raspado | 96 |
| Saneado | Saneado | 120 |
| Encementado | Encementado | 73 |
| Inspección | Inspección | 120 |

4.5 Producción promedio los últimos dos meses.

Tabla 4.5 Producción promedio mensual

| MEDIDA | MOLDE | COCIMIENTO | PENQUADO | PRECURADO | TOTAL |
|--------------|---------|------------|----------|-----------|---------|
| 155 SR 13 | #244 | 2 | 4 | | 6 |
| 165 SR 13 | #244 | 1 | | | 1 |
| 650-13 | #244 | | 1 | | 1 |
| 700-13 | #250 | | 1 | | 1 |
| 70P13 | #250 | 1 | | | 1 |
| 560-15 | #254 | | 8 | | 8 |
| 695-14 | #254 | 12 | 5 | | 17 |
| 135-14 | #260 | 1 | | | 1 |
| 185 S 14 | #260 | | 1 | | 1 |
| 775-14 | #260 | 1 | 2 | | 3 |
| 775-14 | #260 | 2 | | | 2 |
| E 78-14 | #260 | 1 | | | 1 |
| 700-14#260 Y | #254 | 15 | 13 | | 28 |
| 735-14#260 Y | #254 | 11 | 5 | | 16 |
| 185 SR 13 | #264 | 1 | | | 1 |
| 70R14 | #264 | 2 | 1 | | 3 |
| 750-14 | #264 | 1 | 3 | | 4 |
| FR 76-14 | #264 | 1 | 1 | | 2 |
| 710-15 | #270 | 2 | | | 2 |
| 825-15 | #270 | 6 | | | 6 |
| 700-15 | #280 | 4 | 12 | | 16 |
| 855-15 | #280 | | 4 | | 4 |
| GR 78-15 | #280 | | 2 | | 2 |
| 1000-20 | 1000-20 | 72 | 44 | 7 | 123 |
| 1100-20 | 1100-20 | 15 | 9 | 25 | 49 |
| 1100-22 | 1100-22 | 39 | 3 | 19 | 61 |
| 600-16 | 650-16 | | 1 | | 1 |
| 650-16 | 650-16 | 5 | 4 | | 9 |
| 750-16 | 750-16 | 1 | 8 | | 9 |
| 750-17 | 750-17 | 28 | 12 | 18 | 58 |
| 825-20 | 825-20 | 6 | | | 6 |
| 900-20 | 900-20 | 5 | 14 | 9 | 28 |
| <hr/> | | | | | |
| TOTALES | | 235 | 158 | 78 | 471 |
| PORCENTAJE | | 49.89% | 33.55% | 16.56% | 100.00% |

La olla para cocimiento en frío cuece en promedio 78 llantas por mes lo que equivale al 16.56 % de la producción total de la planta.

Como se puede observar hay dos tipos de producción en caliente: la que únicamente es maquila de las plantas pequeñas en cocimiento que equivale a un 49.89 % de la producción total. Esta producción no pasa por los demás departamentos. El otro tipo de producción es el renovado completo desde que se recibe el casco usado hasta que se llega renovado al cliente pasando por todos los departamentos. Esta producción equivale a un 33.55 % de la producción total de la planta.

3.6 Deficiencias observadas por departamento

En el departamento de cocimiento en caliente no existe la suficiente capacidad en algunos moldes, por lo que existen tiempos de espera algunas veces demasiado largos y se están perdiendo ventas por esta misma razón.

TABLA 4.6 Actividad de los diferentes moldes.

| MOLDE | LLANTAS TOT. | LLANTAS/DIA | % DEL TOT. |
|---------|--------------|-------------|------------|
| 0244 | 0 | .36 | 1.70% |
| 0250 | 2 | .09 | .42% |
| 0254 | 25 | 1.14 | 5.31% |
| 0260 | 52 | 2.36 | 11.04% |
| 0264 | 10 | .45 | 2.12% |
| 0270 | 8 | .36 | 1.70% |
| 0280 | 22 | 1.00 | 4.67% |
| 1000-20 | 116 | 5.27 | 24.63% |
| 1100-20 | 24 | 1.09 | 5.10% |
| 1100-22 | 42 | 1.91 | 8.92% |
| 650-16 | 10 | .45 | 2.12% |
| 750-16 | 9 | .41 | 1.91% |
| 750-17 | 40 | 1.82 | 8.49% |
| 825-20 | 6 | .27 | 1.27% |
| 900-20 | 19 | .86 | 4.03% |
| | 393 | 17.86 | 100.00% |

El problema principal radica en el molde de la llanta 1000-20 ya que como se puede observar esta medida ocupa el 25% de la producción total.

En el mismo departamento, el montaje y desmontaje de las medidas de llantas chicas esta demasiado retirado ya que se comparte la misma máquina con el proceso de reparación de los cascos a renovar.

Como existe un solo cocedor, muchas veces no alcanza a producir las 4 cargas para todos los moldes en un turno, inclusive, deja las matrices trabajando y las descarga al día siguiente, haciendo esto y observando los tiempos de carga y descarga mas el de cocimiento debería sacar 120 llantas por turno y no 96, o sea, una llanta mas, ya que al entrar en la mañana vacía los moldes que dejo cargados y al salir los deja trabajando. El incumplimiento de la producción se debe a que existe solo un cocedor que además de los 24 moldes, atiende la olla del sistema de cocimiento en frío.

Como se puede observar en la tabla de actividades de los moldes, la planta esta renovando, en sistema caliente, un promedio de 17.86 llantas diarias; lo que equivale a solamente el 18.60 % de la capacidad.

Asi mismo, el consumo de diesel de la planta en promedio durante los últimos dos meses es de 4,500 lt. por mes. Si se cocieron 471 llantas incluyendo el sistema en frío, el consumo de diesel por cocimiento es de 9.554 lt. Este valor es muy elevado

porque la línea no se encontró cargada a su máxima capacidad y las calderas permanecen prendidas todo el turno.

Haciendo un breve análisis del costo de mano de obra y de indirectos que tienen en estas condiciones en este departamento:

| | |
|------------------------|--------------------------|
| - Mano de Obra | \$ 403.13 |
| - Diesel (246.00/lit.) | \$ 2,350.31 |
| - Bolsa de cocimiento | \$ 1,764.70 |
| | ----- |
| | \$ 4,518.14 / cocimiento |

La bolsa de cocimiento tiene un costo promedio de \$300,000.00 y una vida útil de 170 cocimientos, puede durar más, pero se considera este límite ya que es el número de cocimientos que el fabricante las garantiza.

En los departamentos de raspado, saneado y encementado existe el problema de que las tres operaciones las realiza la misma persona. Esta persona, además, arma llantas por lo que la capacidad de estos departamentos disminuye. Así la capacidad real del departamento de armado no son 96 llantas, con lo que si el departamento de cocimientos trabajara a su máxima capacidad no sería suficiente para satisfacer las necesidades de este departamento.

También se observó que los tiempos de producción de los departamentos de armado, tanto para sistema frío como caliente, de la carga y descarga del sistema frío y de la inspección son demasiado largos.

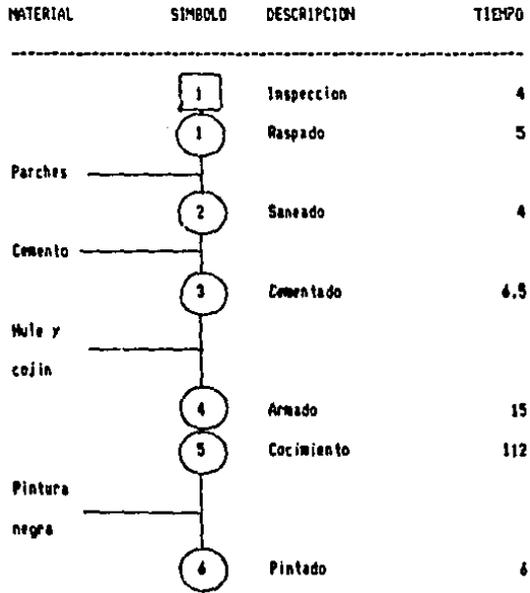
4.7 Deficiencias observadas en general

La distribución de la planta tiene también algunos problemas ya que los almacenes tanto de materias primas como de producto terminado están mal localizados y existe la necesidad de manejar mucho los materiales. En cuanto al almacén de producto en proceso, no existe dicho almacén, únicamente se forman las llantas delante de cada departamento lo cual quita mucho espacio, sobre todo en el área de raspado, armado, saneado, etc.

Así mismo, si las llantas requieren de una reparación pasan al departamento de secciones y después de regreso a raspado. Aquí las llantas tienen que atravesar la planta lo que equivale a transportar las llantas aproximadamente 10 metros lo cual es innecesario.

FIGURA 4.2

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO PARA EL SISTEMA DE
RENOVACION EN CALIENTE

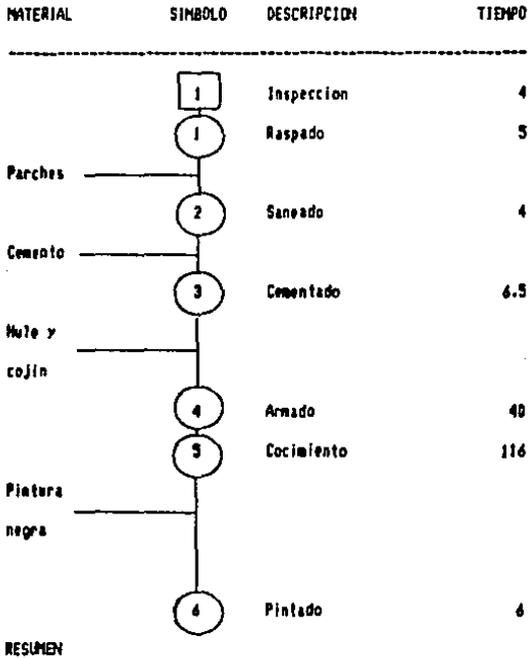


RESUMEN

| EVENTO | NUMERO | TIEMPO |
|------------|--------|------------|
| OPERACION | 6 | 148.5 min. |
| INSPECCION | 1 | 4 min. |

FIGURA 4.3

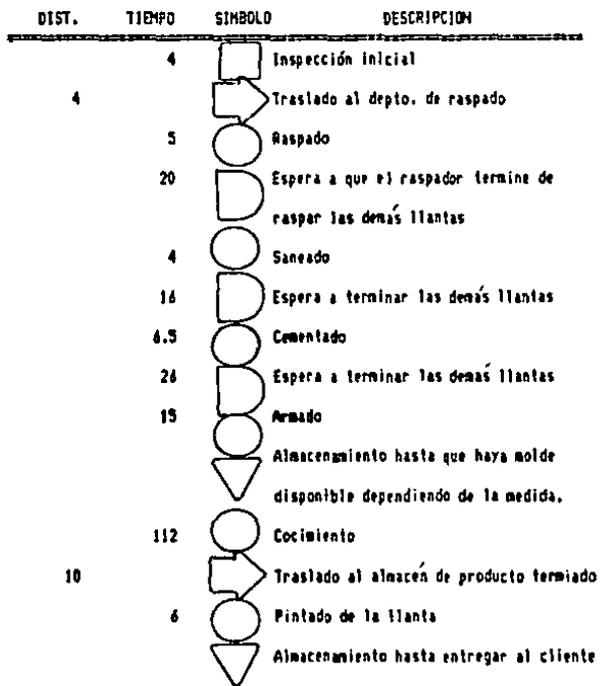
DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO PARA EL SISTEMA DE
RENOVACION EN FRIO



| EVENTO | NUMERO | TIEMPO |
|------------|--------|------------|
| OPERACION | 6 | 171.5 min. |
| INSPECCION | 1 | 4 min. |

FIGURA 4.4

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL SISTEMA DE RENOVACION EN CALIENTE

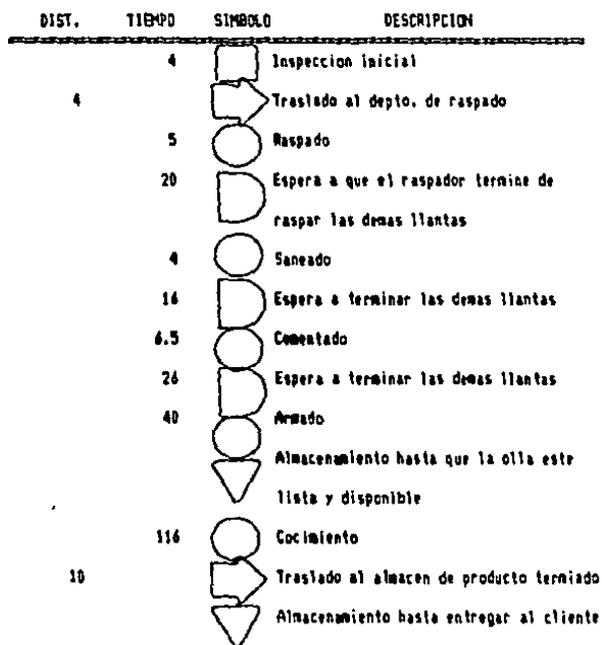


RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|---------------|-----------|
| | OPERACION | 6 | 148.5 min. | |
| | INSPECCION | 1 | 4 min. | |
| | TRANSPORTE | 2 | | 14 mts. |
| | ALMACEN | 2 | Indeterminado | |
| | RETRASO | 3 | 62 min. | |

FIGURA 4.5

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PARA EL SISTEMA DE RENOVACION EN FRIO



RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|---------------|-----------|
| | OPERACION | 5 | 171.5 min. | |
| | INSPECCION | 1 | 4 min. | |
| | TRANSPORTE | 2 | | 14 mts. |
| | ALMACEN | 2 | Indeterminado | |
| | RETRASO | 3 | 62 min. | |

FIGURA 4.6

DIAGRAMA DE FLUJO DE MATERIALES

----- Sistema frío
———— Sistema caliente

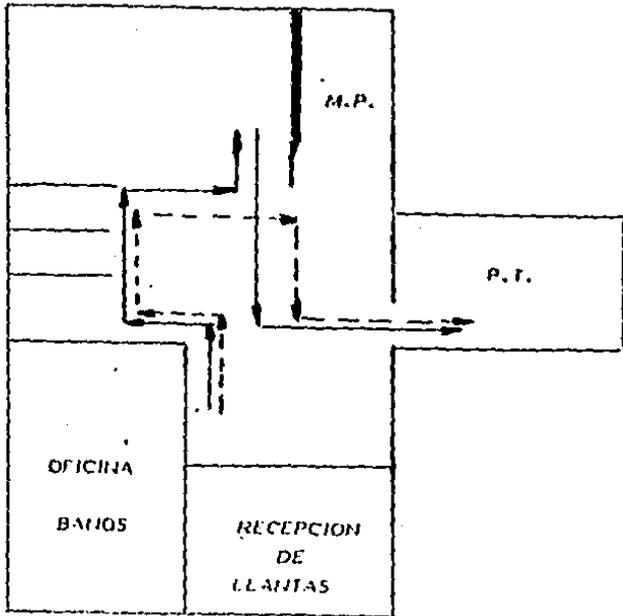


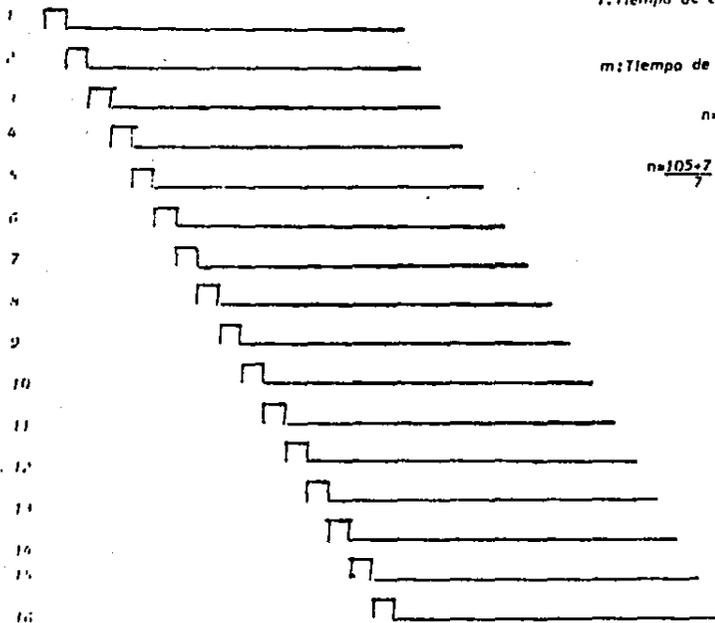
FIGURA 4.7 DIAGRAMA DE BARRAS
 PARA EL AREA DE COCIMIENTO
 EN CALIENTE.

l : Tiempo de cocimiento = 105 min.

m : Tiempo de carga y descarga = 7 min.

$$n = \frac{l+m}{m}$$

$$n = \frac{105+7}{7} = 16 \text{ moldes}$$



Después de aplicar las herramientas que nos proporciona la ingeniería industrial, podemos observar mejor los puntos en los cuales existen problemas y sobre los cuales podemos trabajar para mejorar la productividad de la planta.

Estos problemas se presentan en algunos de los métodos de los diferentes procesos, así como en la organización del personal y en el balanceo de la línea que suministra de llantas al departamento de armado.

También es necesario determinar los nuevos estándares de producción para cada departamento, una vez que se hayan establecido los nuevos métodos. Con estos estándares, el supervisor tendrá un mejor control sobre sus trabajadores y la eficiencia de los mismos.

Al final, estableceremos un sistema de incentivos diseñado especialmente para una renovadora de llantas de este tipo.

CAPITULO V

ESTUDIO DE SOLUCIONES

V. ESTUDIO DE SOLUCIONES

5.1 Estudio de métodos

En esta parte analizaremos los métodos actuales en los cuales observamos deficiencias, proponiendo un método mejor para cada operación.

5.1.1 Método de armado para el sistema caliente

El diagrama de proceso del operario del método actual correspondiente al proceso de armado para el sistema caliente es el siguiente:

Figura 5.1 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE ARMADO EN SISTEMA CALIENTE

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 4 | .42 |  | Transporte de la llanta |
| | .12 |  | Colocación de la llanta |
| | 2.42 |  | Corte de cojín |
| | 2.76 |  | Resane de defectos |
| | 1.26 |  | Medición de la banda |
| | 2.42 |  | Colocación de la banda |
| | .54 |  | Presión de la banda |
| | 1.95 |  | Presión de los hombros |
| | .43 |  | Anotación de reporte |
| | .26 |  | Desmote de la llanta |

RESUMEN

| SÍMBOLO | EVENTO | NÚMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|------------|-----------|
| | OPERACION | 9 | 12.19 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 1 | .42 min. | 4 mts. |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |

En este diagrama se pueden observar operaciones que no son de utilidad para el proceso las cuales pueden ser eliminadas:

- a) El almacenamiento de las llantas cementadas listas para armarse puede hacerse más cerca del armador para evitar que el operario tenga que ir a buscar las llantas y pierda tiempo.
- b) El cojín puede ser cortado previamente por otra persona, ya que en esta operación no se utiliza el armador.
- c) El supervisor debe decir al operario que medida de banda va a llevar cada llanta y acercar al armador los rollos de dichas medidas de banda.
- d) El supervisor debe realizar la anotación en el reporte y ayudar al operario a que la realice lo más rápidamente posible.

Realizando estas modificaciones en el proceso de armado en el presente el diagrama de flujo de proceso para el operario nos queda de la siguiente manera:

Figura 5.2 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACION PARA EL PROCESO DE ARRANCO EN SISTEMA CALIENTE

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|---------|-------------------------------------------------|
| | .12 | ○ | Colocación de la llanta |
| | 2.76 | ○ | Resane de defectos |
| | 2.42 | ○ | Colocación de la banda |
| | .54 | ○ | Presión de la banda |
| | 1.95 | ○ | Presión de los hombros |
| | .34 | ○ | Desmante de la llanta y anotación en el reporte |

RESUMEN

| SÍMBOLO | EVENTO | NÚMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | OPERACION | 6 | 8.15 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 0 | | |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |

Reduciéndose así el tiempo en el que la máquina está ocupada con cada llanta, un 35.38 % aumentando la capacidad de la misma.

5.1.2 Método de controlado

El diagrama de flujo de proceso para el cementador para el método actual es el siguiente:

Figura 5.3 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE CEMENTADO

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| | .75 |  | Cepillado del piso de la llanta |
| | 4.23 |  | Cementado con brocha |

RESUMEN

| SÍMBOLO | EVENTO | NÚMERO | TIEMPO | DIRECCIÓN |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | OPERACION | 2 | 4.98 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 0 | | |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |

En este proceso, la única manera de mejorarlo es dejar de aplicar el cemento con brocha y utilizar la encementadora por aspersión que además de hacer más rápido el proceso, el precio por cubeta es mucho menor, y dejar el cemento tipo "Brocha", para las llantas que lo requieran.

Haciendo este cambio en el método de cementado el diagrama de operaciones del cementador es:

Figura 5.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE CEMENTADO

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| | .75 |  | Cepillado del piso de la llanta |
| | 2.13 |  | Cementado con pistola de aspersión |

RESUMEN

| SÍMBOLO | EVENTO | NÚMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | OPERACION | 2 | 2.89 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 0 | | |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |

Reduciendose el tiempo de proceso en un 42 %

5.1.3 Método de armado para el sistema frío

El diagrama de proceso de operaciones para el método actual de armado para el sistema frío es el siguiente:

Figura 3.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE ARMADO EN EL SISTEMA FRÍO

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|---------|---------------------------------------------------|
| | 1.70 | ○ | Preparación de la banda |
| | 2.64 | ○ | Cementado de la banda |
| 4 | .31 | ◻→ | Transporte de la llanta |
| | .54 | ○ | Colocación de la llanta |
| | 2.57 | ○ | Corte de cojin de reparacion |
| | 2.77 | ◻ | Reparacion de defectos |
| | 1.26 | ○ | Colocacion de cojin |
| | 1.15 | ○ | Presion sobre el cojin |
| | 3.40 | ○ | Tiempo de secado del cemento en la banda |
| | 2.49 | ○ | Liberacion de polietileno y alicacion de la banda |

Figura 5.5 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE ARMADO EN EL SISTEMA FRIO (Continuación)

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|---------|-------------------------|
| | 4.29 | ○ | Corte de exceso y union |
| | 1.62 | ○ | Presion sobre la banda |
| | 1.37 | ○ | Engrapado de la union |
| | .18 | ○ | Desmorte de la llanta |

RESUMEN

| SÍMBOLO | EVENTO | NÚMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|------------|-----------|
| | OPERACION | 11 | 22.61 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 1 | .31 min. | 4 m |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 1 | 5.40 min. | |
| | INS./OPER. | 1 | 2.77 min. | |

En este proceso se pueden hacer las mismas modificaciones que en el armado para sistema caliente, además de que la banda de precurado puede ser preparada previamente por un ayudante que la raspe y la encemente suficiente tiempo antes, de 15 a 20 minutos como mínimo, para no demorar el proceso de armado, ya que como se observa en el diagrama, realizar esto le toma gran parte del tiempo al operario teniendo demasiado tiempo muerto la máquina.

De esta manera, el diagrama de flujo de proceso para el nuevo método será :

Figura 5.6 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE ARBADO EN EL SISTEMA FRIO

| DIST. | TIEMPO | SIMBOLO | DESCRIPCION |
|-------|--------|---------|---------------------------------------------------|
| | .54 | ○ | Colocacion de la llanta |
| | 2.77 | ⊗ | Reparacion de defectos |
| | 1.26 | ○ | Colocacion de cojin |
| | 1.15 | ○ | Presion sobre el cojin |
| | 2.49 | ○ | Liberacion de polietileno y alicacion de la banda |
| | 4.29 | ○ | Corte de exceso y union |
| | 1.62 | ○ | Presion sobre la banda |
| | 1.37 | ○ | Engrapado de la union |
| | .18 | ○ | Desmante de la llanta |

RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|------------|-----------|
| | OPERACION | 8 | 15.69 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 0 | | |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |
| | INS./OPER. | 1 | 2.77 min. | |

De esta manera, con el método propuesto el tiempo que se utiliza la máquina por llanta se reduce en un 44.59 %

3.1.4 Diagramas de proceso para los métodos aprobados.

Figura 5.7 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE RASPADO

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| | 1.20 |  | Colocacion de la llanta e inflado |
| | 2.26 |  | Proceso de raspado |
| | .67 |  | Desmonte de la llanta y anotacion de reporte |

RESUMEN

| SÍMBOLO | EVENTO | NÚMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | OPERACION | 3 | 4.14 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 0 | | |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |

Figura 5.8 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE CARGA DE MOLDES

| DIST. | TIEMPO | SÍMBOLO | DESCRIPCIÓN |
|----------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| 6 | .20 |  | Transporte al canon |
| | .11 |  | Colocacion en el canon |
| | 1.78 |  | Colocar rin y bolsa |
| | .16 |  | Transporte a la prensa |
| | .76 |  | Cerrar el molde en la prensa |
| Variable | .75 |  | Llevar el molde a su lugar y conectar mangueras |

RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | OPERACION | 3 | 2.65 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 3 | 1.11 min. | 8 mts. |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |

Figura 5.8 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE DESCARGA DE MOLDES

| DIST. | TIEMPO | SIMBOLO | DESCRIPCION |
|---------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| | .33 |  | Liberacion de presion |
| Variable | .10 |  | Transporte del molde y colocacion en la prensa |
| | .47 |  | Apertura del molde |
| 2.00 | .35 |  | Desmante de la llanta y colocacion en el canon |
| | .30 |  | Sacar rim y bolsa |
| 6.00 | .34 |  | Bajar llanta y transporte al almacen |
| Indeterminado | |  | Almacenamiento de producto terminado |

RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|---------------|-----------|
| | OPERACION | 4 | 1.53 min. | |
| | INSPECCION | 0 | | |
| | TRANSPORTE | 2 | .44 min. | 8.00 mts. |
| | ALMACEN | 1 | Indeterminado | |
| | RETRASO | 0 | | |

Figura 5.9 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES PARA EL PROCESO DE INSPECCION

| DIST. | TIEMPO | SIMBOLO | DESCRIPCION |
|-------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| | .97 |  | Inspeccion de los hombros |
| | .28 |  | Montado en el inspeccionador |
| | 1.89 |  | Inspeccion exterior (piso) |
| | .78 |  | Inspeccion interior |
| | .94 |  | Desmote y revision final |

RESUMEN

| SIMBOLO | EVENTO | NUMERO | TIEMPO | DISTANCIA |
|---------|------------|--------|-----------|-----------|
| | OPERACION | 1 | .28 min. | |
| | INSPECCION | 3 | 3.64 min. | |
| | TRANSPORTE | 0 | | |
| | ALMACEN | 0 | | |
| | RETRASO | 0 | | |
| | INS./OPER. | 1 | .94 min. | |

5.2 Estudio de tiempos

Una vez que ya se analizaron los métodos actuales, corrigiendo aquellos en los cuales se encontraron deficiencias, pasamos a determinar los nuevos tiempos estandares de producción para cada proceso.

Para realizar la toma de tiempos utilizamos una tabla establecida por la General Electric Co. para determinar el numero de ciclos que debian observarse. Esta tabla se muestra en el capítulo correspondiente a la toma de tiempos (ver Capitulo IV).

BIBLIOGRAFIA

Niebel W. B.

INGENIERIA INDUSTRIAL

Representaciones y servicios de ingeniería S.A. , 1980

Hillier / Lieberman

INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES

Mc Graw - Hill , 1980

Buffa S. Elwood

DIRECCION DE OPERACIONES

Editorial Limusa , 1977

Tire Retread Institute

MANUAL PARA RENOVACION DE LLANTAS

Una vez establecidos los tiempos promedio para cada operación en cada proceso, procedimos a determinar las tolerancias. Para esto se utilizó la tabla de tolerancias de la Oficina Internacional del Trabajo (Ver capítulo IV). De acuerdo a esta tabla se deben aplicar dos tipos de tolerancias, las constantes y las variables.

Las constantes suman un 9 % del tiempo promedio de cada operación y están compuestas de un 5 % de tolerancias por necesidades personales y de un 4 % de tolerancias por fatiga.

En cuanto a las tolerancias variables aplicamos la referente al transporte de la llanta, que pesa en promedio de 35 a 50 kgs. dependiendo de la medida. De aquí que se utilizara el factor de 22 % , establecido en la tabla para este peso, en todas las operaciones en que los operarios transporten dicho peso en todos los procesos.

También se aplicó la tolerancia por estar de pie en las operaciones que así fueran realizadas, dicha tolerancia equivale a un 2 % según la tabla.

El factor de calificación se determinó en base a observaciones realizadas durante nuestro estudio y con la colaboración del personal de supervisión.

De esta manera, a continuación se muestran las determinaciones de los nuevos tiempos estándares para cada proceso.

Figura 5.10 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE INSPECCION

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLERANCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Inspeccion de hombros | .98 | 11.00% | .11 | 1.09 |
| Montado en el inspeccionador | .29 | 31.00% | .09 | .37 |
| Inspeccion parte exterior | 1.90 | 11.00% | .21 | 2.10 |
| Inspeccion parte interior | .78 | 11.00% | .09 | .87 |
| Desmonte y revision final | .94 | 31.00% | .29 | 1.24 |
| TOTAL EN MINUTOS | 4.89 | | .70 | 5.67 |
| FACTOR DE CALIFICACION : | 1.05 | | | |
| TIEMPO ESTANDAR : | 5.95 MIN. | | | |

TIEMPO ESTANDAR : 5' 56.14 "

Figura 5.11 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE RASPADO

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLERANCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|--------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Colocacion de la llanta | 1.21 | 31.00% | .37 | 1.58 |
| Proceso de raspado | 2.01 | 11.00% | .22 | 2.23 |
| Desmonte de la llanta | .68 | 31.00% | .21 | .89 |
| TOTAL EN MINUTOS | 3.90 | | .81 | 4.70 |
| FACTOR DE CALIFICACION : | .90 | | | |
| TIEMPO ESTANDAR : | 4.23 MIN. | | | |

TIEMPO ESTANDAR : 4' 13.83 "

Figura 5.12 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE CEMENTADO

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLENCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|-------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Cepillado de la llanta | .76 | 11.00% | .08 | .84 |
| Cementado | 2.14 | 11.00% | .23 | 2.37 |
| TOTAL EN MINUTOS | 2.89 | | .31 | 3.21 |

FACTOR DE CALIFICACION : .90

TIEMPO ESTANDAR : 2.89 MIN.

TIEMPO ESTANDAR : 2' 50.99 "

Figura 5.13 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA ARMADO EN SISTEMA CALIENTE

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLENCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|
| Colocacion de la llanta | .12 | 31.00% | .04 | .16 |
| Reparacion de defectos | 2.77 | 11.00% | .30 | 3.07 |
| Colocacion de la banda | 2.42 | 11.00% | .27 | 2.69 |
| Presion de la banda | .55 | 11.00% | .06 | .61 |
| Presion de los hombros | 1.96 | 11.00% | .22 | 2.17 |
| Desmante de la llanta | .26 | 31.00% | .08 | .34 |
| TOTAL EN SEGUNDOS | 8.07 | | .93 | 9.04 |

FACTOR DE CALIFICACION : 1.10

TIEMPO ESTANDAR : 9.94 MIN.

TIEMPO ESTANDAR : 9' 53.96 "

Figura 5.14 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE CARGA DE MOLDES

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLERANCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|--------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Transporte de llanta y colocacion en el canon | .31 | 31.00% | .10 | .41 |
| Colocar rim y bolsa y transporte a prensa | 1.96 | 31.00% | .61 | 2.56 |
| Cerrar molde en prensa | .76 | 11.00% | .08 | .85 |
| Acarreo del molde y colocacion de mangueras | .75 | 11.00% | .06 | .83 |
| TOTAL EN MINUTOS | 3.78 | | .87 | 4.65 |
| FACTOR DE CALIFICACION : | 1.15 | | | |
| TIEMPO ESTANDAR : | 5.35 | MIN. | | |
| TIEMPO ESTANDAR : | <u>5' 20.01"</u> | | | |

Figura 5.15 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE DESCARGA DE MOLDES

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLERANCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|----------------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Liberacion de presion, acarreo del molde y colocacion | .44 | | 0.00 | .44 |
| Apertura de molde en la prensa | .48 | 11.00% | .05 | .53 |
| Desmante de la llanta y colocacion en el canon | .35 | 31.00% | .11 | .45 |
| Sacar rim y bolsa, bajar llanta y transporte | .72 | 31.00% | .22 | .94 |
| TOTAL EN MINUTOS | 1.98 | | .38 | 2.37 |
| FACTOR DE CALIFICACION : | 1.15 | | | |
| TIEMPO ESTANDAR : | 2.72 | MIN. | | |
| TIEMPO ESTANDAR : | <u>2' 45.28"</u> | | | |

Figura 5.16 DETERMINACION DE TIEMPO ESTANDAR PARA EL PROCESO DE ARMADO PARA SISTEMA

| ELEMENTOS | TIEMPO PROMEDIO | % DE TOL. TOTAL | TOLERANCIA TOTAL | TIEMPO PERMITIDO |
|-----------------------------------------------------|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| Colocacion de la llanta | .54 | 31.00% | .17 | .71 |
| Reparacion de defectos | 2.78 | 11.00% | .31 | 3.08 |
| Colocacion del cojin | 1.26 | 11.00% | .34 | 1.40 |
| Presion sobre el cojin | 1.16 | 11.00% | .33 | 1.28 |
| Liberacion del polietileno y aplicacion de la banda | 2.49 | 11.00% | .27 | 2.77 |
| Corte de exceso y union | 4.29 | 11.00% | .47 | 4.76 |
| Presion sobre la banda | 1.62 | 11.00% | .38 | 1.80 |
| Engrapado de la union | 1.37 | 11.00% | .35 | 1.52 |
| Desmante de la llanta | .18 | 31.00% | .06 | .24 |
| TOTAL EN MINUTOS | 15.69 | | 1.87 | 17.57 |

FACTOR DE CALIFICACION : .95

TIEMPO ESTANDAR : 16.69 MIN.

TIEMPO ESTANDAR : 16' 39.68"

Cabe hacer notar que los tiempos aquí determinados son tiempos estandares específicos de esta planta de acuerdo a los métodos con que cuenta la misma. Estos tiempos no deben ser tomados como generales para la industria de la renovación en México ya que cada planta debe tener sus propios tiempos estandares.

6.3 Estudio de capacidades

De acuerdo a los nuevos tiempos estandares calculados en el inciso anterior la capacidad de los diferentes departamentos es la siguiente :

CAPACIDADES DE PRODUCCION POR DEPARTAMENTO POR TURNO DE 8 HRS.

| PROCESO | TIEMPO ESTANDAR | CAPACIDAD POR MAQUINA | CAPACIDAD DE LA PLANTA |
|--------------------|-----------------|-----------------------|------------------------|
| Inspeccion | 5.88 min | 81 llantas/T | 162 llantas/T |
| Respado | 4.19 min | 113 llantas/T | 113 llantas/T |
| Cementado | 2.84 min | 169 llantas/T | 169 llantas/T |
| Armado en caliente | 9.77 min | 49 llantas/T | 97 llantas/T |
| Armado en frio | 16.40 min | 29 llantas/T | 29 llantas/T |

Por otra parte, los tiempos estandares de carga y descarga de los moldes es 5.33 y 2.75 minutos respectivamente teniendo un tiempo total de cocimiento por llanta de 113.08 minutos.

La cantidad de moldes que el cocedor puede atender con estos tiempos de carga y descarga es de :

$$N = \frac{113.08}{8.08} = 13.99, \text{ o sea, } 14 \text{ moldes}$$

De esta manera, un cocedor con una sola prensa para cargar y descargar, no es suficiente para atender los 24 moldes que se tienen. Por lo tanto, el problema de capacidad esta en la prensa y no en la mano de obra ya que si contrataramos otro cocedor no tendria en donde cargar y descargar los moldes restantes.

Asi, la capacidad total de la planta en renovado en sistema caliente no es de 96 llantas, como se deberia suponer, sino de 56 llantas por turno.

Como se puede observar la capacidad de los demás departamentos que abastecen de llantas al de cocimiento es suficiente .

CAPITULO VI

APLICACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

VI. APLICACION DE RESULTADOS OBTENIDOS

6.1 Control de mano de obra

6.1.1 Necesidades de personal

Después de establecer la capacidad total de la planta en renovación en caliente (56 llantas) determinaremos de acuerdo a los minutos estandares por operación las necesidades de personal para abastecer al departamento de cocimientos.

Los minutos estandares por operación para el proceso de cocimientos en caliente son :

- Inspección : 5.93 min.
- Raspado : 4.23 min.
- Reparación : 4.00 min.
- Cementado : 2.34 min.
- Armado : 9.89 min.

Cabe hacer notar que la operación de reparación de defectos no será considerada ya que no se realiza en todas las llantas que se procesan.

Por otro lado, actualmente la planta cuenta con 5 trabajadores, lo que equivale a una capacidad disponible de 225 horas-hombre por semana. Si tomamos en cuenta que se tiene un ausentismo de 16 horas-hombre (2 turnos) por semana, se puede esperar una eficiencia de :

$$\% \text{ de eficiencia} = \frac{\text{-----}}{225} = 92.89 \%$$

Así el número total de operarios trabajando a una eficiencia del 92.89 % se calcula como sigue :

$$N = \frac{\text{PROD.}}{480} \times \frac{\text{M.E.}}{\text{ef.}}$$

donde :

N = Número de operarios necesarios

PROD = Producción esperada

M.E. = Minutos estándares totales

ef. = Eficiencia esperada

entonces el número de operarios necesarios es :

$$N = \frac{56}{480} \times \frac{22.89}{.9289} = 2.87 \text{ operarios}$$

Puesto que es imposible tener .87 de trabajador , se necesitan 3 operarios para cumplir la producción.

El siguiente paso es estimar el número de trabajadores que se utilizara por operación. Como se requieren 56 llantas por turno de trabajo se debe estar produciendo una llanta cada 8.57 min. (o sea, 480/56) ; por lo tanto :

| OPERACION | M.E. | M.E. / MIN. POR PZA. | NUMERO DE OPERARIOS |
|------------|-------|-------------------------|------------------------|
| Inspección | 5.93 | .69 | 1 |
| Raspado | 4.73 | .49 | .5 |
| Cementado | 2.84 | .33 | .5 |
| Armado | 9.89 | 1.15 | 1 |
| | 22.89 | | 3 |

Como podemos observar, el número de operarios necesarios para realizar las operaciones de raspado y cementado es menor a 1/2 de trabajador, por lo tanto, podemos asignar un solo trabajador que realice las dos operaciones en lugar de contratar uno para cada una de estas, evitando así excesivos tiempos muertos.

Para determinar cual es la operación mas lenta, se dividen los minutos estandares para cada una de las operaciones entre el número de operarios.

| OPERACION | M.E. | NUMERO DE OPERARIOS | TIEMPO DE OPR. |
|------------------------|-------|------------------------|-------------------|
| Inspección | 5.93 | 1 | 5.93 |
| Raspado y Cementado | 7.07 | 1 | 7.07 |
| Armado | 9.89 | 1 | 9.89 |
| | 22.89 | 3 | |

Por lo tanto la operación de armado determinará la producción de la planta. Entonces será:

$$\frac{60 \text{ min}}{9.89 \text{ min. est.}} = 6.06, \text{ o sea, } 6 \text{ llantas por hrs.}$$

Teniendo únicamente 3 personas, como proponemos, se tendría una producción por turno de 48 llantas faltando 8 para cumplir con la producción.

Además de estas 3 personas, se debe contar con un armador para el sistema en frío, el cual con tiempo estandar de 16.66 min. por llanta, puede armar 28.81 llantas, o sea, 28 llantas por turno. Ahora, como la capacidad de la planta para cocimiento en sistema frío es de 16 llantas por turno el armador tendrá el 45 % de su tiempo libre con lo cual puede armar perfectamente las 8 llantas que faltan para abastecer el departamento de cocimiento en caliente y así cumplir con las 56 llantas necesarias.

Se contara también con un ayudante general que servirá de "comodín" cuyas labores serán : realizar las reparaciones en las llantas que así lo requieran, preparar y encementar las bandas para el armador en sistema frío y cortar el cojín de reparación para ambos armadores, además de cubrir los puntos de las personas que falten y así tratar de evitar mayores bajas en la eficiencia de la planta.

De acuerdo a este estudio de necesidades, el personal necesario para operar la planta eficientemente es:

- Un operario que inspeccionará los cascos al llegar a la planta
- Un operario que encementará y raspará todas las llantas
- Dos operario para armar las llantas en ambos sistemas
- Un ayudante general
- Un operario que cargara y descargara los moldes del sistema caliente y la olla del sistema frío
- Un mecánico
- Un supervisor

Lo que nos da un total de 6 trabajadores en las areas productivas.

6.1.2 Analisis de punto de equilibrio

Actualmente la planta cuenta con los siguientes costos fijos mensuales :

| | |
|---------------|---------------|
| Nomina * | \$ 6'250,000 |
| I.M.S.S. | \$ 1'500,000 |
| Impuestos ** | \$ 350,000 |
| Diesel | \$ 2'720,000 |
| Luz | \$ 1'400,000 |
| Seguros | \$ 380,000 |
| Gasolina *** | \$ 3'000,000 |
| Renta | \$ 500,000 |
| Admon. **** | \$ 250,000 |
| Depreciacion | \$ 730,000 |
| Mantenimiento | \$ 200,000 |
| | ----- |
| TOTAL ... | \$ 17'280,000 |

* Esta incluye mano de obra directa, mano de obra indirecta y personal de admon. y ventas.

** Incluyen el 1% sobre remuneraciones y el 5% al Infonavit.

*** La empresa tiene 3 camionetas para el depto. de ventas.
 *** Aquí se incluyen gastos como el teléfono, la papelería,
 artículos de limpieza, etc.

Los costos variables por llanta promedio son :

| | |
|---------------------|-----------|
| Hule (12 kg.) | \$ 57,000 |
| Raspado | \$ 750 |
| Cemento | \$ 721 |
| Bolsa de cocimiento | \$ 5,900 |
| | ----- |
| TOTAL ... | \$ 64,371 |

El precio de venta neto promedio, ya que depende de la medida de las llantas y de los descuentos que se concedan es de \$ 123,907.

Así, la contribución marginal por llanta es :

$$\text{C.M.} = \frac{123,907 - 64,371}{123,907} = .4808$$

Obteniendo un punto de equilibrio en pesos de :

$$\text{P.E. (\$)} = \frac{17'280,000}{.4808} = 35'940,099$$

y en llantas,

35'940,099

P.E. (LLANTAS) = ----- = 290 llantas

123,907

La figura 6.1 muestra la gráfica de punto de equilibrio mensual para la planta.

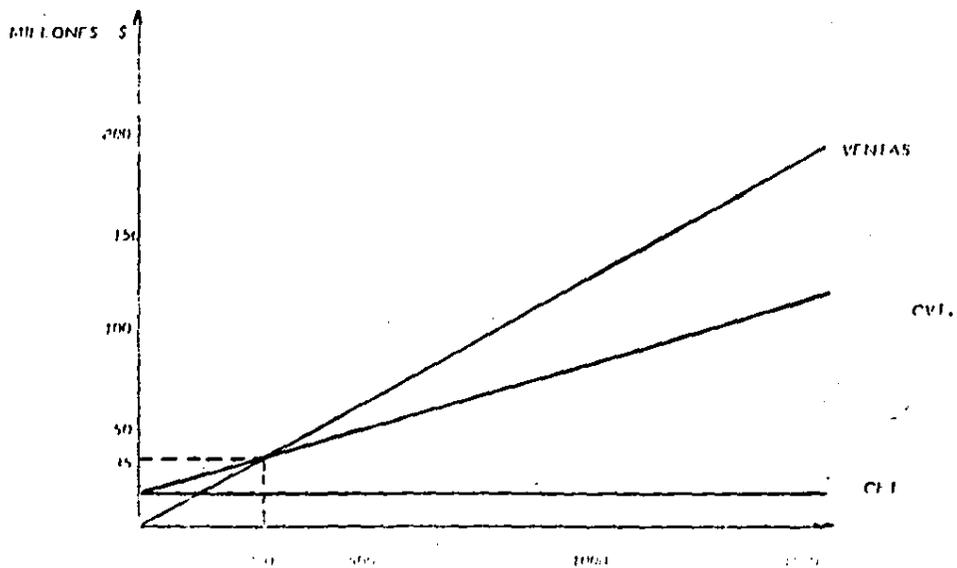
6.1. Sistema de remuneración propuesto

Después de observar los sistemas de remuneración existentes y analizar la planta podemos proponer como sistema de remuneración el plan de Merrick con algunas modificaciones.

Los puntos del sistema de remuneración propuesto son:

- a) Como lo establece la Ley Federal del Trabajo en su artículo 90, el salario base mínimo se debe garantizar al trabajador.
- b) Los incentivos otorgados se darán por el trabajo realizado por todo el personal, los cuales se repartirán de la siguiente manera: el 75 % se repartirá entre todos los trabajadores sindicalizados y el 25 % restante será para el supervisor.

FIGURA 6.1 GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO.



c) Este incentivo se repartirá al final de cada semana perdiendo el derecho a este aquellos trabajadores que tengan una falta injustificada durante este período. La parte proporcional de los trabajadores ausentes será retenido por la empresa.

d) Este incentivo consistirá en \$ 300.00 a partir de las 300 llantas; se fijó esta cantidad tomando como base que el punto de equilibrio de la planta es de 290, como ya se explicó.

e) Al llegar a las 600 llantas el incentivo será de \$ 800.00 por llanta en vez de \$ 300.00, esto es que si se renuevan 950 llantas, se repartirán \$ 950,000 como incentivo al final del mes.

f) Y, a partir de las 1,200 llantas, el incentivo aumentará de \$ 800 a \$ 1,500 por llanta, aplicado de la misma manera que en la anterior escala, o sea, serán \$ 1,500 por el total de las llantas renovadas.

g) Estas cuotas de producción son de llantas renovadas completamente, sin tomar en cuenta los cocimientos u otros trabajos de máquinas.

Por ejemplo, si la planta renueva 850 llantas durante un mes, el personal tendrá derecho a un ingreso extra por \$680,000, del cual \$ 170,000 serán para el supervisor y los

\$ 510,000 restantes serán repartidos entre los 6 trabajadores con los que cuenta la planta, o sea que, cada trabajador recibirá \$85,000 extras.

Las cantidades de \$300, \$800 y \$1,500, fueron fijadas tomando como base el gran margen de utilidad con que cuenta la empresa, los grandes beneficios en las utilidades cumpliendo altas cuotas de producción y el bajo impacto en el costo de dichos incentivos. Esto se puede observar en las tablas que se muestran a continuación y en la gráfica de la figura 6.3

6.2 Control de la producción

La producción será controlada por el supervisor, que de acuerdo a las medidas de las llantas que se tengan, realizará un programa de producción, para cada departamento, basado en los estándares establecidos anteriormente. Es recomendable programar de un 20 a un 30 % de más sobre los estándares para tener un margen en caso de una eficiencia mayor al 100 %.

Así al final del turno, se comparará este programa contra el reporte elaborado por los trabajadores, obteniendo así la eficiencia de los mismos.

El supervisor es el responsable directo de que se cumplan o no estos programas ya que su trabajo es el de

FIGURA 6.2

ANÁLISIS DE COSTOS COMPARANDO EL EFECTO DEL INCENTIVO CON EL SISTEMA ACTUAL

COSTOS FIJOS \$17,280,000
 COSTOS VARIABLES PROMEDIO \$64,371 POR LLANTA
 PRECIO DE VENTA PROMEDIO \$123,907 POR LLANTA

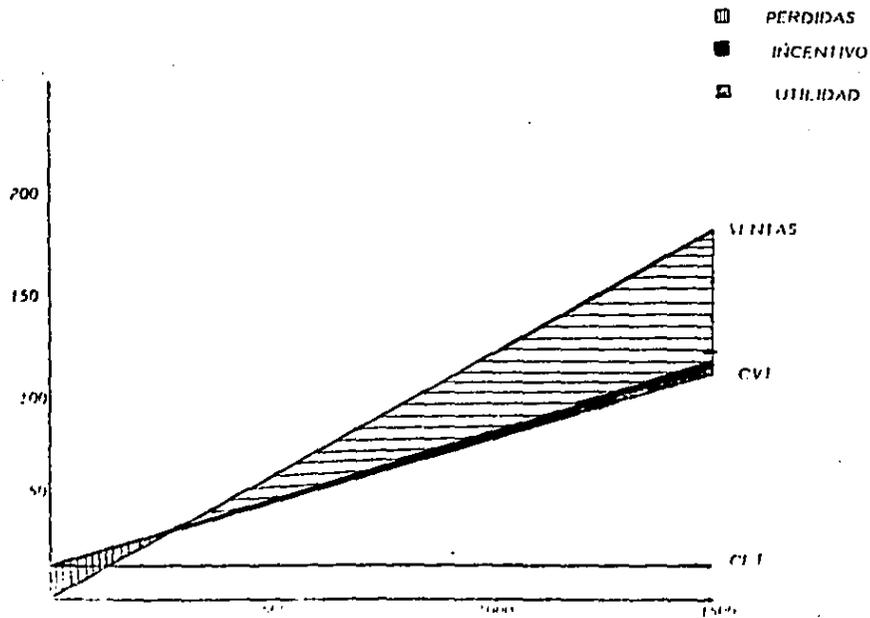
TABLA SIN CONSIDERAR LOS INCENTIVOS.

| CANTIDAD | COSTO | INGRESO | UTILIDAD | % | COSTO POR LLANTA |
|----------|---------------|---------------|----------------|---------|------------------|
| 100 | \$23,717,100 | \$12,390,700 | (\$11,326,400) | -91.41% | \$237,171 |
| 200 | \$30,154,200 | \$24,781,400 | (\$5,372,800) | -21.68% | \$150,771 |
| 300 | \$36,591,300 | \$37,172,100 | \$600,800 | 1.56% | \$121,971 |
| 400 | \$43,028,400 | \$49,562,800 | \$6,534,400 | 13.18% | \$107,571 |
| 500 | \$49,465,500 | \$61,953,500 | \$12,488,000 | 20.16% | \$98,931 |
| 600 | \$55,902,600 | \$74,344,200 | \$18,441,600 | 24.81% | \$93,171 |
| 700 | \$62,339,700 | \$86,734,900 | \$24,395,200 | 29.13% | \$89,057 |
| 800 | \$68,776,800 | \$99,125,600 | \$30,348,800 | 38.62% | \$85,971 |
| 900 | \$75,213,900 | \$111,516,300 | \$36,302,400 | 32.55% | \$83,571 |
| 1,000 | \$81,651,000 | \$123,907,000 | \$42,256,000 | 34.10% | \$81,651 |
| 1,100 | \$88,088,100 | \$136,297,700 | \$48,209,600 | 35.37% | \$80,080 |
| 1,200 | \$94,525,200 | \$148,688,400 | \$54,163,200 | 36.43% | \$78,771 |
| 1,300 | \$100,962,300 | \$161,079,100 | \$60,116,800 | 37.32% | \$77,643 |
| 1,400 | \$107,399,400 | \$173,469,800 | \$66,070,400 | 39.87% | \$76,714 |
| 1,500 | \$113,836,500 | \$185,860,500 | \$72,024,000 | 36.75% | \$75,891 |

TABLA CONSIDERANDO LOS INCENTIVOS SEGUN EL PLAN PROPUESTO

| CANTIDAD | COSTO | INCENTIVO | INGRESO | UTILIDAD | % SAVTA. | COSTO POR LLANTA |
|----------|---------------|-------------|---------------|----------------|----------|------------------|
| 100 | \$23,717,100 | | \$12,390,700 | (\$11,326,400) | -91.41% | \$237,171 |
| 200 | \$30,154,200 | | \$24,781,400 | (\$5,372,800) | -21.68% | \$150,771 |
| 300 | \$36,591,300 | \$90,000 | \$37,172,100 | \$490,800 | 1.32% | \$122,271 |
| 400 | \$43,028,400 | \$120,000 | \$49,562,800 | \$6,414,400 | 12.94% | \$107,871 |
| 500 | \$49,465,500 | \$150,000 | \$61,953,500 | \$12,338,000 | 19.91% | \$99,231 |
| 600 | \$55,902,600 | \$180,000 | \$74,344,200 | \$18,241,600 | 24.56% | \$93,471 |
| 700 | \$62,339,700 | \$210,000 | \$86,734,900 | \$24,185,200 | 27.88% | \$89,337 |
| 800 | \$68,776,800 | \$240,000 | \$99,125,600 | \$29,788,800 | 29.97% | \$86,771 |
| 900 | \$75,213,900 | \$270,000 | \$111,516,300 | \$35,982,400 | 31.91% | \$84,371 |
| 1,000 | \$81,651,000 | \$300,000 | \$123,907,000 | \$41,456,000 | 33.46% | \$82,451 |
| 1,100 | \$88,088,100 | \$330,000 | \$136,297,700 | \$47,329,600 | 34.73% | \$80,880 |
| 1,200 | \$94,525,200 | \$1,800,000 | \$148,688,400 | \$52,363,200 | 35.22% | \$80,271 |
| 1,300 | \$100,962,300 | \$1,950,000 | \$161,079,100 | \$58,166,800 | 36.11% | \$79,163 |
| 1,400 | \$107,399,400 | \$2,100,000 | \$173,469,800 | \$63,970,400 | 36.88% | \$78,214 |
| 1,500 | \$113,836,500 | \$2,250,000 | \$185,860,500 | \$69,774,000 | 37.54% | \$77,391 |

FIGURA 6.81 GRAFICA DE PUNTO DE EQUILIBRIO.
COINCIDIENDO EL EFECTO DE INCENTIVO.



estar pendiente de que los trabajadores trabajen a un buen ritmo, de que no pierdan tiempo en labores que no les corresponden. Así mismo, debe auxiliarlos en la solución de los problemas que se presenten.

Finalmente, debe confirmar que la inspección final se realice con el mayor cuidado, ya que es aquí en donde se debe detectar un mal trabajo y evitar con esto ajustes posteriores.

CAPITULO VII

CONCLUSION

VII. CONCLUSION

Después de terminar este estudio podemos observar que el principal problema que tiene esta renovadora, así como todas en Mexico, es el manejo adecuado de su personal de planta.

También los procesos de fabricación presentan algunos problemas ya que se tienen demasiadas operaciones inproductivas así como algunos tiempos muertos y demoras.

Estos son básicamente los dos grandes problemas que se encontraron, pudiendose resumir los dos en: una fuerza de trabajo con baja productividad.

A lo largo del estudio seguimos un procedimiento, mediante la utilización de las herramientas que nos proporciona la ingeniería industrial, para solucionar este problema.

Este procedimiento, el cual puede ser seguido en otras plantas, en resumen fue:

- Análisis y corrección de las operaciones de los diferentes procesos de fabricación.
- Establecimiento de los nuevos tiempos estandares así como de nuevos estandares de producción basados en los métodos mejorados.

- De acuerdo a estos tiempos, establecer un balanceo de la línea de producción que provee de llantas al departamento de cocimiento.

- Diseño de un sistema de incentivos basado en un análisis de costos y de acuerdo a las necesidades de la planta.

Siguiendo estos pasos, la planta puede incrementar su capacidad de producción sin necesidad de invertir en maquinaria y sin la implantación de turnos adicionales.

La tabla 7.1 presenta un análisis de la capacidad de producción de cada uno de los departamentos antes y después de la optimización.

TABLA 7.1 ANALISIS DE CAPACIDADES

| DEPARTAMENTO | CAPACIDAD ANTERIOR | CAPACIDAD OPTIMIZADA | % DE AUMENTO |
|-------------------|--------------------|----------------------|--------------|
| Inspeccion | 120 | 162 | 35.00% |
| Cementado | 73 | 169 | 131.51% |
| Raspado | 94 | 113 | 17.71% |
| Armado sist. cal. | 66 | 97 | 46.97% |
| Armado sist. frio | 12 | 29 | 141.67% |
| Cocimiento cal. | 96 | 56 | -41.67% |
| Cocimiento frio | 16 | 16 | 0.00% |

Como se puede observar, en todos los departamentos se aumentó considerablemente la capacidad excepto en el de cocimiento en caliente ya que en el estudio realizado se demostró que el problema se presenta en la capacidad de la prensa para cargar y descargar moldes, entonces la capacidad

que se muestra de 96 llantas es irreal, y viene de multiplicar el número de moldes de la planta por el número de cargas por turno (24 x 4) sin considerar la capacidad de carga y descarga.

Además se demostró que el personal con el que cuenta la planta (5 trabajadores) esta mal aprovechado ya que solo estan renovando 470 llantas mensuales, o sea, menos de la tercera parte de la capacidad de la planta, y que con la contratación de un trabajador mas y redistribuyendo el trabajo se puede cubrir el 100 % de la capacidad de planta.

Analizando este estudio podemos confirmar la gran utilidad que tiene la Ingeniería Industrial en cualquier tipo de industria. La mayoría de la gente no le da importancia, e inclusive, existen muy pocas empresas en México que tienen departamento de Ingeniería Industrial. Aquí dejamos demostrado que se pueden obtener grandes beneficios con la utilización de las herramientas que esta nos proporciona.