



V N A M

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

LA ADMINISTRACION DE UN PROCESO

PRODUCTIVO N. INTERMITENTE

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES - CUAUTITLAN



TESIS PROFESIONAL  
PROFESIONALES Y DE GRADO

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
LICENCIADO EN ADMINISTRACION

P R E S E N T A

PEDRO GARDUÑO CONTRERAS

CUAUTITLAN, EDO. DE MEXICO

1985



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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

I N D I C E

INTRODUCCION

CAPITULO I ANTECEDENTES DE LA ADMINISTRACION DE OPERACIONES.

1.1	Historia de la Administración de Operaciones.	1
1.2	Concepto de la Administración de Operaciones.	5
1.3	Decisiones en el ámbito Operativo.	7
1.4	El Papel del Administrador en las Operaciones.	10

CAPITULO II TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS.

2.1	Diferenciación entre Procesos Productivos.	18
2.1.1	Características del Flujo de Proceso.	19
2.2	Procesos Productivos con Flujo en Línea.	21
2.2.1	Sistema de Producción y Distribución.	23
2.3	Proceso Productivo con Flujo Intermitente.	25
2.4	Proceso Productivo por Proyecto.	30
2.4.1	Métodos de Planeación y Control.	32

CAPITULO III CARACTERISTICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO-INTERMITENTE.

3.1	Complejidad del Proceso.	37
3.2	Teoría de Colas.	40

	Pág.
3.3 Distribución de Planta.	43
3.3.1 Criterios Cuantitativos.	45
3.3.2 Criterios Cualitativos.	48
3.3.3 Sistemas Computarizados.	49
 CAPITULO IV PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION.	
4.1 Problemática de la Programación y el Control en- Procesos Intermitentes.	54
4.2 Tipos de Programación.	58
4.2.1 Control de Insumo-Producto.	59
4.2.2 Cargas de Trabajo.	61
4.2.3 Secuenciación.	62
4.2.4 Reglas de Despacho.	63
4.3 El Sistema de Información.	65
 CAPITULO V CASO PRACTICO - PROCESO DE LAMINACION DE- ALUMINIO.	
5.1 Características del Proceso de Laminación.	69
5.1.1 Etapas del Proceso.	70
5.1.2 Productos.	71
5.1.3 Maquinaria y Equipo.	74
5.1.4 Materia Prima y Mano de Obra.	77
5.2 Estadística e Información de la Operación Actual.	80
5.3 Gráficas de Flujo del Proceso.	89
5.3.1 Comentarios a la Gráfica de Flujo	94
5.4 Problemática del Sistema	95

	Pág.
CAPITULO VI SISTEMA PARA EL CONTROL Y LA PROGRAMACION DEL PROCESO.	
6.1 Antecedentes.	100
6.2 Procedimiento.	101
6.3 Documentos para Controlar el Proceso.	104
6.3.1 Reporte de Fundición de Materiales.	105
6.3.2 Etiqueta para el Control del Inventario de rollos.	107
6.3.3 Orden de Producción.	109
6.3.4 Marvete para el Control del Material en - Proceso.	112
6.3.5 Resumen de la Utilización de los Documen - tos.	114
6.4 Manejo de la Información.	117
6.4.1 Papel de la Gerencia de Planta.	118
6.4.2 Papel de los Supervisores en Producción.	123
6.5 Programación de la Producción.	125
6.5.1 Inventario de rollos.	126
6.5.2 Utilización del Espacio en la Planta.	129
6.5.3 Programa Mensual de Producción.	134
CONCLUSIONES.	148

## INTRODUCCION

El crecimiento de la industria en México ha hecho que la complejidad de las funciones en cualquier negocio sea cada vez mayor, lo que implica la necesidad de contar con profesionistas capaces de enfrentar los problemas y llevar a las organizaciones a cumplir con sus objetivos eficientemente.

La responsabilidad inherente representa un reto constante, el cual sólo puede lograrse mediante la investigación de mayores métodos y herramientas administrativas que permitan plantear todas las alternativas posibles para una toma de decisiones acertada.

Cada una de las áreas que integran las organizaciones debe desempeñar su función armónicamente con las demás de manera que los resultados finales puedan ser los deseados.

Una de las áreas de mayor importancia en las empresas es la que realiza la producción de los bienes, en el caso de una empresa manufacturera, o la que proporciona el servicio, en el caso de una empresa de este tipo.

El desarrollo del presente trabajo tiene como objetivo fundamental, precisamente el analizar las decisiones que implica el administrar un área de operaciones, a través de observar las características de un tipo de proceso productivo como lo es el intermitente, y mediante la presentación de un caso real con tales características. Ello implicó una investiga-

ción desde dos aspectos distintos:

- a) A través de fuentes bibliográficas que establezcan las bases del tema, por medio de un análisis de obras de autores que aporten un enfoque realista (adaptable en lo mayor posible a las circunstancias de la industria en México) y actualizado.
- b) Una investigación de campo directamente de una organización con un proceso intermitente, analizando ampliamente cada una de sus características por medio de entrevistas a las personas responsables del proceso e información de cifras de sus resultados actuales.

La combinación de ambos aspectos dará como resultado un análisis completo del tema y permitirá a la vez crear un modelo sobre el cual se propongan soluciones a los problemas encontrados, de manera que se observe la importancia que tiene la toma de decisiones en el área operativa y fundamentalmente el papel que desempeña el administrador en dicha área dentro de las organizaciones.

Los temas que se tratarán de manera que se logre el objetivo propuesto son los siguientes:

#### I.- Antecedentes de la Administración de Operaciones.

- El primer capítulo presenta los antecedentes de la Administración de Operaciones partiendo de una breve historia de ésta y señalando la definición, las áreas de decisión fundamentales y el papel del administrador.

#### II.- Tipos de Proceso Productivos.

- El segundo capítulo desarrolla una clasificación de los procesos productivos, explicando la diferencia entre cada-

uno de ellos.

### III.- Características del Proceso Productivo Intermitente.

- El tercer capítulo presenta las características más importantes del proceso intermitente, así como también señala su grado de complejidad.

### IV.- Programación y Control de la Producción.

- Dicho capítulo analiza el problema de la programación y el control en procesos intermitentes y menciona algunos tipos de programación normalmente utilizados.

### V.- Caso Practico-Proceso de Laminación de Aluminio.

- Contiene la presentación de un caso productivo en las características de un sistema intermitente. Se mencionan y explican los elementos más importantes del área en una empresa que se dedica a la laminación del aluminio.

### VI.- Sistema para la Programación y el Control del Proceso.

- El último capítulo contiene la implementación de un sistema de control y planeación diseñado en función a la problemática del proceso de laminación y considerando las características de los sistemas intermitentes.

## **CAPITULO I**

### **ANTECEDENTES DE LA ADMINISTRACION DE OPERACIONES**

### 1.1.- HISTORIA DE LA ADMINISTRACION DE OPERACIONES.

La palabra administración es un término que utilizamos - frecuentemente hoy en día, sin embargo, es difícil tener bien definido dicho concepto a pesar de que todos en determinado - momento somos administradores de nuestros recursos, nuestro - tiempo, nuestras ideas y nuestros actos. La definición de administración ha sido objeto de atención de muchos estudiosos - de este campo, los cuales desde particulares puntos de vista - han tratado de explicarla.

Debido a que es un área de estudio tan extensa, en el presente trabajo se hará referencia unicamente a la administración - de operaciones cuyo concepto será analizado en el siguiente - inciso del capítulo.

Se puede decir que la administración y especialmente la administración de operaciones, tiene sus orígenes en las primeras civilizaciones desde que el hombre se organiza para cazar animales, cultivar alimentos y producir sus propios bienes. Por tal motivo, sería difícil analizar todo el desarrollo y evolución que ha tenido la administración de operaciones en sus diferentes etapas, pero tampoco pueden pasar desapercibidas las más importantes aportaciones a este campo de la administración, por lo cual a continuación se explicarán las siete principales áreas:

1.- DIVISION DEL TRABAJO.- La especialización de la mano de obra en el desempeño de una sola tarea ofrece muchas ventajas al trabajo ya que permite que se realice con una mayor productividad y eficiencia. Platón desde el año 400 A. de C. decía que:

"El hombre cuyo trabajo se circunscribe a una tarea tan delimitada debe necesariamente realizarla en forma excelsa".

Muchos otros personajes sobresalientes de la Historia también manifestaron que la especialización del trabajo aumenta la producción, tal es el caso de Adam Smith (Economista) quien consideró tres factores:

- a) Aumento de la destreza.
- b) Ahorro de tiempo perdido por una rotación de puestos.
- c) Aumento de herramientas y maquinaria.

En la actualidad los conceptos respecto a la división del trabajo han cambiado seriamente, pues se piensa que esto ocasiona una monotonía en el trabajo y en la moral del trabajador que a su vez puede propiciar algunas frustraciones.

2.- ESTANDARIZACION DE PARTES.- Debido a la diversificación de productos para satisfacer en cada época y lugar las necesidades del hombre, surge la idea de estandarización de partes, ya que permite que la utilización de los artículos sea más adecuada, pudiendo ser intercambiadas las piezas que lo componen, sustituyéndose en caso de descomposturas, por otra parte nueva dando el mismo servicio y alargando la vida del producto.

3.- LA REVOLUCION INDUSTRIAL.- Puede decirse que la aportación fundamental de este hecho histórico es en esencia la sustitución de la fuerza del hombre por la fuerza de las máquinas. A raíz de este importante cambio se desarrollan conceptos de producción en masa, aunados a toda una serie de inventos que dieron las bases a la industrialización de nuestra sociedad.

4.- ESTUDIO CIENTIFICO DEL TRABAJO.- Su finalidad es analizar el trabajo aplicando el método científico de una forma similar en que lo estudian los sistemas más físicos y naturales.- Las ideas más importantes de esta escuela fueron aportadas por Frederick W. Taylor y posteriormente modificadas por Frank y Lillian Gilbreth. El método desarrollado consiste en lo siguiente:

- 1.- Observación de la ejecución actual del trabajo.
- 2.- Implementación de mejores sistemas de trabajo a través del análisis y medición científica.
- 3.- Entrenamiento de los trabajadores en los nuevos sistemas.
- 4.- Retroalimentación.

5.- RELACIONES HUMANAS.- Por medio de diferentes estudios se creó esta escuela cuya filosofía manifestaba que la motivación del trabajador, junto con el medio ambiente de trabajo, es un elemento de vital importancia para mejorar la productividad. Elton Mayo es quién desarrolló dichas ideas en los años treinta en la planta de la Western Electric.

6.- MODELOS DE DECISION.- Consiste en representar un sistema-

productivo a través de términos matemáticos los cuales ayudan a tomar decisiones de una manera óptima, satisfaciendo a su vez cada una de las restricciones del caso. La aportación fundamental para la administración de operaciones es la que desarrolló George Dautzing creando el método simplex de programación lineal, el cual permite la solución y representación de una amplia gama de modelos matemáticos.

7.- COMPUTADORAS.- En la época actual el uso de las computadoras es aplicado a muy diversas áreas del trabajo y, por consiguiente, no podría quedar descartada la administración de operaciones.

La mayoría de las empresas, a excepción de las que son muy pequeñas, emplean la computadora para programar su producción controlar sus inventarios, controlar la calidad de los productos, manejar sus sistemas de costo, etc.

Cada una de las aportaciones al campo de la administración constituyen las bases de la historia de la administración de operaciones, ya que los conocimientos en cada una de las diferentes etapas han proporcionado el desarrollo a la producción de bienes y servicios.

## 1.2.- CONCEPTO DE LA ADMINISTRACION DE OPERACIONES.

Debido al desarrollo industrial, los primeros estudios formales de la administración de operaciones fueron fundamentalmente los procesos de manufactura. Dichos estudios buscaban

mejorar la producción desde el punto de vista cuantitativo, - es decir, incrementar en la mayor medida posible la produc - ción de artículos para satisfacer las necesidades del crecien - te mercado.

Al departamento encargado de realizar esta actividad se le - conoció durante muchos años como el departamento de adminis - tración de la producción o de administración de la producción y de las operaciones; finalmente el término se redujo a los - que conocemos hoy en día como la administración de operacio - nes, cuyo campo de acción es más extenso y con perspectivas - de seguir ampliando sus áreas de estudio.

Actualmente la administración de operaciones se ocupa de rea - lizar estudios tanto a la producción de bienes como a la pro - ducción de servicios. Esta última modalidad se ha añadido de - bido a que en la época moderna el sector de servicios tiene - un papel fundamental en la economía del país y su crecimiento tanto en las empresas privadas como en las empresas públicas - ha sido notable.

Después de analizar las ideas anteriores el concepto apropia - do para la administración de operaciones es el siguiente:

"La administración de operaciones es el estudio del proceso en la toma de deci - siones dentro del medio de las funcio - nes operativas y los sistemas de trans - formación empleados en la producción de bienes y/o servicios". \*

\* ROGER G. SCHROEDER, Administración de operaciones; toma de decisiones en la función de operaciones Tr. Jaime Gómez Mont. Edit. Mc Grau-Hill (México 1983) P. 210

La definición considera a la administración de operaciones - un área responsable no solamente de la producción de bienes - y servicios sino que además toma en cuenta cualquier otro tipo de "sistema de transformación", el cual puede ser algún departamento de otra área funcional dentro de la organización, - vgr: Una oficina de personal puede verse como un sistema de - transformación en donde se recibe determinado tipo de información (insumo) para ser procesada y convertida en nuevos datos que generan la toma de decisiones o resultado final del sistema. En este ejemplo, tanto como el cualquier otro de algún departamento o sistema de transformación, la administración de operaciones busca que el proceso se realice de la manera más eficiente y efectiva.

Como puede observarse el nuevo enfoque que se le da a la administración de operaciones, y por consiguiente al administrador de operaciones en el ámbito organizacional, hace que el status de dicha función se eleve al nivel de cualquier otra función importante de la empresa como sería el caso de las finanzas o la mercadotecnia. Por lo tanto su campo de actividades viene a ser bastante extenso y a significar un reto constante para el administrador en el desempeño y desarrollo de esta área.

### 1.3.- LAS DECISIONES EN EL AMBITO OPERATIVO.

La definición de la Administración de Operaciones hace -

referencia al proceso de la toma de decisiones en el ámbito operativo y en los sistemas de transformación, dicha información es considerada como tema central debido a que en la concepción genérica de la administración, el aspecto toma de decisiones puede decirse que es el fin y la razón de ser de sí misma. Cada una de las áreas de la organización tiene un esquema de decisiones perfectamente definido que puede únicamente variar según el enfoque que pretenda dársele, pero a final de cuentas el papel que debe desempeñar en cualquier tipo de negocio viene a ser el mismo.

De tal forma, el administrador de operaciones tiene un marco específico de las decisiones que debe tomar en función a los objetivos y a las actividades que la administración de operaciones debe desempeñar.

Los diversos estudiosos de la administración de operaciones han clasificado las decisiones operativas de distintas formas, sin embargo, a pesar de que cada uno lo enfatiza desde su particular punto de vista, en términos generales el resultado es muy similar y contiene aspectos en común notoriamente marcados.

Para efectos del presente trabajo la clasificación que se utilizará para ubicar los tipos de decisiones del ámbito operativo, es la que señala el autor Roger G. Schroeder debido a su versatilidad que facilita la aplicación a cualquier proceso productivo, sea este de fabricación de bienes o bien de servicios.

El autor categoriza las decisiones operativas en cinco áreas principales: proceso, capacidad, inventario, fuerza de trabajo y calidad.

- a) PROCESO.- Se refiere al aspecto relacionado con el proceso que incluye desde la decisión del diseño, la selección del tipo de proceso, el análisis del flujo del proceso, la elección del equipo y la distribución del mismo.
- b) CAPACIDAD.- El objetivo de las decisiones respecto a la capacidad es controlar el nivel adecuado de producción, observando que ésta no sea ni excesiva ni tampoco limitada. Dicho control estará fundamentado en los aspectos externos del medio en el que se desenvuelva la organización, así como también en los factores internos de acuerdo a las características de la misma.
- c) INVENTARIO.- Considera todo aquel tipo de decisiones relacionadas fundamentalmente con los inventarios de producto terminado, en proceso y de materia prima; dichas decisiones se refieren básicamente a dos interrogantes: cuándo y cuánto ordenar, es decir, debido a que el inventario es un activo importante que debe administrarse en función a la capacidad económica y al ciclo de operaciones de la empresa, el tratar de cumplir estas interrogantes representa quizás alguna de las decisiones más complejas que se debe tomar en la administración de operaciones.
- d) FUERZA DE TRABAJO.- Al igual que las decisiones relacionadas con el inventario, la fuerza de trabajo es un ele

mento de vital importancia en cualquier organización y por consiguiente la administración del mismo se torna más-compleja para lograr los resultados adecuados. Los tipos de decisiones relacionadas con la fuerza de trabajo son: el aumento de la productividad, el diseño y la medición del trabajo, los tiempos extras, la distribución del elemento humano por líneas de producto, las relaciones laborales, la seguridad en el trabajo, etc.

- e) CALIDAD.- El aspecto de calidad contiene las decisiones relacionadas tanto a la planeación como el control de calidad. La administración de operaciones es por lo general el área responsable de las decisiones que se generan a este respecto, lo cual implica el analizar cada tipo de sistema productivo, sea este de manufactura o de servicios, para determinar el nivel de calidad que se requiere.

Los cinco tipos de áreas de decisión mencionadas anteriormente constituye el marco en que se desenvuelve la administración de operaciones, y el éxito de cualquier organización está dado en función a la coordinación adecuada de cada una de estas partes, dándole a cada una de ellas la importancia que requiera según el tipo de organización de que se trate.

#### 1.4.- EL PAPEL DEL ADMINISTRADOR EN LAS OPERACIONES.

Como puede observarse a través de los inicios anteriores,-

las bases que forman la administración de operaciones, la aplicación que dicha área tiene en la actualidad consideran de los distintos tipos de empresas y las clases de decisiones que se encuentran involucradas en cada proceso productivo, estructuran todos los elementos que propician que el administrador de operaciones sea el profesionista encargado de la dirección de cualquier sistema de transformación, bien sea este generador de productos o de servicios.

En la actualidad los puestos típicos que se utilizan para la administración de operaciones son los siguientes:

- GERENTE DE OPERACIONES.- Se conoce generalmente como Gerente de Planta en las empresas manufactureras o como Gerente de Tienda o Gerente de Oficina en las empresas de servicios; sus funciones genéricas son la coordinación y dirección de las operaciones.
- GERENTE DE MATERIALES.- Administra todo el flujo de materiales que va desde la adquisición de las materias primas hasta que se convierten en productos terminados. Las decisiones involucradas en dicho puesto son el control de inventarios las compras y el control de producción.
- GERENTE DE COMPRAS.- Se ocupa de mantener las operaciones sin interrupción, a través de asegurar un flujo adecuado de materiales y equipo. Para ello debe seleccionar perfectamente a los proveedores, considerar los tiempos de entrega del material, el nivel de stock que puede mantenerse, negociar el precio más adecuado y la calidad requerida.
- GERENTE DE INVENTARIOS.- Sus responsabilidades básicas son-

dos: Cuánto ordenar de materia prima y cuándo se debe emitir el pedido ; es decir, debe saber perfectamente la cantidad de inventario que es posible mantener sin afectar financieramente a la empresa ni tampoco dejar sin materia prima a la planta productiva.

- GERENTE DE PLANEACION Y CONTROL DE PRODUCCION.- Se encarga de crear un plan de producción en donde se haga un mejor uso de cada uno de los recursos son que se cuentan.
- GERENTE DE CALIDAD.- Debido a que la calidad en los productos o en los servicios es una de las áreas más importantes de decisión en las operaciones, las responsabilidades de dicho puesto son el vigilar que se cumpla con la calidad especificada, la asesoría al personal respecto al nivel de calidad de los productos, implantar sistemas para control, etc.
- GERENTE DE INSTALACIONES.- Se ocupa de planear y controlar el aspecto de la utilización del espacio en la planta, la distribución del equipo de la manera más adecuada, la elección del tipo de tecnología requerida y el análisis del flujo para adecuar las instalaciones de la mejor forma.
- GERENTE DE LINEA.- Podría decirse que en las grandes empresas se maneja dicho puesto y que en las empresas medianas y pequeñas la función similar la ejecutan los supervisores de producción, cuyas responsabilidades son fundamentalmente la administración de la fuerza de trabajo directamente en la línea de producción.
- ANALISTA DE PLANEACION DE OPERACIONES.- Su principal actividad es crear modelos y sistemas de información para dar

apoyo en la toma de decisiones y a la vez asesorar al gerente de operaciones.

La utilización de cada uno de estos puestos se da en función a diversos factores relacionados con la empresa de que se trata. Dichos factores son los siguientes:

a) GIRO DE LA EMPRESA.- En primera instancia se debe de clasificar si se trata de una compañía que produzca bienes (manufacturera) o que se dedique a prestar servicios. De este último tipo de empresa el área de Administración de Operaciones es más limitada y como puede observarse en los puestos mencionados, la mayoría de ellos realiza funciones más bien con procesos de manufactura que para los del sector de servicios.

En segundo lugar es importante diferenciar el tipo de proceso de producción de cada empresa de acuerdo a los artículos que produzca, ya que de esto dependerá las características de los puestos relacionados con la Administración de Operaciones.

b) TAMAÑO DE LA EMPRESA.- Estará dado por factores tales como: Ventas Anuales, No. de Sucursales, No. de empleados, No. de líneas de producto, etc. Dichos factores son los que delimitan el organigrama de la empresa en el área de operaciones. vgr: Una compañía con seis sucursales distintas y con un número de empleados elevado en cada uno de ellas para el área de operaciones, tendrá necesariamente que mantener un Gerente de Operaciones que se responsabilise de las funciones de cada sucursal.

- c) COMPLEJIDAD DEL PROCESO.- En función al producto que se fabrique y por consiguiente al proceso productivo que este requiera, el número de puestos y la descentralización de funciones en el área de Operaciones estará determinado bajo estas circunstancias; es decir, mientras la complejidad del proceso en cuanto a capacidad, inventario, nivel de fuerza de trabajo y calidad sea mayor, el número de puestos y la estructura organizacional del área de operaciones también será creciente tanto vertical como horizontalmente.
- d) POLITICAS DE LA EMPRESA.- Dicho factor está determinado por el criterio de los puestos más altos de la organización. En la actualidad son pocas las compañías que verdaderamente le otorgan el nivel y el tipo de profesionista adecuado al área de operaciones, ya que regularmente la Gerencia de Operaciones la ocupan los profesionistas preparados técnicamente en un proceso determinado y difícilmente es un administrador quien desempeña dicha función. vgr: la mayoría de las empresas de manufactura utiliza en los puestos del área de operaciones a profesionistas con títulos de Ingeniería, debido a los conocimientos técnicos en cuanto a la maquinaria que ellos poseen; sin embargo, el problema más serio que se presenta ante dicha circunstancia es que se descuida el aspecto administrativo del proceso y por consiguiente los resultados no pueden ser totalmente satisfactorios.
- Ante tal situación el papel del administrador en las operaciones se torna cada día más extenso y con bastante campo-

por explorar, lo que constituye un reto a conquistar por dichos profesionistas.

Es importante mencionar los tres tipos de conocimientos que el responsable del área de operaciones debe reunir para administrar procesos productivos:

- 1) CONOCIMIENTOS TECNICOS.- En los procesos de manufactura los conocimientos técnicos se refieren a la utilización del equipo, manejo de los materiales, desarrollo del proceso para la fabricación del producto, especificaciones de cada uno de los productos, actualización en cuanto a técnicas para el mejoramiento de los productos y utilización de nuevo equipo que incremente la productividad.
- 2) CONOCIMIENTOS ADMINISTRATIVOS.- Debido a que el área de operaciones lleva implícitas una serie de decisiones las cuales tienen trascendencia directa en el desarrollo de toda la organización, el control de las actividades y los recursos por medio de información que proporcione herramientas confiables para la toma de decisiones, requiere que se tengan amplios conocimientos para la planeación dirección, organización y control de todo el proceso productivo.

Dichos conocimientos permitirán la implementación de sistemas apropiados a cada tipo de proceso, tanto de bienes como de servicios, para el desarrollo de la operación con la máxima eficiencia.

- 3) CONOCIMIENTOS DE LAS RELACIONES LABORALES.- Uno de los factores más importantes de la producción, que a su vez re -

quiere de amplios conocimientos por la problemática que implica su administración, es el manejo de los recursos humanos dentro del proceso productivo; en la actualidad el decir administrar la fuerza de trabajo, implica el manejo de relaciones con los sindicatos, el tener conocimientos de la Ley Federal del Trabajo, Ley del IMSS, reglamentos de seguridad de higiene, etc.

Toda esta serie de conocimientos permiten verdaderamente administrar el área de operaciones en cualquier organización, a falta de alguno de estos elementos los resultados del proceso nunca podrán ser los adecuados.

Por tal motivo es que se ha hecho especial hincapié respecto al papel que juega el administrador en esta área, en virtud de que posee los conocimientos apropiados para asumir la responsabilidad de encargarse de su dirección.

Quizás únicamente el aspecto en el que carezca de conocimientos suficientes es el aspecto técnico, pero este problema se soluciona mediante una estructura organizacional en la cual el manejo directo de esta parte la desarrollen profesionistas especializados en ello, reportando directamente al administrador de operaciones.

OBRAS DE CONSULTA

"CONTROL DE LA PRODUCCION SISTEMAS Y DECISIONES"

James H. Greene.

"ADMINISTRACION DE OPERACIONES"

Roger G. Schroeder.

## **CAPITULO II**

### **TIPOS DE PROCESOS PRODUCTIVOS**

## 2.1.- DIFERENCIACION ENTRE PROCESOS PRODUCTIVOS.

La selección del proceso productivo implica un problema de bastante grado de complejidad en las decisiones que se deben de tomar en un negocio, ya que dicha decisión tiene gran importancia para el crecimiento de la empresa y puede considerarse como un renglón estratégico que marcará los límites de desarrollo que tendrá tanto a corto como a largo plazo la organización. Normalmente muchas de las compañías no le dan el tratamiento adecuado a las decisiones para definir el tipo de proceso que conviene establecer, en función a un minucioso análisis de factores tales como, el equipo requerido, las instalaciones y el nivel de la fuerza de trabajo en emplear; ni tampoco se preocupan por analizar el proceso productivo existente, en el caso de una organización ya establecida, para realizar los cambios pertinentes y mejorar los resultados en la operación.

Por tal motivo, es conveniente identificar los tipos principales de procesos que hay en función a dos puntos de vista de clasificación. En primer lugar el proceso se puede identificar de acuerdo al flujo o secuencia que sigue el producto durante la etapa de transformación. La otra forma es dividir al proceso en función al tipo de pedido por parte del cliente, es decir, producir para almacenar (mantener un inventa -

rio) o producir por pedido, según las especificaciones que marque el cliente.

Respecto a la primera clasificación, que se refiere al flujo del producto, esta se divide en tres: flujo en línea, flujo intermitente y por proyecto.

De acuerdo a los tipos de clasificación del proceso enunciados, las decisiones respecto al proceso de que se trate determinará específicamente cada uno de los aspectos de las operaciones, es decir, delimitarán cada una de las áreas de decisiones del proceso señalados en el capítulo anterior: capacidad, inventario, fuerza de trabajo, costo y calidad.

En el desarrollo de este capítulo se explicará con amplio detalle las características de cada uno de los tipos de proceso en función al flujo que tiene el producto y/o servicio durante su transformación.

La diferenciación entre los procesos productivos, sean de empresas de manufactura o empresas de servicio, permite identificar perfectamente el tipo de proceso correspondiente y sus características para un análisis y una toma de decisiones más acertada.

La clasificación de los tipos de proceso es el punto de partida para poder tomar decisiones en el área de operaciones, por esta razón es que merece especial atención dicho tema en el presente trabajo y su aplicación será complementada en los capítulos finales.

#### 2.1.1.- CARACTERISTICAS DEL FLUJO DEL PROCESO.

Como se mencionó anteriormente, una de las formas de clasificar los procesos productivos es en función al flujo o secuencia que siguen los productos a través del proceso. Al referirse a productos debe considerarse también el sector de servicios como parte de estudio de la administración de operaciones, ya que un servicio viene a ser el resultado de una secuencia de operaciones que se llevan a cabo armónicamente para satisfacer las necesidades de los consumidores.

Para diferenciar ambos aspectos se puede decir que en una empresa dedicada a crear productos, el flujo del proceso concentra su atención en las etapas a través de las cuales los materiales se van transformando y ensamblando, según el caso, para formar el producto final.

En el caso de la empresa de servicios el flujo del proceso no existe físicamente, pero sin embargo, se llevan a cabo una serie de operaciones, que al igual que en la industria de manufactura, requiere de determinados recursos y equipo que deben administrarse lo más eficientemente posible para que el servicio resulte el adecuado.

Como se verá en los siguientes incisos el análisis de cada uno de los tipos de procesos por medio del flujo de las operaciones, permite diferenciar exactamente las características de estos y por consiguiente sirve como herramienta al administrador de operaciones en la toma de decisiones del negocio que represente, ya que de esta manera se conocen detalladamente las operaciones del proceso, y con ello la administración del mismo podrá lograrse con resultados satisfactorios.

## 2.2 PROCESO PRODUCTIVO CON FLUJO EN LINEA.

Los procesos productivos con flujo en línea o flujo continuo se distinguen de los demás tipos de procesos debido a que las instalaciones y las rutas del flujo son uniformes, es decir, los insumos en cada parte o etapa del proceso son homogéneos y por consiguiente su volumen de producción tiende a ser elevado.

En la práctica los modelos de flujo en línea están representados por líneas de producción y ensamblado, como ejemplo en una empresa manufacturera, y operaciones de oficina en gran escala con procedimientos rutinarios, en el caso de una empresa de servicios.

El diseño del sistema continuo es más sencillo que cualquier otro tipo de proceso productivo, en virtud de que la secuencia de sus operaciones individuales y la relación entre sí, ha sido establecida de antemano en el momento que se efectuó el diseño físico de las instalaciones. Es decir, de alguna manera la tasa de producción está determinada realmente por la capacidad instalada del equipo, situación que no sucede en proceso con flujo intermitente como se verá posteriormente.

"El diseño del sistema resuelve el problema de la programación detallada en cuanto a los niveles de empleo y las tasas de producción, pero los problemas restantes siguen teniendo importancia". (1)

Dichos problemas se refieren a los niveles de producción y

(1) Elwood S. Buffa, Administración y Dirección Técnica de la Producción, Tr. Eduardo Suárez. Edit. Limusa 4ed (México 1982) P. 525

utilización de recursos, tales como: cantidades de producción de cada artículo, capacidades de utilización del equipo, nivel de utilización de la mano de obra, etc. Cada uno de estos puntos forman los aspectos a los cuales se deben enfocar las decisiones de la administración en este tipo de procesos ya que de ello depende el nivel de eficiencia y productividad que se obtenga.

Las operaciones con flujo en línea tienden a ser extremadamente eficientes en cuanto a la utilización de recursos y al volumen de producción tan alto que se obtiene debido a la estandarización de las tareas, pero en consecuencia dicho tipo de proceso es completamente inflexible, ya que resulta muy difícil y costoso modificar el diseño del producto y en ocasiones el volumen de producción en las operaciones. Esto último se debe a que por la alta inversión que se tiene en bienes de capital en lugar de mano de obra, para tener el nivel de eficiencia mencionado, se requiere que el volumen de producción sea elevado para poder absorber el costo del equipo especializado y tener un margen de utilidad adecuado.

Algunos de los riesgos que presentan los procesos con flujo en línea, los cuales deben siempre de considerarse como aspectos importantes en la toma de decisiones, son la obsolescencia del producto, la insatisfacción laboral que genera presiones sindicales o una alta rotación de personal debido a los trabajos rutinarios y el posible cambio en la tecnología de procesos.

Como veremos a continuación el problema que existe en los -

procesos productivos con flujo en línea se debe, en la mayor parte de los casos, a factores externos que no dependen directamente de la administración pero, sin embargo, dichos factores pueden analizarse y programarse en conjunto a las decisiones directas del proceso.

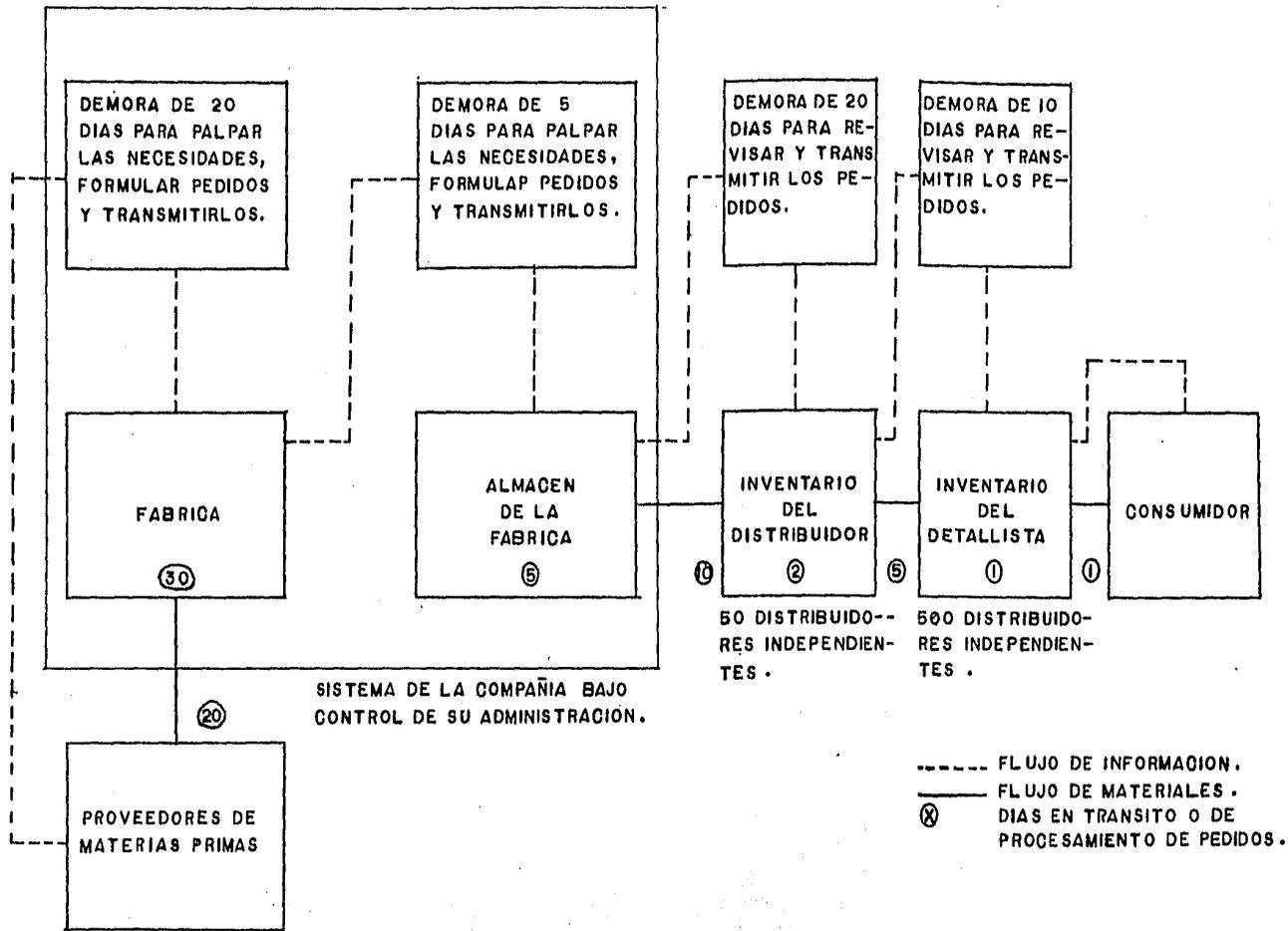
### 2.2.1.- SISTEMA DE PRODUCCION Y DISTRIBUCION.

"Para entender la naturaleza de los problemas de programación y control de los sistemas continuos de alto volumen de producción, es necesario que se entienda el flujo global, que se aprecie la importancia de los inventarios del sistema y que se comprenda la dinámica del mismo". (2)

Respecto a la dinámica de alguna manera se ha identificado en el proceso con flujo continuo al mencionar cada una de sus características en la parte anterior. Lo que ahora se verán son los factores que se encuentran fuera de la administración del sistema productivo interno pero que repercuten, en gran medida, en las decisiones que el administrador debe tomar en sistemas de este tipo.

Los factores a que se hace referencia que determinan la programación del proceso, son el comportamiento de los distribuidores y detallistas que se encuentran involucrados en la parte distributiva del sistema, ya que como se puede observar en el cuadro anexo, el flujo tanto de materiales como de información entre la fábrica y el consumidor final, generan elementos que el administrador del proceso nunca debe perder

(2) Elwood S. Buffa Op. Cit. P.526



de vista en la programación de la producción.

Una de las áreas de decisión que se consideran de vital importancia en este tipo de procesos es el manejo de los inventarios tanto de materia prima como de producto terminado, para mantener funcionando de manera óptima el sistema productivo. Esto es debido a que como lo muestra el cuadro, el tiempo en tránsito y los retrasos de procesamiento de pedidos, provocan que tanto la fábrica, el distribuidor y el detallista se vean obligados a mantener un determinado stock del producto para que el ciclo de distribución hacia el consumidor no se detenga.

El inventario que al administrador de operaciones le interesa controlar es el del almacén de la fábrica, sin embargo, debe estar consciente y perfectamente informado de lo que pasa con los inventarios de los distribuidores y detallistas, independientemente de la demanda del mercado final, pues de esto depende el nivel de producción que tendrá que seguir y la programación de cada una de sus actividades.

Se puede decir que la administración de operaciones de un proceso con flujo en líneas, además de los factores internos que existen por las características del mismo y que deben tomarse en cuenta para la toma de decisiones, es de vital importancia el tener información precisa de lo que está sucediendo fuera de la organización para llevar un control y una planeación adecuada del sistema productivo.

"El control de las operaciones de los sistemas continuos es relativamente sencillo cuando se retroalim

menta la información acerca de la producción real - en relación con el plan". 3

Las herramientas de las cuales se puede valer el administrador de operaciones para realizar sus programas productivos, es a través del análisis de los períodos anteriores para elaborar pronósticos de los siguientes y de este modo mantener un contacto directo del comportamiento del mercado; los pronósticos son el resultado de un sistema de control que retroalimenta la información necesaria para estabilizar el proceso productivo.

Las características internas del proceso, así como los factores externos de la demanda y el control de inventarios, forman el área sobre la cual el administrador de operaciones puede planear y controlar la producción en un proceso productivo en línea o con flujo continuo. La diferencia de este tipo de proceso con respecto a otros, se podrá detectar al hacer el análisis de los procesos intermitentes y los de por proyecto en los siguientes dos incisos del presente capítulo.

### 2.3.- PROCESO PRODUCTIVO CON FLUJO INTERMITENTE

El proceso productivo con flujo intermitente tiene características muy especiales que lo diferencian de los otros tipos de procesos, dichas características son el motivo por el cual el estudio de su administración es el objeto de análisis del presente trabajo. A continuación se mencionarán algunas características esenciales de los procesos intermitentes, ya-

que en el siguiente capítulo se tratarán aspectos más importantes del mismo, fundamentalmente desde el punto de vista de la planeación y el control.

Los procesos intermitentes son en principio, denominados así debido a que su producción se realiza por lotes a intervalos de tiempo distintos, ya que cada producto o servicio fluye únicamente hacia aquellos centros de trabajo que requiera y se saltará los demás; situación que nos sucede en procesos con flujo continuo como se vió en el punto anterior.

Regularmente se conoce a los procesos con flujo intermitente como talleres de trabajo, en virtud de que en la mayor parte de los casos, la producción se realiza a través de un pedido específico en donde se detallan las características del artículo a producir y por consiguiente, el flujo del proceso será diferente al de otro artículo con especificaciones distintas. De acuerdo al fin que tiene la producción, los procesos intermitentes pueden dividirse en dos;

- a) Aquellos procesos que se dedican a producir para mantener un inventario, los cuales son denominados como talleres cerrados de trabajo y que por lo regular se dan en determinados tipos de empresas como las Compañías Automotrices, las cuales fabrican ciertos productos para inventario debido a que de alguna forma sus diseños son homogéneos con mercados pronosticables. El término de taller cerrado de trabajo sobre pedido se debe porque no se admiten pedidos del exterior sino únicamente de la propia empresa.
- b) Los procesos productivos intermitentes que no producen -

para mantener inventarios de producto terminado, sino únicamente trabajan sobre pedido y que se les conoce como talleres abiertos de trabajo, ya que su producción depende de la demanda del mercado y especialmente de las especificaciones que cada cliente solicite en el producto. Este es el tipo clásico de proceso con flujo intermitente - el cual se analizará ampliamente a lo largo de este trabajo.

Una de las características más importantes del proceso intermitente es el aspecto de inventarios, pues a pesar de que - como se acaba de mencionar en el taller abierto, los inventarios de producto terminado propiamente no existen, sin embargo, el proceso genera un inventario muy fuerte tanto de materia prima como de productos en proceso. De este último, las decisiones que se tomen para su administración es uno de los aspectos más complejos en los procesos con flujo intermitente, en virtud de que los altos niveles de inventario en proceso, son consecuencia del propio sistema productivo con el fin de que las operaciones individuales se puedan realizar - y la utilización de las máquinas y la mano de obra sea plena. Por lo que respecta a las instalaciones, estas deben ser lo suficientemente flexibles para producir una gran variedad de productos según las especificaciones de cada cliente, pues - como se ha mencionado hasta el momento, los procesos productivos intermitentes son capaces de fabricar artículos de diversas características, cosa que no sucede con los procesos con flujo en línea los cuales de cada línea de productos -

existe ya un patrón o estandar y por lo tanto las instalaciones están establecidas y diseñadas unicamente para crear de una sola forma el producto; por esto se mencionó que los procesos en línea o continuos son sumamente inflexibles.

En cuanto a las instalaciones de transporte, es decir, aquellas que se utilizan para hacer que el producto siga la línea que marca su especificación de fabricación para que pase por cada una de las máquinas correspondientes, estas también deben ser bastante flexibles para acomodarse a una gran variedad de características de cada insumo y a la gran diversidad de rutas que puedan requerir las líneas de productos.

"En los sistemas intermitentes se suele utilizar equipo de propósitos generales y muchos pedidos distintos compiten por el tiempo disponible de tal equipo y se lo reparten. Por lo tanto para cada lote o pedido se deben montar las máquinas especialmente y asignar trabajadores para que las operen" (4).

La mano de obra que se utiliza en los procesos intermitentes es muy calificada en virtud de que el personal requiere de una variedad de conocimientos y habilidades para operar el equipo y producir los distintos artículos que solicita el cliente.

En empresas con procesos productivos intermitentes es necesario que se promueva la estabilidad del personal en la organización, ya que la alta rotación en los puestos-

produce una sensible disminución en la producción por tratarse de actividades tan especializadas las cuales es difícil - que los elementos de nuevo ingreso se acoplen de inmediato - a su desempeño, aunado a que los procesos intermitentes se - utilizan en industrias de determinado campo y por consiguiente la competencia por la mano de obra significa un serio problema para su abastecimiento.

De acuerdo a las características señaladas hasta el momento, los procesos con flujo intermitente tienden a ser bastante - ineficientes, pues en el desarrollo de sus operaciones se - producen muchas interferencias cuando ciertos tipos de trabajo requieren en el mismo momento exactamente al mismo equipo y mano de obra para su fabricación.

Tal circunstancia propicia una disminución muy significativa en cuanto a la utilización de los recursos, ya que sino se - tiene una adecuada programación, llegará el momento en que - algunas tareas tengan que esperar su turno para pasar al proceso correspondiente, formando así una acumulación de inventarios en proceso, y su a su vez una inactividad que conduce a una baja productividad.

Como puede observarse a través de las características mencionadas, la administración de los procesos con flujo intermitente implica una seria responsabilidad en la toma de decisiones desde el punto de vista interno, es decir, recordando lo que se mencionó en los sistemas productivos con flujo continuo, el problema en este caso no era tanto la complejidad del proceso por sus características, sino los factores exter

nos que se tienen que tomar en cuenta para que el programa de fabricación sea lo más eficiente. Por el contrario en el sistema de producción intermitente la problemática que este genera está implícita en su propia forma de ser y su programación y control serán los retos a los que se deberá enfrentar el administrador para obtener los resultados adecuados al tipo de empresa de que se trate.

#### 2.4.- PROCESOS PRODUCTIVOS POR PROYECTO.

El proceso productivo por proyecto de alguna manera es parecido al proceso productivo con flujo intermitente, cuyas características fueron mencionadas anteriormente. Sin embargo, los factores que marcan las diferencias entre estos dos tipos de proceso son los que se describirán y analizarán a continuación.

En principio, los procesos por proyecto suelen utilizarse para producir un producto único, tal como la construcción de un bien inmueble, una obra de arte, una película, un proyectil espacial, la instalación de un equipo, etc. Para llevar a cabo cualquiera de estos proyectos se necesita elaborar un plan que contenga todas las actividades que se deberán realizar para que la combinación de todas ellas de como resultado la terminación del proceso productivo.

Los programas que se deben diseñar para llevar a efecto cada una de las actividades del proyecto, implica la parte más importante en la toma de decisiones que el administrador de

(5) Roger G. Schroeder, Administración de Operaciones; toma de decisiones en la función de operaciones Tr. Jaime Gómez Mont. Edit, Mc Graw-Hill (México 1983) P. 138

be desarrollar para distribuir las cargas de trabajo, de acuerdo con los recursos disponibles y considerando el tiempo planeado para que las actividades no excedan al programa.

"Un problema significativo en la administración de proyectos se refiere a la planeación, secuenciación y control de las tareas individuales que serán necesarias para la conclusión de todo el proyecto". (5)

Se puede decir que aunque en este tipo de procesos no existe un flujo de productos, si hay una secuencia de operaciones o tareas individuales que deben efectuarse conforme al tiempo y calidad planeados para que cada una contribuya a los objetivos finales del proyecto.

Por lo que respecta a los costos, se puede afirmar que en este tipo de procesos productivos es en donde son más elevados; comparado con los procesos con flujo en línea e intermitentes, ya que por tratarse de la producción de un solo artículo o servicio y por requerir de una programación a largo plazo, los costos y gastos de fabricación obviamente resultan exagerados.

Otro de los factores especiales que lleva implícito este tipo de sistema productivo, por el período tan largo de producción es el grado de cambio que puede ocurrir en la ejecución de cada una de las actividades. Es decir, el proyecto está sujeto a la variación de factores económicos, políticos, sociales, culturales, etc. que pueden hacer que esta tenga que modificarse e inclusive en circunstancias críticas se corra el riesgo de cancelar todo el proyecto, ya que en una situación tan

(6) Gustavo Velázquez Mastretta, Administración de los Sistemas de Producción. Edit. Limusa Sca (México 1983) P. 66-67

inestable como la que vivimos en este momento, la planeación a largo plazo resulta demasiado compleja debido a que por más que se trate de suponer los acontecimientos futuros evaluando las experiencias del pasado y proyectándolas, hay elementos difíciles de pronosticar sobre los cuales no es posible hacer nada en determinado momento y pueden hechar a perder todo el programa o impedir su desarrollo.

Las características mencionadas hasta ahora, forman el marco bajo el cual se desenvuelve el área de decisiones que se deben tomar en la administración de procesos productivos de este tipo, y la dificultad en este sentido radica en la necesidad de una planeación a largo plazo, los altos costos de producción y el riesgo a los cambios en factores externos.

"El progreso administrativo en la producción por proyectos - consiste en hacer de esta técnica una actividad sistemática, apoyada en datos objetivos, en posibilidades reales, en estudios técnicos, etc.". (6)

#### 2.4.1.- METODOS DE PLANEACION Y CONTROL

La naturaleza misma de los procesos productivos por proyecto exige una secuencia general de decisiones administrativas tales como la planeación, programación y control. La planeación se refiere a aquellas decisiones que se necesitan al principio de un proyecto y que permiten establecer su carácter general y su dirección. Dichas decisiones pueden ser: - objetivos del proyecto, tipo de organización que debe usarse

recursos necesarios para llevarlo a cabo, personas que se en cargarán de ponerlo en práctica, etc.

La programación se encarga de especificar con amplio detalle la mención de cada una de las actividades por realizar, el tiempo de inicio y terminación de cada actividad, la secuencia que deberán tener cada una de éstas y la división del trabajo que permita lograr los objetivos propuestos.

Finalmente, la etapa de control del proyecto se ejerce mediante la supervisión y evaluación de cada una de las actividades desde el punto de vista del tiempo-costos en la medida en que se van ejecutando los trabajos.

La gran complejidad de los procesos productivos por proyecto, especialmente desde el punto de vista de la planeación, hizo que se crearan varios métodos como instrumento en la toma de las decisiones administrativas. En forma general dichos métodos pueden clasificarse en dos: Las gráficas de Gantt y los diagramas de redes.

Las gráficas de Gantt consisten en el dibujo de barras o pilares plasmadas en una gráfica los cuales son utilizados con mucha frecuencia en la programación de la producción por su fácil manejo y accesibilidad a la información; sin embargo, en cierto tipo de proyectos la gráfica es inadecuada debido a que no presenta las relaciones e interdependencias que hay entre las actividades.

Los métodos de redes utilizan un diagrama o red en la cual se muestran las relaciones de precedencia entre las actividades, situación que marca la diferencia con respecto a las

gráficas de Gantt y que hace que se vuelvan más ventajosa su utilización.

Las dos técnicas originales de los métodos de redes son el PERT (técnica de evaluación y revisión de proyectos) y el CPM (método de la ruta crítica); a raíz de la implementación de estos han surgido diversas técnicas que tratan de satisfacer la programación de proyectos muy especiales, sin embargo, las bases que se utilizan vienen a ser las mismas.

Tanto el PERT como el CPM tienen sustancialmente los mismos conceptos pero sus diferencias radican en que el PERT para su formulación se basa en estimaciones probabilísticas de tiempos de actividad, los cuales producen tanto una ruta como un tiempo probabilístico de terminación del proyecto. Por su parte el CPM supone tiempos de actividades constantes o determinísticos.

A continuación se mencionará a grandes rasgos, en que consisten cada una de estas técnicas de evaluación de proyectos para identificar perfectamente sus características y las ventajas que ofrecen.

#### a) PERT

Como ya se indicó el PERT es un método de redes para programación de proyectos que se desarrolló a mediados de los años 50 para llevar a cabo el proyecto del submarino POLARIS.

La técnica PERT consiste en la estimación de tres tiempos para cada una de las actividades; es decir, es necesario hacer una estimación de tiempo optimista, una estimación

de tiempo más probable y una estimación de tiempo pesimista. El hecho de hacer cada una de estas estimaciones permite reconocer la incertidumbre que hay en los tiempos de cada una de las actividades y hace que se contemple cualquier variación que pudiera presentarse y que afecte el desarrollo de todo el proyecto.

EL PERT supone que los tiempos reales de las actividades - tienden a distribuirse de acuerdo con la distribución de - probabilidad beta. El cuadro de la distribución beta (ver anexo) muestra que esta se encuentra sesgada hacia la derecha con mayor probabilidad que las estimaciones de tiempos excedan el promedio (estimación de tiempo más probable) a - que sean menores que el.

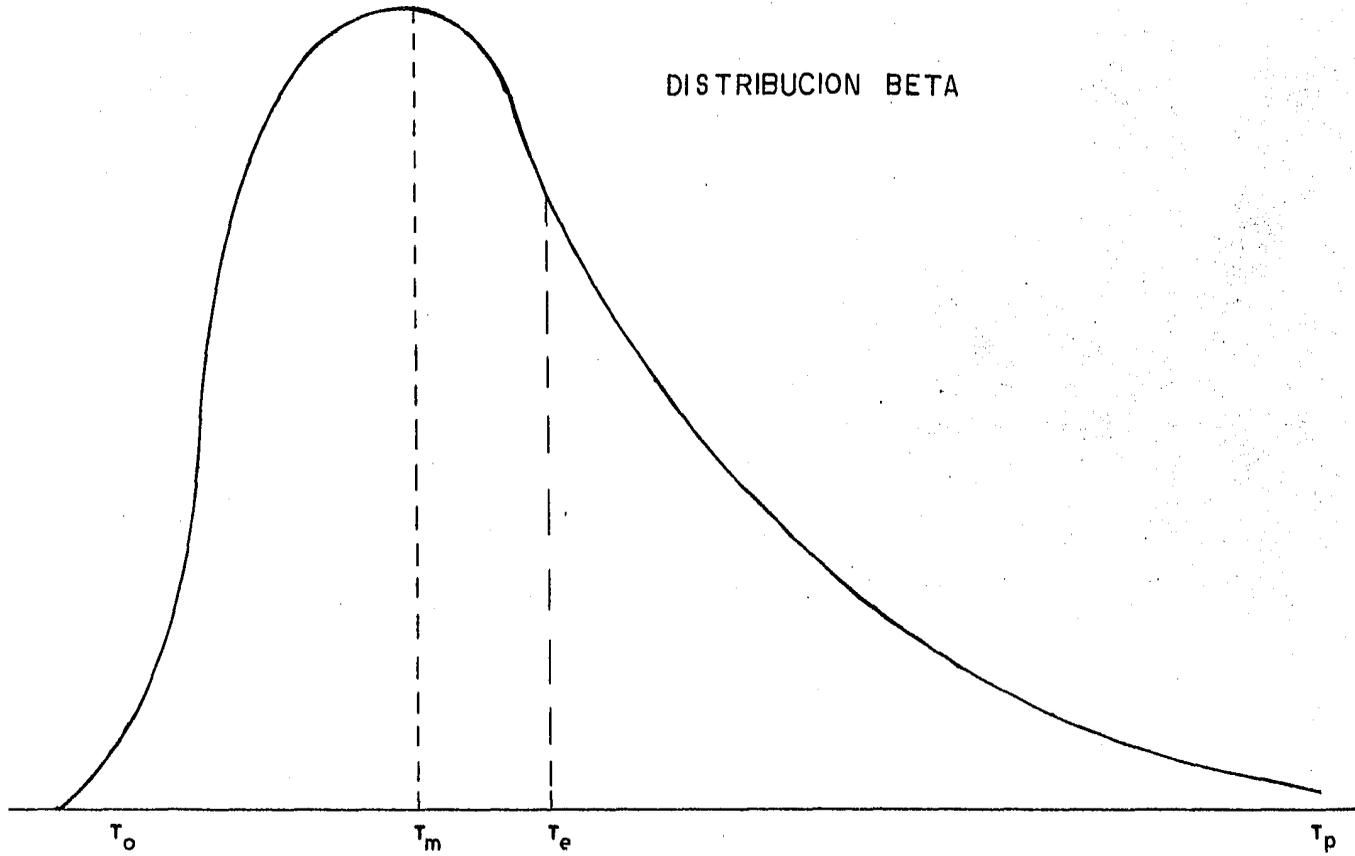
#### b) CPM

Debido a la necesidad de programar el inicio y cierre de - plantas de gran tamaño, la Compañía E.I. Du Pont de - - Nemours & Co. desarrolló el método de la ruta crítica, en virtud de que las actividades de las plantas se repetían - con gran frecuencia y por consiguiente los tiempos eran co - nocidos con mucha exactitud. Se presentó también como ante - cedente el hecho de que existía la posibilidad de reducir - algunas actividades erogando un poco de más dinero.

De esta forma, la técnica de CPM supone un trueque entre - el costo y el tiempo en lugar de los tiempos probabilísti - cos utilizados en el método PERT.

Para poder aplicar el CPM se deben tomar en cuenta cuatro - cifras que permitan evaluar cada actividad; dichas cifras - son: el tiempo normal, el costo normal, el tiempo de acele -

DISTRIBUCION BETA



ración y los costos de aceleración. Tal información permite que se generen un gran número de posibilidades de redes cada una con un costo total distinto para cualquier tiempo de terminación de un proyecto.

La intensa gama de posibilidades de redes en cada tipo de proyectos hace que se tenga que utilizar para obtener la combinación óptima la metodología de programación lineal, que a su vez presenta diversas alternativas para solucionar cada tipo específico de problema, por medio de un tratamiento que represente los mejores resultados y la aplicación más sencilla desde el punto de vista matemático.

En términos generales lo mencionado en este inciso, refleja todas las características, la problemática y las alternativas de programación y evaluación de los procesos productivos por proyecto; la información presentada contiene las principales aportaciones en esta materia pero no considera la aplicación práctica de la misma, en virtud de que su desarrollo implicaría desviarse del tema central analizado en el presente trabajo.

OBRAS DE CONSULTA

"ADMINISTRACION DE OPERACIONES"

Roger G. Schroeder.

"ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION"

Elwood S. Buffa.

"ADMINSITRACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION".

Gustavo Velazquez Mastretta.

## **CAPITULO III**

### **CARACTERISTICAS DEL PROCESO PRODUCTIVO INTERMITENTE**

### 3.1.- COMPLEJIDAD DEL PROCESO.

De acuerdo a las características de los procesos productivos intermitentes y haciendo una comparación con los procesos de flujo en línea y por proyecto, se puede decir que dichos sistemas de producción tienen elementos que hacen que la administración del mismo se enfrente a una serie de problemas de cierto grado de complejidad, que requieren de una acertada toma de decisiones para que los resultados puedan ser satisfactorios.

"En el modelo intermitente la orden individual de producción su fecha de entrega, las operaciones que deben llevarse a cabo, la asignación del tiempo de la máquina de control, de su progreso en relación al programa etc. constituyen la cuestión central del problema". 1

El tipo de problemas a que se hace referencia son fundamentalmente desde el punto de vista de la planeación y control.

Es conveniente hacer especial hincapié a este respecto, ya que el desarrollo de los siguientes capítulos se analizará con amplio detalle los aspectos que se consideran más importantes de la programación y control de dichos procesos, además del caso práctico que se presenta en donde se podrán apreciar con mayor amplitud la forma en que se puede crear un sistema que proporcione el tipo de información que el

(1) Gustavo Velázquez Mastretta, Administración de los Sistemas de Producción. Edit. Limusa Sed (México 1983) P. 217

administrador necesita para tomar cada una de las decisiones. Los procesos productivos intermitentes por su naturaleza misma tienden a ser complejos, basta con plantear una interrogante como la siguiente: ¿Cómo es posible preveer y planear los niveles de empleo y operación en un proceso por pedido?. En virtud de que en los talleres abiertos la demanda no es fácilmente pronosticable, podemos darnos cuenta con ello que el tipo de decisiones implícitas en la administración de procesos con estas características no son nada sencillas.

Por otra parte, debido a la flexibilidad que hay en los tipos de productos a fabricar, día con día se debe tener perfectamente controlada la disponibilidad del equipo y la mano de obra, de tal forma que se eliminen los tiempos muertos y se consiga preparar las cargas de trabajo balanceadamente para que los pedidos de cada cliente se logren producir en el menor tiempo posible.

El control de cada uno de los elementos que participan en la producción para poderlos distribuir adecuadamente en el proceso, requiere de sistemas administrativos que retroalimenten en forma continua toda la información que necesita conocer el administrador de operaciones para dirigir una Compañía con este tipo de proceso.

Este es uno de los aspectos claves que van a permitir tener las herramientas más confiables para establecer diariamente los programas en base a cada tipo de pedido de los clientes, sin perder de vista ninguno de los factores relacionados con la producción. En la práctica se ha encontrado que la mayo -

ría de las empresas con procesos de esta clase, carecen de - controles apropiados para contar con la información que el - responsable del proceso necesita para planear la producción. Es importante descubrir aquellos datos que cada tipo de Compañía genera con respecto al proceso de producción, en función al giro a que pertenezca; es decir, independientemente de que el proceso productivo se clasifique con un flujo intermitente habrá algunos factores que cambien por tratarse de productos, materiales y equipos de determinado tipo.

Además conviene diferenciar los procesos intermitentes que generan bienes tangibles (productos), de aquellos que producen bienes intangibles (servicios) ya que los sistemas que se requieren en cada caso para controlar la información del proceso es muy distinta y se necesita determinar por medio de algunos estudios tales circunstancias.

En términos generales se puede decir que por las características que los sistemas intermitentes poseen, la administración de los mismos se torna con problemas complejos los cuales requieren de determinadas estrategias en función a los puntos mencionados anteriormente.

A continuación se tratarán dos temas de mucha importancia para los procesos de tipo intermitente, ya que reflejan en sí mismos la problemática que se ha enunciado a lo largo de este capítulo. Dichos temas son la teoría de colas y la distribución de planta, cuyo análisis permitirá comprender con mayor detalle el porque la administración de sistemas intermitentes es un campo en el cual el administrador de operaciones tiene-

muchas oportunidades para desarrollar sus conocimientos.

### 3.2.- TEORIA DE COLAS - LINEAS DE ESPERA.

"En muchas operaciones se forman líneas de espera para la prestación de un servicio, como cuando los clientes esperan en fila para liquidar sus compras en una tienda de abarrotes; las máquinas esperan ser reparadas o los aviones para aterrizar en el aeropuerto". 2

El hecho de incluir en el presente trabajo el tema de la teoría de colas o líneas de espera, es debido a que una de las características de los procesos productivos intermitentes es que estos se conciben como una red de colas: es decir, por tratarse de un flujo irregular el que siguen los productos en el proceso o una secuencia de operaciones, si se trata de un servicio, llega el momento en el que los trabajos o clientes se unen en una línea de espera a medida que cada unidad se transfiere de un centro de trabajo al siguiente.

El inventario de trabajos en la cola o bien la gente que espera su turno para ser atendida, hace que la programación de operaciones se convierta en una tarea difícil y compleja, ya que mientras mayor sea el tiempo que se espere en la cola, los resultados del proceso, serán cada vez más desfavorables. La cantidad de tiempo que cada producto o cliente tengan que esperar en la cola estará dado directamente en función con la carga de trabajo en proceso.

Para comprender más fácilmente lo señalado hasta el momento y

(2) Roger G. Schroeder, *Administración de Operaciones; toma de decisiones en la función de operaciones* Tr. Jaime Gómez Mont. Edit Mc Graw-Hill (México 1983) P. 210

relacionarlo con los procesos intermitentes, a continuación se analizarán las características básicas de las colas o líneas de espera.

En principio se puede observar que para que se presente una línea de espera, se requiere la llegada de diversos insumos a una instalación para su servicio o procesamiento.

Lo importante de este fenómeno es el tiempo que existe entre cada llegada, en el lenguaje matemático se dice que si estas ocurren con una tasa promedio constante y son independientes una de otra, su comportamiento es igual a la distribución de Poisson.

Otra forma de relacionar el tiempo con las llegadas es determinar el número de llegadas por unidad de tiempo.

Por lo que respecta al tiempo de servicio o procesamiento de cada insumo, este es otro de los aspectos que se considerarán como parte importante de los sistemas de colas, en virtud de que se puede presentar como una variable aleatoria, es decir, cada producto o cliente permanecerá distinto tiempo en las diversas etapas del proceso.

En términos matemáticos la distribución del tiempo de servicio está dado por la distribución exponencial. También se debe tomar como un factor importante que determina el tiempo de servicio, el número de servidores que existan en cada sistema productivo, ya que no es lo mismo que en un Banco haya una sola ventanilla, mientras que en otro estén disponibles 8 ventanillas para dar servicio a los clientes.

La administración de procesos intermitentes debe definir una-

disciplina para atender las llegadas la cual se establecerá - en función al tipo de proceso de que se trate, siendo en determinados casos que el primero en llegar sea el primero en ser atendido, mientras que en otros puede otorgarse prioridad a ciertos insumos.

Asimismo, se debe especificar la longitud que tendrá la línea de espera, pues en algunas circunstancias esto no produce ningún problema y se considera una longitud infinita, mientras que en ciertos tipos de proceso se marca un límite en la cola para suprimir las llegadas.

Lo anterior queda sujeto al tipo de proceso a que se refiera - vgr:

"El promedio elevado de las tasas de llegada de automóviles - a la entrada del Golden Gate Bridge implica la posibilidad de una línea de espera muy larga. Considérese en cambio el caso del mantenimiento de un Banco de 10 máquinas automáticas.

Es claro que el máximo posible de la línea de espera de máquinas que se deben atender es de 10". 3

La solución de los problemas de colas se puede efectuar mediante fórmulas analíticas o mediante la utilización de métodos de simulación, los cuales se emplean dependiendo del tipo de problema, ya que en los procesos con mucho grado de complejidad la simulación es el medio más adecuado, mientras que en los procesos sencillos se requiere de las fórmulas matemáticas por tratarse de ser herramientas menos costosas.

En los procesos productivos intermitentes por lo regular se emplean los métodos de simulación para administrar los inven-

tarios en proceso que se generan, de tal forma que las líneas de espera sean las menos posibles y el equipo junto con el personal se encuentre siempre ocupado.

Quizás el punto más importante y difícil de administrar en procesos de este tipo, es precisamente las líneas de espera o colas ya que de la acertada programación y control de estas dependerá el nivel de productividad de la organización y por consiguiente el grado de desarrollo que alcance la misma.

En el presente trabajo no se incluyen ni las fórmulas matemáticas ni tampoco se desarrolla el método de simulación en virtud de que para los fines y contenido del mismo, no es conveniente ni posible profundizar tanto en dichos aspectos.

### 3.3.- DISTRUBUCION DE PLANTA.

Uno de los problemas más serios a los que se enfrenta el administrador de procesos productivos intermitentes, además de los mencionados anteriormente, es la decisión respecto a la distribución de planta.

Para explicar con mayor claridad dicho aspecto es necesario en principio definir lo que se entiende como distribución de planta. Considérese que es la toma de decisiones de la localización de los centros de trabajo (departamentos) con respecto a la secuencia del proceso productivo y al espacio físico disponible.

Al hacer la distribución de planta se deben considerar una serie de factores incluyendo dentro de estos el análisis del-

tipo de proceso que se trate.

En el caso de los procesos con flujo intermitente es necesario que se agrupen en cada centro de trabajo o departamento los equipos similares o las habilidades similares de las operaciones, ya que por sus características si se hiciera de otra manera los costos en la producción se incrementarían sustancialmente.

Se deben contemplar en las decisiones de distribución de planta algunos criterios que permitan establecer la distribución más adecuada, ya que de lo contrario una vez tomada la decisión en la fijación de las instalaciones y el equipo, el tratar de hacer cambios implica volver a hacer gastos muy fuertes y una pérdida de tiempo bastante larga.

"En las decisiones de distribución de planta, algunos ejemplos de criterios de decisión son: la minimización de los costos del manejo de materiales, la minimización de las distancias recorren los clientes, la minimización de los tiempos de viaje de los empleados y la máxima cercanía entre departamentos interrelacionados". 4

Dependiendo de la distribución de planta que se establezca en los flujos intermitentes, es probable que la actividad en ciertos departamentos sea muy pesada mientras que en otros sea demasiado ligera. Es por esta razón que se requiere de un análisis profundo de los criterios de decisión señalados, para determinar la distribución óptima del proceso.

Por otra parte, el aspecto de la distribución de planta será también uno de los factores que determinarán la rapidez del

ciclo de manufactura, lo cual repercute en el nivel de inventarios en proceso que se generen y las líneas de espera que se presentan en la programación de las operaciones.

Los tipos de limitaciones que regularmente se presentan en los problemas de distribución pueden ser: los requerimientos de áreas libres y pasillos, la necesidad de mantener una ubicación fija para ciertos departamentos, las disposiciones de seguridad y prevención de incendios, la capacidad limitada en cuanto a soporte del peso de ciertas áreas del piso y la altura del techo, etc.

Como puede observarse el problema fundamental consiste en encontrar la mejor distribución posible o al menos aquella que satisfaga con la mayor parte de las restricciones del caso.

En los procesos intermitentes el problema ocurre dentro de dos categorías distintas de decisión; las que involucran criterios cuantitativos de decisión y las que involucran criterios cualitativos. A continuación se analizarán cada uno de estos casos.

### 3.3.1.- CRITERIOS CUANTITATIVOS.

De acuerdo a la problemática que encierran las decisiones para la distribución de planta en los casos de procesos intermitentes, se pueden diferenciar diversos aspectos que permiten identificar criterios de decisión cuantitativos. Dichos tipos de criterios son aquellos que pueden ser expresados en términos medibles tales como costos de manejo de materiales,

tiempo de viajes de los clientes o distancias recorridas en el proceso entre los departamentos.

En el caso de los procesos con flujo intermitente es necesario que se tome perfectamente la decisión por lo que respecta al criterio que se establezca en la distribución de planta; es decir, debe considerarse la variedad de los productos que se fabriquen (pronosticando la demanda de cada uno de estos) y de alguna manera la secuencia que tienen los productos a través del proceso, ya que de no considerarse estos factores puede correrse el grave error de establecer una distribución de planta que perjudique en gran medida los costos de producción.

Entre los problemas de distribución de planta en función a los criterios cuantitativos están: la minimización de los costos por el manejo de materiales (empresas manufactureras) y la minimización del tiempo de viaje o distancias por recorrer de los empleados o clientes (empresas de servicio).

El aspecto que se debe considerar en este tipo de problemas es fundamentalmente en tratar de encontrar la distribución más adecuada haciendo una evaluación de los criterios o factores señalados. Dicha evaluación se realiza por medio de ecuaciones matemáticas las cuales por lo general presentan algunas desventajas para fines prácticos, sin embargo, son una herramienta importante para la solución de este tipo de problemas.

Si suponemos que el objetivo de un problema de distribución de planta es minimizar el costo de transporte de materiales

entre un departamento y otro dentro de un proceso intermitente, el primer paso para encontrar su solución, enfocándose - por un criterio cuantitativo, es determinar el número de viajes que ocurren entre cada par de departamentos.

Dicha información puede obtenerse estimando las rutas que siguen los distintos productos que se fabriquen.

El segundo paso es determinar el costo en el manejo de los materiales, en función a la distancia que se recorra en cada viaje además de los métodos, el equipo y el personal que intervenga en dicha operación. Este es el punto más difícil de calcular para evaluar la distribución de planta, ya que requiere de una serie de estudios y un análisis exhaustivo de todas las operaciones.

Por último, se debe determinar las distancias que existan entre cada departamento, en función al diseño de la distribución que se está evaluando, para poder efectuar el cálculo del costo total de la distribución que se haya elegido. Las posibles combinaciones que se establezcan entre la ubicación de los departamentos del proceso puede ser tan extensa que dificulte la evaluación de todas ellas para encontrar la óptima.

Sin embargo, es posible valerse de métodos de computación que ayuden en gran medida a la solución más exacta del problema.

Más adelante se mencionarán algunos de los principales métodos de computación para solucionar problemas de distribución de planta tanto para criterios cuantitativos como para cua -

litativos.

### 3.3.2.- CRITERIOS CUALITATIVOS.

Por lo que respecta a los criterios cualitativos de decisión en los problemas de la distribución de planta, estos se identifican de una manera distinta de los criterios de decisión analizados anteriormente.

Se puede decir que los criterios cualitativos son aquellos que no pueden ser evaluados a través de una unidad de medición específica; es decir, se refieren a una serie de aspectos que deben tomarse en cuenta al establecer una distribución de planta determinada. Dichos criterios pueden ser: el hecho de colocar cierto equipo, dejar espacios para algunas instalaciones por razón de seguridad e higiene o por servicios al personal (baños, cafeterias, etc.) y algunos otros motivos que están relacionados directamente al proceso de que se trate.

Es tan importante definir a fondo los criterios cualitativos que se deben considerar, al grado de que en muchas ocasiones la distribución de planta se ve influenciada en mayor medida por estos aspectos en lugar de los criterios cuantitativos.

Existe un método para evaluar criterios cualitativos el cual fue diseñado por Muther, y consiste en calificar la distribución por medio de una categorización de cada concepto de la siguiente forma: absolutamente necesario, especialmente importante, importante, cercanía común correcta, poco importante e inconveniente.

Al evaluar cada criterio con la frase correspondiente se estará determinando el grado de influencia que tiene para la distribución de planta. El método es una herramienta sencilla que ayuda en alguna medida a tomar decisiones en cuanto a los criterios cualitativos involucrados, sin embargo, existen otros tipos de métodos por computadora que permiten contemplar otra serie de aspectos para llegar a diseñar con mayor acierto una distribución de planta adecuada.

Tanto los criterios de decisión cualitativos como los cuantitativos son aspectos de vital importancia para la elección de la distribución de planta que mejor convenga al proceso intermitente. Se ha hecho especial hincapié en el análisis de dichos aspectos, en virtud de que como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, los procesos con flujo intermitente poseen características tan especiales que se hace necesario para su administración el cuidar todos los factores que se relacionen con el mismo.

Tal es el caso de la distribución de planta, que constituye una decisión que puede definir el futuro que tenga la organización, pues el tener una distribución obsoleta o inadecuada incrementará los costos de producción y el establecer una distribución correcta permite tener un proceso eficiente para muchos años.

### 3.3.3.- SISTEMAS COMPUTARIZADOS.

Debido a la importancia que tiene el definir y evaluar -

los criterios para la distribución de planta, se desarrollaron hace algunos años diversos métodos computarizados con el objeto de hacer más sencilla y un poco menos subjetiva la labor de analizarlos al momento de establecer la distribución de planta de algún proceso determinado.

Especialmente por su complejidad se buscó con mayor insistencia los que ayudarán a los procesos intermitentes.

Dicha situación se propició fundamentalmente por dos fenómenos: el primero se debió al intenso desarrollo que ha tenido la computación en los últimos años, lo cual permitió contar con equipo y programas capaces de solucionar problemas de diversa índole con un alto grado de exactitud y en un mínimo de tiempo comparando si se hiciera manualmente.

El otro fenómeno a que se hace referencia, es el avance en cuanto a conocimientos e investigación en el área de administración de operaciones, que trajo consigo una intensa búsqueda de herramientas cada vez más capaces de enfrentar los problemas operativos con una mayor eficiencia.

La combinación de estos dos factores hizo que se crearan, en el caso específico de los problemas de distribución de planta aproximadamente unos ochenta programas de computadora para tal fin. Sin embargo, para los objetivos que se persiguen en el presente trabajo solo se mencionarán los tres programas más populares que son el CRAFT para el caso de problemas cuantitativos y el CORELAP Y ALDEP para los criterios cualitativos.

Se describirá brevemente en que consiste cada uno de ellos -

mencionando de forma sencilla el procedimiento para su aplicación.

1.- CRAFT (Computerized Relative Allocation of Facilities).

Este programa puede solucionar problemas que involucren hasta cuarenta departamentos o centros de actividad; los datos que se necesitan estarán dados por el diseño de una matriz de costos unitarios y por un plano de distribución de planta inicial.

Para diseñar la matriz de costos unitarios se debe considerar el producto de las matrices de viajes entre cada par de departamentos multiplicado por el costo por unidad de distancia por viaje recorrido.

En función a la distribución inicial la computadora determinará las distancias que existen entre los centros relativos de los departamentos. Posteriormente se calculará el costo total de la distribución inicial comparándolo con otros costos totales al ir haciendo intercambios entre los departamentos.

Se dice que la solución final, al encontrar el costo total menor, guarda a menudo cierta influencia respecto a la distribución inicial que se haya elegido. Para superar tal problema se recomienda seleccionar varias distribuciones iniciales y operar cada una con el programa hasta encontrar lo que mejor convenga.

2.- CORELAP (Computerized Relationship Layout Planing).

En principio el programa requiere como fuente de datos una matriz de relaciones y algunas restricciones en la distribución de planta como puede ser: la ubicación fija de algunos depar-

tamentos, el tamaño del edificio, etc.

La matriz debe convertirse a valores numéricos para evaluar las prioridades de cercanía de acuerdo a una tabla de puntos que va del 1 al 6.

El inicio del programa está en seleccionar el departamento que tenga el mayor puntaje colocándolo en el plano y examinando su matriz de relaciones con cada uno de los otros departamentos.

Posteriormente se sigue con otro departamento de la misma forma hasta que se terminan en función al orden de puntos que tenían.

Ya que el proceso termina el programa imprime el plano final de la distribución de planta.

### 3.- ALDEP (Automated Layout Desing Program).

Lo mismo que en el programa anterior los datos que se necesitan son una matriz de relaciones y restricciones similares a las que se mencionaron.

El programa selecciona aleatoriamente un departamento colocándolo en un plano de distribución de planta. Enseguida se examinan todos los departamentos restantes y el que tenga una alta categoría de contigüidad se coloca junto al primer departamento. Si no se encuentra una alta contigüidad por ninguno se selecciona uno en forma aleatoria y se coloca en el plano de distribución.

Una vez que todos los departamentos han sido colocados, se calcula un puntaje para el plano de distribución, convirtiendo cada relación de contigüidad a una escala numérica y

haciendo la sumatoria total del plano.

El proceso se repite empezando con otro departamento al azar hasta que se tenga un alto número de distribución de plantas las cuales puedan analizarse para elegir la que mejor convenga.

Como se menciona al principio, los dos últimos tipos de programas por tratarse de evaluar criterios cualitativos, necesariamente deben convertirse en una escala numérica para poder ser procesados por la computadora.

Esto es lo que constituye la limitación más seria de los programas, ya que en esta fase es en donde puede encontrar un cierto grado de subjetividad por parte de la persona que estructure la escala de números.

OBRAS DE CONSULTA

"ADMINISTRACION Y DIRECCION TECNICA DE LA PRODUCCION"

Elwood S. Buffa.

"ADMINISTRACION DE OPERACIONES"

Roger G. Schroeder.

"ADMINISTRACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION"

Gustavo Velázquez Mastretta.

"PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION"

Robert H. Bock y William K. Holstein.

## **CAPITULO IV**

### **PROGRAMACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION**

#### 4.1.- PROBLEMATICA DE LA PROGRAMACION Y EL CONTROL EN PROCESOS INTERMITENTES.

El desarrollo del capítulo anterior, ha permitido identificar con mayor detalle las características de los procesos productivos intermitentes; es ahora conveniente como punto de partida para la presentación de los siguientes capítulos, el análisis de la problemática en cuanto a las etapas de planeación y control que dichos procesos requieren para su administración.

A través de este análisis se podrán apreciar con facilidad el conjunto de elementos que se han mencionado como características del proceso, ya que tomándolas como base del sistema, el desarrollo de la programación y el control podrá entenderse y sobre todo adecuarse a las necesidades de cada caso, con la certeza de que se conoce perfectamente el terreno sobre el cual se tomarán decisiones.

Se dice que el problema de la programación de talleres de trabajo intermitentes es el más complejo de todos los problemas de programación. Esto es debido a la naturaleza de flexibilidad que el sistema requiere para satisfacer cada uno de los pedidos pendientes, tomando en cuenta que tanto el proceso, el tiempo de procesamiento y los recursos a utilizar son distintos en cada caso.

Lo mismo que la planeación, el control que se requiere en este tipo de sistemas productivos es también sumamente delicado y complejo, ya que se necesita observar el grado de avance de

cada pedido, sin perder de vista aquellos que se encuentran sin programar, así como la disponibilidad del equipo y el personal de tal forma que se cumpla con el calendario de entregas.

A continuación se mencionarán algunos casos que demuestran la existencia de una mala programación y control, los cuales servirán como medio para entender la importancia que tienen dichas etapas en los procesos productivos intermitentes y permitirán su mejor desempeño.

#### 1.- RETRASO CRONICO PARA TERMINAR LOS PEDIDOS A TIEMPO.

Cuando se empieza a presentar dicha situación, independientemente de los casos en que el cliente no resulte seriamente afectado, esto indica que la planeación no se ajusta a la realidad o que existe por ahí algún problema no detectado por nuestro sistema de control.

#### 2.- DEMASIADOS PEDIDOS URGENTES.

El problema es crítico sobre todo cuando la mayor parte de los pedidos no eran urgentes originalmente, es decir, si se presenta el caso de que los pedidos se recibieron con bastante anticipación a la fecha en que debieran entregarse, pero por algún motivo se han retrasado, podemos considerar que el control está fallando al no retroalimentar la información precisa y/u oportuna para realizar el programa. La única

justificación que puede tener un pedido urgente es en el caso de que algún cliente importante requiera el producto antes de tiempo.

### 3.- EXCESIVO TIEMPO EXTRA.

Es un síntoma de una planeación inadecuada, ya que es muy común el tratar de hacer en el tiempo extra lo que no se logró hacer durante las horas normales de trabajo. Esto es un aspecto que se debe administrar muy acertadamente en procesos de tipo intermitente, pues de no hacerlo así los costos se verán sumamente afectados y el rendimiento obtenido puede tender hacia la baja. Conviene establecer la política de que el tiempo extra sólo es un medio a utilizar en situaciones anormales de trabajo para recuperar tiempo perdido por aspectos fuera de control, más no un recurso fijo que forme parte del sistema productivo y de los costos de producción.

### 4.- TIEMPO DE ESPERA DE LOS TRABAJADORES ANTES DE RECIBIR LAS ORDENES DE PRODUCCION.

Sólo implantado un buen sistema de control que se preocupe por solucionar hasta estos pequeños "grandes" detalles, se puede prevenir este desperdicio de tiempo por medio de un oportuno flujo de información a los supervisores de línea, sobre los trabajos que van a entrar a producción para irse preparando o anticipando en lo mayor posible.

#### 5.- PERDIDAS FRECUENTES DE MATERIAL EN PROCESO.

El problema crecerá en proporción al tamaño de la operación - y al número de productos que se elaboren. Dado que los procesos intermitentes producen elevados inventarios de material - en proceso, es fundamental que se lleve un control detallado - para identificar el material, aunado a un sistema de comunica - ción que indique hacia donde debe seguir.

#### 6.- LA NECESIDAD FRECUENTE DE "ROBARLE A UNA ORDEN PARA COM - PLETAR OTRA".

Se presenta cuando hay una mala planeación y el método de ha - cer esto nos puede resolver un problema de momento pero auto - máticamente nos está creando otro. La etapa de planeación de - be considerar en cada orden de producción un pequeño margen - de material y piezas para trabajo hechando a perder, de modo - que el flujo del proceso en la orden no se detenga o se adop - te este tipo de medidas poco beneficiosas.

#### 7.- LA INCAPACIDAD DEL DEPARTAMENTO DE CONTROL DE PRODUCCION - PARA DAR INFORMACION RESPECTO AL PROGRESO DE PEDIDOS INDI - VIDUALES.

Si el jefe del departamento de control de producción no sabe exactamente el grado de avance de cada uno de los pedidos en un momento determinado, esto quiere decir que el sistema de - control no le proporciona la información adecuada con la -

rapidez necesaria.

Lo que constituye un verdadero problema en el desarrollo del proceso, pues de este modo no podrá llevarse a cabo una buena programación.

#### 8.- FLUCTUACION EN EL COSTO DE OPERACION O ENTRE TIEMPO REAL Y TIEMPO TIPO.

Cuando existe un sistema de control adecuado que permita reunir toda la información necesaria para determinar los costos de operación, así como las fluctuaciones que estos tengan en el desarrollo del proceso productivo, se puede decir que se ha cubierto uno de los aspectos más importantes relacionados con la actividad de operaciones. Debido a que los costos representan la información que permite evaluar los resultados del desarrollo de las operaciones, es necesario efectuar estudios para detectar el tiempo que se lleva cada una de las fases y comparar el estandar establecido con el tiempo real.

El hecho de no contar con información precisa y oportuna para calcular los costos de producción, representa un problema bastante serio que requiere de un sistema de control que capte todos los datos del comportamiento de las operaciones, para evaluar los resultados y poder tomar decisiones.

Como puede observarse a través de cada uno de los problemas mencionados, la programación y el control que los procesos intermitentes requieren para su adecuada administración, es-

quizás uno de los aspectos que necesitan mayor atención para poder tomar las decisiones más acertadas y llevar a la organización a obtener los mejores resultados.

En la mayoría de las empresas con procesos productivos de este tipo, por lo general el responsable del área de operaciones sólo se preocupa por solucionar los problemas superficiales, sin darse cuenta que debido a la complejidad del sistema, lo que se necesita realmente es cuidar las etapas de programación y control, ya que de esto se deriva el mantener trabajando eficientemente el sistema productivo en su conjunto.

#### 4.2.- TIPOS DE PROGRAMACION.

Una vez que se ha comprendido la importancia que tienen las etapas de planeación y control en los procesos intermitentes, se analizarán a continuación algunos medios que permiten efectuar el desempeño de estas actividades.

Debe entenderse que los tipos de programación que se mencionan, lo mismo que el sistema de información como medio de control, son sólo algunas herramientas que se pueden utilizar para tales fines. Sin embargo, la importancia de su análisis radica en que dichos medios dan la pauta al diseño de un sistema específico para el tipo de proceso productivo que se requiera.

Aunque en el desarrollo del presente trabajo se han explicado en detalle las características genéricas que los sistemas

productivos intermitentes poseen, es conveniente reiterar el hecho de que los aspectos de programación y control se deben establecer tomando en cuenta las circunstancias específicas del medio en el que se desenvuelva la empresa, es decir, deben considerarse elementos tales como: la estructura organizacional, los medios económicos para establecer un sistema sencillo o sofisticado, el giro de la compañía, la localización de la planta y la secuencia específica que siga el proceso productivo.

Aparentemente, quizás algunos de estos aspectos puedan no ser necesarios para tomarse en cuenta en el diseño del sistema de programación y control, sin embargo, en el caso práctico que se menciona en los capítulos finales, se observará como cada factor es digno de considerarse para poder implementar el sistema más adecuado, pues de no ser así, se presentarían una serie de obstáculos que impedirían el funcionamiento del sistema.

La lista de factores que presentan es sólo enunciativa, más no limitativa, en virtud de que ello dependerá del problema específico que se pretenda resolver.

#### 4.2.1.- CONTROL INSUMO-PRODUCTO.

El propósito fundamental del sistema de control y programación insumo-producto es manejar la relación que existe entre la cantidad de trabajos que llegan a un centro de trabajo por unidad de tiempo (insumos) y la tasa o velocidad

con la que estos se terminan (productos). Para ello deben considerarse dos aspectos: la carga, que representa el volumen total de trabajos que quedan por procesar y la capacidad que representa la máxima tasa de producción que puede producirse.

Este último queda sujeto a una combinación de factores físicos y de políticas administrativas.

El papel que debe desempeñar el administrador en la utilización de este método, es buscar el equilibrio a lo largo de todo el proceso en base a los datos que proporcione el comportamiento del sistema productivo, ya que de lo contrario se pueden presentar dos situaciones:

- a) Cuando el insumo es demasiado pequeño, se refleja una baja utilización de las máquinas, mano de obra ociosa y por consiguiente costos unitarios demasiado altos.
- b) Cuando el insumo es demasiado grande, repercute en un incremento del capital de trabajo debido a que los inventarios de producción en proceso serán mayores y además el tiempo promedio de procesamiento necesario para terminar una orden, aumentará a medida que los trabajos pasen más tiempo en las colas y la eficiencia del sistema declinará considerablemente.

En la utilización de este método, se dice que para establecer el equilibrio en el sistema es mejor controlar el insumo mediante pedidos por faltantes o inclusive rechazando algunos pedidos si fuera necesario, porque de lo contrario vemos que los resultados se tornarían desfavorables.

Hay ocasiones en las que se trata de aumentar la producción, sin incrementar las capacidades, por medio de una aceleración de los trabajos en proceso. Es decir, se identifican los trabajos críticos y se activa su producción procesándolos de inmediato.

Dicha situación propicia que cada trabajo que se acelere hoy puede hacer que se retrasen muchos otros trabajos el día de mañana, lo cual en lugar de mejorar trastornaría seriamente el programa.

Como puede observarse la utilidad que existe al implementar un método de control insumo-producto en un sistema intermitente, es manejar los insumos estratégicamente de modo que los tiempos de entrega, la utilización de recursos y los inventarios produzcan el mayor rendimiento al proceso productivo.

#### 4.2.2.- CARGAS DE TRABAJO.

Este es un tipo de programación que se usa para describir un perfil de la carga por cada centro de trabajo. Para determinar la carga de trabajo se puede utilizar información respecto al número de horas o bien de trabajos para darse una idea aproximada de cuando se pueden entregar los pedidos.

Se puede decir que el propósito fundamental de la preparación de cargas de trabajo es tener una idea aproximada de la presión de trabajo a la que se someterán las instalaciones y no necesariamente establecer un programa de trabajo preciso. En la preparación de cargas se utiliza un tiempo de espera prome

dio para determinar el nivel de avance de cada trabajo en la medida en que se desplaza por las instalaciones.

Existen dos formas de efectuar la preparación de cargas de trabajo:

a) PREPARACION DE CARGAS HACIA ATRAS.

Consiste en empezar con las fechas de entrega establecidas para cada trabajo, cargando el tiempo de procesamiento en cada centro de trabajo procediendo hacia atrás en el tiempo. La finalidad de hacer esto es determinar la capacidad que se necesita en cada centro de trabajo para redistribuir toda la labor y analizar el programa en conjunto.

b) PREPARACION DE CARGAS HACIA ADELANTE.

Se efectúa empezando con la fecha del momento, programando las cargas hacia adelante en el tiempo, es decir, el tiempo se acumulará en cada centro de trabajo y con esto se podrá determinar todo el tiempo necesario para poder ejecutar un programa de producción determinado.

#### 4.2.3.- SECUENCIACION.

El método de secuenciación se refiere al desarrollo de un orden exacto para el procesamiento de cada uno de los pedidos.

A diferencia del método de cargas de trabajo aquí no se supone la existencia de un tiempo promedio esperando en la cola. El uso más aceptado de la secuenciación es la gráfica de Gantt, que consiste en el manejo de una tabla en donde se representan por una parte el tiempo y por la otra algún recurso o equipo sujeto a distribuirse entre los trabajos por procesar.

El método de secuenciación aplicado por medio de gráficas de Gantt, permite representar la programación de cada uno de los pedidos a través de todo el proceso, haciendo una evaluación del rendimiento y la utilización de cada uno de los recursos. Las gráficas son una herramienta útil para programar el proceso, sin embargo, requieren de una cuidadosa atención para registrar cada uno de los pedidos, lo cual será sencillo en compañías pequeñas pero complicado en empresas con cantidades gigantescas de pedido por lo laborioso de su aplicación.

#### 4.2.4.- REGLAS DE DESPACHO.

Debido a que el realizar programas es un trabajo poco sencillo, en virtud de que las condiciones cambian cuando menos se espera, el método de reglas de despacho fué creado precisamente para solucionar dicho problema.

Una regla de despacho es aquella que especificará qué trabajo se debe seleccionar en primera instancia para llevarse a cabo.

Esta selección se hace a partir de una cola de trabajos en el

momento en que una máquina o un obrero están disponibles; de tal forma, una regla de despacho nunca puede quedar sin actualizarse y se ajusta continuamente a las condiciones cambiantes.

Para establecer las reglas de despacho en un proceso determinado, se deben evaluar primeramente tres tipos de criterios: eficiencia de las máquinas y de la mano de obra, inventario de productos en proceso y servicio que se presta al cliente. Al considerar dichos criterios se podrán implementar las reglas de despacho que mejor convengan.

Algunos ejemplos de reglas de despacho son las siguientes:

- a) Tiempo mínimo de procesamiento por operación.- Se selecciona el trabajo que tuviera el menor tiempo de procesamiento en la máquina.
- b) Tiempo mínimo de holgura por operación.- El tiempo de holgura es el que sobra para la fecha de entrega menos el tiempo de procesamiento restante.
- c) Primero en llegar primero en ser atendido.- Se establece en función a un criterio de equidad, lo cual no siempre puede ser bien aceptado.
- d) Mínima fecha de inicio planeada por operación.- Requiere que antes se establezca un programa en donde se determinen las fechas de inicio planeadas para cada trabajo.
- e) Fecha mínima de entrega por orden.- El trabajo que tenga la fecha de entrega más próxima se procesa primero.
- f) Selección Aleatoria.- Dificilmente se utilizaría en la práctica pues de esta forma no se considera que se este

programando el proceso si no se dejan los pedidos al azar.

#### 4.3.- EL SISTEMA DE INFORMACION.

En la administración de un proceso productivo intermitente la implementación y aplicación de un adecuado sistema de información, como medio de control y base para la programación, es la parte más importante y trascendental que medirá el grado de desarrollo y los resultados de la organización. Se considera que el sistema de información viene a ser la columna vertebral en la toma de decisiones del proceso, ya que representa el medio por el cual se reúnen todos los elementos necesarios para conocer perfectamente el comportamiento y características del proceso en la elaboración del programa respectivo, y a su vez efectuar el control para ver que las actividades se lleven a cabo conforme a lo planeado.

La complejidad de establecer un sistema de flujo de información en este tipo de procesos, radica en que existen muchos pedidos distintos que deben satisfacerse lo más rápidamente posible mediante la utilización de un mismo equipo y mano de obra limitados; es decir, por las características del sistema productivo, el programa de fabricación será siempre flexible a la demanda de los tipos de producto que cada cliente especifique.

La información que el administrador del proceso necesita, estará sujeta a las características propias de la planta pro -

ductiva de que se trate, aunque por ser un proceso intermitente se conoce de antemano el aspecto genérico del sistema.

Uno de los aspectos que quizás es el punto de partida para establecer y hechar a andar el sistema de información, es el diseño de la papelería que se utilice como medio para captar los datos del proceso.

Es muy importante detectar las necesidades que el propio proceso presenta para implementar el sistema informativo que brinde cifras precisas y oportunas respecto al desarrollo de cada una de las actividades y el aprovechamiento de todos los recursos.

Las características que un sistema de información debe reunir para que verdaderamente desempeñe el papel de retroalimentador del proceso son:

- 1.- Debe contener todos aquellos formatos de papelería que proporcionen información valiosa a la administración del proceso.

En muchos casos se tiende a burocratizar el sistema, lo cual es tan peligroso como el hecho de que no existan los controles necesarios para contar con datos en la toma de decisiones.

- 2.- La papelería debe ser sencilla en su utilización sobre todo aquella que maneje el personal operativo y de supervisión.

- 3.- Se debe valorar y tamizar la información de modo a que a la gerencia de producción sólo lleguen los datos que en verdad le sean útiles.

- 4.- El sistema tiene que ser el termómetro que mida el desa -

rollo y actividades de todo el proceso en conjunto.

5.- La información que el administrador del proceso reciba, - debe ser tal que permita en cualquier momento conocer tanto - el grado de avance de cada pedido, así como también, la dispo - nibilidad y aprovechamiento de cada uno de los recursos.

6.- Debido a los elevados inventarios en proceso, el control- y manejo de materiales requiere de un acertado sistema de da- tos para tomar decisiones al respecto.

7.- El sistema requiere, para su acertada utilización, que - el personal que lo maneje este perfectamente enterado de la - importancia que tiene la información del proceso.

Es inútil contar con un sistema informativo excelente si las- personas que lo aplicarán no están conscientes del papel que- deben desempeñar y proporcionan datos falsos u omiten la in - formación.

En muchas organizaciones la justificación que existe en cuan- to a la falta de preocupación por implantar sistemas de con - trol del proceso, en el caso de procesos intermitentes, es - que estos resultan bastante costosos en comparación con los - beneficios que brindan.

Esto es algo completamente falso, ya que se puede afirmar que un buen sistema de control de producción, acorde a las carac- terísticas y posibilidades de la empresa, instalado y ejecuta do por personal bien preparado pagará con creces su costo.

Lo importante es detectar aquellos aspectos claves que el - proceso productivo tiene implícito para utilizarlos y manejar los de la manera apropiada.

"La gerencia de producción debe tratar de medir la eficacia del sistema que se usa en sus fábricas. Así podrán darse cuenta que muchas pérdidas resultan de un mal control". 1

Normalmente las industrias en México, a excepción de empresas transnacionales, no le han otorgado la importancia que tiene este aspecto en el proceso productivo, motivo de esta situación son los bajos niveles de productividad por falta de elementos apropiados para la administración de la producción.

Como se mencionó en el primer capítulo de este trabajo, en el inciso del papel que el administrador tiene en el área de operaciones, parte del problema es ocasionado también por que en la mayoría de las organizaciones la producción de bienes es dirigida por profesionistas especializados únicamente en el aspecto técnico, siendo que dicha área requiere de amplios conocimientos administrativos para poder desarrollar sistemas que permitan programar y controlar el proceso.

(1) Gustavo Velázquez Mastretta, Administración de los Sistemas de Producción Edit. Limusa Sed (México 1983) P.224

OBRAS DE CONSULTA

"ADMINISTRACION DE OPERACIONES, TOMA DE DECISIONES EN LA  
FUNCION DE OPERACIONES".

Roger G. Schroeder.

"CONTROL DE LA PRODUCCION SISTEMAS Y DECISIONES".

James H. Greene.

"PLANEACION Y CONTROL DE LA PRODUCCION".

Robert H. Back y William K. Holstein.

"ADMINSITRACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION".

Gustavo Velazquez Mastretta.

## **CAPITULO V**

### **CASO PRACTICO - PROCESO DE LAMINACION DE ALUMINIO**

## 5.1. CARACTERISTICAS DEL PROCESO DE LAMINACION.

El desarrollo del presente capítulo se enfoca fundamentalmente a la presentación de un caso real de un proceso productivo intermitente, cuyas características son el reflejo de todos los aspectos mencionados en la parte anterior.

El proceso de laminación de aluminio permite analizar situaciones especiales, si lo comparamos con algún otro tipo de proceso productivo, pero sin embargo, todas sus características se encontrarán en mayor o menor grado similarmente a los puntos referidos en el presente estudio.

Al analizar algún proceso productivo, independientemente de que se clasifique por sus características en cualquiera de los tres tipos de procesos que se han establecido, se deberán tomar en cuenta las circunstancias específicas del medio tanto interno como externo que influya en el desarrollo de la operación del proceso, por ejemplo, si en el presente trabajo se considerarán dos procesos de laminación de distintas organizaciones, las características genéricas de ambos serían las mismas, sin embargo, existirían otro tipo de aspectos diferentes en cada caso, debido a las circunstancias particulares del medio en el que se desenvuelva cada sistema productivo.

El mencionar esta situación es porque en el estudio que se

desarrollará del proceso productivo de laminación de aluminio, se explicarán las características de este proceso y además algunos aspectos del caso particular de la empresa que se está analizando. Dichos aspectos tendrán influencia directa en las soluciones que se propongan ante los problemas que el sistema productivo presenta.

En principio se explicará en que consiste el proceso de laminación de aluminio, los productos que se fabrican, la secuencia que sigue el proceso, el tipo de maquinaria que se requiere, la materia prima y mano de obra que se emplea, así como algunos otros puntos que se consideran importantes.

#### 5.1.1. ETAPAS DEL PROCESO.

El proceso de laminación de aluminio es un sistema de actividades que consisten en la fundición del aluminio y otros metales, para formar una aleación la cual a través de ciertos tratamientos térmicos, se procesa por maquinaria especial para transformarse en una lámina que puede medir entre 6 y .008 mm. de espesor.

El proceso de laminación se puede dividir en tres etapas o partes:

- a) FUNDICIÓN.- Proceso mediante el cual se someten a elevadas temperaturas los metales para fusionarse y establecer así una aleación que, dependiendo de los porcentajes que se agreguen y el tipo de elementos que se utilicen, tendrán determinadas propiedades físicas y mecánicas.

b) LAMINACION.- La etapa de laminación es la parte principal del proceso productivo, ya que en ésta es donde se transforma el lingote de la aleación de metales en una lámina de aluminio.

Se le denomina lámina de aluminio ya que como se verá más adelante, el aluminio es el elemento principal en las aleaciones que se utilizan para la fabricación de los productos.

Para que se efectúe dicha transformación los lingotes son sometidos a diversos tratamientos térmicos y enviados a los laminadores, pasando por estos las veces que sea necesario hasta que la lámina tenga el espesor requerido.

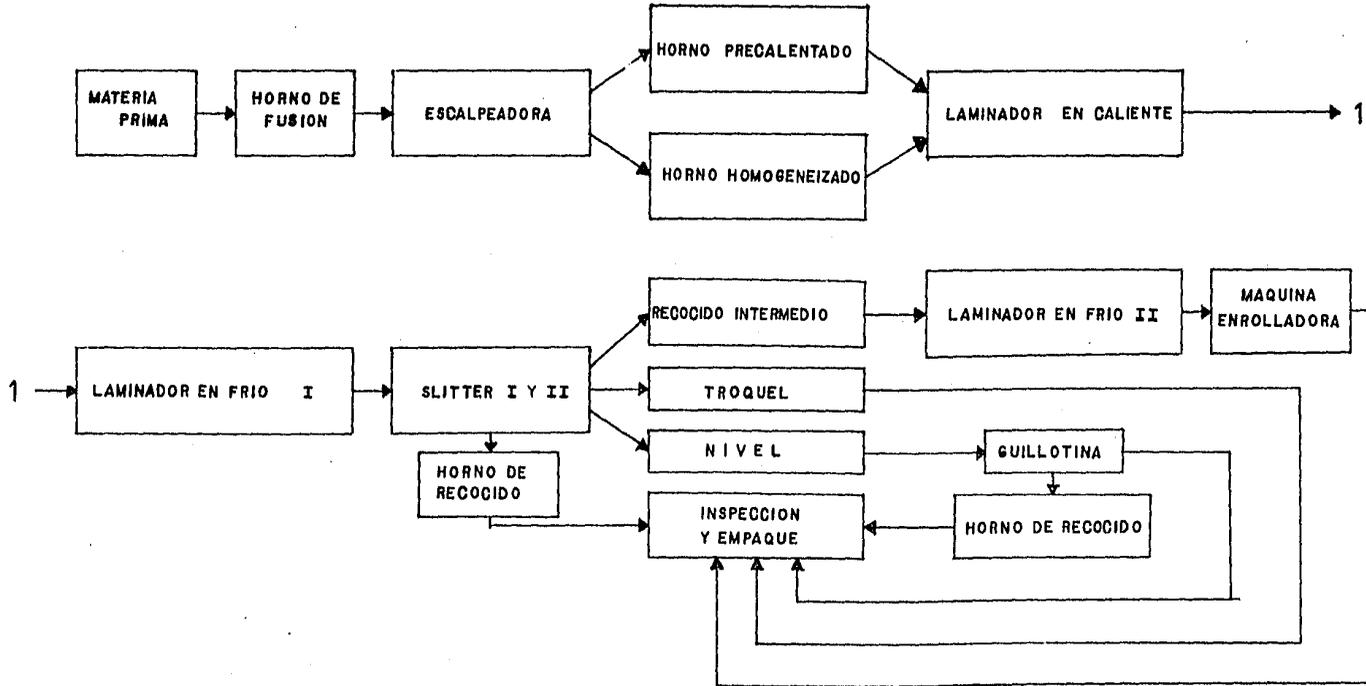
c) CORTE.- La última etapa del proceso productivo es la que se refiere al corte de la lámina de aluminio para dar la forma al producto de que se trate, de acuerdo a las dimensiones que haya solicitado el cliente.

El diagrama de bloques que se presenta, refleja la secuencia que sigue el proceso a través de las tres etapas principales, señalando todos los posibles caminos que existen, según las especificaciones del producto que se pretenda fabricar al pasar por la maquinaria que se requiera.

Tal situación es la característica que identifica al proceso de laminación de aluminio como un proceso productivo con flujo intermitente.

### 5.1.2. PRODUCTOS.

DIAGRAMA DE PROCESO



Para entender de una mejor forma el tipo de productos que fabrica el proceso de laminación de aluminio, se establecerá una clasificación desde cuatro puntos de vista distintos:

a) PRESENTACION.- Podemos llamar a la presentación, la forma que se le da a la lámina de aluminio a través de los cortes para constituir tres tipos de productos: rollos, hojas y discos.

El rollo es la presentación más simple de la lámina, ya que únicamente requiere de pequeños cortes longitudinales, manteniendo la forma original adquirida dentro del proceso.

La hoja es propiamente una lámina de aluminio en forma rectangular o cuadrangular.

El disco es la lámina presentada en forma de circunferencia.

b) TIPO DE ALEACION.- Las aleaciones del aluminio con otros metales se han dividido en grupos o series para su mejor identificación.

Estas aleaciones estandar se designan por medio de cuatro dígitos, el primero de los cuales identifica al elemento químico de mayor porcentaje (después del aluminio) como sigue:

Aluminio sin alear 99% mínimo	IXXX
Cobre	2XXX
Manganeso	3XXX
Silicio	4XXX
Magnesio	5XXX
Silicio y Magnesio	6XXX
Zinc	7XXX

Otros elementos

8XXX

En el caso del proceso que estamos analizando las series de aleaciones que se utilizan son las 1100 y 3003.

En el grupo de aleaciones IXXX son aluminio comercialmente puros y cuyo contenido de aluminio no es menor de 99%, y el grupo 3XXX el elemento principal que se adiciona es el manganeso lo que permite aumentar la resistencia en un 20% conservando la facilidad para darle formas diversas.

c) TEMPLE.- El temple es el tipo de tratamiento mecánico o térmico a los que se ha sometido el material.

Las designaciones del temple se escriben por medio de una letra que representa el temple básico, seguido de uno o más números para definir variaciones en el mismo.

Los cuatro temples básicos son:

"O" para materiales recocidos.

"F" según se fabricó.

"H" endurecido por estiramiento.

"T" endurecido por tratamiento térmico.

El tipo de temple que se utiliza en el proceso productivo es el temple "H" es decir, aquel que se ha endurecido por estiramiento, bien se le haya dado o no tratamiento térmico.

A la "H" siempre siguen dos o más números. El primero indica el tipo de operaciones básicas y el o los siguientes dígitos el grado final del endurecimiento, vgr: 2 para 1/2 de duro, 4 para medio duro, 6 para 3/4 de duro y 8 para totalmente duro.

H<sub>1</sub> Significa endurecido por estiramiento unicamente.

H<sub>2</sub> Significa endurecido por estiramiento y parcialmente recocido.

H<sub>3</sub> Significa endurecido por estiramiento y estabilizado.

Los temples que se dan a los productos de la organización que se estudia son: H<sub>0</sub> (suave).

H<sub>14</sub> (medio duro).

H<sub>18</sub> (duro).

d) MEDIDAS.- De acuerdo a los tres tipos de presentación señalados en el inciso (a), las medidas de los productos pueden ser: largo, diámetro, espesor y ancho.

Como se puede observar al analizar los cuatro puntos de vista de clasificación, las combinaciones que se pueden realizar entre ambos, hace que se manejen una gran variedad de productos distintos en función a las especificaciones que cada cliente solicite en sus pedidos.

El hecho de que se presente esta situación, refleja una de las características más importantes y complejas que contiene todo proceso intermitente, ya que como se mencionó en el capítulo IV, la programación y el control que se requiere es un aspecto de suma delicadeza para lograr buenos resultados.

De esta forma, el proceso productivo de laminación de aluminio se considera como un taller abierto de trabajo el cual desarrolla su producción, en función a los pedidos que finque cada uno de los clientes.

### 5.1.3.- MAQUINARIA Y EQUIPO.

De acuerdo a la secuencia que sigue el proceso, se men -

cionará a continuación los nombres y funciones que tiene toda la maquinaria y equipo requerido en la laminación de aluminio.

Para este fin, es conveniente observar el diagrama de bloques en donde se indican los nombres de las máquinas que conforman todo el proceso productivo, así como también, la ubicación que tienen cada una de ellas en las instalaciones de la empresa (se anexa plano de distribución de planta).

1.- Horno de Fundición.- Es un horno con capacidad para fundir 15 toneladas de metal, el cual está provisto de una unidad de vaciado de la que se pueden obtener 6 lingotes por vaciada.

Cada lingote tiene un peso entre 850 a 900 Kgs.

2.- Máquina Escalpeadora.- Dicha máquina tiene como función el quitar a cada uno de los lingotes todas las imperfecciones que quedan en las caras del mismo, dejándolo completamente liso y con una mejor calidad en su forma para efectos de la laminación.

3.- Hornos de Precalentado u Homogenizado.- Existen dos hornos con capacidad de 8.5 toneladas cada uno, los cuales sirven para precalentar u homogenizar los lingotes antes de ser laminados.

Entiéndase por precalentado el someter a un lingote de aluminio a temperaturas entre 500 y 510 °C con el fin de poder ser laminados en caliente.

La homogenización consiste en someter cualquier material a temperaturas entre 510 y 530 °C con el fin de que los granos-

(o partículas de aluminio) que forman la aleación queden homogéneos y las propiedades mecánicas del producto sean las apropiadas.

4.- Laminador en Caliente.- El laminador en caliente es una máquina cuya función es transformar el lingote de aluminio en una lámina, mediante una serie de pases subsecuentes a través de unos rodillos que van disminuyendo el espesor hasta dejarlo en 6mm.

Para desarrollar esta función necesariamente los lingotes deben haberse sometido al precalentado.

5.- Laminador en Frio I.- El laminador en frio I es una máquina que como su nombre lo indica puede laminar un rollo de aluminio después de que fue laminado en caliente sin ningún precalentado, hasta espesores máximos de .30mm.

6.- Laminador en Frio II.- Las funciones de este laminador son las mismas que el laminador en frio I, la única diferencia es que esta máquina puede reducir la lámina hasta espesores de .008mm.

7.- Slitter I y II.- La función de estas máquinas es realizar cortes longitudinales a la lámina de aluminio, de acuerdo a la medida solicitada en cada uno de los pedidos.

8.- Troquel.- El troquel es una máquina que se utiliza para cortar la lámina en circunferencias, es decir, para la fabricación de discos de distintos diámetros.

El troquel funciona con matrices intercambiables según las especificaciones del diámetro de los discos.

9.-Horno de Recocido.- La capacidad de este horno es de 6 tone-

ladas por horneada y su utilización es para someter a los productos a cierta temperatura (entre 650° F y 800° F) con el fin de darles el temple requerido.

10.- Niveladora.- La niveladora tiene como finalidad el corregir la presentación de los productos cuando éstos se encuentran doblados de alguna parte o desnivelados, como regularmente sucede con los discos al ser manejados después del corte.

11.- Montacargas.- Existen dos montacargas los cuales desempeñan un papel muy importante en el proceso de laminación, ya que por tratarse de un proceso intermitente y el tipo de material que se utiliza, el manejo de la producción en proceso es una actividad ininterrumpida que requiere del transporte por medio de dichos elementos.

Este es el equipo y maquinaria con que cuenta la organización que se está analizando, el cual se ha tratado de explicar de una forma sencilla sin utilizar términos técnicos con el fin de únicamente ilustrar y entender con facilidad el tipo de tecnología que el proceso de laminación requiere, y la secuencia que la producción tiene.

#### 5.1.4. MATERIA PRIMA Y MANO DE OBRA.

De acuerdo a los tipos de aleación que se producen, la materia prima que se utiliza en el proceso de laminación la forman fundamentalmente dos elementos: el aluminio virgen o aluminio puro al 99.5% y una aleación de aluminio manganeso.

Dichos elementos son adquiridos en distintas presentaciones - dependiendo del proveedor de que se trate.

La mayor parte de la materia prima es recibida en lingotes de 22Kgs. tanto de aluminio como de aluminio manganeso. También se adquiere un tipo muy especial de aluminio cuya presentación es en pequeños pedazos denominados choppings la cual es - proveniente del extranjero.

Es muy importante incluir, a pesar de no tratarse de ser propiamente materia prima, la utilización del material (scrap) - que se genera por los cortes de la lámina de aluminio, la - cual se le denomina como material reciclado debido a que se - trata de un recurso que se vuelve a incorporar al proceso, es decir, se recicla o recircula fundiéndose nuevamente.

Podemos afirmar que el material reciclado (scrap) viene a ser un tipo especial de materia prima por ser un insumo que se - agrega al proceso.

Por lo que se refiere a la mano de obra que se utiliza en el proceso productivo, ésta se integra por personal en cierta - forma calificado por tratarse de un sistema de producción intermitente, el cual se ha formado con la experiencia adquirida dentro de la propia empresa.

El personal operativo o sea la mano de obra directa, la podemos dividir en dos partes: aquella que se considera como calificada la cual desempeña las funciones de operar el equipo - principal del proceso, como es el caso de los laminadores, - los hornos de fundición, la línea de corte y la inspección. La segunda parte la integra el personal auxiliar, es decir, -

aquel que da apoyo a los responsables del manejo de las máquinas y que se encarga de realizar actividades manuales de distinto tipo.

Los puestos que forman la mano de obra del proceso de laminación son los siguientes:

- a) Operador de Fundición.- Es el responsable del manejo del horno de fusión de metales.
- b) Operador de Laminación.- Su función es operar alguno de los laminadores.
- c) Operador de Slitter.- Se encarga de operar las máquinas de corte longitudinal.
- d) Troquelador.- Responsable del manejo del troquel.
- e) Inspector de Calidad y Empaque.- Sus responsabilidades son el vigilar que el producto contenga las especificaciones requeridas y que sea empacado en las cantidades correctas.
- f) Mecánico.
- g) Electricista.
- h) Ayudante de Fundición.
- i) Ayudante de Laminación.
- j) Ayudantes Generales.

En el siguiente punto de este capítulo se presentará un organigrama completo de toda el área de producción conteniendo tanto la mano de obra directa, señalada actualmente, como la mano de obra indirecta para conocer todos los niveles jerárquicos y las áreas de responsabilidad que la organización tiene estructuradas en el departamento de operaciones.

## 5.2. ESTADISTICAS E INFORMACION DE LA OPERACION ACTUAL.

Para poder conocer con amplios detalles la organización que se está evaluando desde el punto de vista de los aspectos relacionados con el proceso productivo, es necesario analizar algunas cifras e información que permitan adentrarse de una mejor forma a la situación en que se encuentra operando el sistema productivo, con el fin de poder detectar todos y cada uno de los problemas existentes, en función al conocimiento de las características de este tipo de proceso, y aportar las soluciones que repercutan en una mayor eficiencia.

Las estadísticas que se presentan a continuación reflejan dos aspectos muy importantes en las decisiones relacionadas con la producción.

Por una parte se encuentran las cifras del comportamiento de las ventas durante el período de Julio 1983 a Junio de 1984 para dar una idea de la demanda que tuvieron los productos en el mercado.

Por otro lado se observa el volumen de unidades (Kgs.) producidos durante el mismo período, por línea de producto (rollos, hojas y discos en cada tipo de aleación).

Finalmente se anexa un organigrama del departamento de producción en donde se puede detectar los niveles jerárquicos y la delegación de responsabilidades que hay establecidas en

la organización.

Asimismo , se presenta un perfil de los puestos más importantes dentro de la estructura del departamento.

Los comentarios a cada uno de los datos y la información que se presenta, darán la pauta al análisis de la problemática - del sistema que se incluye en el último inciso de este capítulo, desde el punto de vista operativo y estructural.

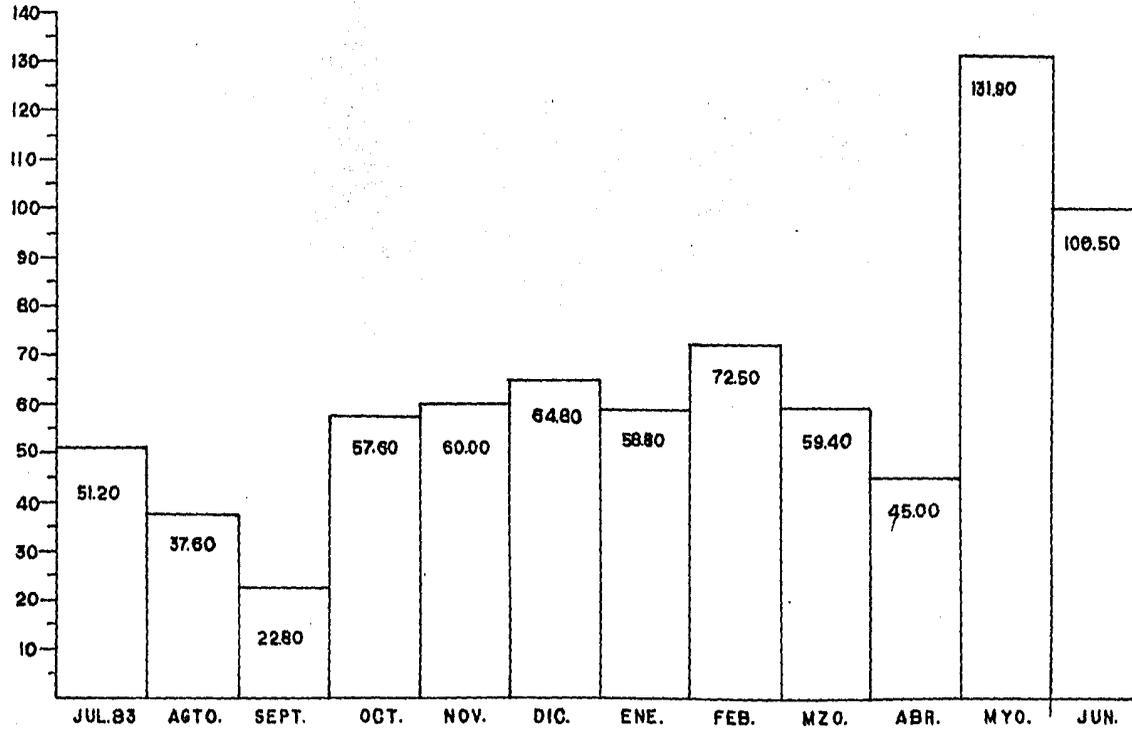
ESTADISTICA DE VENTAS  
 POR PRODUCTO  
 DE JULIO 83 A JUNIO DE 84  
 (CIFRAS EN TONELADAS)

MES	P R O D U C T O S			TOTAL
	ROLLOS	HOJAS	DISCOS	
JULIO 83	13.8	5.0	32.4	51.20
AGOSTO	13.1	10.9	13.6	37.60
SEPTIEMBRE	11.3	3.4	8.1	22.80
OCTUBRE	9.4	0.5	47.7	57.60
NOVIEMBRE	11.1	1.5	47.4	60.00
DICIEMBRE	5.2	3.9	55.7	64.80
ENERO 84	5.5	0.7	52.6	58.80
FEBRERO	18.5	1.2	52.8	72.50
MARZO	13.0	0.3	46.1	59.40
ABRIL	8.5	0.3	36.2	45.0
MAYO	35.90	2.8	93.2	131.90
JUNIO	31.0	4.1	65.4	100.50

---

	176.30	34.60	551.20	762.10
--	--------	-------	--------	--------

GRAFICA DE VENTAS  
JULIO DE 1983 A JUNIO DE 1984



La gráfica de ventas muestra el comportamiento del mercado - en cuanto a las unidades vendidas por cada uno de los meses - del período Julio 83 a Junio 84. Como puede observarse los - primeros meses fueron un poco bajos, posteriormente las ven - tas se estabilizaron a mitad del año y al final se elevaron - considerablemente. La media que se obtiene por el período es - de 63.51 toneladas, lo que da una idea aproximada del mercado potencial que tiene la organización; dicho factor no es muy - representativo en virtud de que como se mencionaba, el inicio del período presenta cifras que propiamente se duplican al - final del mismo.

El cuadro que contiene la estadística de unidades vendidas - por cada uno de los productos en los meses del período, mues - tra un análisis de la demanda que tuvieron los productos du - rante el año, lo que permite identificar la importancia en re lación con las ventas de cada línea de producto.

Comparando las cifras, se puede decir que la fabricación de - discos constituye el elemento fundamental en la demanda del - mercado de la organización, pues representa el 72.33% de las - ventas totales, mientras que los rollos y las hojas el 23.13% y 4.54% respectivamente.

Esta situación hace pensar que de los tres tipos de productos que se mencionaron en el inicio 5.1.2., respecto a la clasifi cación referente a la presentación, el disco es el producto - sobre el cual el aspecto planeación y control del proceso pro ductivo debe enfocarse con mayor atención, en cuanto a las de cisiones para la administración del sistema, ya que además de ser el más importante por su demanda, es también el que -

recorre el camino más largo durante el proceso de fabricación. -

ESTADISTICA DE PRODUCCION POR PRODUCTO Y ALEACION  
(DE JULIO 83 A JUNIO 84)  
CIFRAS EN KILOGRAMOS

<u>MES</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>A L E A C I O N E S</u>			
			TOTAL	TOTAL	TOTAL
JULIO		1100		3003	
	D	26789		6103	
	R	14811		727	
	H	4776		303	
		————	46376	————	7133
AGOSTO	D	12042			
	R	10568			
	H	10550		718	
		————	33160	————	718
SEPTIEMBRE	D	8090			
	R	13559		8	
	H	3346		52	
		————	24995	————	60
OCTÚBRE	D	33286		14396	
	R	11447		3224	
	H	2825			
		————	47558	————	17620
NOVIEMBRE	D	51979		1648	
	R	13769			
	H	1557			
		————	67305	————	1648
DICIEMBRE	D	51987		7606	
	R	3892		1591	
	H	3919			
		————	59798	————	9197

<u>MES</u>	<u>PRODUCTO</u>		<u>A L E A C I O N E S</u>	
ENERO	D	42636		7091
	R	5943		
	H	1219		
		<u>        </u>	49798	<u>        </u> 7091
FEBRERO	D	43613		4311
	R	14286		13865
	H	976		
		<u>        </u>	58875	<u>        </u> 18176
MARZO	D	49202		17
	R	12407		10520
	H			
		<u>        </u>	61609	<u>        </u> 10537
ABRIL	D	39728		6989
	R	9611		1955
	H	474		
		<u>        </u>	49813	<u>        </u> 8944
MAYO	D	75168		6230
	R	11472		4045
	H	2645		
		<u>        </u>	89285	<u>        </u> 10275
JUNIO	D	63207		2169
	R	21971		2190
	H	4302		
		<u>        </u>	89480	<u>        </u> 4359

D = DISCO

R = ROLLO

H = HOJA

Analizando las cifras que se presentan en la estadística de producción por producto en cada tipo de aleación, se obtienen los siguientes porcentajes:

La aleación 1100 representa el 87.62% del total de la producción en el período, mientras que la 3003 solamente el 12.38%.

La producción de discos aleación 1100 constituye el 64.32% y los rollos el 18.57% del tonelaje total fabricado.

Reiterando lo que se mencionó anteriormente al analizar las estadísticas de ventas de la organización, el disco es el producto que mayor demanda tiene en el mercado, el cual es requerido fundamentalmente en la aleación 1100. Esto nos permite tener antecedentes confiables en cuanto a la programación que el proceso necesita y por lo tanto el control que debe mantenerse en el flujo del sistema para la fabricación de dichos productos.

En un taller abierto de trabajo como es el caso del proceso de laminación de aluminio, cuya variedad de productos en cuanto a las distintas especificaciones que pueden requerirse es muy extensa, es muy importante mantener un análisis continuo del comportamiento que tiene la demanda de cada uno de los productos en el mercado, pues esto servirá para estar preparados en todos los aspectos que el proceso implica y poder cumplir con los pedidos con un mayor grado de eficiencia.

Desde el punto de vista estructural podemos dividir al departamento de producción en tres niveles principales:

a) Primer Nivel.- Lo ocupa el gerente de planta quien es el responsable del proceso productivo a través de la adminis-

tracción de todos los elementos, tales como: instalaciones, maquinaria y equipo, materiales, recursos humanos, sistemas de control e información, etc.

- b) Segundo Nivel.- Se encuentra integrado por tres tipos de puestos: los supervisores de producción, los supervisores de mantenimiento y la secretaria del departamento quien desempeña funciones administrativas.

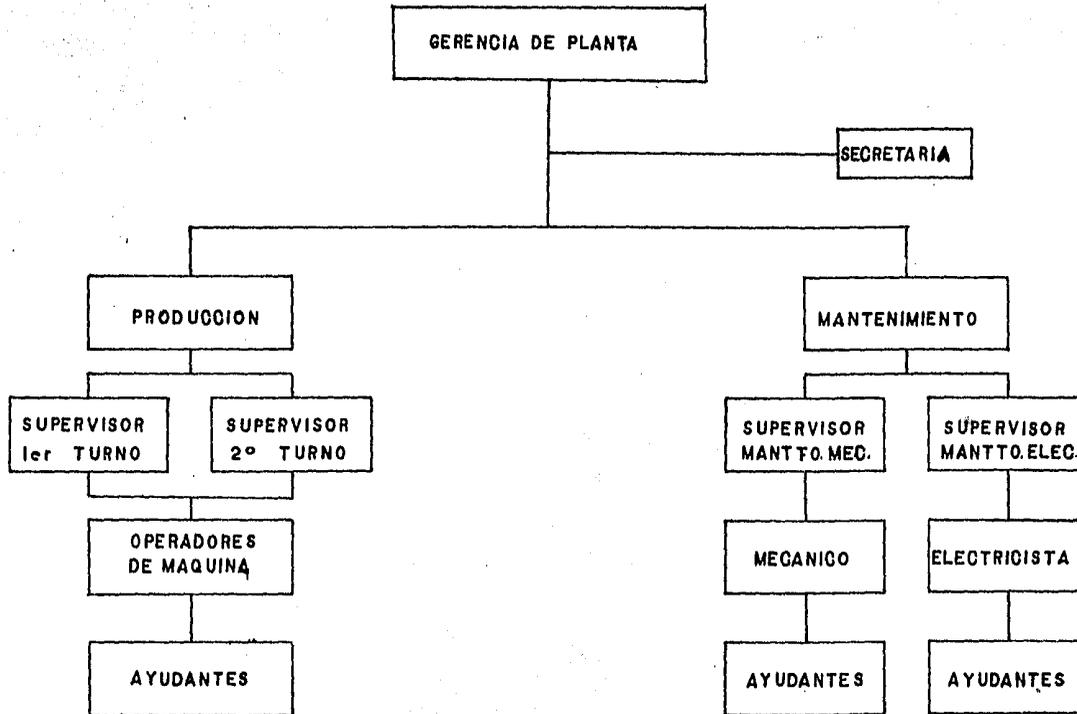
Dichos puestos son el apoyo que tiene el primer nivel en la coordinación de las actividades técnicas, directivas y administración del proceso productivo.

- c) Tercer Nivel.- En el último nivel se pueden considerar al resto de los puestos que forman el organigrama del departamento, en el cual quedan incluidos los operadores de máquinas, mecánico, electricista y los ayudantes tanto operativos como de mantenimiento.

El número de personas que integra dicho nivel suma un total de 40.

Como puede observarse a través del organigrama y la clasificación de niveles, se trata de una organización pequeña la cual centra las decisiones operativas en un solo puesto o nivel, dejando el resto de las funciones como de apoyo y operación del sistema.

ORGANIGRAMA DEL DEPARTAMENTO  
DE PRODUCCION



### 5.3.- GRAFICA DE FLUJO DEL PROCESO.

La gráfica de flujo del proceso es un medio a través del cual se puede describir toda la secuencia de actividades que el sistema productivo requiere.

La gráfica utiliza cinco símbolos distintos en función al tipo de actividades que se lleve a cabo, explicando brevemente la especificación de la tarea y el tiempo que esta dura.

En el caso del proceso de laminación se mencionará además de estos datos, las capacidades en toneladas que produce cada una de las máquinas en función al tiempo de operaciones.

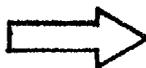
Los símbolos y su significado son los siguientes:



Operación. (Una tarea o actividad)



Inspección. (Revisión del producto para verificar cantidad o calidad)



Transporte. (Movimiento de material de un punto a otro)



Almacenaje. (Inventario o almacenaje de materiales en espera de la siguiente operación)



Demora. (Un retraso en la secuencia de las operaciones)

El análisis del proceso productivo por medio de la gráfica de flujo, permitirá conocer más a fondo cada una de las actividades, identificando aquellas de mayor problemática por tratarse de un proceso intermitente.

Dichas actividades se enfocarán con especial atención para

tratar de tomar medidas correctivas que repercutan en una mayor eficiencia en los resultados del proceso.

En la laminación de aluminio debido a que existen tres tipos distintos de productos, en cuanto a su presentación, pero dependiendo de las especificaciones que se requieran la secuencia en el flujo del proceso será distinta, se eligió únicamente el proceso de fabricación de discos aleación 1100 temple  $H_0$  suave.

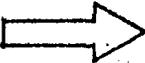
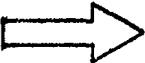
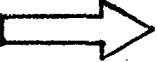
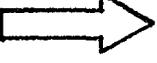
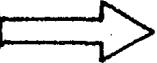
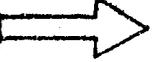
El hecho de haber elegido este producto y no alguno de los otros se debe a las siguientes razones.

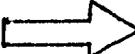
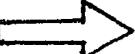
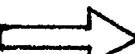
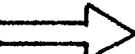
a) La producción de discos requiere de todas las fases del proceso a diferencia del rollo que solo pasa por fundición y laminación (basicamente).

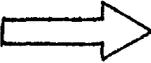
Esto permite analizar el proceso en todas sus partes.

b) De acuerdo a las estadísticas de ventas, la demanda de discos de aluminio con las especificaciones citadas representa el 60% de las ventas totales.

GRAFICA DE FLUJO DEL PROCESO

<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>TIEMPO DE LAS OPERACIONES.</u>	<u>CAPACIDAD EN TONS.</u>
	Almacen de aluminio virgen o material reciclado.		
	Al horno de fundición.		
	Fundición de metales	24 hrs.	15
	Vaciado para formar el lingote.		
	Lingotes en espera de escalpeado		
	A escalpeado.		
	Escalpeado del lingote	1 hr.	2.550
	A hornos de precalentado		
	Precalentado	24 hrs.	17
	Al laminador en caliente		
	Laminación en caliente	1 hr.	4.25
	A enfriamiento		
	Enfriamiento del rollo.	24 hrs.	
	Al laminador en frío I.		

<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>TIEMPO DE LAS OPERACIONES.</u>	<u>CAPACIDAD EN TONS.</u>
	Rollos en espera de laminación		
	Laminación en frío I.	1 hr.	.85
	Al laminador en frío II		
	Rollos en espera de laminación		
	Laminación en frío II.	1 hr.	1
	A la línea de corte longitudinal.		
	Rollos en espera de corte		
	Corte longitudinal	1 hr.	1.6
	Al troquel		
	Rollos en espera de troquelado		
	Troquelado	1 hr.	0.160
	Llenar canastillas para el recocido	1 hr.	0.5
	Al horno de recocido		
	Discos en canastillas en espera de recocido		
	Recocido	8 hrs.	6
	Enfriamineto de los discos	24 hrs.	

<u>SIMBOLO</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>TIEMPO DE LAS OPERA CIONES</u>	<u>CAPACIDAD EN TONS.</u>
	A inspección y empaque.		
	Inspeccionado.		
	Empacado.		
	Almacenaje de producto terminado.		

## 5.3.1.- COMENTARIOS A LA GRAFICA DE FLUJO.

a) Es notorio que el tiempo que lleva el proceso, considerando unicamente las operaciones fundamentales y las demoras, es demasiado largo.

Esto implica analizar todas aquellas actividades con posibilidad de reducción de tiempo de tal forma que se disminuya el período de fabricación, o bien se combinen las actividades de manera que se aproveche mejor el equipo.

b) Debido a las distintas capacidades del equipo, se producen una serie de almacenajes o inventarios dentro del proceso que representan cuellos de botella, los cuales requieren de especial atención tanto en su control, manejo y posible mejoramiento.

c) Las demoras o tiempos muertos que existen debido a los enfriamientos del material después de cada horneada suman un total de 48 hrs., lo que representa un período de espera bastante importante que vale la pena analizar si es posible disminuir, utilizando para ello algún tipo de maquinaria que permita dar mayor continuidad a la secuencia del flujo.

d) Una de las actividades que con mayor frecuencia se realizan a lo largo de todo el proceso, son los transportes o movimientos de material.

Dicha actividad debido a los volúmenes de material que se manejan requiere que sea maniobrado por los montacargas.

Esto hace que se considere como un elemento indispensable

dentro del proceso, por ser el medio que da continuidad al flujo y permite que la planta productiva no se detenga.

e) Se observa que la actividad de inspecciones sólo se presenta hasta el final del flujo del proceso.

Ello hace pensar que en aquellos casos en que un pedido contenga fallas en la calidad del producto, se detecte hasta el final del sistema, lo que constituye que el pedido se retrase por tener que iniciar de nuevo el proceso al no haber inspeccionado la secuencia del mismo en cada de sus etapas.

Los comentarios hechos a la gráfica de flujo del proceso permiten cosiderar aquellos aspectos importantes del sistema productivo, en función de ser actividades que presentan problemas críticos sobre los cuales se pueden implementar algunas alternativas de solución, que se mencionarán posteriormente.

#### 5.4.- PROBLEMATICA DEL SISTEMA.

Una vez identificado las características del proceso de laminación de aluminio y algunos aspectos que se relacionan directamente con el sistema productivo, tales como la estructura organizacional, las estadísticas de ventas y producción por línea de producto, es ahora conveniente detectar la problemática que existe en el departamento, para implementar las medidas correctivas pertinentes de manera que se logre planear y controlar el proceso obteniendo la máxima eficiencia. Conviene reiterar que por tratarse de ser un proceso producti

vo con flujo intermitente, los problemas en esencia son ya un poco más complejos si los comparamos con cualquier otro tipo de proceso, sin embargo, se planteará un esquema de tal forma que se encuentren los problemas específicos de la organización que se estudia, sin perder de vista la concepción genérica de los procesos intermitentes.

En primer lugar, se puede mencionar que debido a que se trata de una producción por pedido en la cual los productos que se fabrican pueden ser con muy variadas especificaciones de acuerdo a su presentación, medidas, aleación, y temple, la programación del sistema se torna bastante complejo en virtud de que el programa de cada mes nunca será el mismo, pues al existir muchos pedidos por los clientes los cuales cada uno presenta características y cantidades distintas de los productos, la planeación de las cargas de trabajo para el equipo, las combinaciones entre los diversos pedidos de manera que se minimice el tiempo de fabricación de cada uno, y el control que debe llevarse de los mismos durante todo el desarrollo del proceso vigilando la eficiencia en cada etapa, son circunstancias que dificultan la administración del sistema productivo, aunado a los demás problemas que se presentan en la organización.

De esta manera, considerando que el proceso productivo de laminación requiere de bastantes horas para su ejecución y que pueden hacer muchos y muy variados pedidos, la posibilidad de que se incurra en errores que a su vez repercutan en una ineficiente producción es muy alta si no se tienen herramientas-

suficientes que permitan elaborar diariamente los programas - y controlar minuciosamente el avance en la fabricación de los productos para cada uno de los pedidos.

Es decir, al no contar con un adecuado sistema de control que retroalimente la información del grado de avance de cada pedido, así como la disponibilidad de la maquinaria y mano de - obra, se corre el riesgo de programar el proceso ineficientemente, lo que ocasiona costos de producción elevados, pedidos surtidos fuera de tiempo, equipo y personal ocioso, etc.

El hecho de analizar las estadísticas de ventas y producción - por línea de producto, permite identificar con bases reales - los tipos de productos que mayor demanda tienen para formar - una idea aproximada de la programación que normalmente se es - tá efectuando en el proceso, previniendo de esta forma al - equipo y personal que interviene en la fabricación, y considerando el tiempo que requiere el producir este tipo de produc - tos.

Como pudo observarse, el producto que mayor demanda tiene son los discos, los cuales son la clase de productos que llevan - una secuencia más larga dentro del proceso y por consiguiente el tiempo de fabricación también es mayor, en virtud de que - para obtener un disco de aluminio, el corte que se hace a la - lámina produce demasiado desperdicio en comparación con cual - quiera de los productos; esto propicia que si se requiere ma - yor volumen de discos se tenga que trabajar más para obtener - lo y consecuentemente el nivel de producción total del siste - ma sea menor.

Por lo que respecta a la estructura organizacional del sistema se pudo detectar que por las características del proceso, el nivel más alto es en donde se centraliza completamente el funcionamiento de la operación de la producción, ya que por ser el nivel que planea y controla el proceso, la responsabilidad es tal que cualquier error que dicho puesto tenga, repercutirá en los resultados totales, a pesar de que los demás niveles desarrollen su labor eficientemente.

Los otros elementos que componen la estructura organizacional del departamento productivo, al parecer desempeñan únicamente funciones operativas, ya que al no existir un sistema de control específico, su papel se concreta sólo al desarrollo de la producción lo que no es completamente justificable en el caso del personal de supervisión.

A través del análisis de la gráfica de flujo del proceso, se pudieron encontrar algunos problemas específicos del proceso productivo como son: la tardanza en horas que implica la fabricación de productos como el que se presentó en la gráfica, debido a las fases por las que se somete el material, los cuellos de botella del proceso que repercuten en altos inventarios en proceso de los cuales no se lleva un control detallado, los tiempos muertos en la producción formados por necesidades técnicas del propio equipo como el montacargas, el cual interviene en todas las etapas del flujo, y la falta de inspecciones en el desarrollo de cada una de las actividades, no únicamente al final de la producción ya que constituye un riesgo muy alto de rechazo que a su vez propicia entregas

tardías en los pedidos.

Todos y cada uno de los problemas mencionados hasta este momento, forman el panorama bajo el cual se encuentra trabajando el proceso de la organización que se está analizando.

Sin embargo, se considera que para poder proponer soluciones efectivas que conlleven a una mejor administración del sistema, las causas de los problemas enunciados pueden resumirse en una sola.

La necesidad de un sistema de control que permita tener una mayor eficiencia en el proceso productivo y que brinde información precisa del comportamiento de cada uno de los pedidos que se estén procesando, involucrando en dicho sistema a todos los niveles que deben responsabilizarse en la planeación y control del proceso.

El diseño de un control es la razón del siguiente capítulo - en donde también se plantearán algunas otras medidas de solución a determinados problemas específicos.

## CAPITULO VI

### SISTEMA PARA EL CONTROL Y LA PROGRAMACION DEL PROCESO

## 6.1 ANTECEDENTES.

En función a la problemática que presenta el proceso productivo de laminación, considerando tanto los aspectos genéricos del flujo intermitente, como los factores de la organización, se ha diseñado un sistema de control que permita mantener un flujo de información continuo y detallado del comportamiento de cada pedido, con la intervención de todos los niveles responsables del proceso, desempeñando cada uno el papel que le corresponde. El flujo de información va a reflejar la disponibilidad del equipo y la mano de obra de manera que se pueda estar programando diariamente el sistema con antecedentes precisos para tomar decisiones acertadas.

Las bases fundamentales del sistema a que se hace referencia, consisten principalmente en la implementación de una serie de documentos como medio de control de la información que se necesita para administrar el proceso de laminación de aluminio. Como se mencionó anteriormente, la organización se encuentra trabajando hasta este momento sin ningún control específico que brinde información a través de medios adecuados para planear el proceso, lo que imposibilita el mejorar los resultados de la actual forma de trabajo.

El funcionamiento del sistema requiere de ciertos cambios que al mismo tiempo deberán contener nuevos y mayores esfuerzos por parte de cada uno de los involucrados. Lo importante a

este respecto es que la participación se lleve a cabo desde el primero hasta el tercer nivel, de acuerdo a las políticas que se establecerán y el papel que a cada uno corresponde desempeñar.

## 6.2 PROCEDIMIENTO.

El procedimiento que se desarrollará principia en planear el sistema que se considera conveniente para controlar el proceso de laminación, y posteriormente, en función a la forma de controlar el proceso, se sugieren algunas medidas para la programación del mismo. La razón por la que se ha iniciado primero en proponer medidas a la etapa de control y después a la etapa de planeación, es porque aunque parezca contradictorio, en este tipo de casos se debe tener primeramente la información del desarrollo de cada una de las actividades, ya que de otra forma no es posible realizar un programa de pedidos; es decir, por las características del flujo del proceso, se tiene que conocer el grado de avance de cada uno de los pedidos para saber del mismo modo, la disponibilidad del equipo y la mano de obra e incorporar al programa a aquellos pedidos que por sus especificaciones sea posible iniciar su producción.

Para implementar los controles que se requieren se ha dividido al flujo del proceso en dos partes. La primera parte es la que va desde la fundición de los metales hasta la laminación en caliente; el hecho de haber considerado esta como una prime

ra fase se debe a dos razones importantes:

- a) Si se analiza nuevamente el flujo del proceso, se observa que el tiempo que lleva toda esta etapa es la que tiene el mayor número de horas del total de tiempo de la producción.
- b) En cuanto a los tres tipos de productos que se fabrican, dicha fase del proceso es la que se puede considerar como común para todos ellos, ya que el rollo que se obtiene después de laminar en caliente, servirá para producir cualquiera de los productos según las especificaciones que se soliciten.

En función a este último punto, se propone como una política en la administración del proceso, el mantener un inventario de rollos de 15 toneladas de la aleación 1100 y de 5 toneladas de la 3003.

Esto permitirá ganar 72 hrs. en el avance del proceso al tener disponibles dichos rollos para asignarlos a cualquier pedido.

Entre otra de las ventajas que ofrece el inventario de rollos, es agilizar la incorporación del material reciclado al proceso, en lugar de mantener una acumulación de este material que representa ser un elemento inútil, a diferencia del rollo el cual puede utilizarse de inmediato para continuar con la fabricación de algún producto.

La implementación del inventario de rollos constituye una de las decisiones más importantes en el procedimiento del sistema de control y programación del proceso, pues permite

disminuir en cierta forma el período de entrega de los pedidos y además utilizar más eficientemente el equipo y al personal manteniendo una mayor continuidad en el flujo del proceso.

Se podría decir que la primera fase del proceso es la etapa por la que todo producto debe pasar forzosamente, y por consiguiente, debe controlarse en forma distinta que la siguiente fase.

La segunda etapa de actividades del proceso se refiere específicamente a la laminación en frío hasta que el producto se encuentra listo para salir a su destino. Constituye la parte más compleja del proceso debido a que se trata de los cortes, el laminado y el recocido que van a dar al producto las especificaciones que solicitó el cliente.

Por tal motivo es que los controles que se pretenden implantar adquieren un carácter más importante y requieren a la vez una adecuada utilización por el personal para el logro de buenos resultados, pues los errores en cuanto a la calidad de los productos, son más costosos en dicha etapa, en virtud de que para poder corregir una falla en el caso de algún corte equivocado, se tenga que iniciar nuevamente el proceso por no poder surtir otro pedido con este producto.

Ello ocasiona un retraso en la entrega al cliente, alterando todo el programa productivo e incrementando los costos de producción.

Este tipo de errores se presentan con cierta frecuencia por no tener un medio para identificar adecuadamente cada uno de-

los pedidos, pues al circular una gran cantidad de rollos - por las máquinas, los operadores se equivocan al confundir un material por otro, cortándolo o laminándolo en otras medidas. Para poder desarrollar el procedimiento para el control del - proceso, es necesario destacar que dicho sistema se inclina - por vigilar los aspectos considerados como más importantes en cada una de las fases descritas, tomando en cuenta la proble- mática mencionada en el capítulo anterior.

A continuación se presentarán los documentos que se pretenden implementar como medio de control del proceso, mostrando el - diseño del formato de cada uno y explicando la manera en que- se deberá utilizar la información que generan.

### 6.3 DOCUMENTOS PARA CONTROLAR EL PROCESO

La necesidad de implantar cierto tipo de documentos para registrar algunos datos y cifras de aspectos considerados co- mo claves dentro del proceso, surge por la problemática que - presenta el sistema intermitente y por la situación particu - lar del proceso de laminación de aluminio.

Como fué señalado en el inciso 4.3 del capítulo IV respecto a la importancia de un acertado sistema de información, los do- cumentos son el medio a través del cual se podrá obtener di - cha información y por lo tanto constituyen la columna verte - bral en la toma de decisiones para la administración de esta- clase de procesos.

Son cuatro los documentos que se pretenden implementar para -

controlar el proceso, de los cuales dos se utilizarán en la primera fase y los otros dos en la segunda.

Los documentos que controlarán algunas actividades e información importante de la primera fase son: el reporte de fundición de materiales y la etiqueta para la identificación de rollos.

Por lo que respecta a los documentos de la parte final del proceso, estos son: las ordenes de producción y el marvete para identificación del inventario en proceso.

A continuación se presentará el diseño de cada uno de ellos y se explicará con amplios detalles la utilidad que tienen como medio de control.

#### 6.3.1. REPORTE DE FUNDICION DE MATERIALES.

Para poder controlar el proceso productivo desde su inicio, es decir, a partir de la fundición de materiales, se hace necesario utilizar un documento en el cual queden establecidas perfectamente las cantidades de material que fueron vaciadas al horno de fusión, ya que de este modo podrán conocerse posteriormente el tipo de elementos que fueron utilizados en cada aleación, las condiciones bajo las cuales se realizó tanto la horneada como el vaciado, y el resultado de la operación en Kgs. para calcular la merma que tuvo cada combinación de materiales en la fundición.

Dichos aspectos son datos muy importantes para las decisiones que se refieren a la calidad en los productos y el manejo de los inventarios de materia prima y del material reciclado.

Respecto a este último, principalmente para conocer las cantidades de material que se recirculan nuevamente al proceso y evitar tener un inventario muy alto de dicho material, ya que esto representaría tener una inversión de recursos inactivos por tratarse de ser un elemento que ya tuvo una transformación y un costo en el proceso.

El manejo adecuado de los inventarios en cualquier proceso productivo es una de las decisiones estratégicas para su administración, y con mayor razón en los procesos intermitentes como en este caso, en donde existe material que se reincorpora nuevamente al proceso por medio de la fundición.

Parte de la información que muestra este documento permitirá evaluar perfectamente las combinaciones que se hacen de los materiales que se funden (material reciclado vs materia prima virgen) observando los porcentajes de merma que se producen, para fijar un parámetro que establezca aquellas combinaciones que logren obtener una menor merma. Cabe aclarar a este respecto, que mientras mayor cantidad de material reciclado se meta al horno, se obtendrá a la vez una mayor merma por las condiciones físicas en que este se encuentra.

La persona que utilizará el documento será el operador del horno de fusión con el Vo.Bo. del supervisor del turno que corresponda. Esto permite responsabilizar a dichas personas de la calidad que deben cuidar en la aleación del material, ya que al encontrar fallas se podrá identificar el motivo a que se debieron, evitando que se vuelvan a repetir.

FORMA PARA CONTROL DE HORNEADAS

REPORTE DE FUNDICION DE MATERIALES

FECHA: \_\_\_\_\_ ALEACION: \_\_\_\_\_

CARGA DEL HORNO

KGS. ALUMINIO VIRGEN \_\_\_\_\_ KGS. MATERIAL RECICLADO \_\_\_\_\_

KGS. DE AL-MN: \_\_\_\_\_ OTRO: \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DE LA CARGA DEL HORNO                      Vo.Bo. SUPERVISOR

\_\_\_\_\_

VACIADO DEL HORNO

No. DE LINGOTES OBTENIDOS \_\_\_\_\_ PESO TOTAL EN KGS. \_\_\_\_\_

PESO DE LA ESCORIA \_\_\_\_\_ TEMPERATURA \_\_\_\_\_

RESPONSABLE DEL VACIADO DEL HORNO                      Vo.Bo. SUPERVISOR

\_\_\_\_\_

OBSERVACIONES \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 6.3.2. ETIQUETA PARA EL CONTROL DEL INVENTARIO DE ROLLOS

En función a la política que se pretende implantar de mantener un inventario de rollos en cada tipo de aleación, se hace necesario a su vez, tener controlado perfectamente dicho inventario de manera que se conozca en cualquier momento la disponibilidad de este material, para asignarlo a algún pedido, y se identifique rápidamente cada uno de los rollos de las dos distintas aleaciones.

Para lograr ambos aspectos se diseñó el formato de una etiqueta de control, la cual será adherida a cada rollo en el momento en que este se almacene en el área correspondiente al inventario de rollos en proceso.

Se utilizarán dos tipos de etiquetas, cada una de color distinto para una identificación más rápida de la aleación a la que pertenece cada rollo. Las etiquetas azules pertenecerán a la aleación 1100 y las rojas a la 3003.

Los datos que contiene cada etiqueta son: el número de rollos, el peso en Kgs. y el espesor en que quedó laminado el rollo después de la laminación en caliente.

Asimismo, se tendrá perfectamente identificado el inventario de materiales de cada aleación para poder disminuir en alguna medida, el fuerte inventario en proceso que regularmente existe en los flujos intermitentes.

El control de inventario de rollos por medio de las etiquetas permitirá tener debidamente registrado el número de toneladas disponibles de material en cada tipo de aleación, para poder-

programar diariamente los pedidos que empezarán a fabricarse - al asignar los rollos correspondientes a cada uno de estos. Los supervisores de producción serán los responsables de mantener controlado el inventario de rollos disponibles y el - operador del laminador en caliente será quien anote en cada - etiqueta los datos correspondientes del rollo a que pertenezca.

ETIQUETA ADHERIBLE PARA CONTROL DEL  
INVENTARIO DE ROLLOS.

INVENTARIO DE ROLLOS DE ALUMINIO  
ALEACION 1100

ROLLO No. \_\_\_\_\_

PESO EN KGS. \_\_\_\_\_

ESPESOR. \_\_\_\_\_

COLOR DE LA ETIQUETA: AZUL

INVENTARIO DE ROLLOS DE ALUMINIO  
ALEACION 3003

ROLLO No. \_\_\_\_\_

PESO EN KGS. \_\_\_\_\_

ESPESOR \_\_\_\_\_

COLOR DE LA ETIQUETA: ROJA

### 6.3.3. ORDEN DE PRODUCCION

La implementación de la orden de producción como el documento controlador de la segunda fase del proceso de laminación, es el aspecto más importante del sistema que se ha diseñado para la administración del flujo del proceso.

Los diseños del formato de la orden se han hecho en tres diferentes formas y colores, cada uno para los tipos de productos que se fabrican, en virtud de que el flujo que recorren los productos es distinto en cada caso.

Las ordenes color azul se utilizarán para la producción de discos, las color rosa para rollos y las color amarillo para hojas.

La razón por la que se utilizan colores distintos y diversos números de columnas en los datos del proceso, es debido a que la fabricación de cada producto requiere de diferente tratamiento en relación con la maquinaria, por ello conviene controlar una por una la secuencia de las actividades por las que se somete el material, además de que la identificación más rápida de los grupos de pedidos por el color de la orden, permitirá programar y controlar más eficientemente el proceso productivo en su conjunto.

De acuerdo al diseño del formato de las ordenes de producción, estas se pueden dividir en dos partes:

a) La primera parte contiene la información del pedido al que se ha asignado dicha orden, como es: el nombre del cliente, el número de pedido, los Kgs. que se fabricarán del material,

y las especificaciones como la aleación, temple y medidas que tendrá el producto.

La responsabilidad de llenar la orden con los datos correspondientes a esta parte será el gerente de planta, ya que dicha persona es la encargada de elaborar el programa productivo.

De esta manera, cuando el gerente de planta entregue una orden de producción a los supervisores, será porque de acuerdo a su programa, es posible iniciar con la fabricación del producto que se está requiriendo, en vista de que hay rollos suficientes para cumplir con los Kgs. del pedido y disponibilidad del equipo para arrancar el proceso.

b) La segunda parte de la orden será la información correspondiente a los datos del proceso, conteniendo en principio, el número de cada uno de los rollos que se han asignado a dicha orden y el peso en Kgs. de los mismos, para saber la cantidad de material que se está disponiendo. Además, se indica el nombre de las máquinas por las que se someterá el material para la fabricación del producto, en donde se registrará la información bien sea de la medida en que quedó el material, tratándose del laminado o alguna operación de corte, el tiempo de la actividad o los grados centígrados en que se recoció el producto.

Estos datos permitirán vigilar en cada etapa del proceso la calidad que va llevando el producto a lo largo de su fabricación, teniendo con ello un control bastante estricto de cada uno de los pedidos.

El llenado de esta parte de la orden quedará bajo la respon -

sabilidad de los supervisores de producción, ya que ellos son quienes vigilan directamente todo el flujo del proceso.

La información que se genera por este medio servirá para retroalimentar al gerente de planta del grado de avance de cada orden de producción y por consiguiente el uso que se está haciendo del equipo, lo cual evitará la inactividad y los tiempos muertos en la producción, permitiendo hacer una mejor programación del proceso que disminuya considerablemente el tiempo de fabricación de cada pedido.

Se puede decir que la utilización de este documento resolverá en gran medida los problemas más importantes que contiene el proceso de laminación, al contar con información exacta a través de un sistema de control que a su vez permitirá programar con mayor eficiencia el flujo del proceso productivo.





ORDEN DE PRODUCCION DE ROLLOS DE ALUMINIO

No. \_\_\_\_\_

CLIENTE \_\_\_\_\_

PEDIDO No. \_\_\_\_\_ KILOGRAMOS \_\_\_\_\_

ALEACION \_\_\_\_\_ TEMPLE \_\_\_\_\_

ESPESOR \_\_\_\_\_ ANCHO \_\_\_\_\_ LARGO \_\_\_\_\_

DATOS DEL PROCESO

Rollos No.	Peso en Kgs.	Laminación en frío		Slitter	Recocido	Inspección y Empaque.
		No. I	No. II			

Color de la orden: Rosa

#### 6.3.4 MARVETE PARA EL CONTROL DEL MATERIAL EN PROCESO

De acuerdo a las características del material que se maneja en el proceso productivo de laminación y la gran cantidad de rollos que circulan por cada una de las máquinas, se hace necesario implantar un sistema de control e identificación de dichos elementos, de manera que se eviten los errores de confusiones en el material y ello repercuta en la eficiencia del proceso.

La identificación del material en proceso, permitirá llevar un control efectivo del inventario que se tiene, lo cual como se mencionó en capítulos anteriores, es uno de los aspectos que se deben vigilar con excesivo cuidado, en virtud de que en los procesos intermitentes, el nivel de este activo suele presentarse en cantidades considerables.

Los altos inventarios en proceso dificultan tanto las maniobras de movimientos dentro de la planta, así como también hacen que la secuencia se vea entorpecida por los cuellos de botella que se forman entre una máquina y otra.

El documento considerado como adecuado para lograr los objetivos mencionados, es el diseño de un marvete de control, el cual se colocará a cada material cuando este se encuentre inactivo y se quitará de él en el momento en que se someta a la operación de alguna máquina. En esta última circunstancia el operador de la máquina deberá poseer el marvete correspondiente para saber que tipo de material está procesando. Una vez que termine la operación colocará de nuevo al producto el

marvete de identificación. En el caso de los discos y las -  
hojas el marvete se colocará en el disco u hoja que se encuen -  
tre encima, para ello el material se deberá estibar por co -  
lumnas de 100 Kgs. cada una. Por lo que respecta a los ro -  
llos, estos se estibarán uno por uno acomodándolos horizontal -  
mente y el marvete se colocará en la parte superior de la -  
punta.

La utilización de este documento como medio de control, sus -  
tituye al actual método de identificar los materiales a tra -  
vés de anotaciones con tinta, la cual en ocasiones por el ma -  
nejo del material se llega a borrar, y propicia las confusio -  
nes del producto que se tiene que fabricar y el pedido al -  
cual pertenece.

MARVETE PARA EL CONTROL DEL MATERIAL  
EN PROCESO.

CONTROL DE MATERIAL EN PROCESO

PERTENECE A LA ORDEN No. \_\_\_\_\_ No. DE ROLLO \_\_\_\_\_

PRODUCTO A FABRICAR \_\_\_\_\_

ALEACION \_\_\_\_\_ TEMPLE \_\_\_\_\_

ESPESOR \_\_\_\_\_ ANCHO \_\_\_\_\_ LARGO \_\_\_\_\_

## 6.3.5. RESUMEN DE LA UTILIZACION DE LOS DOCUMENTOS

<u>DOCUMENTO</u>	<u>UTILIZA</u>	<u>APLICACION</u>
Reporte de - fundición de materiales	Operador del horno y - supervisores	Permite evaluar si las combi naciones de materiales son - las más optimas principalmen te para la integración del - material reciclado al proce- so.  Identifica al responsable de la carga y el vaciado del - horno, comprometiendo en ca- da caso al supervisor para - que cada lote que se obtenga de la fundición, se conozca quién realizó la operación - y las condiciones bajo las - cuales se efectuó. En caso de lotes defectuosos dicha in - formación permite corregir - las fallas para que no suce- dan los mismos errores.
Etiqueta para el control de rollos.	Operador del laminador en caliente y - supervisores	Ayuda a controlar el inventa rio de rollos que se tiene - para asignarlos a una orden- de producción determinada.  Evita que se cometan errores al mezclarse rollos de dis - tintas aleaciones y confun - dirse en su utilización.  Los colores de cada etiqueta

DOCUMENTOUTILIZAAPLICACION

Orden de  
producción.

Primera parte      Gerente de  
Planta.

por aleación, hacen que se -  
pueda tener juntos todos los  
rollos ocupando menos espa -  
cio y evitando el desorden.

Indicar a los supervisores -  
de producción respecto a los  
productos que deberán fabri -  
car y las especificaciones.

Permite clasificar los pedi -  
dos en grupos según el pro -  
ducto y las especificaciones  
para hacer una mejor progra -  
mación de la producción.

Segunda Parte      Supervisor

Obliga al supervisor a vigi -  
lar detalladamente cada uno  
de los pedidos de los clien -  
tes.

Permite conocer el grado de  
avance de cada pedido en -  
cualquier momento y por lo -  
tanto el tiempo que tardará  
en ser terminado.

Ayuda a llevar un control de  
calidad en cada una de las -  
fases del proceso, ya que el  
supervisor tendrá que verifi -  
car personalmente las especi -  
ficaciones del producto para  
compararlo con lo requerido.

DOCUMENTOUTILIZAAPLICACION

Marvete de identificación del material en proceso

Supervisor y operarios

En caso de alguna falla se podrán tomar medidas en el momento y no hasta el final del proceso.

Permite llevar un control de todo el material que se encuentra en proceso, identificando a la orden de producción a la que pertenece, evitando errores por confusiones y manteniendo un mejor orden del inventario.

#### 6.4 MANEJO DE LA INFORMACION

El diseño de la documentación como medio para controlar y retroalimentar información es el primer paso para conformar un sistema que proporcione las herramientas en la administración del proceso de laminación. Sin embargo, dicho sistema tendrá su importancia y aportará verdaderos beneficios únicamente en la medida en que se utilice adecuadamente la información y se canalice a través de estrategias en la toma de decisiones.

El tener un sistema para captar información, bien sea el más sencillo o el más sofisticado en el medio organizacional, no es en sí el parámetro que medirá los resultados que se obtengan; es decir, puede darse el caso en donde se cuente con terminales de computadora para recibir y procesar toda la información de algún departamento, emitiéndose listados con datos precisos en sólo unos cuantos segundos, pero las personas a quienes se les proporcione dicha información no la sepan aprovechar y se tomen decisiones a la ligera.

Otros pueden ser los casos en donde por el contrario, se tenga un sistema informativo demasiado pobre, o bien se capture información pero ésta no sea la que verdaderamente se necesita para tomar decisiones y solo se reciban datos en cantidad más no en calidad.

En la organización que se está evaluando se detectó que no existía un sistema de control, y únicamente se trabaja por inercia con resultados poco satisfactorios y problemas

importantes principalmente por la complejidad del proceso intermitente.

Los documentos que se pretenden implantar para el control y retroalimentación de la información que se considera importante en el proceso de laminación, son la fuente de datos para poder tomar decisiones y administrar el proceso productivo.

El siguiente paso para que funcione el sistema es el manejo que se haga de la información, a través del papel que le corresponde desempeñar a cada uno de los niveles directivos y operacionales que conforman la estructura organizacional.

Si no se definiera dicho aspecto, se habría dejado el análisis del proceso productivo unicamente a la mitad y por consiguiente la problemática que presenta seguiría manteniéndose con los niveles de eficiencia que existen hasta el momento.

Un aspecto importante que también se debe considerar por tener relación directa con el manejo de los marvetes de identificación, es el acomodamiento que se tiene que realizar de los materiales que se encuentran en proceso, pues de esta forma se podrá mantener un mejor orden en la planta y por consiguiente las maniobras de transporte y circulación serán beneficiadas.

El tratamiento del tema correspondiente a la utilización del espacio de la planta y la delimitación de las áreas de circulación y de inventarios, será analizado en la parte final del presente capítulo.

#### 6.4.1. PAPEL DE LA GERENCIA DE PLANTA.

De acuerdo a la estructura organizacional que existe en el departamento productivo, la gerencia de planta constituye el primer nivel del organigrama y por lo tanto es el responsable de los resultados que se obtendrán en la operación.

En un proceso productivo intermitente como es el caso del proceso de laminación, la responsabilidad de la gerencia de planta en la administración de la producción es más importante que en cualquier otro tipo de proceso, debido al grado de complejidad que existe para planear y controlar las operaciones.

Ante tal circunstancia se puede decir que el papel que corresponde desempeñar a la gerencia de planta en el desarrollo de la producción, será la toma de decisiones en la planeación y el control del sistema.

En función al diseño del sistema de control que se pretende implantar en el proceso por medio de los documentos que se han presentado, a continuación se describirá la utilización que deberá hacer el gerente de planta de la información que cada uno proporciona, considerando el papel que le corresponde realizar en la administración del proceso.

#### a) REPORTE DE FUNDICION DE MATERIALES.

A través de este documento podrá observar las combinaciones que se hacen al fundir los materiales y determinar el porcentaje de merma que se obtiene en cada una de ellas. Esto permitirá definir una escala de cantidades de material que se deberán combinar de manera que la fundición se reduzca lo mayormente posible.

Otro de los aspectos que la gerencia de planta podrá administrar a través de la información del documento, será el manejo de los inventarios, principalmente del inventario de material reciclado que como se dijo anteriormente constituye un activo que debe incorporarse lo más pronto posible al proceso.

El comparar semanalmente los reportes de fundición de materiales contra el inventario físico que exista de material reciclado, servirá para evaluar si el área de fundición da preferencia a la utilización de dicho insumo en lugar de utilizar mayor cantidad de aluminio virgen.

b) ETIQUETA PARA EL CONTROL DE ROLLOS.

Co respecto a la política que se sugiere en el presente estudio de mantener un inventario de rollos de cada una de las aleaciones, la etiqueta para el control del inventario servirá al gerente de planta para conocer en todo momento la disponibilidad que existe de rollos para asignarlos a los pedidos que convenga programar.

La gerencia de planta deberá registrar las cifras de los rollos que se fabriquen diariamente para conocer la cantidad de Kgs. que existen en inventario y que de inmediato puedan utilizarse para el programa productivo del día siguiente. El aspecto de la programación del inventario de rollos será tratado con mayor amplitud posteriormente.

c) ORDENES DE PRODUCCION.

La utilización de las ordenes de producción será el medio a través del cual la gerencia de planta gire instrucciones a los supervisores de producción para el inicio de la fabrica -

ción de los pedidos que tenga en cartera.

En la orden de producción el gerente de planta anotará los datos más esenciales del pedido, pero en realidad los más importantes para el área operativa, los cuales se refieren a las especificaciones del producto que se deberá fabricar. Los colores de cada una de las órdenes en función al tipo de producto por elaborar, facilitan al principio la programación, ya que con el simple hecho de observar la orden, se sabe de inmediato el producto que se procesará

La responsabilidad de la gerencia de planta de elaborar el programa productivo, se verá mejor interpretado por los supervisores al recibir estos últimos únicamente los datos esenciales del pedido, incluyendo también la asignación de los rollos disponibles en el inventario para cada una de las órdenes.

La importancia del manejo de la orden de producción, será que la gerencia de planta por ser el nivel responsable del proceso productivo, ejercerá la función de elaborar el programa de fabricación, buscando la forma de que este se desarrolle lo más eficientemente posible utilizando optimamente cada uno de los recursos que se tienen. El mencionar dicha situación es debido a que en la actual forma de administrar la producción, la etapa de planeación se realiza en gran parte por el personal de supervisión, el cual programa las actividades sin contar con la información precisa de la disponibilidad de recursos, ejerciendo la función únicamente a simple vista.

Es obligación del primer nivel tanto la elaboración del

programa de actividades, así como también, el crear mecanismos de control por medio de los cuales se retroalimente información para poder planear la producción con el mayor grado de eficiencia.

El objetivo fundamental del presente sistema de control es brindar a la gerencia de planta, precisamente el mecanismo que el proceso de laminación requiere para desempeñar el papel que a este le corresponde realizar.

d) MARVETE DE IDENTIFICACION DEL MATERIAL EN PROCESO.

La información que dicho documento contiene servirá a la gerencia de planta para poder contar con datos precisos respecto al inventario de material en proceso que exista en cada momento. El hecho de tener identificado todo el material que se encuentra distribuido en las diferentes etapas del proceso de fabricación, permitirá a la gerencia de planta realizar cualquier conteo físico sin tener que detener la producción y por lo tanto, conocer el nivel de inventario que existe en proceso para efectos de la programación de nuevos pedidos.

El manejo de la información de cada uno de los documentos por parte del responsable del proceso productivo, servirá a la organización a obtener resultados más satisfactorios en cuanto a productividad, eficiencia, competencia en el mercado, debido a los incrementos que necesariamente se presentarán en los volúmenes de producción, la mejor utilización de la maquinaria y la mano de obra, la disminución de los tiempos de entrega de los pedidos, etc.

Se puede afirmar que el papel que corresponde desarrollar al-

gerente de planta es el punto clave para lograr tener bases más seguras en la toma de decisiones para la administración de un proceso intermitente, ya que como se mencionó en el capítulo anterior, en dicho nivel recae la responsabilidad más importante del proceso.

#### 6.4.2. PAPEL DE LOS SUPERVISORES.

Los supervisores de producción, ubicados en el segundo nivel de la estructura organizacional del departamento productivo, representan el enlace que existe entre las operaciones del proceso y la gerencia de planta. Es decir, en función al desempeño de las actividades de los supervisores, la información que debe llegar al primer nivel por medio de los controles que se establecieron para la elaboración de los programas de fabricación, será lo más exacta y oportuna posible.

Dado que las funciones de dicho puesto tienen como responsabilidad el vigilar el desarrollo y ejecución de cada una de las actividades, a continuación se explicará el papel que le corresponde desempeñar en la utilización de cada uno de los documentos del sistema de control, para que estos cumplan verdaderamente con los objetivos para que se diseñaron.

##### a) REPORTE DE FUNDICION DE MATERIALES.

Los supervisores de producción están obligados a firmar cada uno de estos documentos, dando su visto bueno en el momento en que el operador del horno indique que se terminó de cargar o bien de vaciar el horno de fundición. Para ello deberán

verificar las cifras que se reportan responsabilizándose con esto de que la información que se proporciona a través del docto. es lo más precisa posible, principalmente por la importancia que tiene la etapa de fundición de metales para la calidad de los productos y por la combinación entre materia prima virgen y material reciclado para efectos de la mermas.

#### b) ETIQUETA PARA EL CONTROL DE ROLLOS

Para efectos de mantener bien organizado el inventario de rollos en la planta, los supervisores deberán verificar que las etiquetas se utilicen adecuadamente para cada tipo de aleación y se registren en estas los datos del peso y espesor del rollo a que corresponda. Asimismo, vigilarán que el acomodamiento de los rollos se realice de manera que se tenga la mayor fluidez posible en la circualción de materiales.

El control de inventario de rollos implica informar a la gerencia de planta respecto al número de elementos que existan físicamente en la planta para efectos de la programación que se realice con ellos.

#### c) ORDENES DE PRODUCCION.

La utilización de las órdenes de producción por parte de los supervisores, representa el control más preciso que se ha diseñado para conocer en todo momento el grado de avance de cada uno de los pedidos dentro del proceso.

El papel que les corresponde desempeñar en el manejo del documento será de mucha trascendencia para los resultados de la operación, en virtud de que representa retroalimentar la información que la gerencia de planta necesita para conocer la-

disponibilidad del equipo y poder incorporar nuevos pedidos - al programa.

#### d) MARVETE DE IDENTIFICACION DE MATERIAL EN PROCESO.

Con el fin de mantener un perfecto control de los materiales- que se encuentran en proceso, los supervisores de producción- son responsables de vigilar que todo material lleve su marve- te de identificación, para que de esta forma no surjan proble- mas por confusiones y pueda seguir su trayectoria sin ningún- contratiempo.

El uso adecuado del marvete de identificación facilitará a la vez el manejo de las órdenes de producción, las cuales como - se dijo antes, son el medio por el que se retroalimenta la - información de la etapa en la que se encuentra cada pedido.

### 6.5. PROGRAMACION DE LA PRODUCCION.

Hasta este momento las medidas propuestas para combatir- la problemática que presenta el proceso de laminación de alu- minio, se han enfocado fundamentalmente al control del proce- so.

Es ahora conveniente, en función al sistema que se creó, pro- poner soluciones por lo que respecta a la programación del - proceso productivo.

Como se mencionó en el procedimiento del sistema, el aspecto- de la etapa de planeación estará influenciada directamente - por los mecanismos de control que se establezcan.

De acuerdo a los documentos que se presentaron y a las políti

cas que se mencionan del papel que debe desempeñar cada uno de los dos niveles principales de la organización, a continuación se desarrollan tres temas importantes que se deben considerar para programar la producción.

Primero se explicará la forma en que conviene utilizar el inventario de rollos de manera que se programe la producción con mayores ventajas.

Otro de los aspectos que se tocarán y que tiene mucha relación con los inventarios, es la utilización del espacio en la planta, ya que dicho tema permitirá analizar lo referente al acomodo y manejo de materiales, para tener un mayor control del inventario en proceso y por consiguiente programar eficazmente los nuevos pedidos.

Finalmente, se planteará un ejemplo de como desarrollar un programa mensual, tomando en cuenta todos los elementos mencionados hasta ahora, con algunos supuestos de condiciones que se presentarán para ver la forma en que se tomarían las decisiones.

Esto permitirá tener un ejemplo de la utilización del sistema en su conjunto, tanto el control como la programación, para entender mejor las ideas propuestas y por consiguiente los beneficios que aportará al caso práctico analizado.

#### 6.5.1. INVENTARIO DE ROLLOS.

La administración del inventario de rollos para la programación de la producción, será una de las herramientas más

confiables para tomar decisiones que logren mejores resultados y eleven el nivel de producción. El hecho de contar con rollos para asignarlos a una orden de producción y satisfacer un pedido determinado, representa como se indicó con anterioridad, el ganar tiempo en el avance de la fabricación de los productos, principalmente de los discos que son el producto que más tiempo tarda en fabricarse y mayor demanda tiene en el mercado.

El considerar al inventario como un elemento importante para mejorar los programas productivos, es debido a que en la forma de trabajo actual, el programa de cada uno de los pedidos se realiza considerando a partir de la primera fase del proceso; ello implica que para programar un pedido se inicie la labor partiendo con la fundición de los metales y recorriendo todas las demás etapas del flujo productivo.

Dicha circunstancia hace que cada pedido tarde más tiempo en procesarse, debido a que la primera fase del proceso es la más larga en cuanto al tiempo que requiere el material para fundirse, escalparse y recalentarse para la laminación en caliente.

El mantener un inventario de rollos como se propone en el presente estudio, ofrece ventajas tales como:

- a) Poder incrementar la producción al satisfacer mayor número de pedidos en el mes.
- b) Disminuir los tiempos de entrega a los clientes.
- c) Utilizar inmediatamente el material reciclado convirtiéndolo en un semi-producto como es el rollo, que puede

adjudicarse a la fabricación de cualquiera de los productos.

d) El inventario de rollos marca los límites de las dos etapas en que se dividirá el proceso, permitiendo tener una más eficiente forma para controlar y programar el sistema productivo.

La manera en que se deberá utilizar el inventario de rollos para programar la producción radica fundamentalmente en un solo punto. Asignar el o los rollos que se requieran a cada una de las órdenes de producción que se puedan empezar a procesar. Para esto el gerente de planta conocerá de antemano, el número de rollos que existen en inventario y podrá utilizarlos para los pedidos que aún tenga en cartera. Los supervisores de producción deberán mantener informada a la gerencia de planta respecto a los rollos que se produzcan diariamente para tener datos precisos del nivel del inventario con el que se cuenta.

El nivel que se propone mantener del inventario es, como ya se mencionó con anterioridad, un número de rollos que equivalga a 15 toneladas aproximadamente de la aleación 1100 y 7.5 toneladas de la 3003.

La razón de manejar estos parámetros se estableció en función a la demanda que se observó en las estadísticas de producción del período Julio 83 Junio 84, y considerando también el tiempo que tarda el proceso en la primera fase.

El costo financiero que implica mantener un inventario de este tipo se estima que es realmente bajo, considerando que-

en la forma actual de administrar el proceso, los niveles de inventario de material reciclado son ya muy elevados. Es decir, únicamente se hará el trueque entre ambos que permitirá tener mejores resultados.

Al realizar las asignaciones de cada uno de los rollos a los órdenes de producción, se tiene también la ventaja de conocer exactamente los antecedentes de la producción desde su inicio, en virtud de que cada lote de rollos que se obtiene por hornear, queda registrado en el reporte de fundición de materiales y permite en un momento determinado identificar perfectamente aquellos rollos que pertenezcan a lotes que presenten fallas por calidad en la fundición.

#### 6.5.2. UTILIZACION DEL ESPACIO EN LA PLANTA.

Tomando en cuenta que una de las principales características del proceso productivo intermitente son los elevados inventarios en proceso, los cuales requieren además de un adecuado control, un espacio accesible para ser maniobrados y evitar entorpecer el flujo del sistema; a continuación se desarrollará el tema correspondiente a la utilización del espacio en la planta de manera que la aplicación de los documentos de control y la programación del sistema se vean beneficiados con dicho aspecto.

En el caso de la planta que se está estudiando no se tienen perfectamente delimitadas cada una de las áreas de trabajo y por lo tanto tampoco están definidos los espacios para la

acumulación de inventarios en proceso.

Esta circunstancia propicia que la utilización del terreno - con el que se cuenta se desaproveche considerablemente y se - provoque desorden en la acumulación de materiales, dificultando con ello el control de los mismos así como la programación de los pedidos.

El problema de la utilización del espacio disponible para la - acumulación de inventarios en proceso, es uno de los aspectos que tienen relación muy íntima con las decisiones de la dis - tribución de planta, cuyos elementos de juicio fueron trata - dos en el capítulo III de este trabajo.

El hecho de tener definidos los espacios para los inventarios en proceso, permitirá a los operadores de máquinas acelerar - el ritmo de trabajo, en virtud de no perder el tiempo en identificar material y contar con este lo más cerca posible para - procesarlo inmediatamente. Otro de los beneficios que aporta - rá, es el hecho de que las actividades de transporte realiza - das por el montacargas, no se vean obstaculizadas por materiales que estorben o impidan la circulación.

El aspecto de programación se verá favorecido en virtud de - que al tener bien identificado el material en cada una de las fases del proceso en que encuentra, se podrá conocer la disponibilidad que tienen cada una de las máquinas para hacer las - combinaciones de las cargas de trabajo, de tal forma que se - disminuya el tiempo de procesamiento de cada uno de los pedi - dos y tanto las máquinas como el personal se encuentren siem - pre ocupados.

Para solucionar el problema mencionado y obtener condiciones propicias para la toma de decisiones en la programación y el control del proceso, se presenta en seguida un plano de la distribución de planta del proceso de laminación, en donde se han marcado las áreas que se consideran convenientes para almacenar el inventario en proceso tomando en cuenta dos requisitos:

- a) Que cada área se encuentre lo más cerca posible a la máquina por la que le corresponde al material ser procesada.
- b) El espacio asignado sea lo suficientemente amplio para acomodar el material respetando los pasillos destinados a la circulación del personal y el montacargas. La amplitud de espacios dependerá de la capacidad de cada máquina, es decir, recordando las cifras presentadas en la gráfica de flujo del proceso, se observa que en algunas de estas, el tiempo de operación por tonelada es mayor, lo que significa que se produzcan cuellos de botella que propician acumulación de materiales en espera. Aquellas máquinas que trabajan más despacio, requieren áreas grandes para acumular el inventario en proceso y las que desarrollan tareas en corto tiempo tendrán espacios un poco menores.

Uno de los aspectos que se ha tomado muy en cuenta en la delimitación de los espacios para los inventarios, son las áreas para almacenar el material reciclado, ya que es importante evitar que se mezclen materiales de distintas aleaciones pues ello repercute en la calidad del producto al fundir pedacería de distinto tipo de aleación.



El plano que se anexa tiene delimitadas las siguientes -  
áreas.

- A1.- Zona de almacenaje de lingotes 3003.
- A2.- Zona de almacenaje de lingotes 1100.
- B1.- Zona para inventarios de rollos 3003.
- B2.- Zona para inventarios de rollos 1100.
- C .- Zona de almacenaje de rollos laminados en frío.
- D .- Zona de almacenaje de rollos para corte longitudinal.
- E .- Zona de almacenaje de discos.
- F .- Zona de almacenaje de producto terminado.
- G .- Zona de almacenaje de material reciclado 1100.
- H .- Zona almacenaje de material reciclado 3003.

La delimitación de las áreas podrá efectuarse pintando líneas en los pisos de un color que resalte perfectamente - los espacios de almacenaje.

El papel que juegan los supervisores respecto a la utilización de las zonas de almacenaje, es muy importante, ya que ellos deberán vigilar que los montacarguistas trasladen el material en proceso a las áreas correspondientes, respetando los límites marcados.

Como se mencionó anteriormente, la importancia que tiene - el haber incluido este tema en el presente capítulo, radica fundamentalmente en que para retroalimentar información del grado de avance de cada pedido a la gerencia de planta, se necesita tener identificado en que fase del proceso

se encuentra el material; para ello se debe mantener un - extremado orden en el acomodamiento del mismo, facilitando el flujo que debe seguir el proceso. La información de la - cantidad de material que se encuentra en espera, permitirá al gerente de planta conocer la carga de trabajo que tiene cada máquina y podrá tomar decisiones respecto al programa productivo.

### 6.5.3. PROGRAMA MENSUAL DE PRODUCCION.

El desarrollo del último inciso del capítulo se enfo - ca fundamentalmente al diseño de un programa de produc - ción, considerando todos los elementos que se han propues - to en el presente estudio y partiendo de algunos datos su - puestos sobre los cuales se tomarán decisiones.

La importancia de efectuar un programa del proceso de la - minación es que permitirá aplicar algunas de las proposi - ciones establecidas para la administración del sistema pro - ductivo. El hecho de no poder utilizar todos los medios de control del proceso en el siguiente ejemplo, se debe a que en el caso de algunos documentos, su manejo requiere de la situación real para captar la información para la cual fue - ron creados, sin embargo los datos que se plantean refle - jan información que se retroalimete al gerente de planta - para tomar decisiones.

Entre las cifras que se plantean como supuestos para el - desarrollo del programa, se encuentran a continuación: los

inventarios de materia prima y material reciclado, el inventario de rollos de cada una de las aleaciones y una cartera de cinco pedidos con especificaciones distintas para iniciar su fabricación.

El inicio del programa productivo radica en la asignación de los rollos disponibles en el inventario a cada una de las órdenes de producción. Para tomar dicha decisión se ha desarrollado un cálculo en función a los kilogramos de cada uno de los pedidos, considerando los porcentajes de aprovechamiento de los rollos por los cortes que se hacen para fabricar cada tipo de producto. A continuación se presentan los datos mencionados:

INVENTARIO DE MATERIA PRIMA  
Y MATERIAL RECICLADO.

KGS.

Aluminio Virgen	40000
Aluminio-Manganeso	8000
Choppings	20065

Material Reciclado 1100	12625
Material Reciclado 3003	6720

INVENTARIO DE ROLLOS

	<u>No. de rollos</u>	<u>Peso en Kgs.</u>
Aleación 1100	1	854
	2	872
	3	869
	4	870
	5	894
	6	850
	7	898
	8	884
	9	890
	10	872
	11	869
	12	859
	13	891
	14	856
	15	892
	16	861
	17	882
	18	851
		<hr/>
	T O T A L	15714

## Aleación 3003:

1	890
2	864
3	871
4	882
5	871
6	859
7	854
8	899
9	852
	<hr/>
T O T A L	7845

RELACION DE PEDIDOS

<u>PEDIDOS</u>	<u>PRODUCTO</u>	<u>KGS.</u>	<u>ALEACION</u>	<u>TEMPLE</u>	<u>MEDIDAS</u>
394	Discos	2157	1100	H-14	.90x350
932	Discos	2016	1100	H-0	1.24x200
947	Hojas	1367	1100	H-18	.89x480
969	Rollos	2223	3003	H-16	1.27x79
5018	Rollos	1509	1100	H-0	0.45x100

ORDENES DE PRODUCCION

<u>No. DE ORDEN</u>	<u>ASIGNACION DE ROLLOS *</u>	<u>PEDIDO</u>
001-Disco	1 - 5	394
002-Disco	6 -10	932
001-Hoja	13 -15	947
001-Rollo	1 - 3	969
002-Rollo	11 -12	5018

\* Ver cálculo para asignación de rollos.

CALCULO PARA ASIGNACION DE ROLLOS

Pedido 394 2 157 Kgs. Producto: Disco Aleación 1100

$$2\ 157 \times 2 = 4\ 314$$

Se multiplican los Kgs. por 2 en virtud de que para fabricar los discos el recorte que se hace a la lámina representa el 50% aproximadamente.

Rollos del 1 al 5 = 4 359 Kgs.

Pedido 932 2 016 Kgs. Producto: Disco Aleación 1100

$$2\ 016 \times 2 = 4\ 032$$

Rollos del 6 al 10 = 4 394

Pedido 947 1 367 Kgs. Producto: Hojas Aleación 1100

$$1\ 367 \times 1.30 = 1\ 777$$

Los kilogramos se multiplican por 1.30 debido a que para producir hojas se recorta aproximadamente el 30% de cada rollo.

Rollos 13 y 15 = 1 783 Kgs.

Pedido 969 2 223 Kgs. Producto: Rollos Aleación 3003

$$2\ 223 \times 1.10 = 2\ 445$$

El porcentaje de recorte para producir lámina en rollos es de aproximadamente en 10%.

Rollos 1 al 3 = 2 625

Pedido 5018 1 509 Kgs. Producto: Rollos Aleación 1100

$$1\ 509 \times 1.10 = 1\ 660$$

Rollos 11 y 12 = 1 728

Una vez que se han asignado los rollos a cada orden de producción, se presentarán los datos correspondientes al desarrollo de las actividades del proceso, considerando el tiempo que tarda cada máquina para realizar su función.

Para calcular dichas cifras, se han tomado las capacidades en kilogramos por unidad de tiempo que se presentaron en la gráfica de flujo del proceso, analizando en el capítulo V.

En principio se analizan los resultados del tiempo de fabricación de cada una de las órdenes de producción, a través del flujo que siguen por las máquinas que requieran para su producción. De tal forma que al final del flujo puede conocerse el tiempo total que lleva el producir cada una de las órdenes.

Por otra parte, se presentan los datos del tiempo que lleva el fundir materiales del inventario disponible para la producción de rollos de la aleación 1100, en virtud de que el nivel del inventario ha disminuido al haber asignado algunos rollos a las órdenes que se encuentran en proceso. Los kilogramos de material que se fundirá, se han combinado de manera que se utilice la mayor parte posible de material reciclado en las horneadas.

Por cada una de las etapas del proceso se presenta un resumen del tiempo de ocupación de las máquinas para conocer el total de turnos y horas que llevará fabricar los cinco pedidos programados.

Se ha considerado que la planta trabaja actualmente, dos turnos de 8 Hrs. cada uno.

FUNDICION DE MATERIALES

	<u>MATERIAL</u>	<u>KGS.</u>
Dia 1	Material Reciclado 1100	10 000
	Choppings.	5 000
Dia 2	Material Reciclado 1100	2 625
	Choppings.	12 375
Dia 3	Material Reciclado 1100	5 617
	Aluminio Virgen	9 383

El primer día se realiza la fundición de materiales combinando la mayor parte posible del material reciclado (scrap) y el resto de choppings.

El segundo día se utiliza el resto del inventario de scrap existente de acuerdo al inventario inicial que era de 12625 Kgs.

El tercer día de la combinación de materiales se realiza utilizando 5617 Kgs. de scrap que se generó por el proceso de los cortes en la fabricación de los cinco pedidos programados y con parte del inventario de aluminio virgen.

DESARROLLO DE ACTIVIDADES

<u>FUNDICION</u>	<u>ESCALPEADO</u>	<u>PRECALENTADO</u>	<u>LAMINACION EN CALIENTE</u>	<u>TOTAL</u>
24	5 52'	24	3 31'	57 23'
24	5 52'	24	3 31'	57 23'
24	5 52'	24	3 31'	57 23'

R E S U M E N

Fundición.- 72 Hrs. = 3 días.

Escalpeado.- 17 Hrs. 36' = 1° y 2° Turno + 1 Hr. 36' 1er. Turno.

Precalentado.- 72 Hrs. = 3 días.

Laminación en caliente.- 10 Hrs. 33' = 1er. Turno + 2 Hrs. 33'  
2° Turno.

Laminación en Frío

152'

142'

96'

157'

106'

---

653'

10 hrs. 53'

Corte Longitudinal

80'

75'

102'

83'

56'

---

396'

6 hrs. 36'

Troquelado

808'

756'

---

1,564' 26 hrs. 4'Llenar Canastillas

259'

61'

164'

---

484'

8 hrs. 4'

Recocido

480'

480'

480'

480'

---

1,920'

32 hrs.

RESUMENLaminación en Frío.

1er. Turno + 2 Hrs. 53' 2º Turno

Corte Longitudinal.

1er. Turno = 6Hrs. 36'

Troquelado.

1º y 2º Turno = día 1

1er. Turno + 2 Hrs. 4' 2º Turno = día 2

Llenar Canastillas.

1er Turno

Recocido.

1º y 2º Turno = día 1

1º y 2º Turno = día 2

DESARROLLO DE ACTIVIDADES.

<u>Orden No.</u>	<u>Kgs.</u>	<u>Laminación en Frío.</u>	<u>Corte Longitudinal.</u>	<u>Troquelado.</u>	<u>Llenar Canastillas.</u>	<u>Recocido.</u>	<u>Enfriamiento.</u>	<u>TOTAL</u>
001-D	2157	2 32'	1 20'	13 28'	4 19'	8	24	53 39'
002-D	2016	2 22'	1 15'	12 36'	4 1'	8	24	52 14'
001-H	1367	1 36'	1 42'		2 44'			6 20'
001-R	2223	2 37'	1 23'			8	24	36
002-R	1509	1 46'	56'			8	24	34 42'

## PROGRAMA PRODUCTIVO

	1er. Turno	2º Turno	1er. Turno	2º Turno	1er. Turno	2º Turno
FUNDICION	[Empty bar]					
ESCALPEADO	[Bar]					
PRECALENTADO	[Empty bar]					
LAMINACION EN CALIENTE	[Bar]					
LAMINACION EN FRIO	[Bar]					
CORTE LONGITUDINAL	[Bar]					
TROQUELADO	[Bar]					
LLENAR CANASTILLAS	[Bar]					
RECOGIDO	[Empty bar]					

El manejo de las cifras presentadas en el caso de la producción de los cinco pedidos del proceso de laminación, se ha efectuado desarrollando un programa desde el punto de vista teórico; es decir, de alguna manera se utilizan las alternativas propuestas en el sistema para el control y la planeación del proceso, principalmente en las decisiones que se han tomado para programar el sistema. La información que se maneja permite identificar el tipo de decisiones que deberá tomar el gerente de planta para administrar el proceso, considerando los datos que le retroalimentará el sistema de control que se propone, por medio de los documentos que se han diseñado. Como se mencionó en uno de los capítulos anteriores, el nivel de eficiencia en la administración de un proceso productivo intermitente, dependerá fundamentalmente de la toma de decisiones en cuanto a la utilización de los recursos humanos y materiales con que se cuente, es decir, de la programación de las actividades para que estos se encuentren trabajando el mayor tiempo posible. A su vez el aspecto planeación estará determinado por el sistema de control establecido para recibir toda la información del comportamiento de cada una de las actividades y la identificación de las cargas de trabajo en las fases del flujo del proceso.

El ejemplo citado es la forma en que conviene administrar el proceso productivo de laminación para mejorar el nivel de eficiencia que actualmente tiene la organización que se ha estudiado.

Con esto se concluye el objetivo principal del presente

trabajo que es el señalar la importancia que tiene el administrador en el área de operaciones para el logro de mejores resultados en las organizaciones.

### CONCLUSIONES

- a) El desarrollo que ha tenido la administración de operaciones hasta este momento, hace que dicha área adquiera un nivel tan importante como cualquier otra área funcional dentro de las empresas, principalmente por el campo sobre el cual enfoca su estudio para la toma de decisiones, ya que tanto la producción de bienes como de servicios vienen a ser la razón de ser de las propias organizaciones.
- b) El papel que desempeña el administrador en el área de operaciones es crucial para el desarrollo de la organización, pues debido a los conocimientos que dicho profesionalista posee y el tipo de decisiones que el área requiere, ambos aspectos se relacionan perfectamente de tal forma que se puedan combinar para el logro de mejores resultados.
- A pesar de que actualmente en la mayoría de las empresas el área de operaciones se encuentra bajo la dirección de otro tipo de profesionistas, poco a poco se va logrando un avance al respecto, fundamentalmente por la necesidad que hay en las organizaciones de tener una mayor eficiencia en su operación debido a las circunstancias económica en que se encuentra el país. Esto constituye para el administrador un campo extenso por explotar y a la vez un reto por conquistar.
- c) La clasificación de los distintos tipos de procesos productivos que existen, permite identificar a cada sistema operativo que se pretenda estudiar, pues debido a las diferen

tes características y grado de complejidad en cuanto a las decisiones que se deben tomar en cada caso, se pueden identificar mejor los métodos y herramientas que se necesitan para una administración eficiente.

- d) Las características de los procesos productivos con flujo-intermitente hacen que su administrador sea la más compleja en comparación con los otros tipos de proceso. De tal forma que el marco sobre el cual se tomen decisiones, requiere de determinadas estrategias que permitan aprovechar satisfactoriamente cada uno de los recursos, resolviendo las limitantes que el sistema presenta.
- e) La complejidad de las características de los procesos intermitentes ha hecho que se desarrollen diversos métodos para su planeación y control, sin embargo, debido a que la mayoría de ellos proviene de estudios elaborados en Estados Unidos en donde la industria se encuentra en un nivel muy superior a la mexicana, el análisis de dichos métodos sirve solamente de base para implementar los propios sistemas de control que se requieran en cada caso, según las necesidades y condiciones de cada organización, principalmente por las circunstancias del medio en que se ha cimentado la industria en México y el grado de conocimientos que actualmente existe al respecto. Quizás parte de la importancia del presente trabajo es el pretender implantar un sistema para planear y controlar un proceso productivo, considerando estrictamente las circunstancias del medio organizacional y los factores de la problemática que se

presenta, mediante soluciones enfocadas directamente a las necesidades reales de la organización.

f) El sistema de información en un proceso intermitente representa la columna vertebral para la toma de decisiones, en virtud de que constituye el medio por el cual se concentran todos los elementos para poder planear el proceso, y a su vez, controla cada una de las actividades para ver que se lleven a cabo conforme al programa, utilizando los recursos a la mayor capacidad posible.

g) Las características del proceso de laminación de aluminio, reflejan fielmente los problemas que contiene todo proceso con flujo intermitente. En el caso particular de dicho proceso, se ha considerado también el aspecto de la estructura organizacional del departamento operativo, en donde se observa la importancia de cada uno de los niveles en el papel que les corresponde.

Los datos de producción y ventas representan la actuación que hasta el momento ha tenido la organización en cuanto al desarrollo de las actividades operativas, y proporcionan una idea del mercado potencial, desde el punto de vista de la demanda que tiene cada tipo de producto, ya que por tratarse de una gran variedad de combinaciones que requieren una secuencia de producción distinta, los programas productivos son siempre variables. El disco aleación 1100 es el producto que representa el 87% de la producción en el período analizado, y es el que tarda mayor tiempo en producirse por el flujo que sigue a través de la maquinaria

por la que se procesa. Por tal motivo es que la administra  
ción del proceso debe vigilarse con mucho cuidado, ya que  
el nivel de productividad de la organización dependerá de  
las decisiones que se tomen respecto al desarrollo del pro  
grama productivo de dicho artículo.

- h) El sistema para controlar el proceso de laminación de alu-  
minio, se ha diseñado tomando en cuenta todos y cada uno -  
de los factores relacionados con la problemática que existe,  
sin perder de vista las características de todo proce-  
so intermitente.

El tipo de sistema de control que se pretende implementar-  
por medio de los documentos elaborados, servirá para solu-  
cionar los problemas en cuanto a la calidad de los produc-  
tos, el manejo de materiales, el control del grado de avan  
ce de cada pedido, los inventarios de material reciclado -  
(scrap), los tiempos muertos en la utilización de las má -  
quinas y algunos otros relacionados con los mismos aspec -  
tos.

- i) El papel que corresponde desempeñar a cada uno de los nive  
les de la estructura organizacional es otro de los elemen-  
tos importantes del sistema, ya que establece las responsa-  
bilidades de cada nivel para el desempeño de cada una de -  
las actividades, mediante una acción coordinada que permita  
controlar y planear el proceso eficientemente.

- j) En términos generales se puede decir que la administración  
de un proceso productivo como es el intermitente, - --

requiere de un análisis profundo que proporcione un sistema adecuado para poder planear y controlar la producción, tomando en cuenta todos y cada uno de los factores implícitos, en el medio, y apoyándose en los estudios realizados hasta ahora por la administración de operaciones. La investigación de nuevas herramientas administrativas para el área de operaciones en México, es una necesidad para lograr una mejoría en la producción de bienes y servicios, para ello el administrador es el profesionalista que puede aportar mayores alternativas de solución al respecto, en función a los sistemas administrativos de control que establezca para una eficiente toma de decisiones.

El desarrollo del presente trabajo representa un ejemplo sencillo de aplicación a un caso real como lo es el proceso productivo de laminación de aluminio.

## BIBLIOGRAFIA

- ROGER G. SCHROEDER.

"Administración de Operaciones, toma de decisiones en la -  
función de operaciones".

Edit. Mc Graw - Hill

México

1983

- ELWOOD S. BUFFA.

"Administración y Dirección Técnica de la Producción".

Edit. Limusa

México

1982

- GUSTAVO VELAZQUEZ MASTRETTA.

"Administración de los Sistemas de Producción".

Edit. Limusa

México

1983

- JAMES H. GREENE.

"Control de la Producción Sistemas y Decisiones".

Edit. Diana

México

1976

- L.P. ALFORD JOHN R. BANGS.

"Manual de la Producción".

Edit. Uteha

México

1967

- ROBERT H. BACK Y WILLIAM K. HOLSTEIN

"Planeación y Control de la Producción".

Edit. Limusa - Wileg S.A.

México

1983