



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

TECNOLOGIA DE GRUPOS:  
UNA NUEVA TECNICA DE PRODUCCION

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA

P R E S E N T A

CESAR ANTONIO CASTILLA CANTO

Dir: M. en C. ARTURO MEJIA RAMIREZ

MEXICO, D. F.

1984



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

CONTENIDO	Pag.
i Reconocimientos	I
ii Prólogo	III
iii Lista de figuras	V
iv Lista de cuadros	VIII

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

1.1 Situación actual en la Industria Manufacturera.	1
1.2 Concepto de Tecnología de Grupos.	6
1.3 Antecedentes Históricos.	11

## CAPITULO 2

### SISTEMAS DE CLASIFICACION Y CODIFICACION

2.1 Antecedentes.	17
2.2 Métodos.	19
2.2.1 Método Visual-Manual	22
2.2.2 Sistemas de Clasificación y Codificación.	23

## CAPITULO 3

## TECNOLOGIA DE GRUPOS CON LA TECNICA DE FLUJO DE PRODUCCION

3.1	Introducción.	57
3.2	Análisis del Flujo de Producción de la Fábrica.	60
3.3	Información necesaria para formar Grupos de Familias de Componentes y Células para una Distribución de Planta por Grupos.	64
3.4	Registro y agrupamiento de componentes y máquinas por la Ruta de sus Operaciones de Producción.	76
3.5	Análisis de la Clasificación.	80
3.6	Distribución de Planta por Grupos por el método de Flujo de Producción.	86

## CAPITULO 4

## ANALISIS ECONOMICO DE LA APLICACION DE LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

4.1	Beneficios Económicos de la Tecnología de Grupos.	89
4.2	Análisis Económico.	92
4.2.1	Costos de Herramental.	94
4.2.2	Costos de Maquinado.	105
4.3	Indice Económico.	118

CAPITULO 5

Pag.

PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LA IMPLEMENTACION DE  
LA TECNOLOGIA DE GRUPOS

5.1	Introducción.	121
5.2	Análisis de los problemas al aplicar Tec - nología de grupos.	122
5.2.1	Impacto en el Departamento de Perso- nal.	123
5.2.2	Impactos en los Departamentos de Pla- neación y Control de la Producción.	127
5.2.3	Impactos en el Departamento de Manu- factura.	128
5.2.4	Impactos en los Departamentos de Re- laciones Humanas e Industriales.	129

CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 133

BIBLIOGRAFIA 136

## ii Prólogo.

Uno de los factores más importantes que afectan la economía de un país, es el relacionado con la productividad de las empresas; es claro entonces la importancia que la Industria Mexicana tiene que darle a este aspecto para una evolución próspera de la economía nacional.

Muchas son las partes que afectan la productividad y que están íntimamente ligadas. Sin embargo, el desarrollo tecnológico, científico y humano son factores determinantes para mejorarla.

La tecnología de grupos, como parte integral del desarrollo tecnológico mundial, ofrece a la industria manufacturera una nueva forma de como mejorar sus sistemas de fabricación aprovechando al máximo las facilidades que ofrecen los sistemas de producción en masa para aplicarlas a los sistemas de mediana y baja producción.

La idea fundamental de la tecnología de grupos, es incrementar la productividad de las empresas, formando grupos de componentes integrados con partes que presenten alguna semejanza, procesados después sobre grupos de máquinas-herramientas diseñados de tal forma que puedan elabo-

rar cualquier parte dentro de un grupo. Esta idea no sólo contribuye a incrementar la eficiencia de una planta, sino también ayuda a hacer menor la rutina diaria de trabajo y a crear una nueva forma de pensamiento en el trabajador.

## iii LISTA DE FIGURAS

	Pag.
1.- Distribución en línea.	2
2.- Distribución funcional.	5
3.- Principales tipos de distribución en la Industria Manufacturera.	8
4.- Distribución de componentes en una industria metálica.	18
5.- Grupo de componentes semejantes en su forma geométrica y tamaño físico.	19
6.- Grupo de componentes similares en sus operaciones de producción.	20
7.- Código de estructura jerarquizada.	28
8.- Flujo de producción representado por bloques.	29
9.- Sistema de codificación policódigo.	31
10.- Sistema de codificación combinada.	31
11.- Principales sistemas de clasificación y codificación (OPITZ, KK-1).	35
12.- Una hoja pre-impresa diseñada para registrar información de componentes de gran rotación en una industria metálica.	36
13.- Distribución sobre una tarjeta de 80 columnas de algunos datos reunidos relacionados con la producción de componentes en una industria metálica.	37

- 14.- Distribución de componentes de gran rotación por diámetro en una industria productora de partes de instrumentos. 41
- 15.- Resultados de la clasificación dibujados tridimensionalmente para mostrar el perfil extremo de una industria manufacturera metálica. 42
- 16.- Simplificación de componentes utilizando los sistemas de clasificación y codificación en una industria manufacturera metálica. 45
- 17.- Un jig diseñado para aplicarse en tecnología de grupos. 48
- 18.- Flujo actual de producción de la industria manufacturera (1). 62
- 19.- Secuencia de las máquinas utilizadas para procesar una horquilla para embrague. 71
- 20.- Representación gráfica de la clasificación de un paquete de tarjetas conteniendo las rutas de las operaciones de producción de las componentes fabricadas en una industria. 78
- 21.- Distribución de planta propuesta para la industria nacional productora de partes metálicas (1). 87
- 22.- Reducción de los costos de manufactura a través de la aplicación de la tecnología de grupos (1). 90
- 23.- Gráfica de ahorro al implementar la tecnología de grupos (1). 91

- 24.- Gráfica de costos totales de herramental usando el método convencional y el de Tecnología de Grupos. 99
- 25.- Gráfica de costos unitarios de herramental usando el método convencional y el de Tecnología de Grupos. 100
- 26.- Gráfica del comportamiento del índice económico. 119
- 27.- Diagrama de necesidades de jerarquización de Maslow. 124

## iv. LISTA DE CUADROS

	Pag.
1.- Grupo de componentes que pueden ser integradas en familias.	19
2.- Operaciones de producción representadas numéricamente.	30
3.- Agrupamiento de máquinas por la longitud y el diámetro de las componentes producidas en una industria productora de partes metálicas.	46
4.- Relación de los parámetros de las componentes con los departamentos de una industria.	51
5.- Lista de partes fabricadas en la industria (1).	65
6.- Lista de máquinas utilizadas en la industria (1).	66
7.- Hoja de ruta de las operaciones de producción de las partes producidas en la industria (1).	67
8.- Tamaño de lotes producidos por mes, tiempos de preparación y de maquinado para las componentes producidas (identificadas numéricamente) por la industria manufacturera metálica (1)	70
9.- Operaciones realizadas y máquinas utilizadas en una industria manufacturera nacional.	73
10.- Operaciones realizadas en la industria nacional (1), preparadas para aplicar la técnica de flujo de producción.	74
11.- Máquinas disponibles para realizar las operaciones relacionadas con la industria (1).	75

- 12.- Una hoja de las rutas de los procesos lista para aplicar la técnica de flujo de producción. 75
- 13.- Secuencia de la clasificación de las componentes y las máquinas en la industria - (1). 79
- 14.- Grupo " A " de componentes y máquinas discernido del análisis de la clasificación final. 81
- 15.- Grupo " B " de componentes y máquinas discernido de la clasificación final. 83
- 16.- Grupo " C " de componentes y células discernido de la clasificación final. 84
- 17.- Grupos de familias de componentes y células discernidos del análisis de la clasificación final. 85
- 18.- Clasificación de los diferentes costos - analizados para llevar a cabo el análisis económico. 93
- 19.- Costos de herramientas para el método convencional y para el método de Tecnología de Grupos. 96
- 20.- Tabla de costos para comparar ambos métodos. 97
- 21.- Componentes de la familia " A " y máquinas utilizadas para su producción. 109
- 22.- Tiempos de preparación y maquinado, así como el tamaño de lote para cada componente producida. 110

Pag.

- 23.- Lista de costos de las herramientas utilizadas para fabricar las componentes de la familia " A " . 111
- 24.- Tiempos de preparación por adaptador y - costo de cada adaptador utilizado. 112
- 25.- Costos de maquinado para ambos métodos. 117

# CAPITULO 1

INTRODUCCION.

## 1.1 Situación actual en la Industria Manufacturera.

En la actualidad las Industrias Manufactureras se pueden clasificar por el volumen de su producción de la siguiente manera:

Industrias con producción masiva.

Industrias con mediana producción.

Industrias con producción limitada.

Elaborar productos por medio de un modelo de producción masiva simplifica grandemente el flujo y el control de la producción. No obstante, para aplicar un sistema de este tipo se requiere de la fabricación de un volumen grande de partes iguales durante un periodo de tiempo determinado, de una alta inversión por la compra de maquinaria muy especializada y automatizada, pero que difícilmente puede utilizarse para otros propósitos, lo cual da como resultado una baja flexibilidad en su utilización.

Las industrias de este tipo de producción utilizan un sistema de distribución en serie, en la cual las máquinas están dispuestas en línea según la secuencia de las

operaciones requeridas por el producto a fabricar, de tal manera que el producto pasa por todas las máquinas siguiendo la secuencia en línea hasta que sale del proceso finalmente como un producto terminado, como puede observarse en la siguiente fig.1.

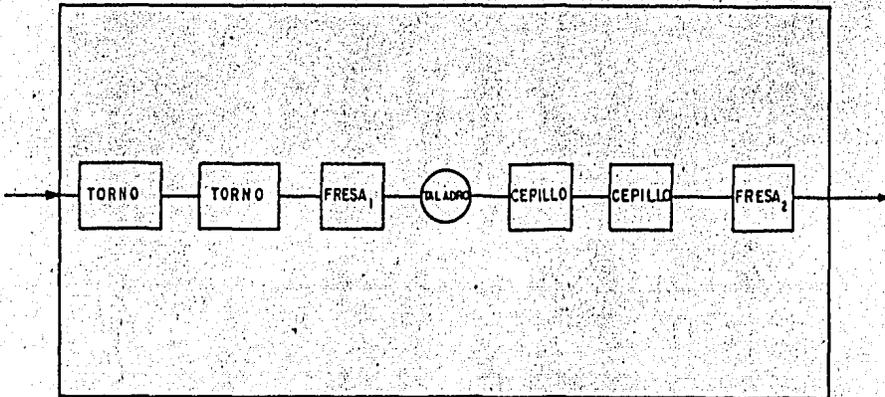


Fig.1. Distribución en Línea.

Lo primordial en este tipo de distribución es el suministro de materia prima a la línea de trabajo, con lo cual se reduce considerablemente el control de la producción. Además, los ciclos de fabricación son cortos y las fechas de entrega tempranas por conocerse en forma exacta los tiempos de fabricación. Las cargas de trabajo tienden a equilibrarse más y se hace cuanto es posible para que

las máquinas no permanezcan ociosas. Los operarios son altamente capacitados pero sólo en una clase de operación.

La existencia de materiales es relativamente pequeña en comparación con las grandes cantidades producidas, el espacio puede utilizarse en forma óptima y los costos de fabricación se reducen considerablemente si la planta trabaja cerca de su nivel óptimo.

La mayoría de las industrias, sin embargo, están relacionadas con la producción de lotes medianos y pequeños, cuyas componentes son de una configuración muy variada por lo que para su procesamiento se requiere de maquinaria de propósitos generales, las cuales representan menos inversión, requieren menos mantenimiento y tienen un alto grado de flexibilidad.

Las industrias de mediana producción fabrican lotes relativamente grandes y tal vez en forma continua, pero el producto fabricado en cuanto a su cantidad es muy variable y a menudo depende de pedidos eventuales.

Las industrias de volumen de producción limitada fabrican lotes pequeños de piezas, cuya cantidad depende más que nada de pedidos y ventas imprevistas. Este tipo de industrias generalmente trabajan tres o más productos, fa -

bricandolos en cualquier orden y cantidad, dependiendo de la demanda que exista en el mercado.

Las industrias de mediana y pequeña producción generalmente distribuyen sus máquinas de acuerdo a la función de las operaciones que éstas realizan. Sin embargo, algunas veces utilizan una distribución mixta, en la cual las piezas son elaboradas en máquinas que están dispuestas por función y el ensamblado de las partes es llevado a cabo en línea.

Una industria que emplea una distribución por función cuenta con diversas secciones o departamentos dependiendo del equipo a utilizar. De esta manera, por ejemplo, es típico que en una empresa manufacturera metálica existan departamentos de torneado, fresado, troquelado, barrenado, esmerilado, etc. Donde cada una de estas secciones es una unidad funcional independiente con su propia supervisión. Al igual que los departamentos cada parte es tratada en forma única en diseño, planeación del proceso, control de producción y herramientas utilizadas. En este tipo de distribución las componentes entrelazan su trayectoria a través de la colocación de las máquinas, hasta que salen del proceso final como un producto terminado, como se mues

tra en la siguiente fig.2.

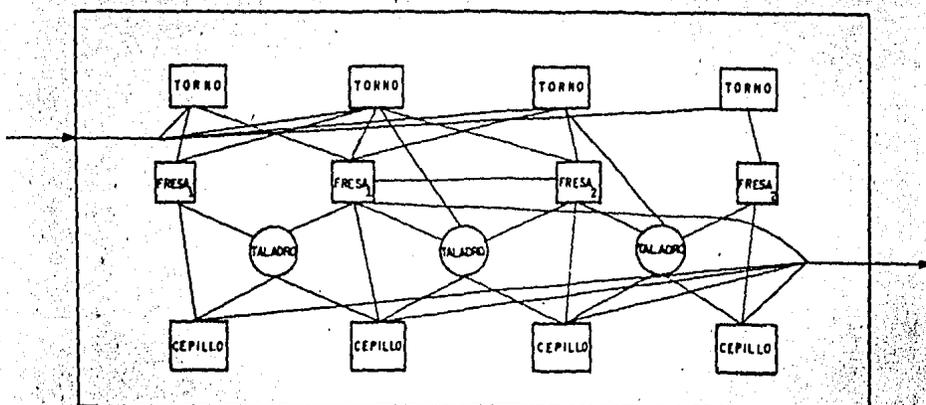


Fig.2. Distribución Funcional.

Lo anterior ocasiona grandes pérdidas de tiempo y - dinero debido al reposo de algunas máquinas, mientras que otras están sobrecargadas, causando grandes colas de partes esperando ser procesadas. Si a esto le sumamos los graves problemas de flujo que se forman por la gran cantidad de componentes existentes, las cuales entrelazan su trayectoria a través de las diversas unidades funcionales, el resultado total será que los tiempos de fabricación se vuelven inciertos y se incrementan al mismo tiempo. El problema aún es mayor si tomamos en cuenta que para el cliente significa pérdida de tiempo y dinero la llegada inoportuna

tuna de una componente, pues puede retrasar el ensamble de un complejo y costoso producto. Finalmente, una condición muy directa relacionada con las industrias de mediana y baja producción es la gran inversión que se tiene en inventarios en proceso y productos terminados para asegurar los pedidos de ventas imprevistas, tales inventarios son muy costosos y la dirección ejercerá una presión muy grande al departamento de producción para que los mantenga a un mínimo.

Como se ve, son muchos los problemas que aquejan a la industria manufacturera de mediana y baja producción y con los cuales la Tecnología de Grupos está relacionada.

## 1.2 Concepto de Tecnología de Grupos.

La Tecnología de Grupos es una técnica que identifica partes, procesos y diseños de fabricación que tienen cierta similitud, agrupandolas en familias de componentes, basandose ya sea en su forma geométrica o proceso de fabricación, formando también grupos o células de máquinas, las cuales procesan las familias de partes diseñadas.

La idea fundamental de la Tecnología de Grupos es -

incrementar la productividad de una empresa, aprovechando al máximo las facilidades de fabricación que ofrecen las técnicas de producción en línea y los métodos de fabricación más automatizados para aplicarlos a los sistemas de producción de lotes medianos y pequeños.

Manufacturar productos por medio de un sistema de producción por grupos, significa formar grupos de máquinas denominadas células para elaborar tipos definidos o rangos de forma o tamaño geométrico de componentes llamadas familias (inciso (a) de la fig.3). En este tipo de producción las máquinas integrantes de cada célula se sitúan juntas de tal manera que las componentes fluyen de una máquina a otra según la secuencia de sus operaciones, como se hace en la distribución en línea (inciso (b) de la fig.3), sin embargo en este caso no es indispensable que la totalidad de las componentes de la familia pasen por todas las máquinas pero sí, que las máquinas integrantes de la célula sean capaces de realizar todas las operaciones requeridas por la familia.

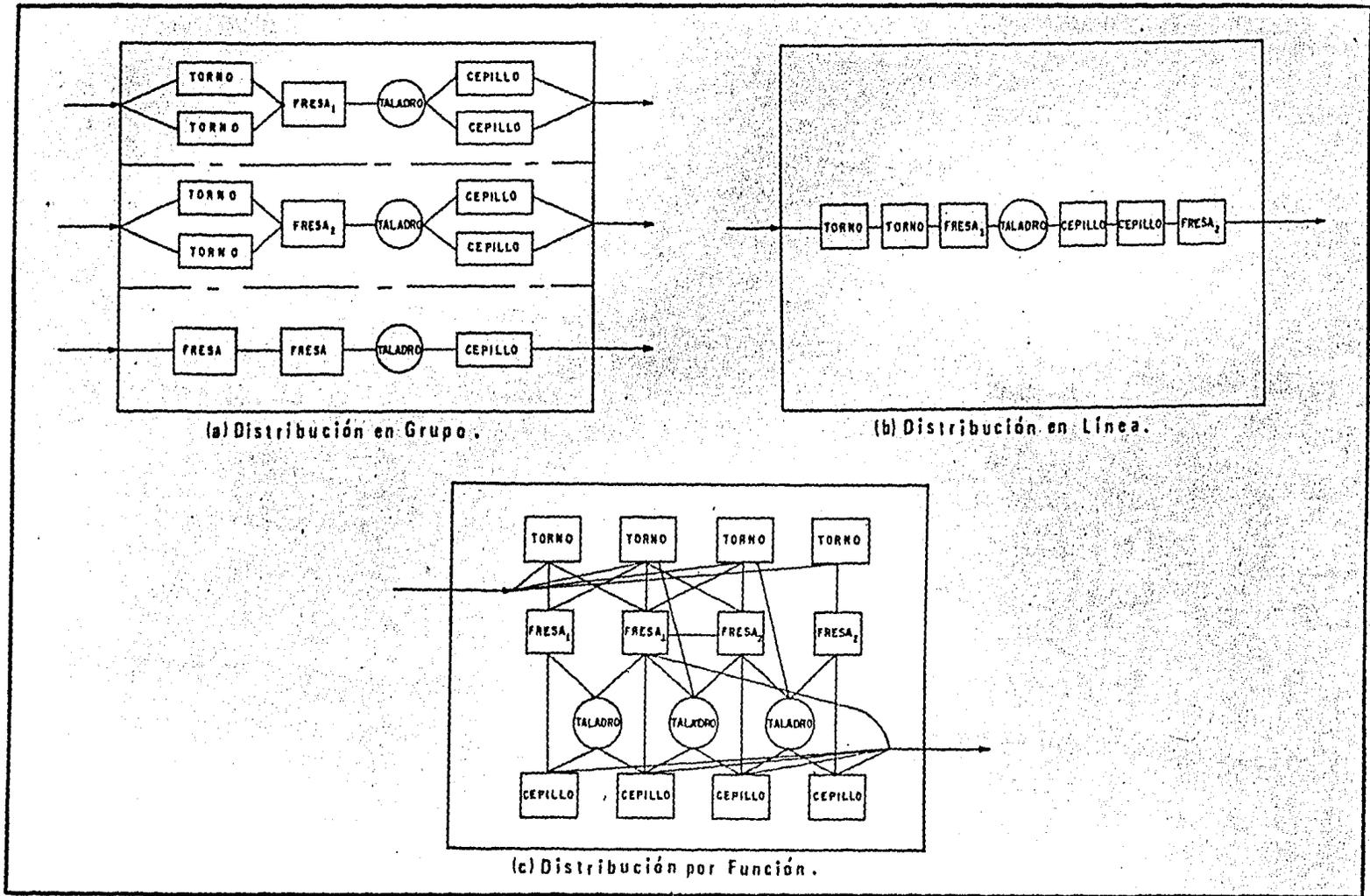


Fig.3. Principales tipos de distribución en la Industria Manufacturera.

En la figura anterior se muestran las tres principales formas de distribución que existen actualmente en una Industria Manufacturera al introducir la Tecnología de Grupos, en la cual se puede observar la simplicidad del flujo logrado por la distribución en grupo en contraste con la anterior distribución funcional (inciso (c) de la fig.3), donde la selección de las máquinas se hace en base al proceso de fabricación más bien que sobre los tipos de componentes manufacturados.

Los tiempos de espera y transporte entre operaciones son los beneficios más importantes logrados distribuyendo una planta en forma celular. Sin embargo, la similitud de las operaciones o de la semejanza de la forma y el tamaño geométrico de las componentes permiten el diseño de herramientas y accesorios en forma de jigs de grupo, que por la rapidez de su cambio minimizan los tiempos de preparación de la herramienta y el tiempo de reposo de las máquinas, lográndose así una reducción en el tiempo total de procesamiento de las componentes. Estas facilidades permiten aplicar métodos más eficientes para el control de la producción y ser la base para una reorganización benéfica en toda la estructura interna de una empresa, pues no sólo -

cambia los métodos de producción sino que también contribuyen a crear nuevas formas de pensamiento en el trabajador.

Al implantar la Tecnología de Grupos en una industria se tienen los siguientes beneficios:

- Mayor efectividad en la racionalización de los diseños de producción.
- Generación de una retroalimentación de información.
- Reducción de los inventarios y las compras.
- Simplificación de los planes de procesos y control de la producción.
- Reducción en el costo de fabricación de las piezas.
- Reducción de los tiempos de procesamiento.
- Reducción de las herramientas utilizadas.
- Se pueden organizar mejor los tiempos de entrega y compra de materiales.
- Nuevas formas de pensamiento en el personal.
- Mejora la eficiencia en la carga de la máquina, justificando el uso de máquinas-herramientas costosas.
- Se mejora la utilización de la relación hombre-máquina.

En síntesis la Tecnología de Grupos se define como:

"Una técnica que aprovecha las facilidades que ofrecen los sistemas de producción en línea y los métodos de producción más automatizados para incrementar la productividad de una empresa, explotando la semejanza de la forma y el tamaño físico de las componentes o de la similitud de las operaciones de producción de las partes a fabricar, sin olvidar para nada el factor esencial que es el ser humano".

### 1.3 Antecedentes Históricos.

Muchos son los cambios que actualmente están sucediendo en todos los campos del saber humano, así se habla de innumerables reformas a nivel mundial; en la religión, en la política, en la salud, en la educación y por supuesto en la tecnología. La Ingeniería Industrial no podía quedar al margen de tales innovaciones y a base de ir buscando nuevas formas de producción que den como resultado productos cuyos costos de fabricación sean menores que los que se obtienen elaborándolos con los métodos de fabrica-

ción tradicionales, da origen a la Tecnología de Grupos.

El término de " Tecnología de Grupos " es de origen relativamente reciente, sin embargo por algunos años fueron practicados los conceptos básicos de la Tecnología de Grupos, pero sólo como parte de una buena " práctica de la ingeniería ", donde las ideas de producción de componentes de forma similar o proceso similar y el uso de métodos de flujo en línea para la fabricación por lotes, ya eran conocidos. Así tenemos por ejemplo, que F. W. Taylor a principios de éste siglo desarrollo un sistema de clasificación y codificación para la formación de familias de partes que fue usada en la manufactura primitiva.

En 1925 R. E. Flanders presento a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos un trabajo que describía como la " Jones and Lamson Machine Company ", había resuelto varios problemas presentados en la fabricación de máquinas herramientas, utilizando las siguientes ideas:

- Estandarización de productos.
- Seccionamiento por producto.
- Control visual del trabajo.
- Minimización de las distancias de transporte.

En 1938 John C. Keer trabajando para el Instituto de Ingenieros de Producción, elaboró un proyecto sobre la forma de como planear una fábrica de ingeniería en general. La idea básica que sugirió fué el seccionamiento de las máquinas-herramientas en grupos, argumentando que el flujo de producción se suavizaría, procesando en secuencia partes estandar sobre cada grupo de máquinas.

En 1949 Arn Körling, de la firma " Swedish Lorry and Bus Firm Scania Vabis A/C ", realizó un estudio en Francia sobre la producción por grupos y su influencia en la productividad, en el cual en uno de sus párrafos describe: " Los principios de la producción por grupos son una adaptación de la producción en línea para talleres que trabajan con lotes de producción..... ésto implica una descentralización radical en unidades pequeñas o grupos de producción independientes para la manufactura completa de un tipo especial de partes " (1).

En 1958 Nitrofanov publicó en Rusia el texto " Los Principios Científicos de la Tecnología de Grupos ", que es uno de los libros más importantes que ha publicado sobre la Tecnología de Grupos, siendo también uno de los investigadores que más ha contribuido con la aportación de

conceptos para el desarrollo de la Tecnología de Grupos.

En Alemania los trabajos más importantes sobre Tecnología de Grupos fueron realizados por la Universidad Tecnológica de Aachen.

En Gran Bretaña las firmas industriales Serck-Audco, Ferrodo y Ferranti y las consultorías Brisch, implementarán algunos grupos tecnológicos, creando un gran interés en la Tecnología de Grupos. Igualmente el Instituto Universitario de Ciencia y Tecnología de Manchester y PERA realizaron los primeros trabajos de grupos tecnológicos y sus nuevas tendencias hacia algunas otras organizaciones.

En Turín el profesor Burbidge de Inglaterra en un Seminario de presentación de la técnica de Tecnología de Grupos, expuso su estudio sobre el " Análisis de Flujo de Producción ", que es uno de los temas más importantes para la aplicación de la Tecnología de Grupos y cuyo análisis se desarrollará en el capítulo 3 del presente trabajo.

En el occidente de Europa, también se han desarrollado trabajos de investigación sobre la Tecnología de Grupos, entre los cuales podemos mencionar: Los realizados en Checoslovaquia por los Institutos de Investigación Industriales VUOSO y VUSTE, en el occidente de Alemania los

realizados por la Universidad Tecnológica Carlos Marx y la fábrica Zeiss, en Polonia por el Instituto Industrial IOPM y en Yugoslavia por el Instituto IAMA.

En el oeste de Europa los trabajos de investigación sobre Tecnología de Grupos fueron realizados por el Instituto Holandés TNO; La organización NAAK en Noruega; Las organizaciones SAT y PTE y consultorías COPIE en Francia; Consultorías PGM en Suecia; FIAT en Italia y SULZER en Suiza.

La Tecnología de Grupos fué empleada en la Segunda Guerra Mundial por los alemanes en la fabricación de partes para armamento en general, teniendo un gran éxito en su implantación.

En América U.S.A. se intereso en la clasificación y codificación de sistemas a través de la consultoría Brisch Birn y trabajos realizados por Allis-Chamer. También podemos mencionar que la Empresa Black and Decker de Estados Unidos recientemente introdujo la Tecnología de Grupos en la fabricación de partes de productos terminados, la cual tuvo mucho éxito debido a que se logró una disminución considerable en el costo de fabricación de los productos tomando en cuenta que los importa a Japón.

En los últimos años a medida que la Industria Manufacturera ha ido avanzando se ha ido desarrollando también la Tecnología de Grupos dando origen a la aplicación de la computadora integrada a la manufactura.

La Universidad de Michigan y el " Instituto Internacional para la Investigación de Ingeniería de Producción ", realizaron un proyecto a futuro del avance de la Tecnología de Grupos, teniendo como resultado que aproximadamente del 50 al 75 % de las Industrias Manufactureras podrían utilizar los conceptos de la Tecnología de Grupos en el período de 1980 a 1990 ( 2 ).

#### REFERENCIAS.

- (1) C. C. Gallagher, W. A. Knight, " Group Technology ", - London Butterworths (1973), 1.7.
- (2) Dr. Inyong Ham, " Group Technology Applications For - Higher Manufacturing Productivity ", University Park , PA, 16802, U. S. A., 1.5.

# CAPITULO 2

SISTEMA DE CLASIFICACION Y

CODIFICACION.

## 2.1 Antecedentes.

La tecnología de grupos es una nueva forma de como hacer más productivos los sistemas ya implantados en la industria, explotando la semejanza o similitud de las componentes y las operaciones de los procesos de producción que forman parte de la fabricación de un producto.

Agrupar las partes semejantes o similares dentro de familias de componentes es la clave para una buena implementación de tecnología de grupos, lo cual nos lleva a la tarea de como identificar la semejanza o similitud de las componentes. Este trabajo se facilita enormemente si se selecciona un método, el cual basandose en la semejanza o similitud de las componentes las selecciona para que formen parte de los grupos de familias. Esta es una de las partes más importantes a la que tiene que enfrentarse la industria que desee implantar tecnología de grupos en sus formas de producción.

Si bien, la tecnología de grupos se puede aplicar a cualquier tipo de organización, está más relacionada con componentes de productos que son elaborados en la industria manufacturera metálica. Dentro de esta industria, la

gran variedad de componentes que forman parte del ensamble de productos pueden ser colocadas en las siguientes tres áreas (1) como se muestra a continuación en la fig.4.

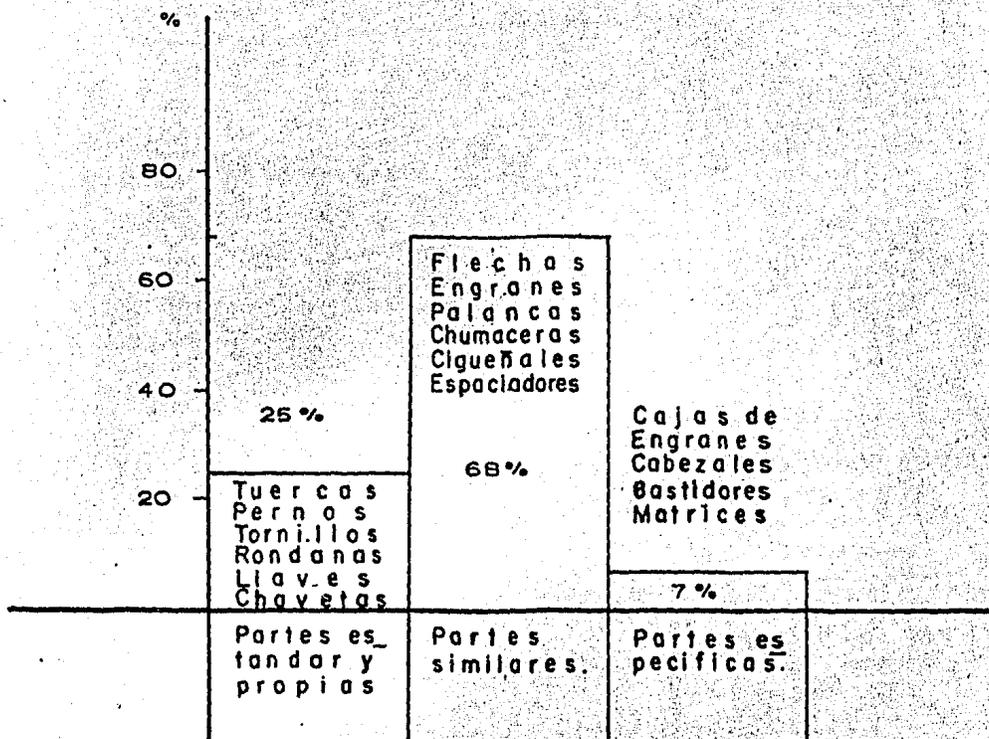


Fig.4. Distribución de componentes en una industria metálica.

Los métodos que a continuación se describen, tienen por objeto identificar la semejanza de los siguientes grupos de componentes (cuadro 1), para que puedan ser integrados en familias en una forma eficiente y así hacer más productiva su fabricación.

-tuercas	-flechas	-cajas de engranes
-pernos	-engranes	-cabezales
-tornillos	-palancas	-bastidores
-rondanas	-chumaceras	-matrices
-llaves	-espaciadores	-estructuras
-chavetas	-cigüeñales	-etc.

Quadro 1. Grupo de componentes que pueden ser integrados en familias.

## 2.2 Métodos.

Los grupos de familias de componentes generalmente se forman con partes que presentan alguna semejanza o similitud en sus formas geométricas o tamaño físico, como las que se muestran en la siguiente fig.5.

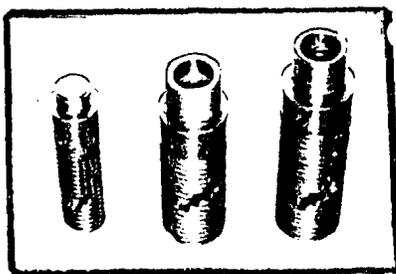


Fig.5. Grupo de componentes semejantes en sus formas geométricas y tamaño físico.

La semejanza o similitud de los rasgos geométricos - de forma y tamaño de las componentes, originan entre otras cosas que los diseños, dibujos, especificaciones, datos - geométricos, materiales, máquinas-herramientas y procesos de fabricación sean también similares. Pudiéndose entonces minimizar y preveer una variedad innecesaria de los diseños y dibujos, de las máquinas-herramientas, de los accesorios y de los procesos utilizados en la fabricación de las componentes, reduciéndose con ésto los costos de fabricación.

En algunos casos, las partes procesadas no presentan ninguna similitud en sus rasgos geométricos, pero sí en sus operaciones de producción, como las que se muestran a continuación en la fig.6.

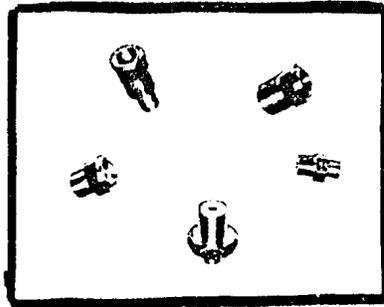


Fig.6. Grupo de componentes similares en sus operaciones de fabricación.

La semejanza de las operaciones de fabricación, permite que puedan formarse grupos de familias de componentes con similares procesos de producción y grupos de máquinas o células capaces de realizar todas las operaciones requeridas por las partes que integran una familia.

Los beneficios más importantes que se logran formando grupos de este tipo son:

- Reducción del área de fabricación.
- Simplificación de las rutas de operaciones de producción.
- Minimización de los tiempos de transporte y preparación.
- Reducción de los tiempos totales de producción.

La familia de componentes puede entonces definirse como:

" Un conjunto de partes, las cuales tienen alguna semejanza o similitud en sus formas o tamaño geométrico o en sus operaciones de producción "

La forma de como identificar la semejanza o similitud de dichas componentes para poderlas agrupar en familias, es el problema inmediato que se presenta. Para esto existen básicamente tres métodos:

- 1.- Visual-Manual.
- 2.- Sistemas de Clasificación y Codificación.
- 3.- Flujo de Producción.

#### 2.2.1 Método Visual-Manual.

El proceso para seleccionar las partes que integrarán los grupos de familias, se hace comparando visual y manualmente todas y cada una de las componentes fabricadas en la empresa, separando por un lado las componentes que tengan semejanza geométrica y por otro las que estén relacionadas por sus procesos de producción. De esta manera quedarán formados grupos distintos de familias de partes producidas, unos relacionados físicamente en sus formas y tamaños y otros por sus operaciones de producción. Las operaciones requeridas desde el inicio hasta el final del proceso de cada una de las componentes pertenecientes a una familia, definen las máquinas necesarias para formar una célula, de tal manera que una célula puede ser capaz de realizar todas las partes dentro de una familia.

Como se ve, la técnica de este método es muy simple, sin embargo, el proceso de clasificación se complica al

crecer el número de piezas manufacturadas, volviéndose el método inoperante, por lo que sólo se recomienda para aquellas industrias que tienen poca variedad de componentes en su producción.

El método de clasificación y codificación que a continuación se desarrollará nos ayuda a identificar la forma de como mejorar la productividad de fabricación donde se producen una gran variedad de partes.

### 2.2.2 Sistemas de Clasificación y Codificación.

Aunque puede emplearse para agrupar componentes relacionadas por sus procesos de fabricación, este método es más útil cuando las partes manufacturadas presentan alguna relación en sus rasgos geométricos de forma y tamaño.

La clasificación arregla grupos de componentes basándose en sus similitudes a semejanzas de acuerdo a algunos sistemas de codificación, separándolos después por alguna diferencia específica. A través de efectivos sistemas de codificación, la clasificación realmente facilita el manejo de grandes cantidades de componentes, de esta manera pueden ser captados miles de datos y ser comparados por di

seño, máquinas-herramientas, rasgos geométricos, rutas de trabajo, control de proceso y de producción, áreas de fabricación, etc.

La extensa variedad de información que surge en las industrias que producen una gran variedad de componentes y en las cuales se quiere implementar tecnología de grupos utilizando los sistemas de clasificación y codificación, originan en la mayoría de los casos los siguientes problemas:

- Reunión de la información.
- Codificación de la información.
- Registro de la información.
- Clasificación de la información.
- Resultados de la clasificación.

Reunión de la información.

La información que debe reunirse acerca de las componentes que se producen en la industria, dependerá de las necesidades internas de cada fábrica. Sin embargo, como una ayuda para aquellas empresas que empiezan a interesarse en la tecnología de grupos, a continuación se numeran en orden de importancia los parámetros principales que de-

be incluir la industria manufacturera metálica:

- 1) Tipo de material.- Este es el primer parámetro - que debe estar incluido en la información captada debido a que a menudo se tiene que trabajar sobre materiales o aleaciones de éstos que son extremadamente caros. Este planteamiento también trata - el problema de cambio de herramienta para produ - cir eficientemente la estructura de las piezas.
- 2) Tamaño.- Tomando en cuenta este parámetro, las má - quinas son agrupadas en células, de tal forma que cada una de ellas pueda cubrir cualquier varia - ción en tamaño y forma de las componentes. Esta - variación debe estar bien controlada, pues con - frecuencia se ve en muchos talleres pequeñas com - ponentes siendo producidas en grandes máquinas.
- 3) Forma.- Usualmente este es el último parámetro al que se le tiene que poner más atención y que tie - ne que estar contenido en la información.

En si, esta es la información básica que debe de requirirse acerca de las componentes que se fabrican en la in - dustria manufacturera metálica y en la cual se desea imple - mentar tecnología de grupos aplicando los sistemas de cla -

sificación y codificación. Sin embargo, dependiendo de cada industria, puede ser necesario examinar otros tipos de parámetros como la rotación o no rotación de las componentes, tiempos de cada operación, tamaño de lotes, lotes por año, forma inicial de la materia prima, exactitud de las componentes, etc., ya que estos parámetros pueden ser de gran utilidad para un análisis posterior.

#### Codificación de la información.

Los sistemas de codificación están diseñados a base de códigos, donde un código es:

" Uno o más símbolos cuyo arreglo se dá en una forma arbitraria, pero dando cierta información específica al usuario "

Los símbolos más comunes empleados en la elaboración de un código son:

1) Símbolos jeroglíficos.

2) Símbolos alfanuméricos.

a) Caracteres numéricos.- Números del 0-9.

b) Caracteres alfabéticos.- Letras del alfabético, excepto las letras I, O, S, Z, Q, Ñ, LL.

c) Caracteres alfanuméricos.- Una combinación de los caracteres alfabéticos y numéricos.

d) Caracteres del sistema hexadecimal.- Letras del abecedario de la A-F y números del 0-9.

3) Símbolos nemónicos.- Caracteres ideados por el usuario que le dan cierta información específica.

Hay una infinidad de sistemas de codificación usados actualmente para propósitos generales como en agencias de gobierno, sociedades mercantiles y profesionales, en agencias de viajes, reservaciones de boletos, pólizas, tarjetas de crédito, productos comerciales, artículos para oficinas, etc. Sin embargo, ninguno de éstos están diseñados para aplicarse a la tecnología de grupos.

Para aplicaciones de tecnología de grupos, existen básicamente tres sistemas de codificación:

- 1.- Estructura jerarquizada.
- 2.- Estructura policódiga.
- 3.- Estructura combinada.

En un sistema de estructura jerarquizada, cada dígito amplifica la información dada por los dígitos anterior -

res. Estos son colocados en una forma tal que van describiendo las componentes de una manera más general a una forma más particular. Un sistema de este tipo prevee un análisis extensivo de las componentes, dando una gran información con un número limitado de dígitos. La siguiente fig.7 describe los rasgos geométricos de forma y tamaño de una componente utilizando el sistema de clasificación y codificación OPITZ, el cual es una muestra clara de codificación jerarquizada.

1er dígito.- Tipo de componente: Componente rotacional,

$$0.5 < \frac{\text{longitud}}{\text{diámetro}} < 3$$

2do dígito.- Forma externa del elemento: Lisa.

3er dígito.- Forma interna del elemento:  
Elemento sin forma.

4to dígito.- Maquinado de superficie plana:  
Sin maquinado de superficie.

5to dígito.- Hoyos auxiliares y dientes de engranes: Sin hoyos auxiliares.

1 0 1 0 0

Fig.7. Código de estructura jerarquizada.

Un sistema de codificación policódigo está estructurado de tal forma, que la posición de un dígito dado representa información independiente y no está relacionada directamente por los dígitos anteriores y posteriores a él. Este sistema se adapta más a las aplicaciones orientadas al agrupamiento de máquinas-herramientas por procesos de fabricación más bien que por la semejanza geométrica de las componentes. La mayor desventaja de un sistema de codificación construido de esta manera, es que se requiere de un gran número de dígitos para describir en forma completa una componente.

El siguiente ejemplo muestra la forma de como puede construirse un sistema de codificación de este tipo.

Supongase que para producir un cierto tipo de componente se requiere del flujo de producción representado por medio de bloques en la siguiente fig.8.

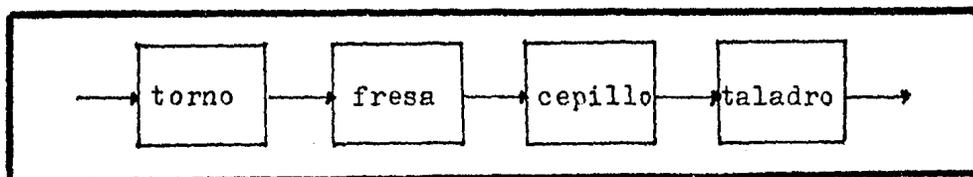


Fig.8. Flujo de producción representado por bloques.

Para poder representar cualquier proceso de fabricación utilizando un sistema de codificación, es necesario - que cada empresa en particular elabore una lista de todas las operaciones con las cuales esté relacionada, identificándolas con cualquiera de los símbolos utilizados para un sistema numérico. Así, para nuestro ejemplo, cada una de las operaciones representadas por los bloques de la figura anterior, han sido identificadas numéricamente como se muestra en el siguiente cuadro 2.

OPERACION	IDENTIFICADOR
TORNEADO	10
FRESADO	20
CEFILLADO	30
TALADRADO	40

Cuadro 2. Operaciones de producción representadas numéricamente.

Entonces, por medio de un sistema de codificación polidígita podemos representar el flujo de producción de la componente como se muestra a continuación en la fig.9.

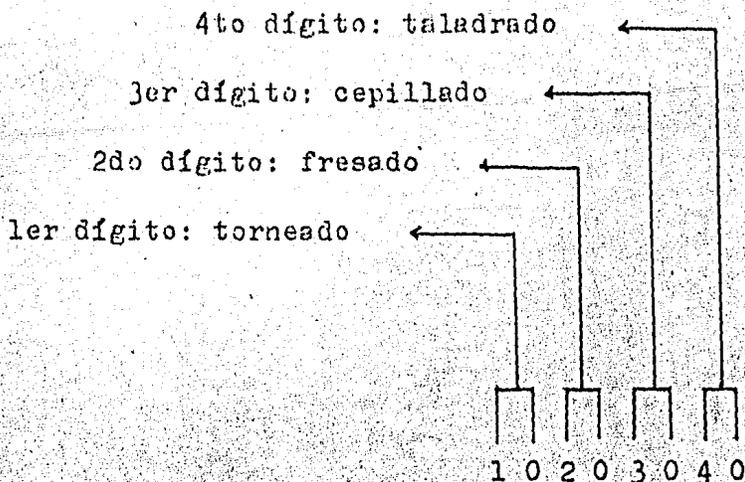


Fig.9. Sistema de codificación policódiga.

En la práctica la mayoría de los sistemas de clasificación y codificación emplean una mezcla del sistema jerarquizado y del sistema policódigo, los cuales forman el sistema de codificación combinado. La siguiente fig.10, representa un sistema de codificación combinada, el cual se ha realizado conjuntando los sistemas de codificación de los dos ejemplos anteriores.

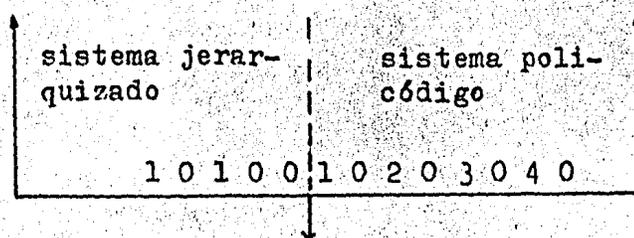


Fig.10. Sistema de codificación combinada.

En este tipo de codificación, la información dada - por los dígitos contenidos en la parte que corresponde a - la codificación policódiga no depende directamente de la - información arrojada por los dígitos que representan la co - dificación jerarquizada, pero sí están ampliando la infor - mación de la forma de como es producida la componente.

El problema de elaborar un sistema de clasificación y codificación para el agrupamiento de las componentes que tienen alguna semejanza geométrica y que a la vez satisfaga las necesidades internas de una industria, involucra en tre otros aspectos tiempo de implementación.

Existen actualmente una gran variedad y cantidad de códigos publicados por asociaciones consultoras especialis - tas en la aplicación de tecnología de grupos, los cuales - pueden ser muy útiles y ahorrar mucho tiempo y dinero para seleccionar un sistema de clasificación y codificación. No obstante, es conveniente mencionar que toda esta informa - ción sólo se puede conseguir en Universidades y otras ins - tituciones de países extranjeros como las de Rusia, Alema - nia, Checoslovaquia, Inglaterra, Estados Unidos y Japón, - los cuales son los principales centros de investigación - y aplicación de tecnología de grupos. Por su parte México

no cuenta con ningún tipo de información, ni empresa consultora alguna que pueda ayudar a la industria interesada en aplicar este nuevo sistema de producción.

Entre los principales sistemas de clasificación y codificación, se tienen los siguientes:

a) Códigos publicados: OPITZ, KK-1, VUSTE, VUOSO y PERA (1).- Estos códigos pueden ser adquiridos, ya sea por medio de publicaciones de revistas académicas impresas periódicamente o por medio de libros. Debido a que estos códigos están basados sobre partes específicas de una empresa en particular, la organización que los adquiriera tiene que ajustar el modelo del código a sus propias necesidades.

b) Códigos implementados por consultores.- Grupos especialistas en aplicación de tecnología de grupos, pueden ayudar a una empresa a seleccionar un sistema de clasificación y codificación y si es necesario implementarlo y usarlo, por ejemplo, la empresa consultora Management Control Systems y los consultores Harriman-Green ambos de nacionalidad Inglesa.

c) Códigos privados.- Pueden consultarse los sistemas de clasificación y codificación ideados por empresas particulares, como la de los consultores Alemanes Brisch o

la de Jay Bergen. Sin embargo, las necesidades internas de cada fábrica requieren de la elaboración de un código propio, el cual tiene que ser adaptado a sus propios intereses. La ventaja de idear un código propio, es que las características de cada componente y los requerimientos especiales de una empresa pueden ser acomodados fácilmente dentro de un arreglo. No obstante, esta comodidad incrementará el costo de aplicar tecnología de grupos.

Es importante hacer notar que con sólo algunos cambios en la estructura de cualquiera de los sistemas de clasificación y codificación publicados, las empresas que deseen adquirirlos cubrirán los objetivos principales perseguidos por la tecnología de grupos.

La estructura básica de los sistemas de clasificación y codificación OPITZ y KK-1, los cuales han tenido mayor aceptación entre las industrias que empiezan a introducir la tecnología de grupos en sus sistemas de producción, se muestran en la parte (a) y (b) de la siguiente fig. 11 - respectivamente (2).





Toda la información contenida sobre las hojas de captación de datos, debe registrarse sobre algún sistema de grabación con el fin de hacer más fácil su posterior clasificación. Una manera muy económica y flexible de registrar esa información, es utilizando una tarjeta impresa de 80 - columnas. Como una especie de guía para aquellas industrias que deseen implantar algún sistema de clasificación y codificación, la siguiente fig.13, muestra la distribución de cierta información reunida sobre una tarjeta impresa de 80 columnas.

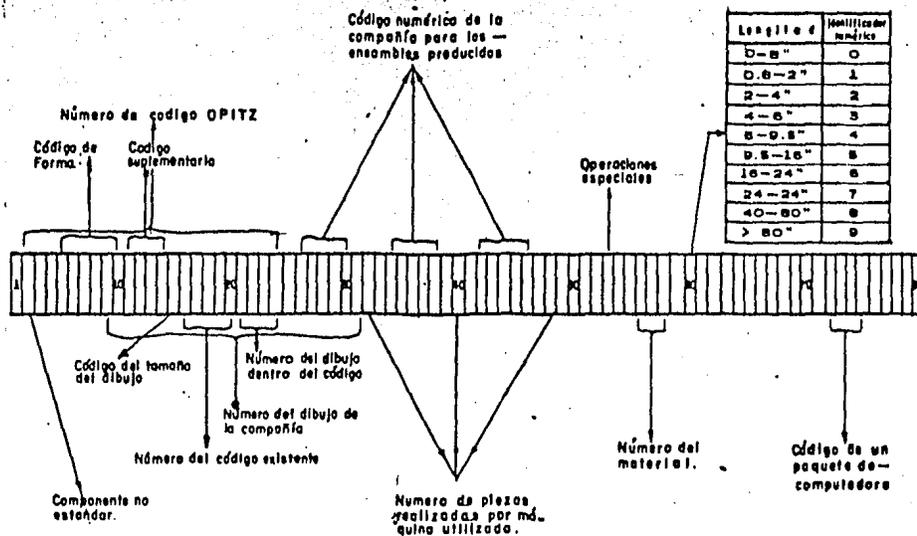


Fig.13. Distribución sobre una tarjeta de 80 columnas de algunos datos reunidos relacionados con la producción de componentes en una industria metálica.

De la figura anterior es bueno remarcar los siguientes parámetros:

- a) Un identificador para las componentes que no son estandar (componentes especiales)
- b) El código de los rasgos geométricos de las componentes, en este caso el OFITZ.
- c) El código numérico de la compañía para los dibujos, en base a los cuales son realizadas las partes.
- d) El código numérico de la compañía para los ensamblajes, en los cuales intervendrán las componentes para formar el producto terminado.
- e) El número de material empleado para la elaboración de las componentes.
- f) El código numérico de la longitud de las componentes.
- g) El código de un paquete de computadora si es que se utiliza para clasificar información.

Es posible que para muchas industrias, la forma en como está distribuida la información y el sistema de registro utilizado sean de poco interés, ya que cada una de

ellas tienen sus propios intereses y necesidades, es por esto que cada industria en particular tendrá que decidir el tipo de registro, distribución, clasificación y codificación que va a requerir.

Uno de los factores más importantes de un sistema de clasificación y codificación bien seleccionado, es que mantiene el balance entre la cantidad de información necesitada y el número de columnas de la tarjeta requeridas para el registro de la información, por lo que una empresa que decida emplear una tarjeta impresa para grabar su información, debe considerar los siguientes aspectos importantes:

- a) Invariablemente cada componente elaborada, deberá tener un sólo registro diseñado exclusivamente para ella.
- b) Cada columna que se perfore conteniendo información adicional incrementará la dificultad de la clasificación.

#### Clasificación de la información.

La ventaja de registrar la información sobre tarjetas impresas, es que su clasificación puede hacerse de una manera muy sencilla utilizando una simple máquina clasifi-

cadora, lo cual no causa grandes estragos económicos sobre todo para las pequeñas industrias. Otra alternativa para las empresas medianas y pequeñas, es la de clasificar sus grupos procesando su información en forma externa en firmas comerciales relacionadas con el procesamiento electrónico de datos. Sin embargo, debe tenerse bien claro que después será más conveniente invertir en el diseño de programas que clasifiquen información en una computadora, o aún más, crear un departamento de procesamiento electrónico de datos en la compañía.

Si la información de cada componente producida se perfora en forma individual sobre tarjetas, entonces, la totalidad de las componentes fabricadas quedan registradas sobre un paquete. Ahora bien, con sólo clasificarlo estaremos definiendo el perfil de las componentes producidas en la empresa e identificando sus variaciones de material, tamaño y forma para que automáticamente puedan colocarse en familias.

#### Resultados de la clasificación.

Una forma muy eficiente de visualizar los resultados de la clasificación, es dibujando los datos obtenidos so -

bre una gráfica. La siguiente fig.14, muestra los resultados de la clasificación realizada sobre el diámetro de las componentes producidas en una industria constructora de partes de instrumentos.

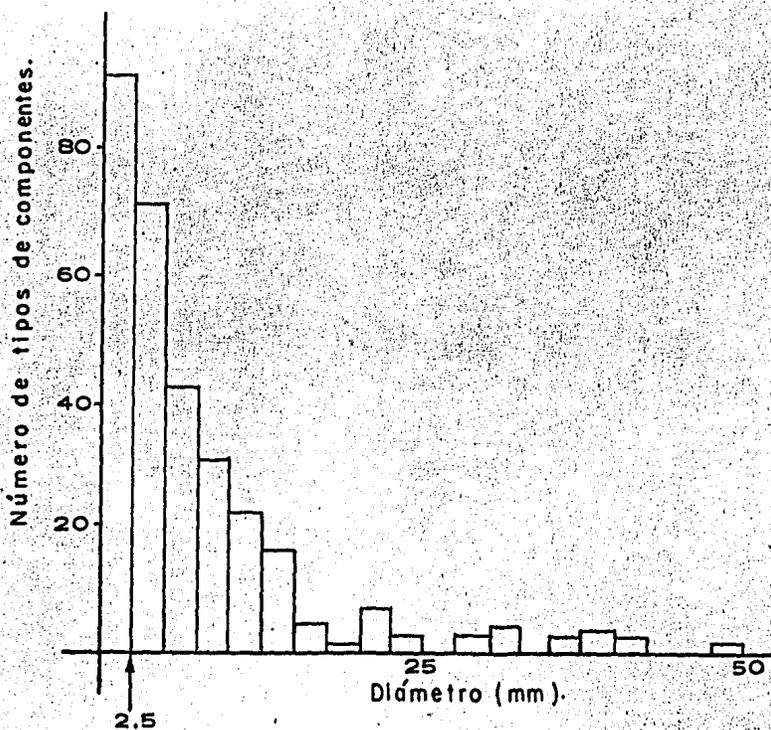


Fig.14. Distribución de componentes de gran rotación por diámetro en una industria productora de partes de instrumentos.

Es interesante observar de la figura anterior que el mayor número de las componentes es producida dentro del rango de  $0 < D < 2.5$  mm.

Los datos también pueden ser dibujados tridimensionalmente para mostrar el perfil extremo de las componentes fabricadas en una industria, entonces es más fácil ver con tal dibujo donde se encuentra el rango dominante.

La siguiente fig.15, muestra en terminos de longitud y diámetro horizontal y vertical, los resultados de la clasificación realizada en una industria productora de partes metálicas.

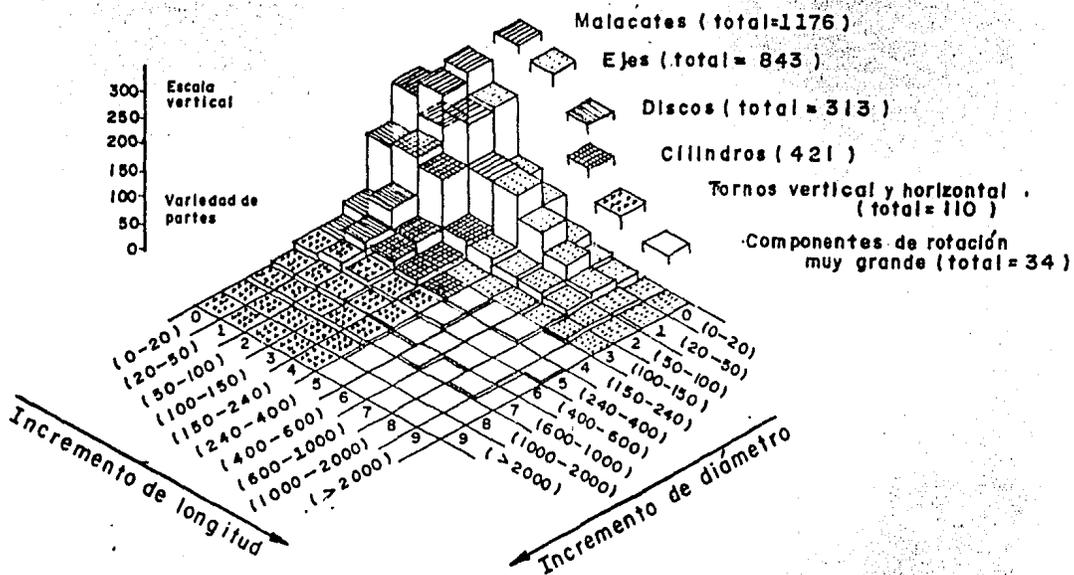


Fig.15. Resultado de la clasificación dibujado tridimensionalmente para mostrar el perfil extremo de una industria manufacturera metálica.

Si bien, la mayoría de los sistemas de clasificación y codificación se diseñan para definir campos o rangos dentro de los cuales caen componentes con similares formas de fabricación o formas geométricas, para formar grupos de máquinas capaces de realizar todas las componentes dentro de un rango, éstos pueden utilizarse para formar grupos de componentes o células en base a otros parámetros como los dibujos, los diseños, las herramientas y accesorios empleados en la elaboración de una componente.

Cuando un sistema de clasificación y codificación se aplica eficientemente al área de diseño, el sistema aporta un sencillo método eficiente y sistemático para clasificar información sobre los diseños, dibujos, especificaciones y material de las componentes.

Un sistema de clasificación y codificación basado en las similitudes de los diseños, aporta los siguientes resultados importantes, los cuales ayudan significativamente a la empresa a reducir los diseños de parámetros específicos de las componentes producidas.

- a) Agrupa familias de componentes para simplificar los diseños.

- b) Captación de información de diseños existentes - para nuevas aplicaciones, modificaciones y referencias.
- c) Estandarización de diseños de formas, especificaciones y materiales.
- d) Elimina diseños duplicados.
- e) Ganancias económicas por la simplificación de diseños efectivos.

Es importante reconocer que la estandarización de los diseños, dibujos, simplificaciones, materiales, máquinas, herramientas y accesorios para producir por grupos, sólo se logra si un grupo de componentes es formado y clasificado para identificar la frecuencia y aplicación de sus diseños.

En muchos casos una gran cantidad de componentes fabricadas presentan una variación muy pequeña en sus formas y tamaños geométricos, en tales casos, un sistema de clasificación y codificación ayuda no sólo a identificar sus semejanzas geométricas, sino también a prever una variedad excesiva de componentes producidas a través de una efectiva estandarización. La parte (a) de la siguiente fig.16, representa la frecuencia de utilización por diámetro de

siete tipos de componentes existentes en una industria manufacturera metálica, mientras que la parte (b) indica los resultados después de haber aplicado una efectiva simplificación de partes utilizando tecnología de grupos.

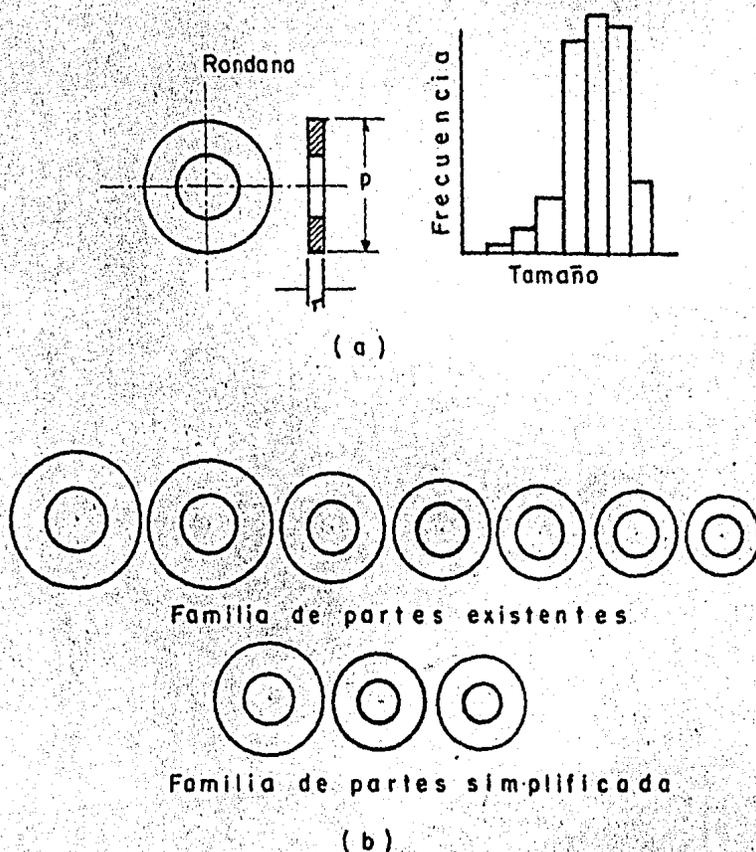


Fig.16. Simplificación de componentes utilizando los sistemas de clasificación y codificación en una industria manufacturera metálica.

Usando la información de la fig. anterior, combinada con la experiencia de las capacidades de las máquinas de torneado individual de la fábrica, se elaboró el siguiente cuadro 3 de agrupamiento longitud-diámetro.

LONGITUD		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
DIAMETRO		0-20	20-50	50-100	100-150	150-240	240-400	400-600	600-1000	1000-2000	2000
0	0-20	<u>MALACATE</u>		1) BARRA REDONDA <u>EJES</u> 2) BARRA HEXAGONAL							
1	20-50	1) BARRA REDONDA 2) BARRA HEXAGONAL									
2	50-100	<u>DISCOS</u>		MAQUINAR ENTRE CENTROS PROBABLEMENTE SOBRE UN TORNO DE CENTROS							
3	100-150	CONVENIENTEMENTE DE CABEZAL CORTO									
4	150-240	CILINDROS		TORNOS DE MEDIANA CAPACIDAD							
5	240-400	TORNOS Y TALADROS VERTICALES									
6	400-600	PIEZAS TRABAJADAS DE DIAMETROS MUY GRANDES QUE NO SON POSIBLE MAQUINARLAS SOBRE TORNOS ESTAN-				COMPONENTES DE ROTACION MUY GRANDE <u>FALTA CAPACIDAD</u>					
7	600-1000										
8	1000-2000	DARS									
9	2000										

Cuadro 3. Agrupamiento de máquinas por la longitud y diámetro de las componentes producidas en una industria productora de partes metálicas.

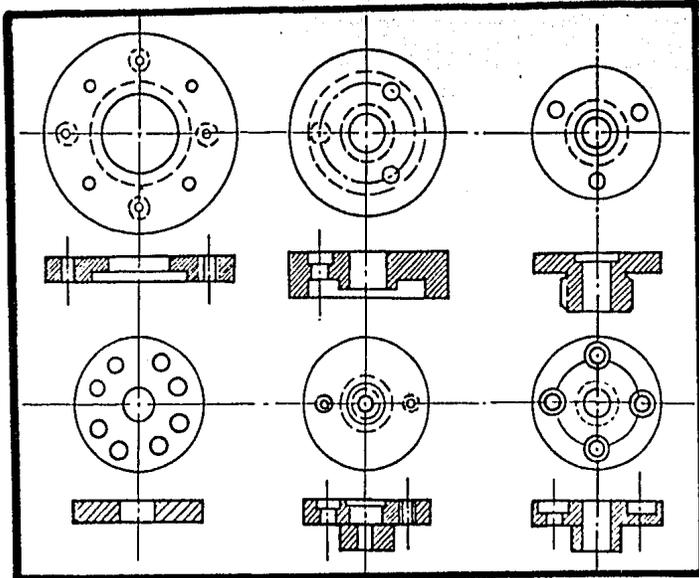
Lo anterior especifica sobre cual tipo de máquina se realizaron las mayores operaciones de torneado para cada componente y por una consideración de este cuadro, las componentes fueron clasificadas en grupos, los cuales podrán fabricarse sobre cierto tipo de máquina torneadora.

Con el fin de obtener óptimos resultados al aplicar un sistema de clasificación y codificación, el montaje de las herramientas y accesorios utilizados al elaborar una componente, se tiene que arreglar de una manera tal que el equipo pueda utilizarse en la totalidad de las operaciones requeridas por una familia de componentes. La utilización de un jig es una forma muy efectiva de incluir todas esas operaciones, de tal manera que si un grupo de herramientas es codificado y clasificado de acuerdo a las componentes en las cuales se utilizan, se pueden reducir los tiempos de preparación y por ende los tiempos totales de fabricación, lograndose así una baja en los costos de producción.

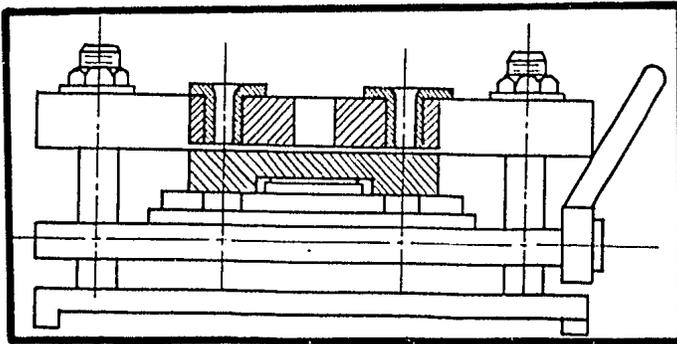
En el tradicional método de producción se diseñaba un jig individual por cada componente elaborada, en lugar de diseñar un sólo jig y diferentes adaptadores auxiliares capaces de cubrir las diferencias de forma y tamaño de las componentes como se hace en la actual tecnología de grupos.

La parte (a) de la siguiente fig.17, muestra un grupo de componentes formado por seis diferentes platos, los cuales requieren de una misma operación de barrenado y los jigs individuales para barrenar los agujeros de cada pieza mientras que la parte (b) de la misma figura, muestra un

jig que ha sido diseñado para producir las mismas componentes, pero por tecnología de grupos.



( a )



( b )

Fig.17. Un jig diseñado para aplicarse en tecnología de grupos

### 2.3 Aspectos que deben ser considerados al seleccionar un Sistema de Clasificación y Codificación.

Muchos son los factores que deben estar contenidos en un sistema de clasificación y codificación bien diseñado. Sin embargo, un sistema detallado y complejo puede resultar un gasto excesivo de tiempo y dinero para la organización.

Los requisitos básicos en los que una industria debe poner su mayor atención antes de seleccionar un sistema de clasificación y codificación, son los siguientes:

- a) El objetivo del sistema.- En este aspecto la industria debe conocer el destino que se le haya dado al sistema; debe saber si éste fué hecho para clasificar componentes en base a sus semejanzas geométricas, por la similitud de sus operaciones de producción o por una combinación de ambas.
- b) Complejidad.- Analizar si lo completo y detallado del sistema no ocasiona grandes gastos de tiempo y dinero para la organización.
- c) Desarrollo.- Analizar si el sistema es capaz de involucrar componentes que se produzcan en épocas posteriores.

- d) Areas de aplicación.- Un buen sistema seleccionado debe abarcar la totalidad de los departamentos de la industria.
- e) Adaptabilidad a la computadora.- Un sistema de clasificación y codificación puede ser operado sin hacer uso de una computadora, sin embargo, es conveniente utilizarla.
- f) Mano de obra disponible.- Analizar si el personal con que cuenta la compañía es capaz de introducir el sistema y capacitar a los empleados o debe pedirse ayuda externa.
- g) Tiempo de implementación.- Se tiene que considerar el tiempo que tomará capacitar a los empleados.
- h) Costo de implementación.- El costo de implementación dependerá de la fuente de la cual se haya obtenido información.

Las necesidades internas de cada compañía hacen que un buen sistema de clasificación y codificación trate en forma particular cada una de las distintas áreas de una industria. Con el fin de hacer una evaluación comparativa de

los distintos sistemas existentes, la industria manufacturera en general tiene que checar parámetros y datos específicos en los diferentes departamentos existentes. El siguiente cuadro 4, muestra la relación existente entre los departamentos de una industria manufacturera metálica y los parámetros propios de las componentes elaboradas.

## DEPARTAMENTO

## PARAMETROS

Ingeniería de diseño.  
 Compras.  
 Control de planeación y del producto.  
 Ingeniería de producción.  
 Areas de fabricación.  
 Control de inventarios.  
 Ventas.  
 Contabilidad.  
 Procesamiento de datos.



Función de la componente.  
 Forma principal.  
 Elementos con forma.  
 Dimesiones.  
 Tolerancias.  
 Forma de la materia prima.  
 Operaciones.  
 Secuencia de operaciones.  
 Máquinas herramientas y accesorios para cortar materiales.  
 Tamaño de lotes.  
 Tiempos de preparación.  
 Tiempos de maquinado.

Cuadro 4. Relación de los parámetros de las componentes con los departamentos de una industria

No obstante, que un sistema de clasificación y codificación esté bien diseñado e involucre la totalidad de los departamentos, los mayores usuarios del sistema son:

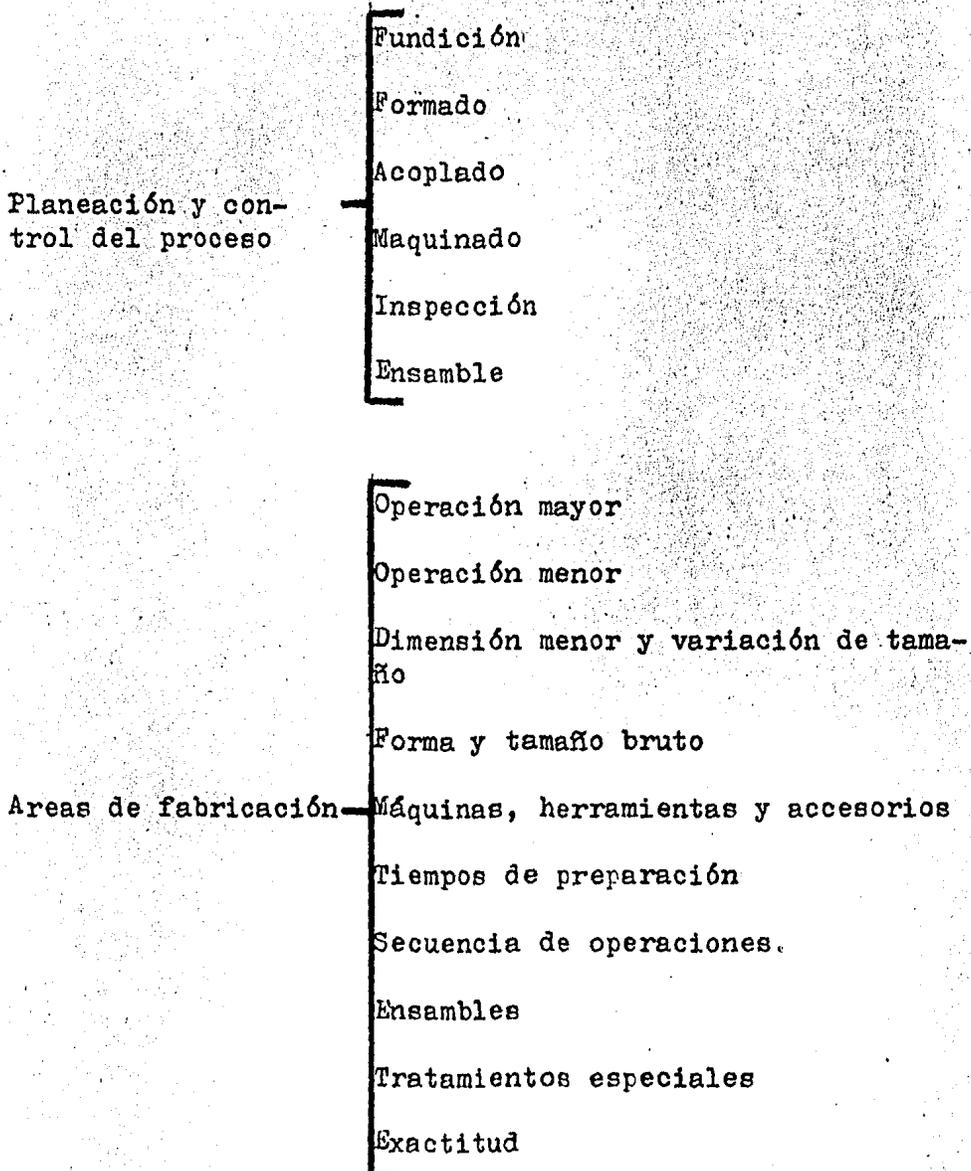
- 1.- Ingeniería de diseño.
- 2.- Planeación y control del proceso.
- 3.- Areas de fabricación.

En consecuencia, antes de seleccionar un sistema de clasificación y codificación, la industria tiene que conocer y revisar los siguientes parámetros que son los más representativos de esos departamentos.

Ingeniería de diseño — [

- Forma principal
- Elementos con forma
- Tamaño y forma de la materia prima
- Dimensiones mayores
- Dimensiones menores
- Tolerancias
- Funciones

Un sistema también tiene que ser evaluado para su -  
 aplicación en diferentes procesos de producción como los -  
 siguientes:



El diseño o la selección de un sistema de clasificación y codificación aporta muchos beneficios y facilita la aplicación de tecnología de grupos. Los mayores beneficios ocasionados por la aplicación de un buen sistema de clasificación y codificación pueden resumirse en los siguientes puntos:

- a) Formación de familias de componentes y de grupos de máquinas.
- b) Captación efectiva de diseños para dibujos y planeación.
- c) Racionalización de diseños.
- d) Estandarización de diseños de productos.
- e) Seguridad confiable en la estadística de las piezas.
- f) Estimación exacta de los requerimientos de máquinas, herramientas, cargas de máquinas racionalizadas y desembolso de capital optimizado.
- g) Menores inventarios de productos terminados y en proceso.
- h) Reducción de los tiempos de transportación, de preparación y del tiempo total de fabricación.
- i) Reducción de los costos y del tiempo para el dise

ño y fabricación de herramientas.

- j) Estandarización de las rutas de los procesos.
- k) Racionalización de la planeación y de las rutas de producción.
- l) Mejor utilización de las máquinas-herramientas y de la mano de obra disponible.
- m) Establecimiento efectivo de una base maestra de datos.

Los grupos de familias de componentes con operaciones y rutas semejantes, pueden ser formadas con la elaboración o la selección de un buen sistema de clasificación y codificación, sin embargo, el método de " Flujo de Producción " ofrece las mejores alternativas para identificar familias de partes de este tipo. Esta es una de las herramientas más fuertes de la tecnología de grupos y por su importancia debe tratarse en forma individual.

Los capítulos siguientes tres y cuatro de esta tesis, tienen como objeto introducir a la industria interesada en implantar tecnología de grupos en sus formas de fabricación con un enfoque del método de flujo de producción. Para realizar esta labor se recurrió al análisis de una industria manufacturera metálica nacional, pues este tipo de

industrias es el que mayormente está relacionado con la aplicación de la tecnología de grupos. Sin embargo, empleando la técnica del método que a continuación se describe, la tecnología de grupos puede ser aplicada a cualquier tipo de empresa.

#### REFERENCIAS.

- (1) C.C. Gallagher, W.A. Knight, " Group Technology ", London Butterworths (1973); 3, 31; 11.
- (2) Dr. Inyong Ham, " Group Technology Applications For Higher Manufacturing Productivity ", University Park, PA, 16802, U.S.A., 3, 18.

# CAPITULO 3

TECNOLOGIA DE GRUPOS CON LA  
TECNICA DE FLUJO DE PRODUCCION.

### 3.1 Introducción.

El análisis de la tecnología de grupos por el método de flujo de producción es una técnica ideada por el profesor J. L. Burbidge del Centro Internacional de Tourin para Técnicas Avanzadas y Adiestramiento Vocacional, para formar familias de componentes y grupos asociados de máquinas.

El método de flujo de producción distribuye una planta en su totalidad por grupos basandose en la semejanza y similitud de las operaciones requeridas para procesar las partes integrantes de una familia: analiza la información contenida sobre las hojas de ruta de las componentes y los ensambles producidos en una fábrica e identifica grupos de familias dentro de los cuales caén componentes con similares rutas de operaciones de producción. Este grupo de operaciones indican el tipo de máquina utilizada y las facilidades de fabricación de cada componente dentro del grupo. El método también identifica componentes poco comunes que por su propia configuración tienen un método de fabricación distinto al de las mayorías y que no se adaptan a la solución propuesta por el análisis de flujo de producción, en este caso, las rutas de los procesos que quedan situadas -

fuera de cualquier grupo pueden ser examinadas individualmente y de esta forma intentar cambiar su modo de producción para integrarlas a un grupo.

Si se reúnen datos de tamaños de lotes, tiempos de preparación y de maquinado; la cantidad de tiempo total de cada operación y la carga de máquina de cada parte de la célula pueden ser determinadas, siendo estos tiempos la base para determinar la capacidad requerida por cada máquina dentro del grupo.

La técnica está interesada sólo en los métodos, la planta y las herramientas de producción y no considera para nada los diseños de rasgos y forma geométrica de las componentes. Este método no trata de cambiar los procesos de producción o llevar a cabo una revolución tecnológica en la industria, por el contrario dice que " la mejor forma de introducir tecnología de grupos es cambiando primero la distribución de la planta con las mismas máquinas y los mismos métodos de producción, lo cual evita grandes inversiones en la creación de nuevas plantas y gastos innecesarios en la compra de nuevas máquinas y herramientas ". Este cambio conjuntado con la simplificación de la administración reduce significativamente los tiempos y los costos.

de producción; prevee una estimación exacta de la carga y el balanceo de la línea de producción; determina en forma óptima los tiempos de compra de materiales y entrega de productos, liberando al mismo tiempo las inversiones existentes por tener grandes inventarios de productos terminados y de partes en proceso y no requiere de grandes inversiones de capital.

En resumen el método de flujo de producción es :

" Una técnica para planear los procesos de producción de una industria en su totalidad por medio de grupos, así como para lograr una distribución de planta más ordenada, resultando un flujo mejor de trabajo "

El método propuesto por el profesor Burbidge consta básicamente de los siguientes cinco pasos:

- 1.- Analizar el flujo de producción de la fábrica.
- 2.- Reunir datos de las partes producidas relacionados con las rutas de sus procesos.
- 3.- Captar los datos sobre algún sistema de registro.
- 4.- Ordenar la información manualmente o utilizando

algún sistema del procesamiento electrónico de -  
datos tomando como base las rutas de las opera -  
ciones de producción.

5.- Analizar el resultado de la clasificación.

La técnica utilizada en este estudio para formar gru -  
pos de componentes con similares rutas de fabricación, si -  
gue la secuencia propuesta por el profesor Burbidge, sien -  
do ésta un buen principio para aquellas industrias que -  
quieran familiarizarse con la tecnología de grupos.

### 3.2 Análisis del Flujo de Producción de la fábrica.

Analizar el flujo de producción de la fábrica es el  
primer paso que se sugiere para formar grupos de familias  
de componentes y grupos de máquinas basados en las opera -  
ciones requeridas para procesar las partes pertenecientes  
a las familias. Este paso puede ser no esencial en compa -  
ñías muy simples con sólo un departamento de producción y  
sin operaciones subcontratadas. Sin embargo, la implemen -  
tación de este método puede resultar imposible sin alguna  
relación inicial del flujo de producción de la fábrica.

La fig.18 muestra el flujo actual de producción de una Industria Mexicana productora de partes metálicas (1), trabajando actualmente en el mercado nacional y por medio de la cual se intenta dar a conocer una de las aplicaciones de la tecnología de grupos, siendo de gran ayuda para mejorar su productividad.

Como puede verse en esta figura, la extensa variedad de componentes que se fabrican en las industrias de ese tipo, cuya característica principal es la producción por lotes pequeños, dan como resultado una gran variedad de partes trazando su ruta a través de las diversas secciones de maquinado hasta que finalmente surgen como un producto terminado. En este tipo de distribución, conocida también como funcional, cada componente puede visitar más de una vez las distintas unidades de torneado, taladrado, fresado, troquelado o soldado, lo que origina grandes colas de partes esperando ser procesadas debido al tiempo que se pierde en desmontar y montar herramientas y accesorios que son en la mayoría de los casos diferentes para cada componente elaborada. Si a esto le sumamos las distintas colas de partes que se forman por las diferentes rutas de operaciones de producción que son realizadas al mismo tiempo, el efec-

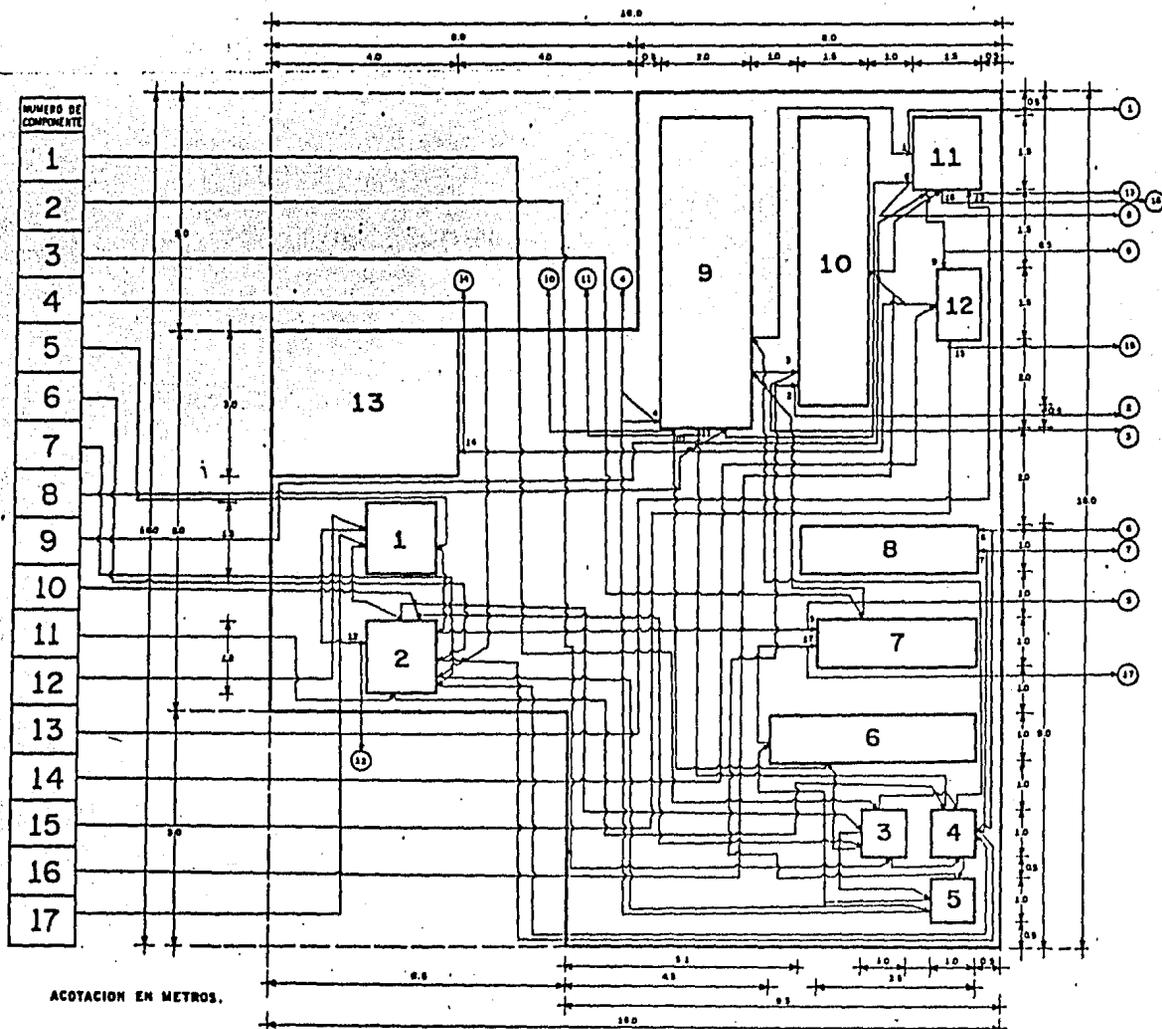


Fig.18. Flujo actual de producción de la industria manufacturera (1).

to total será que el tiempo total de producción se incrementará causando muchos problemas en el flujo y control de la producción. Es aquí donde la tecnología de grupos juega un papel importante para la solución de estos problemas, -  
pues al formarse correctamente familias de componentes con similares procesos de fabricación y grupos de máquinas y -  
herramientas diseñadas de tal forma que puedan cubrir todas las operaciones necesarias para fabricar las partes in  
tegrantes de una familia, se estará simplificando grandemente las formas de fabricación y entonces el flujo de la fábrica quedará reducido a un grupo de sencillas rutas de operaciones de producción realizadas por las células.

La integración de máquinas y componentes producidas por grupos es una labor muy fácil de realizar si se reúnen una serie de datos adecuados acerca de la forma de como se fabrican y un método eficaz de ordenar la información reunida basado en las rutas de las operaciones de producción, como se describe en las secciones siguientes del presente capítulo.

### 3.3 Información necesaria para formar Grupos de Familias de Componentes y Células para una Distribución de Planta por Grupos.

Los datos mínimos que una industria debe reunir acerca de las componentes que produce y en donde se quiere implementar tecnología de grupos aplicando el método de flujo de producción, son los siguientes:

- 1.- Todas las componentes involucradas en el análisis, identificadas numéricamente.
- 2.- Las rutas de las operaciones de producción de cada componente elaborada, identificadas también por un sistema numérico.

Los siguientes cuadros 5 y 6, contienen respectivamente una lista detallada de las partes fabricadas y las máquinas utilizadas por la industria (1) y que corresponden al diagrama de flujo de producción de la anterior figura 18. Nótese que estas componentes y máquinas han sido identificadas numéricamente como propone el método de flujo de producción y así hacer de este sistema una buena aplicación.

COMPONENTE	IDENTIFICADOR
	NUMERICO
Perno planchado	1
Conector cm-5	2
Tornillo para conector	3
Perno moleteado	4
Perno seguro Kabodi	5
Buje codera	6
Buje sin cuerda	7
Varilla para visera	8
Injerto	9
Engrane de aluminio	10
Engrane de latón	11
Cremallera longitudinal	12
Charola para jaula	13
Soportes para postes	14
Abrazadera unicanal	15
Birlos	16
Horquilla para embrague	17

Cuadro 5. Lista de partes fabricadas en la industria (1).

MAQUINA	DIGITO NUMERICO
Fresa vertical de 1 pie de largo	1
Fresa vertical Verina Genova	2
Taladro vertical de pedestal 282888	3
Taladro vertical de pedestal 239189	4
Taladro vertical de pedestal 52877106	5
Torno horizontal Vöest	6
Torno horizontal TB-200	7
Torno horizontal ADA-250	8
Torno revolver Apeka	9
Torno revolver Ahmsa	10
Troqueladora Keorge	11
Troqueladora Peloplas	12
Equipo para soldadura eléctrica y autógena	13

Cuadro 6. Lista de máquinas utilizadas en la industria (1).

Las máquinas utilizadas en la fabricación de cada una de las componentes representan las operaciones necesarias para su procesamiento, de esta forma se ha elaborado el cuadro 7 donde las máquinas contenidas en cada columna indican las operaciones de las rutas de producción de cada componente.

Nº de máquina Nº de componente	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1			✓	✓					✓		✓		
2			✓	✓	✓					✓			
3							✓		✓	✓			
4		✓			✓				✓				
5	✓	✓					✓						
6		✓		✓				✓					
7		✓		✓				✓					
8									✓		✓		
9											✓	✓	
10		✓	✓			✓			✓				
11		✓		✓					✓				
12	✓	✓											
13												✓	
14												✓	✓
15												✓	
16										✓	✓		
17	✓	✓	✓		✓	✓	✓						

Debido a la experiencia de las industrias que ya están aplicando tecnología de grupos, se recomienda que además de los datos anteriores se reúna la siguiente información secundaria identificada numéricamente, la cual puede ser de gran ayuda para un análisis posterior de carga y balanceo de la línea de producción:

- a) El tiempo de preparación por lote o por unidad.
- b) El tiempo de maquinado por lote o por unidad.
- c) Tamaño de lotes producidos.
- d) La máquina en la cual es necesario realizar el trabajo.
- e) El material utilizado para fabricar las piezas.
- f) Un indicador para la componente que tiene que dejar la fábrica por operaciones especiales externas como tratamiento de calor o preparación de superficies.
- g) El costo de la componente.
- h) Un identificador para el tamaño de la componente.

En el siguiente cuadro 8, se muestran algunos de los datos más importantes de la lista de arriba, los cuales es

tán relacionados con las piezas producidas en la industria manufacturera metálica (1), cuyo contenido es el que a continuación se expone:

- a) En la columna uno, se encuentra un identificador numérico para las componentes producidas y que corresponden a la lista del cuadro 5.
- b) En la columna dos, el tamaño de lote producido por mes.
- c) En las siguientes columnas se encuentran especificados los tiempos de preparación y de maquinado por  $T_p$  y  $T_m$  respectivamente. Estos tiempos corresponden a las máquinas listadas en el cuadro 6.

Puede que algunos de los datos aquí mostrados sean de poco interés para varias empresas ya que sus necesidades individuales hacen que cada industria en particular pueda utilizar parámetros diferentes, sin embargo los fines perseguidos por la tecnología de grupos se seguirán cumpliendo.

El objetivo de aplicar tecnología de grupos es evitar cambios innecesarios a máquinas que realicen una misma

Nº de Componente	Tamaño del lote	Máquina Nº 1		Máquina Nº 2		Máquina Nº 3		Máquina Nº 4		Máquina Nº 5		Máquina Nº 6		Máquina Nº 7		Máquina Nº 8		Máquina Nº 9		Máquina Nº 10		Máquina Nº 11		Máquina Nº 12		Máquina Nº 13	
		T <sub>P</sub>	T <sub>M</sub>																								
1	8000	—	—	—	—	0.33	0.0023	0.33	0.0028	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	0.008	—	—	0.9	0.0068	—	—	—	—
2	8000	—	—	—	—	0.78	0.000183	0.78	0.00046	0.78	0.00086	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	0.0042	—	—	—	—	—	—
3	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.28	0.01188	—	—	1.48	0.0033	1.48	0.0033	—	—	—	—	—	—
4	8000	—	—	1.0	0.007	—	—	—	—	0.28	0.0042	—	—	—	—	—	—	1.0	0.0086	—	—	—	—	—	—	—	—
5	8000	1.0	0.0167	1.0	0.033	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	0.033	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	8000	—	—	1.0	0.0187	—	—	0.28	0.0042	—	—	—	—	—	—	2.0	0.028	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	8000	—	—	1.0	0.0187	—	—	0.28	0.028	—	—	—	—	—	—	2.0	0.028	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	18000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.28	0.01687	—	—	0.9	0.0014	—	—	—	—
9	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.75	0.0025	0.75	0.0045	—	—
10	100	—	—	0.0884	0.883	0.33	0.01188	—	—	—	—	0.188	0.18	—	—	—	—	0.33	0.0086	—	—	—	—	—	—	—	—
11	100	—	—	0.8	0.183	—	—	0.33	0.0042	—	—	—	—	—	—	—	—	0.887	0.028	—	—	—	—	—	—	—	—
12	108	0.188	0.008	0.8	0.183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	7800	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.188	0.0088	—	—	—	—
14	8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.883	0.0128	0.083	0.188	—	—
15	8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.08	0.0128	—	—	—	—
16	8000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.2	0.08	0.78	0.0028	—	—
17	8000	0.887	0.0187	1.8	0.033	0.887	0.0188	—	—	0.78	0.01188	1.8	0.088	0.8	0.0042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Cuadro 8. Tamaño de lotes producidos por mes, tiempos de preparación y de maquina do para las componentes producidas (identificadas numéricamente) por la industria manufacturera metálica (1).

operación con el fin de reducir el tiempo total de producción minimizando los tiempos de preparación y transporte. Estos son los mayores problemas que aquejan a las industrias de mediana y baja producción y con los cuales la tecnología de grupos está relacionada. Por ejemplo, la siguiente fig.19 muestra a manera de bloques la secuencia de las máquinas utilizadas para procesar la componente identificada con el dígito numérico 17 en el cuadro 5 y cuyo flujo de producción puede verse en el diagrama de la fig.18.

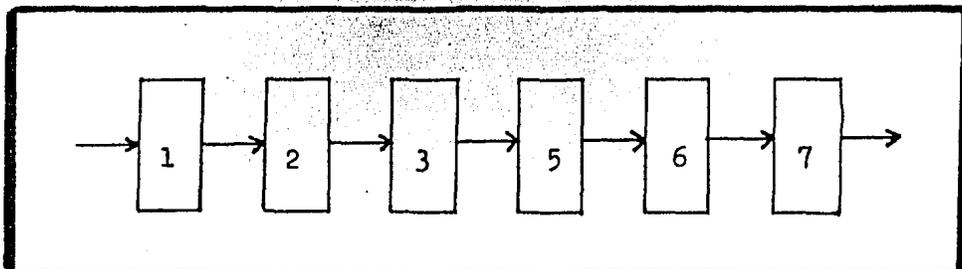


Fig.19. Secuencia de las máquinas utilizadas para procesar una horquilla para embrague.

Los bloques 6 y 7, como indica la lista de máquinas del cuadro 6 y las rutas de las operaciones de producción del cuadro 7, son máquinas similares que se utilizan para realizar la misma operación de torneado. Esto trae como consecuencia pérdida de tiempo en preparar el equipo para efectuar la operación y pérdida de tiempo en transportar -

la pieza de un lugar a otro. Esto puede evitarse diseñando una herramienta equipada con accesorios, que montada sobre una máquina sea capaz de realizar las dos operaciones con sólo unos cuantos movimientos de ajuste de la herramienta. Lo mismo sucede con las máquinas representadas por los bloques 3 y 4.

Situaciones diferentes se presentan cuando para ejecutar una operación específica sobre una componente, la industria dispone de varias máquinas que funcionalmente realizan la misma operación y sin embargo es preciso llevarla a cabo sobre cierto tipo de máquina.

Entonces, para efectos de aplicación del método de flujo de producción, tenemos que considerar como una misma operación las que puedan ser ejecutadas en forma indistinta en cualquiera de las máquinas disponibles en el taller y como operaciones diferentes, las que tengan que realizarse específicamente sobre un cierto tipo de máquina.

De lo anterior, si en lugar de elaborar una hoja de ruta como la presentada en el cuadro 7, se diseña otra cuya secuencia de los procesos impliquen operaciones que hayan sido diferenciadas funcionalmente sobre cada una de las máquinas, equivaldrá a que se estén formando grupos de

máquinas necesarias para procesar componentes con similares operaciones de producción. Para tal efecto es necesario identificar todas las operaciones realizadas en la industria y de esta forma clasificar más fácilmente la información.

La industria en cuestión (1), básicamente realiza las siguientes operaciones de producción: fresado, torneado, troquelado, taladrado y soldado. Las máquinas que utiliza para ejecutar cada una de estas operaciones pueden verse en el siguiente cuadro 9, y que corresponden a la lista de máquinas del cuadro 6.

Máquina \ Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Fresado	✓	✓											
Taladrado			✓	✓	✓								
Torneado						✓	✓	✓	✓	✓			
Troquelado											✓	✓	
Soldado													✓

Cuadro 9. Operaciones realizadas y máquinas utilizadas en una industria manufacturera nacional (1).

Del cuadro anterior podemos observar que las máquinas 6, 7 y 8 a pesar de ejecutar la misma operación de torneado que las máquinas 9 y 10, se utilizan para procesar componentes de rasgos geométricos más sofisticados que las que se elaboran en estas últimas. Caso semejante sucede con las máquinas 11 y 12, que debido a sus diferentes capacidades de corte de material, las operaciones realizadas sobre ellas también tienen que diferenciarse.

Una vez hecha la aclaración, las operaciones que realiza esta industria pueden verse en el siguiente cuadro 10, y que para efectos de aplicar el método de flujo de producción se han identificado numéricamente.

Operación	Identificador Numérico
Fresado	1
Taladrado	2
Torneado(1)	3
Torneado(2)	4
Troquelado(1)	5
Troquelado(2)	6
Soldado	7

Cuadro 10. Operaciones realizadas en la industria nacional (1), preparadas para aplicar la técnica de flujo de producción.

Los siguientes cuadros 11 y 12, representan respectivamente las máquinas disponibles para realizar las operaciones contenidas en el cuadro anterior y una hoja de las rutas de los procesos de fabricación utilizando estas máquinas.

Máquina Operación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	✓	✓											
2			✓	✓	✓								
3						✓	✓	✓					
4									✓	✓			
5											✓		
6												✓	
7													✓

Cuadro 11. Máquinas disponibles para realizar las operaciones relacionadas con la industria (1).

Operación Componente	1	2	3	4	5	6	7
1		✓		✓	✓		
2		✓		✓			
3			✓	✓			
4	✓	✓		✓			
5	✓		✓				
6	✓	✓	✓				
7	✓	✓	✓				
8				✓	✓		
9					✓	✓	
10	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓		✓			
12	✓						
13					✓		
14						✓	✓
15						✓	
16				✓	✓		
17	✓	✓	✓				

Cuadro 12. Una hoja de las rutas de los procesos lista para aplicar la técnica de flujo de producción.

### 3.4 Registro y agrupamiento de componentes y máquinas por la Ruta de sus Operaciones de Producción.

La integración de componentes en grupos de familias y el diseño de células, cuyas partes sean capaces de procesar todas las componentes pertenecientes a una familia, puede hacerse clasificando las rutas de las operaciones de producción en forma manual o ayudándose del procesamiento electrónico de datos. La selección de cualquiera de estos métodos dependerá de las facilidades que tenga la industria de disponer de personal capacitado para manejar información utilizando una computadora y de absorber los gastos que se originen por esto. Sin embargo, considerando que este estudio tiene como objetivo la aplicación de la tecnología de grupos, el agrupamiento de las componentes y las máquinas se hará en forma manual de la siguiente manera:

Tomando como base las rutas de las operaciones representadas en el cuadro 12, se procede a ordenar las operaciones últimas de los procesos, operaciones representadas por las columnas finales de la hoja de ruta, en seguida las antepenúltimas y así sucesivamente hasta ordenar la primera operación. Este proceso resultará en un agrupamien

to de las componentes, de tal forma que la primera operación tendrá prioridad, a continuación la segunda, la tercera y así sucesivamente. Este planteamiento es muy útil cuando el número de procesos se aproxima al flujo de trabajo de la fábrica.

Si la clasificación de las operaciones de las rutas se hace utilizando una computadora, cada proceso tendría que registrarse por ejemplo sobre una tarjeta perforada (ver pag. 36, sección 2.2.2) entonces, la técnica para ordenar las rutas queda diagramáticamente representada por la fig.20 de la siguiente hoja.

Algunos trabajos han sido desarrollados para diseñar un programa para computadora capaz de ordenar óptimamente las rutas de los procesos, sin embargo, todavía no se ha elaborado uno que en la práctica satisfaga por completo a la industria, por lo que es conveniente que la terminación de una corrida sea decidida por personal muy enterado de los procesos de producción.

La aplicación del planteamiento anterior se puede ver en el cuadro 13, en el que partiendo de una face inicial sin ordenar (cuadro 12) se llega a un grupo de componentes clasificadas por sus procesos de fabricación.

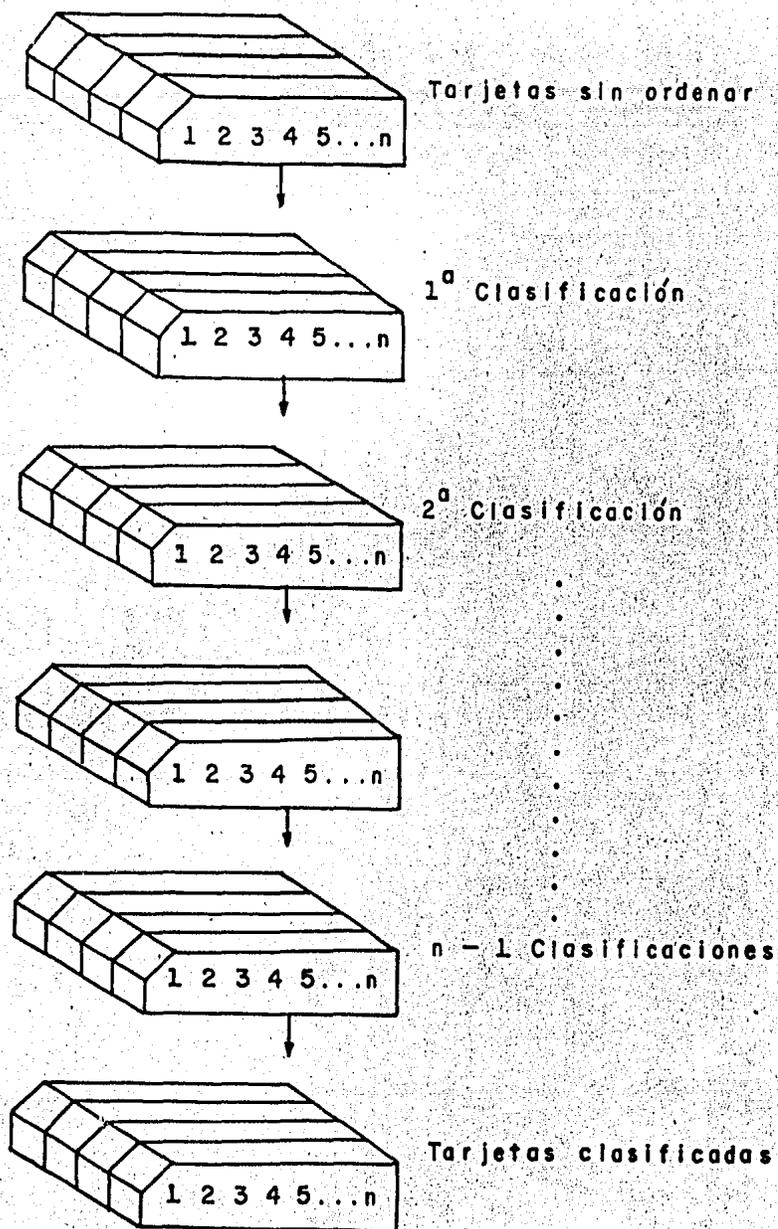


Fig.20. Representación gráfica de la clasificación de un paquete de tarjetas conteniendo las rutas de las operaciones de producción de las componentes fabricadas en una industria.

Operación \ Componente	1	2	3	4	5	6	7
1		✓		✓	✓		
2		✓	✓	✓			
3			✓	✓			
4	✓	✓	✓	✓			
5	✓	✓	✓				
6	✓	✓	✓				
7	✓	✓	✓				
8				✓	✓		
9						✓	
10	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓		✓			
12	✓						
13					✓		
14						✓	✓
15						✓	✓
16				✓	✓		
17	✓	✓	✓	✓			

Fase inicial

Operación \ Componente	1	2	3	4	5	6	7
1		✓		✓	✓		
2		✓	✓	✓			
3			✓	✓			
4	✓	✓	✓	✓			
5	✓	✓	✓				
6	✓	✓	✓				
7	✓	✓	✓				
8				✓	✓		
10	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓		✓			
12	✓						
16				✓	✓		
12	✓	✓	✓				
9					✓	✓	
13					✓	✓	
15						✓	✓
14						✓	✓

Segunda fase

Operación \ Componente	1	2	3	4	5	6	7
2		✓		✓			
3			✓	✓			
4	✓	✓	✓	✓			
5	✓	✓	✓				
6	✓	✓	✓				
7	✓	✓	✓				
10	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓		✓			
12	✓						
17	✓	✓	✓				
1		✓		✓	✓		
8				✓	✓		
16				✓	✓		
9						✓	✓
13					✓	✓	
15						✓	✓
14						✓	✓

Tercera fase

Operación \ Componente	1	2	3	4	5	6	7
5	✓		✓				
6	✓	✓	✓				
7	✓	✓	✓				
12	✓	✓	✓				
17	✓	✓	✓				
10	✓	✓	✓	✓			
4	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓	✓				
2		✓	✓	✓			
3			✓	✓			
1		✓		✓	✓		
8				✓	✓		
16				✓	✓		
9						✓	✓
13					✓	✓	
15						✓	✓
14						✓	✓

Cuarta fase

Operación \ Componente	1	2	3	4	5	6	7
6	✓	✓	✓				
7	✓	✓	✓				
17	✓	✓	✓				
5	✓		✓				
12	✓						
10	✓	✓	✓	✓			
4	✓	✓	✓	✓			
11	✓	✓	✓	✓			
2		✓	✓	✓			
3			✓	✓			
1		✓		✓	✓		
8				✓	✓		
16				✓	✓		
9						✓	✓
13						✓	✓
15						✓	✓
14						✓	✓

Fase final

Cuadro 13. Secuencia de la clasificación de las componentes y las máquinas en la industria (1).

Del resultado de la clasificación se tiene que decidir cuales máquinas y componentes son las que integrarán las células y los grupos de familias de partes respectivamente. Este es el paso más difícil de dar al aplicar el método de flujo de producción, sin embargo, alguna decisión debe tomarse al respecto y es aconsejable que cuando llegue el momento hacerlo, ésta sea supervisada por un miembro del departamento de producción.

### 3.5 Análisis de la Clasificación.

Tomando como base la face final de la clasificación, representada en el cuadro anterior, se procede a hacer un análisis minucioso de la relación operación-componente con el fin de encontrar la semejanza de las máquinas utilizadas para un cierto grupo de componentes. Es así como observamos que la totalidad de las componentes 6, 7, 17, 5, 12, 10, 4 y 11 están relacionadas con la operación 1, no así con la operación 4. Esta diferencia de operaciones para algunas de las partes de este grupo y la disponibilidad de varias máquinas para realizar una misma operación, originan la idea de separar las partes 6, 7, 17, 5 y 12 del res

to de partes producidas para formar el grupo " A " .

Las máquinas necesarias para procesar este grupo de componentes podemos asignarlas visualizando el cuadro 10, por ejemplo, para llevar a cabo la operación 1 se cuenta con las fresadoras 1 y 2, que en forma indistinta pueden emplearse para efectuar esta operación; los taladros 3, 4 y 5 para ejecutar la operación 2 y los tornos 6, 7 y 8 para la operación 3.

En el siguiente cuadro 14, se muestran las componentes que integran este grupo y las máquinas necesarias para cubrir la ruta de sus operaciones de producción.

Máquina Componente	1	2	3
6	✓	✓	✓
7	✓	✓	✓
17	✓	✓	✓
5	✓		✓
12	✓		

Cuadro 14. Grupo " A " de componentes y máquinas discernido del análisis de la clasificación final.

Con la misma técnica utilizada para formar el grupo " A " se puede analizar el resto de las componentes, pero ahora tomando como base inicial las componentes 10, 4, 11, 2, 3, 1, 8 y 16 del mismo cuadro 13. Este grupo de componentes está relacionado totalmente con la operación 4, sin embargo, sólo las partes 1, 8 y 16 presentan semejanza con la operación 5. Esto trae como consecuencia la idea de dividir el total de estas componentes en las dos partes siguientes.

- i) Componentes relacionadas con la operación 4, pero no con la operación 5, o sea las componentes 10, 4, 11, 2 y 3.
- ii) Componentes relacionadas con la operación 5, o sea las componentes 1, 8 y 16.

Como puede observarse en el cuadro 11 y en la fase final de la clasificación representada en el cuadro 13, las componentes que están relacionadas con la operación 4, pero no con la 5, requieren de por lo menos dos de las siguientes operaciones: 1, 2, 3 y 4. Ahora bien, para llevar a efecto la operación 1, sólo se dispone de la máquina 2, ya que la fresadora 1 ha sido asignada para procesar las partes del grupo " A ". De la misma forma para ejecutar la

operación 2 sólo están disponibles las máquinas 4 y 5; para la operación 3 están en espera de ser utilizadas las máquinas 7 y 8 y para la operación 4 las máquinas 9 y 10. La duplicidad de estas dos últimas máquinas para realizar la operación 4, permite que se puedan separar las componentes 10, 4, 11, 2 y 3 del resto de componentes que no han sido agrupadas, para formar el grupo " B ". El siguiente cuadro 15, muestra las componentes que integran este grupo y la célula que se ha formado para procesar sus partes.

Máquina \ Componente	2	4	7	9
10	✓	✓	✓	✓
4	✓	✓		✓
11	✓	✓		✓
2		✓		✓
3			✓	✓

Cuadro 15. Grupo " B " de componentes y máquinas discernido de la clasificación final.

El grupo " C " queda integrado por las componentes - 1, 8, 16, 9, 13, 15 y 14 que son el resto de las piezas fabricadas. La célula para cubrir las rutas de sus operaciones de producción queda supeditada también al resto de las

máquinas disponibles para realizar cada operación. Sin embargo, si se observa la parte (d) del cuadro 13, se nota que la totalidad de las partes que integran este grupo no están relacionadas para nada con la operación 3, esto trae consigo el sobrante de la máquina torneadora 8. Esta máquina puede asignarse ya sea al grupo " A " o al grupo " B ", para que en conjunto con las máquinas 6 o 7 realicen la operación 3. Sin embargo, dado que el tamaño de los lotes producidos por el grupo " B " son más pequeños que los que se producen por medio del grupo " A ", se asignará a este último grupo la máquina 8.

El siguiente cuadro 16, muestra las componentes que forman el grupo " C " y la célula generada para procesar sus partes.

Máquina \ Componente	5	10	11	12	13
1	✓	✓	✓		
8		✓	✓		
16		✓	✓		
9			✓	✓	
13			✓		
15				✓	
14				✓	✓

Cuadro 16. Grupo " C " de componentes y células discernido de la clasificación final.

En el siguiente cuadro 17, se muestra en conjunto - los grupos de familias de componentes y las células formadas, resultado de la clasificación final de las rutas de las operaciones de producción de las partes producidas en la industria (1).

Máquina \ Componente	1	3	6-8	2	4	7	9	5	10	11	12	13
6	✓	✓	✓									
7	✓	✓	✓									
17	✓	✓	✓									
5	✓		✓									
12	✓											
10				✓	✓	✓	✓					
4				✓	✓		✓					
11				✓	✓		✓					
2					✓		✓					
3						✓	✓					
1								✓	✓	✓		
8									✓	✓		
16									✓	✓		
9										✓	✓	
13										✓		
15											✓	
14											✓	✓

Cuadro 17. Grupos de familias de componentes y células discernidos del análisis de la clasificación final.

### 3.6 Distribución de Planta por Grupos por el Método de Flujo de producción.

Una distribución de planta por grupos, que se asemeje a los modernos centros de maquinado, cuya principal característica es un flujo de producción en línea, puede ser lograda arreglando las máquinas requeridas para procesar las partes que integran los grupos de familias discernidos del análisis final de la clasificación de las rutas de sus operaciones de producción. Distribuyendo la maquinaria en esta forma se minimizan los problemas relacionados con las distancias de transportación y las líneas de espera. Optimizándose además el área grande ocupada por las máquinas distribuidas por el método funcional en comparación con una distribución hecha aplicando tecnología de grupos.

La siguiente fig.21, muestra la distribución de planta propuesta para la industria nacional (1) aplicando la técnica de flujo de producción. Es importante hacer notar de esta figura, la simplicidad lograda en su flujo de producción utilizando tecnología de grupos en contraste con el mostrado en la fig.18 para una distribución de planta empleando el método funcional.



## REFERENCIAS

- (1) Datos obtenidos en relación directa con la industria -  
manufacturera metálica nacional " VIL-TEC S.A. ".

# CAPITULO 4

ANALISIS ECONOMICO DE LA  
APLICACION DE LA TECNOLOGIA  
DE GRUPOS.

#### 4.1 Beneficios Económicos de la Tecnología de Grupos.

Muchos son los beneficios logrados por una buena - implementación de Tecnología de Grupos. Entre las princi - pales mejoras que se obtienen al aplicar ésta nueva forma de producción se tienen las siguientes:

- Diseño de productos más efectivos.
- Menos inventarios de productos terminados y en - proceso.
- Compras de materias primas más adecuadas con la - demanda.
- Planeación y control de la producción más simpli - ficada.
- Optima secuenciación y carga de la línea de pro - ducción.
- Tiempos de producción más cortos.
- Utilización más efectiva de máquinas caras.

Todos éstos beneficios contribuyen a reducir en for - ma considerable los costos de fabricación. Sin embargo, no son susceptibles de presentarse al mismo tiempo sino que -

van emergiendo poco a poco a través del tiempo como se muestra en la siguiente fig.22.

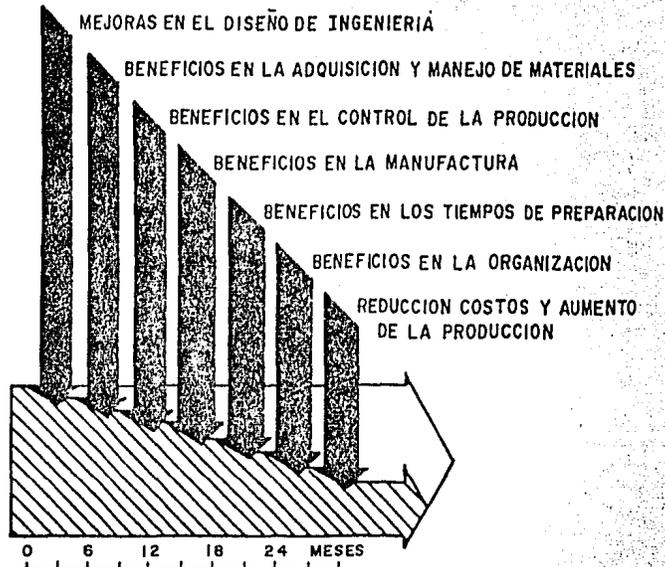


Fig.22. Reducción de los costos de manufactura a través de la aplicación de la Tecnología de Grupos (1).

Las utilidades que se obtienen al aplicar Tecnología de Grupos son cuantiosas, sin embargo, se requiere un período de tiempo después de haber logrado una buena aplicación para que puedan visualizarse las ganancias netas logradas, como se observa en la fig.23, se tiene que invertir cierta cantidad de dinero a través del tiempo debido a los costos que se originan por la obtención de los datos

involucrados en el análisis, por la aplicación misma de la Tecnología de Grupos y el mantenimiento del sistema.

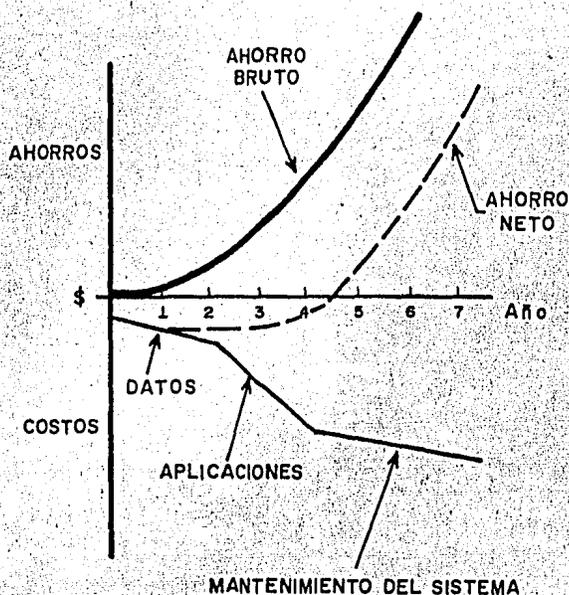


Fig.23. Gráfica de ahorro al implementar la Tecnología de Grupos (1).

La justificación económica de la aplicación de Tecnología de Grupos es la clave para que una industria decida afirmativa o negativamente si acepta un cambio en sus formas de producción. Es aconsejable que el análisis de esta justificación se refiera a las aplicaciones específicas de la Tecnología de Grupos, con las cuales la

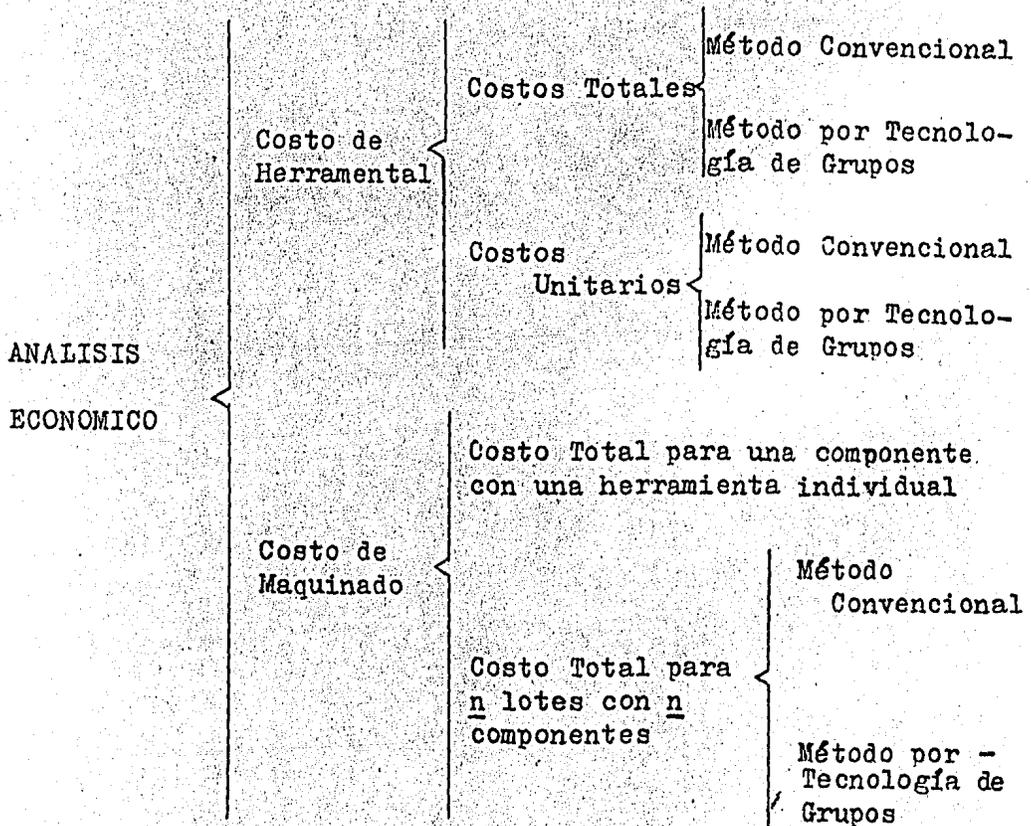
industria está relacionada, por ejemplo, justificar los ahorros que se tienen por la estandarización de diseños, dibujos, especificación de materiales, máquinas, herramientas y accesorios que se logran al formar grupos de familias de componentes con similitud en sus rasgos geométricos de forma y tamaño o por las ganancias logradas por la reducción en los tiempos de preparación y de maquinado debido al diseño de jigs y adaptadores capaces de procesar cualquier componente de una familia formada por la similitud de sus operaciones de fabricación.

#### 4.2 Análisis Económico.

Una de las ventajas de la aplicación de la Tecnología de Grupos es el diseño de herramientas y adaptadores en forma de jigs de grupo, lo que reduce significativamente el costo y el tiempo de preparación de la herramienta y en consecuencia los costos y tiempos totales de producción.

Varias fórmulas y procedimientos han sido desarrollados para hacer un análisis económico de los costos implicados por las máquinas-herramientas utilizadas entre el método convencional y la Tecnología de Grupos. Dichos

costos se concentran en el siguiente cuadro 18, en el cual se hace una clasificación para observar en un contexto general y saber a ciencia cierta cual es la justificación de la implementación de la Tecnología de Grupos.



Cuadro 18. Clasificación de los diferentes costos analizados para llevar a cabo el análisis económico.

## 4.2.1 Costos de Herramental.

## I) Costos Totales.

## i) Por el Método Convencional

$$C_{tw1} = \sum_{i=1}^p C_{wl}(i) \quad (1)$$

donde:

$C_{wl}$  : Costo del herramental para el método convencional, \$.

$C_{tw1}$  : Costo total del herramental usando "p" herramientas diferentes, \$.

$p$  : Número de herramientas diferentes usadas.

## ii) Por el Método de Tecnología de Grupos

$$C_{tw2} = \sum_{i=1}^q C_a(i) + C_{w2} \quad (2)$$

donde:

$C_{w2}$  : Costo de un jig, \$.

$C_{tw2}$  : Costo total del herramental para grupos usando un jig con "q" diferentes adaptadores, \$.

$C_a$  : Costo de un adaptador, \$.

$q$  : Número de adaptadores usados para la producción de una familia de componentes.

## II) Costos Unitarios.

## i) Por el Método Convencional

$$C_{ul} = \frac{C_{tw1}}{N} = \frac{\sum_{i=1}^p C_{w1}(i)}{N} \quad (3)$$

donde:

$C_{ul}$  : Costo unitario del herramental para el método convencional, \$/pieza.

$N$  : Número de partes producidas.

## ii) Por el Método de Tecnología de Grupos

$$C_{u2} = \frac{C_{tw2}}{N} = \frac{\sum_{i=1}^q C_a(i) + C_{w2}}{N} \quad (4)$$

donde:

$C_{u2}$  : Costo unitario del herramental para el método por grupo, \$/pieza.

Los datos mostrados en el siguiente cuadro 19 se dan con el fin de poder comparar el método convencional y el método de Tecnología de Grupos. Dichos datos se obtuvieron para la familia "A" (secc. 3.5), para la operación de fresado de las componentes pertenecientes a ésta familia, ya

que al tener cinco componentes nos genera un requerimiento de cinco jigs para las herramientas convencionales y para el método por grupos un jig maestro más cuatro adaptadores. Los costos de los adaptadores y de los jigs son valores comerciales en el mercado.

Artículo	Método con herramienta convencional	Método con herramienta por grupo
Costo del jig para fresar(\$)	52500	146500
Número de jigs requeridos(pza)	5	1
Costo de un adaptador(\$)	-----	28300
Número de adaptadores requeridos(pza)	-----	4
Número de piezas producidas	18600	18600

Cuadro 19. Costo de herramientas para el método convencional y para el método de Tecnología de Grupos.

Una vez obtenidos los costos de las herramientas que se utilizan en ambos métodos, podemos aplicar las ecuaciones anteriores con el fin de encontrar los costos totales y unitarios para ambos métodos, los cuales se muestran en el siguiente cuadro 20.

No.de componentes en la familia de partes	Método convencional de herramientas		Método de herramientas en grupo	
	$C_{tw1}$	$C_{ul}$	$C_{tw2}$	$C_{u2}$
1	52500	2.82	174800	9.39
2	105000	2.82	203100	5.45
3	157500	2.82	231400	4.15
4	210000	2.82	259700	3.49
5	262500	2.82	288000	3.09
6	315000	2.82	316300	2.83
7	367500	2.82	344600	2.64
8	420000	2.82	372900	2.50
9	472500	2.82	401200	2.39
10	525000	2.82	429500	2.31
11	577500	2.82	458700	2.23
12	630000	2.82	486100	2.18
13	682500	2.82	514400	2.12
14	735000	2.82	542700	2.08
15	787500	2.82	571000	2.04
16	840000	2.82	599300	2.01
17	892500	2.82	627600	1.98

Cuadro 20. Tabla de costos para comparar ambos métodos.

Los datos contenidos en el cuadro anterior se obtuvieron haciendo referencia al cuadro 19 y sustituyendo valores en las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 cuando el número de partes dentro de la familia es 3, así tenemos que:

a) Para el Método Convencional

$$C_{tw1} = \sum_{i=1}^3 C_{wl}(i)$$

$$C_{tw1} = 52500 + 52500 + 52500 = 157500$$

$$C_{ul} = \frac{C_{tw1}}{N} = \frac{157500}{18600(3)} = 2.822$$

b) Para el Método de Tecnología de Grupos

$$C_{tw2} = \sum_{i=1}^3 C_a(i) + C_{w2}$$

$$C_{tw2} = 28300 + 28300 + 28300 + 146500 = 231400$$

$$C_{u2} = \frac{C_{tw2}}{N} = \frac{231400}{18600(3)} = 4.15$$

Con el fin de comparar los costos de las herramientas utilizadas por el método convencional y por la Tecno -

logía de Grupos, los datos contenidos en el cuadro anterior se representan gráficamente en las siguientes figuras 24 y 25.

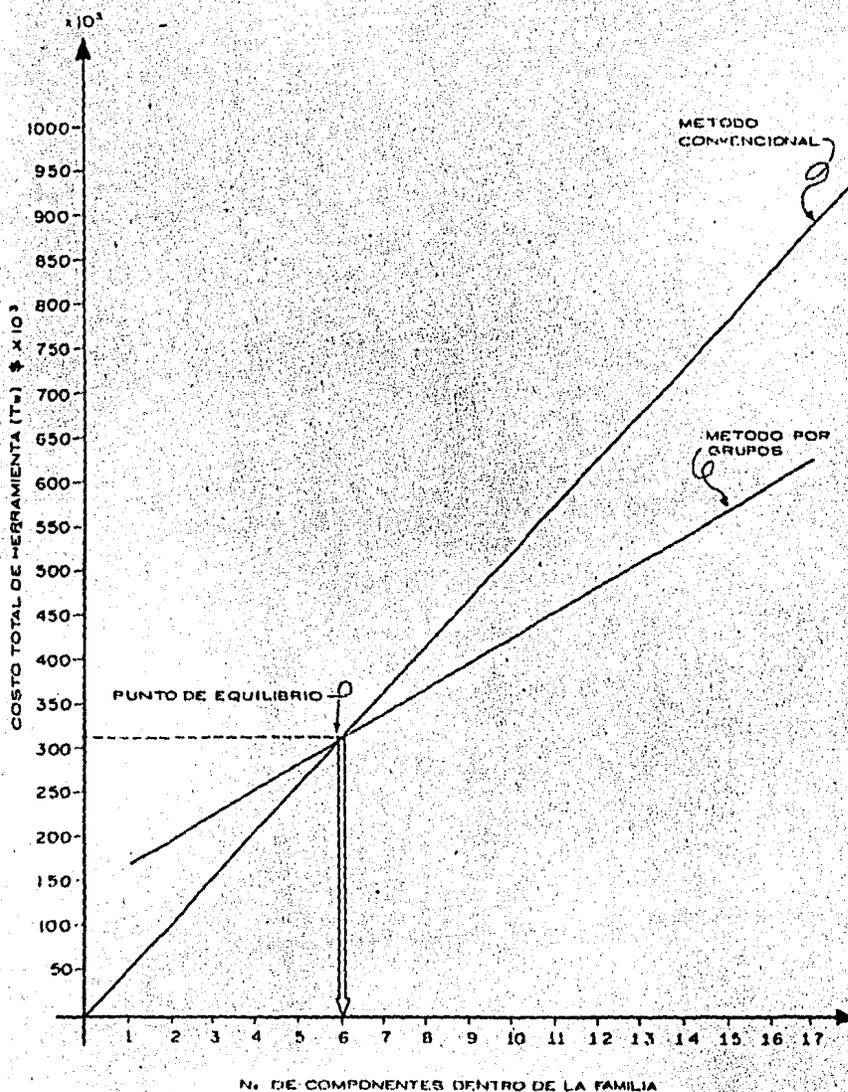


Fig.24. Gráfica de costos totales de herramental usando el método Convencional y el de Tecnología de Grupos.

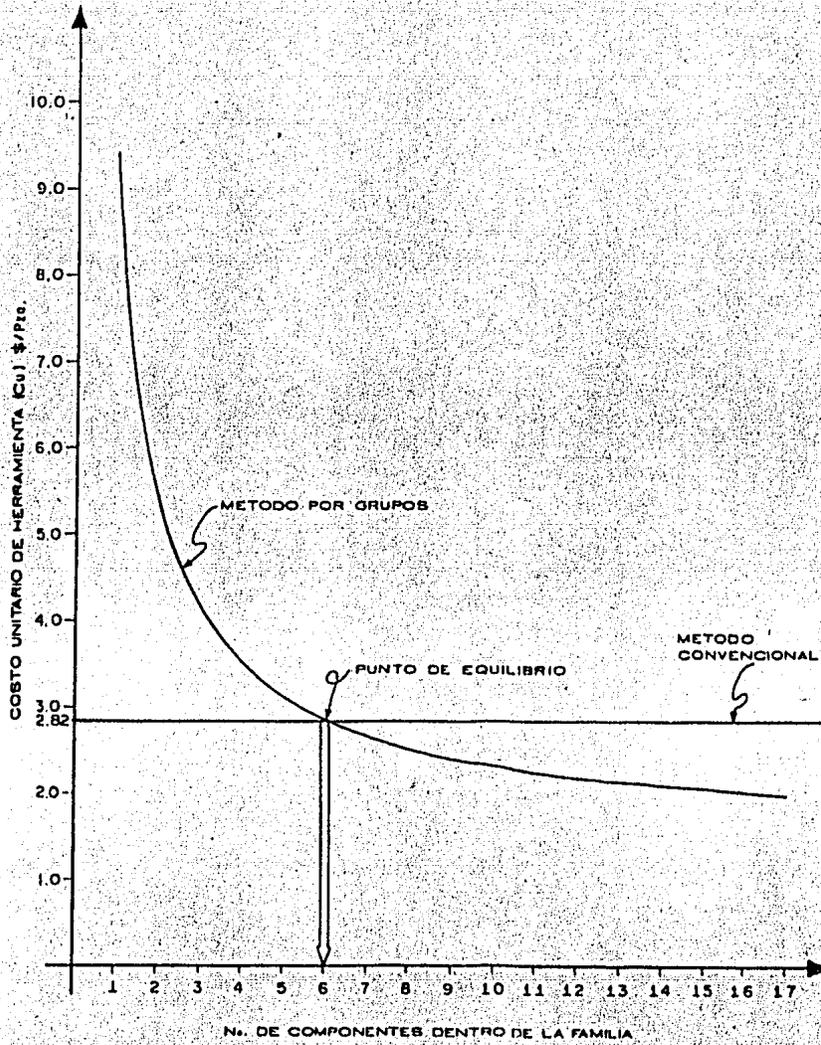


Fig.25. Gráfica de costos unitarios de herramental usando el Método Convencional y el de Tecnología de Grupos.

En la figura 24, que representa los costos totales - del herramental utilizado, se ve que la tasa de incremento para estos costos es mucho mayor para el método convencional, lo cual hace que la Tecnología de Grupos sea un método más económico a medida que el número de componentes dentro de la familia aumenta, pues, como además se observa en la figura 25, los costos unitarios decrecen utilizando - Tecnología de Grupos.

Estas gráficas, además nos representan el punto de - equilibrio para ambos métodos, ya que es importante conocer el número de partes dentro de la familia, de tal manera que pueda tomarse una decisión concreta de cual método es el más conveniente, de allí el propósito del análisis - económico aquí desarrollado, ya que cuando:

$$n = n_b$$

$$C_{tw1} = C_{tw2}$$

tal que:

$$\sum_{i=1}^{p \text{ en } n_b} C_{w1} = C_{w2} + \sum_{i=1}^{q \text{ en } n_b} C_a(i) \quad (5)$$

donde:

$n$  : Número de componentes dentro de la familia.

$n_b$  : Número de componentes dentro de la familia en el punto de equilibrio.

Por similitud podemos asumir que el punto de equilibrio puede ser analizado usando los costos promedio del herramental, los cuales pueden ser expresados de la siguiente manera:

- Costo promedio de las herramientas:

$$\bar{c}_w = \frac{\sum_{i=1}^p C_{w1}(i)}{p} \quad (6)$$

- Costo promedio del adaptador:

$$\bar{c}_a = \frac{\sum_{i=1}^q C_a(i)}{q} \quad (7)$$

Así el número de partes dentro de la familia ( $n_b$ ) se puede obtener con:

$$n_b = \frac{C_{w2}}{\bar{c}_{w1} - \bar{c}_a} \quad (8)$$

Por tanto haciendo referencia a los cuadros 19 y 20 y sustituyendo valores en la ecuación anterior, tenemos el punto de equilibrio:

$$n_b = \frac{146500}{152500-28300} = 6.05 \text{ (8')} \quad (8')$$

Así podemos concluir que el número de partes dentro de una familia que hace que el costo de producir sea el mismo para ambos métodos es igual a seis, como se muestra en las figuras anteriores 24 y 25.

Como quiera que sea, el número de jigs y adaptadores en el punto de equilibrio pueden ser iguales ó no al número de partes dentro de la familia, ya que por ejemplo, si un adaptador puede ser usado para dos diferentes componentes, entonces el número de adaptadores necesarios será menor que el número de partes dentro de la familia. Este concepto también se aplica al número de herramientas "p", aunque en general en el método convencional el número de partes producidas es igual al número de herramientas, hay algunos casos en que el número de herramientas es menor -

que el número de partes a producir. Para esto se han desarrollado las siguientes fórmulas asumiendo que "p" herramientas para métodos convencionales y un grupo de herramientas con "q" adaptadores para métodos en grupos son requeridos para producir "n" diferentes partes dentro de la familia. Entonces (n-p) y (n-q) representan el número de partes dentro de la familia que no requieren de su propia herramienta ó adaptadores ya que éstas partes pueden ser producidas por las herramientas ó adaptadores diseñados para producir otras partes. Así el número de herramientas ó adaptadores requeridos en el punto de equilibrio son  $(n_b - (n-p))$  y  $(n_b - (n-q))$  respectivamente. Por lo tanto el número de partes dentro de la familia en el punto de equilibrio para  $n \neq 0$  ó  $n \neq q$  puede ser expresado de la siguiente forma:

$$n_b = \frac{C_{w2} + (n-p) \bar{C}_{w1} - (n-q) \bar{C}_a}{(\bar{C}_{w1} - \bar{C}_a)} \quad (9)$$

La ecuación anterior nos indica que debido al método convencional  $n=p$ , ó bien  $p$  tiende a ser igual a  $n$ , el nú -

mero de herramientas utilizadas tiende a ser igual al número de componentes producidas, en cambio  $n$  tiende a ser diferentes a "q" ya que un adaptador es utilizado para fabricar varias componentes. En resumen podemos concluir que el punto de equilibrio tiende a reducirse en relación al número de "q" adaptadores ya que un adaptador puede utilizarse para producir varias componentes dentro de una familia.

#### 4.2.2 Costos de Maquinado.

El maquinado en grupo es una de las más importantes aplicaciones de la Tecnología de Grupos, ya que además de que tiene varias ventajas desde el punto de vista técnico tales como la distribución de planta y la disminución del transporte en el manejo de materiales, es práctico el comprobar las ventajas económicas entre la aplicación del método convencional y el método de maquinado en grupo. Para esto se desarrollan las siguientes fórmulas:

- I) El costo de maquinado total para un lote sencillo de una componente con una herramienta individual especial,

se expresa como:

$$C_{tm} = C_o ( T_c N_l + T_s ) + D_t \quad (10)$$

donde:

$C_{tm}$  : Costo total de maquinado, \$/lote.

$C_o$  : Costo de mano de obra, \$/min.

$T_c$  : Tiempo unitario de maquinado por pieza, -  
min/pza.

$N_l$  : Tamaño del lote, No.de pzas/lote.

$T_s$  : Tiempo de preparación por un lote, min/lote.

$D_t$  : Depreciación de la herramienta por lote, -  
\$/lote.

II) Los costos de maquinado para "n" lotes de "n" diferentes componentes dentro de la familia se expresa como:

i) Para el Método Convencional:

$$C_{tml} = C_o \left\{ \sum_{i=1}^n T_{cl}(i) + \sum_{i=1}^n T_{sl} \right\} + \sum_{i=1}^n D_{tl}(i) \quad (11)$$

donde:

$C_{tml}$  : Costo de maquinado convencional, \$.

$n$  : Número de lotes de las diferentes componentes para ser producidas, No. de lotes.

$T_{c1}$  : Tiempo unitario de maquinado por pieza para el maquinado convencional, min/pza.

$T_{s1}$  : Tiempo de preparación por lote para el maquinado convencional, min/pza.

$D_{t1}$  : Depreciación promedio de las herramientas - por lote para el maquinado convencional, \$/lote.

ii) Para el Método en Grupo:

$$C_{tm2} = C_o \left\{ \sum_{i=1}^n T_{c2(i)} N_{12(i)} + T_{s2} + \sum_{i=1}^n T_{sa(i)} \right\} + \sum_{i=1}^{n-1} D_{ta(i)} \quad (12)$$

donde:

$C_{tm2}$  : Costo total de maquinado en grupo, \$.

$n$  : Número de componentes dentro de la familia, No. de piezas.

- $T_{c2}$  : Tiempo unitario promedio de maquinado en grupo por pieza, \$/pieza.
- $T_{s2}$  : Tiempo de preparación por lote para una familia de componentes para el maquinado en grupo, min/lote ó familia de partes.
- $T_{sa}$  : Tiempo de preparación por adaptador para maquinado en grupos, min/adaptador.
- $D_{t2}$  : Depreciación de la herramienta por lote ó para una familia de partes dentro del maquinado en grupo, \$/lote ó familia de partes.

Los datos obtenidos en la Industria Manufacturera Nacional (2) para la fabricación de componentes están contenidos en los subsecuentes cuadros, donde se almacenan costos de herramienta convencional y para Tecnología de Grupos, da tal forma que se puedan aplicar las ecuaciones de costos de maquinado tanto totales como unitarios, para poder comparar ambos métodos y concluir cuál es el más económico.

Los datos obtenidos pertenecientes a las componentes de la familia "A", grupo formado por las componentes 6,7, 17,5,12 y las máquinas utilizadas en sus procesos particu-

lares, se concentran en el siguiente cuadro 21 (secc. 3.5).

componente máquina	6	7	17	5	12
1	✓	✓	✓	✓	✓
3	✓	✓	✓		
6 - 8	✓	✓	✓	✓	

Cuadro 21. Componentes de la familia "A" y máquinas utilizadas para su producción.

Como se puede observar en el cuadro anterior tenemos cinco componentes que pasan por las máquinas 1, 3 y 6 - 8, que son fresa, taladro y tornos respectivamente.

En el cuadro 22, se muestran los datos obtenidos de las herramientas usadas para fabricar tales componentes - relativas a los tiempos de preparación (horas/lote) y maquinado (horas/unidad), y el tamaño del lote producido por cada una de ellas.

En el cuadro 23, se muestran los costos de las herramientas utilizadas para la fabricación de las componentes de la familia "A", los cuales fueron proporcionados por la Industria Manufacturera Metálica Nacional (2).

Nº de Componente	Tamaño del lote	Máquina Nº 1		Máquina Nº 2		Máquina Nº 3		Máquina Nº 4		Máquina Nº 5		Máquina Nº 6		Máquina Nº 7		Máquina Nº 8		Máquina Nº 9		Máquina Nº 10		Máquina Nº 11		Máquina Nº 12		Máquina Nº 13	
		T <sub>P</sub>	T <sub>M</sub>																								
1	6000	—	—	—	—	0.33	0.0023	0.31	0.0028	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	0.008	—	—	0.8	0.0088	—	—	—	—
2	6000	—	—	—	—	0.78	0.000193	0.71	0.000186	0.78	0.000186	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	0.0042	—	—	—	—	—	—
3	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.88	0.001198	—	—	1.48	0.0038	1.48	0.0033	—	—	—	—	—	—
4	6000	—	—	1.0	0.007	—	—	—	—	0.23	0.0042	—	—	—	—	—	—	1.0	0.0088	—	—	—	—	—	—	—	—
5	6000	1.0	0.01687	1.0	0.033	—	—	—	—	—	—	—	—	2.0	0.022	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	6000	—	—	1.0	0.0167	—	—	0.38	0.0042	—	—	—	—	—	—	2.0	0.028	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	6000	—	—	1.0	0.0167	—	—	0.18	0.028	—	—	—	—	—	—	2.0	0.028	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	16000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.28	0.04187	—	—	0.8	0.0014	—	—	—	—
9	10000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.78	0.0025	0.78	0.0049	—	—
10	600	—	—	0.0668	0.883	0.33	0.01188	—	—	—	—	0.168	0.16	—	—	—	—	0.38	0.00988	—	—	—	—	—	—	—	—
11	300	—	—	0.8	0.185	—	—	0.38	0.0042	—	—	—	—	—	—	—	—	0.687	0.026	—	—	—	—	—	—	—	—
12	600	0.168	0.008	0.8	0.188	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	7500	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.168	0.0098	—	—
14	6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.888	0.028	0.088	0.168
15	6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2.08	0.0188	—	—
16	6000	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.8	0.08	0.78	0.0038
17	6000	0.687	0.0167	1.8	0.058	0.687	0.0188	—	—	0.78	0.01188	1.8	0.028	0.8	0.0042	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Cuadro 22. Tiempos de preparación y maquinado, así como el tamaño de lote para cada componente producida.

Componente N° 6 (tamaño de lote 5000 piezas/mes)		
Máquina	Herramienta	Costo(\$)
Presadora	Prensa	200,000
	Cortador circular	70,000
Taladro	Escareador	2,500
Torno horizontal	Rima	5,500
	Broca	6,000
Torno revolver	Cuchilla alta velocidad	2,000
	Broca de centros	1,000
	Buril de alta velocidad	1,500
	Macuelo	4,000

Componente N° 7 (tamaño de lote 5000 piezas/mes)		
Máquina	Herramienta	Costo(\$)
Presadora	Prensa	200,000
	Cortador circular	70,000
Taladro	Escareador	2,500
Torno horizontal	Rima	5,500
	Broca	6,000
Torno revolver	Cuchilla alta velocidad	2,000
	Broca de centros	1,000
	Buril de alta velocidad	1,500

Componente N° 17 (tamaño de lote 3000 piezas/mes)		
Máquina	Herramienta	Costo(\$)
Presadora	Dispositivo de sujeción	8,000
	Cortador circular de 0.249e	10,000
	Cortador circular de CaTg	12,000
Taladro	Rima de expansión 0.049e	8,000
Torno	Dispositivo de sujeción N° 1	200,000
	Broca de centros N° 3	1,200
	Broca	5,000
	Rima de pastillas CaTg	10,000
	Dispositivo de sujeción N° 2	12,000

Componente N° 5 (tamaño de lote 5000 piezas/mes)		
Máquina	Herramienta	Costo(\$)
Presadora	Prensa	200,000
	Dispositivo portapastillas (CaTg, 4 pastillas)	30,000
Torno	Dispositivo de sujeción N° 3	300,000
	Buril de pastillas	7,000
	Cuchilla de acero rápida	1,200

Componente N° 12 (tamaño de lote 600 piezas/mes)		
Máquina	Herramienta	Costo(\$)
Presadora	Prensa	200,000
	cortador	9,000

Cuadro 23. Lista de costos de las herramientas utilizadas para fabricar las componentes de la familia " A ".

En el siguiente cuadro 24, se muestran los tiempos de preparación ( $T_{sa}$ ) y los costos por adaptador utilizados.

Adaptador $a_i$	$T_{sa(i)}$	Tiempo(hr)	$C_{a(i)}$	Costo(\$)
$a_1$	$T_{sa1}$	0.75	$C_{a1}$	200000
$a_2$	$T_{sa2}$	0.75	$C_{a2}$	220000
$a_3$	$T_{sa3}$	4.00	$C_{a3}$	300000
$a_4$	$T_{sa4}$	3.50	$C_{a4}$	5000
$a_5$	$T_{sa5}$	0.70	$C_{a5}$	9000

Cuadro 24. Tiempos de preparación por adaptador y costo de cada adaptador utilizado.

Una vez obtenidos los costos de las diferentes herramientas que se utilizan en el método convencional y en el método por Tecnología de Grupos y aplicando las ecuaciones de los costos de maquinado para ambos métodos, tenemos que al aplicar la ecuación 11 y sustituyendo los valores de los cuadros 22, 23 y 24 tenemos el siguiente desarrollo:

$$C_{tml} = C_o (T_{cl1} N_{l1} + T_{cl2} N_{l2} + T_{cl3} N_{cl3} + T_{cl4} N_{cl4} + T_{cl5} N_{cl5} + T_{s1} + T_{s2} + T_{s3} + T_{s4} + T_{s5}) + D_{tl1} + D_{tl2} + D_{tl3} + D_{tl4} + D_{tl5}$$

$$T_{cl1} = ( 0.0167 + 0.0042 + 0.025 ) 60 =$$

$$= 2.754 \text{ min/pza. de la componente 6.}$$

$$T_{cl2} = ( 0.0167 + 0.025 + 0.025 ) 60 =$$

$$= 4.002 \text{ min/pza. de la componente 7.}$$

$$T_{cl3} = ( 0.0167 + 0.033 + 0.0166 + 0.01116 + 0.025 +$$

$$0.042 ) 60 = 8.66 \text{ min/pza. de la componente 17.}$$

$$T_{cl4} = ( 0.0167 + 0.033 + 0.033 ) 60 =$$

$$= 0.0827 \text{ min/pza. de la componente 5.}$$

$$T_{cl5} = ( 0.005 + 0.133 ) 60 =$$

$$= 8.28 \text{ min/pza. de la componente 12.}$$

$$T_{s1} = ( 1 + 1.25 + 2 ) 60 = 255 \text{ min/pza.}$$

$$T_{s2} = ( 1 + 0.25 + 2 ) 60 = 195 \text{ min/pza.}$$

$$T_{s3} = ( 0.667 + 1.5 + 0.667 + 0.65 + 1.5 + 0.5 ) 60 =$$

$$= 329.04 \text{ min/pza.}$$

$$T_{s4} = ( 1 + 1 + 2 ) 60 = 240 \text{ min/pza.}$$

$$T_{s5} = ( 0.166 + 0.5 ) 60 = 39.96 \text{ min/pza.}$$

$$N_{11} = 5000 \text{ pzas/lote}$$

$$N_{12} = 5000 \quad "$$

$$N_{13} = 3000 \quad "$$

$$N_{14} = 5000 \quad "$$

$$N_{15} = 600 \quad "$$

$$D_{t1} = \frac{70000+2500+5500+6000+2000+1000+1500+4000}{5000} =$$

$$= 18.5 \text{ \$/lote}$$

$$D_{t2} = \frac{70000+2500+5500+6000+2000+1000+500}{3000} =$$

$$= 17.5 \text{ \$/lote}$$

$$D_{t3} = \frac{1200+5000+10000+8000+10000+8000+12000}{5000} =$$

$$= 18.06 \text{ \$/lote}$$

$$D_{t4} = \frac{30000+7000+1200}{5000} = 7.64 \text{ \$/lote}$$

$$D_{t5} = \frac{9000}{600} = 15.0 \text{ \$/lote}$$

$$C_o = \frac{\text{salario del obrero semanal}}{\text{No.de horas trabajo semanal}} =$$

$$C_o = \frac{4500}{(5)(9)} = 100 \text{ \$/hr.}$$

$$C_o = 1.66 \text{ \$/min}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 11, tenemos:

$$C_{tml} = 110,412.82 \text{ \$/lote}$$

Para los costos de maquinado en grupo desarrollando la ecuación 12, obtenemos:

$$C_{tm2} = C_o \left[ (T_{c21} N_{121} + T_{c22} N_{122} + T_{c23} N_{123} + T_{c24} N_{124} + T_{c25} N_{125}) + T_{s2} (T_{sa1} + T_{sa2} + T_{sa3} + T_{sa4} + T_{sa5}) \right] + D_{t2} + D_{ta1} + D_{ta2} + D_{ta3} + D_{ta4} + D_{ta5}$$

$$T_{c21} = \frac{T_{c11}}{3} = \frac{2.754}{3} = 0.918 \text{ min.}$$

$$T_{c22} = \frac{T_{c12}}{3} = \frac{4.002}{3} = 1.334 \text{ min.}$$

$$T_{c23} = \frac{T_{c13}}{6} = \frac{8.667}{6} = 1.444 \text{ min.}$$

$$T_{c24} = \frac{T_{c14}}{3} = \frac{0.0827}{3} = 0.027 \text{ min.}$$

$$T_{c25} = \frac{T_{c15}}{2} = \frac{8.28}{2} = 4.14 \text{ min.}$$

$$T_{s2} = T_{s1} + T_{s2} + T_{s3} + T_{s4} + T_{s5} = 255 + 195 + 329 + 240 + 40 = 1059 \text{ min.}$$

$$D_{t2} = D_{t1} + D_{t2} + D_{t3} + D_{t4} + D_{t5} =$$

$$= 18.5 + 17.5 + 7.64 + 15 = 76.7 \text{ \$/lote}$$

$$T_{sa1} = 0.75 \text{ hr.} = 45 \text{ min.}$$

$$T_{sa2} = 0.75 \text{ hr.} = 45 \text{ min.}$$

$$T_{sa3} = 4.00 \text{ hr.} = 240 \text{ min.}$$

$$T_{sa4} = 3.50 \text{ hr.} = 210 \text{ min.}$$

$$T_{sa5} = 0.70 \text{ hr.} = 42 \text{ min.}$$

$$D_{ta1} = \frac{C_{a1}}{\text{No.de piezas}} = \frac{200000}{5000+5000+5000+600} =$$

$$= 12.82 \text{ \$/lote}$$

$$D_{ta2} = \frac{C_{a2}}{\text{No.de piezas}} = \frac{200000+12000+8000}{3000} =$$

$$= 73.33 \text{ \$/lote}$$

$$D_{ta3} = \frac{C_{a3}}{\text{No.de piezas}} = \frac{300000}{5000} =$$

$$= 60 \text{ \$/lote}$$

$$D_{ta4} = \frac{C_{a4}}{\text{No.de piezas}} = \frac{30000}{5000} =$$

$$= 6 \text{ \$/lote}$$

$$D_{ta5} = \frac{C_{a5}}{\text{No.de piezas}} = \frac{9000}{600} = 15 \text{ \$/lote}$$

Sustituyendo valores en la ecuación 12, tenemos:

$$C_{tm2} = 33346.17 \text{ \$/lote}$$

En el siguiente cuadro 25, se muestran los resultados obtenidos de los costos de maquinado para ambos métodos:

Costo de maquinado		
Costos \$/lote	Método Convencional	Método por Tecnología de Grupos
$C_{tm1}$	110,412.82	-----
$C_{tm2}$	-----	33346.17

Cuadro 25. Costos de maquinado para ambos métodos.

Del cuadro anterior se concluye que sí se justifica la aplicación de la Tecnología de Grupos, porque el costo  $C_{tm2}$ , es menor que  $C_{tm1}$ , ya que  $C_{tm2}$  depende de los tiempos de preparación y maquinado, los cuales son menores que los obtenidos con el método convencional.

#### 4.2.3 Índice Económico.

El análisis económico desarrollado clarifica el objetivo perseguido, además genera un comportamiento económico a través del tiempo. Al implementar la Tecnología de Grupos en contraste con el método convencional se crean las fases siguientes: una fase inicial que comprende el período de 1983 a 1985 en el que se requieren erogaciones significativas debido a las inversiones que se deben realizar al comprar los dispositivos para maquinar en grupo como son los jigs, adaptadores, dispositivos de sujeción, etc., consecuentemente en un principio, existen erogaciones en lugar de beneficios al aplicarse la Tecnología de Grupos, esta fase se termina hasta llegar al punto de equilibrio para el cual los costos de ambos métodos son iguales. Posteriormente se entra a una fase final en que la inversión hecha reditúa en un beneficio, creando un ahorro que dependerá del volumen de producción realizado y tendiendo a ser constante, ésta fase comprenderá de 1985 a 1987 donde se mantendrá constante.

Estas fases, inicial y final, de costo y beneficio respectivamente, generan un comportamiento económico el -

cual se conoce cómo Índice Económico de Beneficio - Costo y se grafica su comportamiento en la siguiente fig.26.

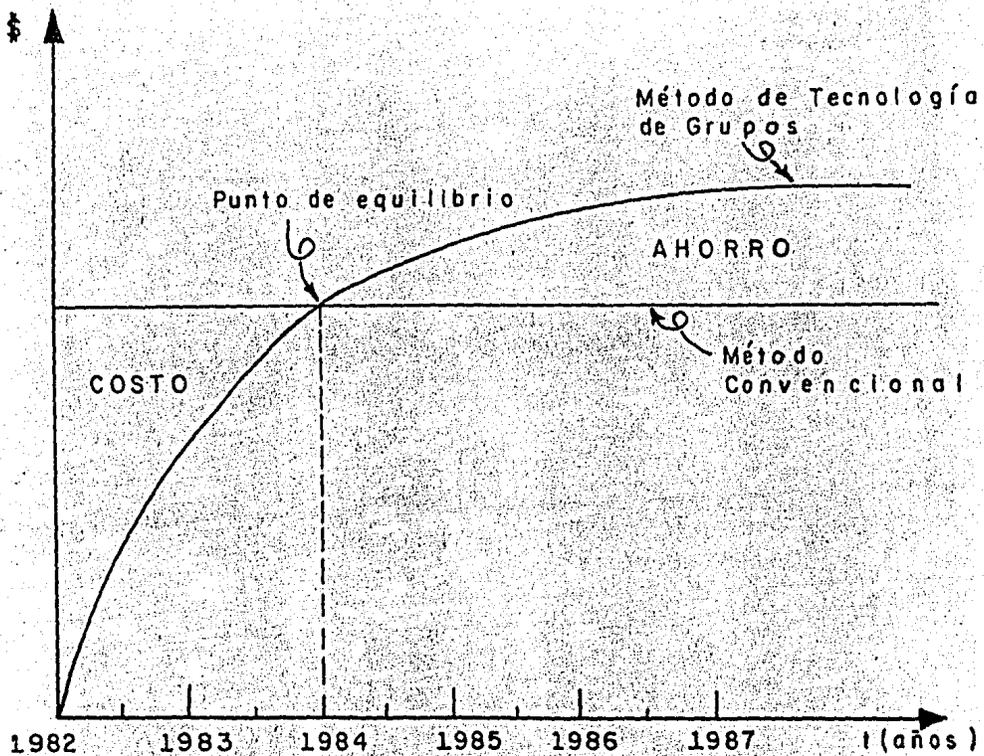


Fig.26. Gráfica del comportamiento del índice económico.

Conclusión: Se ve que a partir del segundo año la Tecnología de Grupos es más rentable, puesto que se va incrementando el beneficio hasta cierto punto en el tiempo cuando tiende a estabilizarse.

## REFERENCIAS.

- (1) Dr. Inyong Ham, " Group Technology Applications For - Higher Manufacturing Productivity ", University Park , PA, 16802, U. S. A., 8.45, 46.
- (2) Datos obtenidos en relación directa con la Industria - Manufacturera Nacional " VIL - TEC S. A. ".

# CAPITULO 5

PROBLEMAS Y SOLUCIONES EN LA  
IMPLEMENTACION DE LA TECNOLOGIA  
DE GRUPOS.

## 5.1 Introducción.

En años recientes con el advenimiento de un nuevo enfoque de la Ingeniería Industrial, llamado sistémico, la preocupación por los efectos del cambio tecnológico sobre las relaciones humanas en la industria se ha acentuado, pues las relaciones individuales en cualquier organización han sido siempre complejas.

Toda innovación trae consigo conflictos en mayor o menor grado creando una resistencia en la gente, pero si reconocemos este hecho como tal en la vida, estaremos en mejor posición para minimizarlo o controlarlo.

Ahora, está bien establecido que la especialización excesiva y la individualización puede tener efectos en detrimento de las actividades del obrero dentro y fuera de sus labores. Aplicando la Tecnología de Grupos se forman pequeños grupos de trabajo, de tal forma que el operador más que ver una sola operación de una componente, tiene un gran interés en la manufactura completa de un producto, aunque exista la limitación de que esté restringido a la fabricación de un solo tipo de componente.

Una consecuencia muy directa de formar grupos, es la

posibilidad de que se rote el trabajo dentro de la célula, de tal manera que dá resultados benéficos tanto para la industria como para los trabajadores, ya que los obreros pueden aprender otras habilidades y por consiguiente su interes en el trabajo aumenta y al mismo tiempo los supervisores tienen un mayor control de la producción.

## 5.2 Análisis de los Problemas al Aplicar Tecnología de Grupos.

Los problemas y situaciones generadas al aplicar Tecnología de Grupos son inherentes a el comportamiento humano que tienen los individuos ya sea en forma individual ó grupal, teniéndose un impacto en la organización productiva al implementar éste nuevo sistema de producción. Lo anterior trae como consecuencia la necesidad de conocer las reacciones de los individuos y los problemas a los que se enfrenta la organización por la implementación de la Tecnología de Grupos, así como dar posibles soluciones partiendo desde la unidad productiva llamada célula ó grupo pasando a través de los diversos departamentos hasta llegar a la cima de la organización.

Para hacer un análisis de los problemas a los que se enfrenta la industria por la implementación de la Tecnología de Grupos es preciso conocer y describir las diferentes situaciones en cada uno de los departamentos que forman una empresa.

Los mayores impactos recibidos por la Tecnología de Grupos se dan en los siguientes departamentos:

- Departamento de personal.
- Departamento de planeación y control de la producción.
- Departamento de manufactura.
- Departamento de relaciones humanas e industriales.

#### 5.2.1 Impacto en el Departamento de Personal.

Sabemos que los individuos acuden a satisfacer, desarrollar y alcanzar las diversas necesidades implicadas en la vida de acuerdo a los niveles de jerarquización que hace Maslow, la cual consiste en que primero los individuos cubren las necesidades fisiológicas y de seguridad mediante un trabajo para devengar un salario, pudiendo así

avanzar a otros niveles jerárquicos como el de pertenecer a un grupo, luego ser reconocido por éste y así llegar a la autorrealización, la cual es la última necesidad objetiva en la sociedad actual. Para una mejor visualización de las jerarquías se muestra la siguiente fig.27.

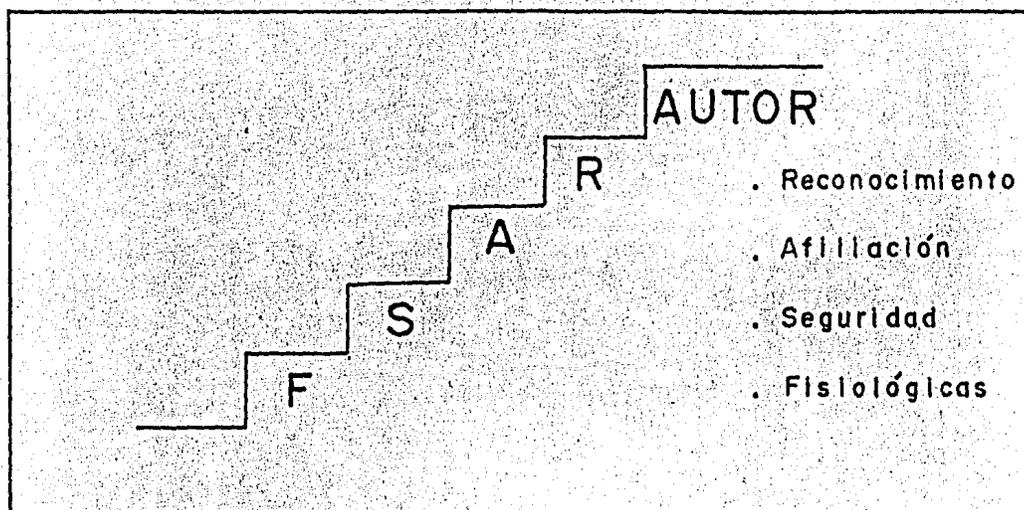


Fig.27. Diagrama de necesidades de jerarquización de Maslow.

Así también podríamos aplicar nuevas teorías del comportamiento que se basan en la dinámica grupal como las teorías de madurez-inmadurez, de organización celular, teoría de las posiciones en la vida, teorías XY, etc., de tal manera que existe una relación entre la madurez, el traba-

jo y las relaciones humanas para llegar a la autorrealización, pues a medida que ésta se va logrando el individuo - en forma espontánea se integra a un grupo, lo cual hace a la Tecnología de Grupos una nueva técnica más acorde a la naturaleza individual y social de la humanidad.

Pues bien por el hecho de aplicar Tecnología de Grupos dentro de una organización o industria se generan fenómenos muy comunes como el de angustia, inquietud, sospecha e inseguridad por parte del personal, que encuentra su origen y explicación en las teorías mencionadas anteriormente al haber un cambio en el patrón de trabajo que le aseguraba un modo de vida al trabajador. El individuo reacciona negativamente a ésta situación por requerir un alto grado de cooperación, primero para integrarse a un grupo de personas, después a un departamento y por último a la organización de la industria, de tal forma que la aplicación de la Tecnología de Grupos trae como consecuencia un cambio en el patrón de trabajo que a la vez demanda una nueva forma de pensar en el trabajador.

A medida que la Tecnología de Grupos es más aceptada las eficiencias se mejoran, ya que los factores de naturaleza social también contribuyen por lo que la Tecnología -

de Grupos da una aportación individual canalizada a través de un comportamiento grupal, ofreciendo satisfacciones en el trabajo por la participación en la toma de decisiones - como un grupo por haber una mayor variedad en las labores, y en los métodos de producción en grupo.

Dentro de la Tecnología de Grupos al asignarse una - tarea a un grupo de máquinas, éstas operarán bajo un pequeño grupo de trabajadores, esto implica que el supervisor - tenga un mayor del grupo y del proceso de la producción , incrementando al mismo tiempo la moral de los trabajadores pues estos se familiarizan con el trabajo y las operaciones requeridas para producir en forma completa un grupo de familias de componentes, ya que en la producción convencional, un trabajador está con su propia tarea sin conocer o saber realizar las operaciones anteriores y posteriores a ella, creando además una individualidad que no comulga con la naturaleza social de los individuos.

### 5.2.2. Impactos en el Departamento de Planeación y Control de la Producción.

En este departamento se puede observar lo siguiente:

a) Debido al sistema de clasificación y codificación se obtiene una rápida y confiable integración en los planes del proceso para todas las partes y sus rutas de trabajo estandarizadas por familia de partes que lleva a un efectivo diseño de las herramientas para su proceso en grupo, y da la oportunidad a que se implementen planes de proceso computarizados.

b) Los planes de producción se simplifican debido al agrupamiento de las partes que son similares, así como los programas de producción al hacer rutas por grupos.

c) El inventario en proceso se reduce al haber menos movimientos por manejo de materiales, reduciéndose así el tiempo de espera para los clientes al existir una mayor producción por unidad de tiempo, de tal manera que se cumplan mejor las fechas de entrega, creando mejores relaciones con los clientes y aumentando las relaciones de la compañía y por lo tanto su fama.

d) Mejora la eficiencia en la carga de máquina, ya que los tiempos muertos se reducen porque se utilizan más las máquinas, justificando el uso de máquinas-herramientas costosas.

e) Se mejora la utilización de la relación hombre - máquina.

### 5.2.3 Impactos en el Departamento de Manufactura.

a) Debido a la aplicación del sistema de flujo de producción, este departamento se provee de datos significativos para formar grupos celulares resultando mejores métodos de manufactura.

b) Al llevarse a cabo un método de manufactura similar por grupo, se provee información para mejorar la distribución de la planta, la utilización del espacio, genera una línea de flujo que reduce la transportación y el tiempo de espera entre operaciones.

c) Es justificable el uso de un equipo automatizado sofisticado, centros de maquinado y robot industriales.

d) Puede generar fábricas semiautomáticas ó totalmen

te automáticas integradas por computadoras que sean operadas exitosamente y fácilmente controlables.

#### 5.2.4 Relaciones Humanas e Industriales.

Relaciones Industriales.- Los principios de la Tecnología de Grupos deberán ser explicados esencialmente a todos - aquellos empleados que pueden ser diferentemente afectados, tales como sus propósitos, métodos de operación y los cambios necesarios en el sistema actual como un paso primordial dentro del proyecto, además debe hacerse énfasis que una eventual reducción en fuerza total de labores es anticipada ya que tendrá lugar por desgaste normal.

Relaciones Humanas.- Algunos de los cambios más importantes que ocurren en el nivel bajo de mando es el medio ambiente de cada operador, el cual es cambiado de un trabajador individual a ser miembro de un grupo. Para que éste - cambio importante tenga éxito debe ser hecho con la cooperación del empleado.

La formación de células requiere la consideración de cuatro elementos importantes, los cuales son:

- i) La Tarea.- En primer lugar los grupos son formados por razones técnicas debido a que las componentes han sido agrupadas sobre la base de los parámetros técnicos, tales como tamaño, forma o proceso de fabricación similar sin tomar mucho en cuenta las habilidades humanas, sin embargo posteriormente estas se desarrollarán aprovechando las características innatas del individuo.
  
- ii) La Persona.- Es conveniente en algunas situaciones hablar en términos del trabajador promedio , pero en situaciones como las de innovar una nueva técnica se debe considerar con más detalle el comportamiento de los individuos, que el que se considera usualmente.
  
- iii) El Grupo Pequeño.- En un medio de trabajo donde los miembros que componen éste grupo se identifican por las actividades sociales comunes, tales como comidas y descansos compartidos y la conversación social posible durante los períodos de trabajo, un observador externo podría ver que

actividades adicionales realizan para resolver - los problemas que se presentan en el trabajo. La importancia de tales grupos no ha sido tomada en cuenta en el pasado pues siempre ha existido indiferencia por reconocerlos, por lo que en un - tipo de organización en la que se aplica la Tecnología de Grupos hace que los hombres se junten en pequeños grupos, creándose un servicio social con un propósito útil. Sin embargo debe ser aceptado que siempre habrá unas cuantas personas que prefieran trabajar solas.

- iv) El Grupo Mayor .- Dentro de una compañía no todos los miembros de la organización tienen las mismas actitudes hacia su trabajo, el profesionalista calificado a la mitad de la escala jerárquica de gerencia podría pensar en términos de hacer carrera identificándose con la organización en términos de seguridad por mantener el empleo y las condiciones generales de trabajo , por lo tanto es irrazonable para la organización esperar que este tipo de trabajadores cooperen -

con el cambio de su modelo de trabajo con la base solamente de un sistema de actitudes las cuales son ampliamente ajenas a ellos. La dirección no puede esperar que automáticamente los trabajadores compartan el mismo entusiasmo para el cambio que la compañía. Sin embargo debe crearse conciencia en los trabajadores que está innovación se da con el objetivo fundamental de un progreso técnico que redundará en mejores condiciones de trabajo.

# CAPITULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

## Conclusiones y Recomendaciones.

La tecnología de grupos es una técnica de producción que promete horizontes más halagadores para aminorar la situación tan crítica por la que atraviezan la mayoría de las industrias de nuestro país.

Con una efectiva aplicación de los sistemas de clasificación y codificación, o bien un sistema de flujo de producción bien enfocado, como partes integrales de la tecnología de grupos, una industria puede describir las piezas que produce y darse cuenta que muchas de ellas presentan semejanzas en sus procesos de producción o en sus formas geométricas. La tecnología de grupos aprovecha esta situación para formar grupos de familias de componentes, cuyas partes están relacionadas de alguna manera.

No obstante, que los grupos de familias de componentes pueden formarse clasificando manualmente la información relacionada con estas partes, es recomendable que se aprovechen las facilidades que ofrece el procesamiento electrónico de datos, para asegurar una mayor confianza y eficiencia al tomar la decisión de que partes integrarán los grupos, además de guiar a la industria hacia un camino

en que esta sea auxiliada por la computadora, y de esta manera crear nuevas aplicaciones de la tecnología de grupos.

La ventaja que se logra al formar grupos de esta naturaleza, es que todas las partes que pertenecen a una familia requieren de maquinaria, herramienta y accesorios similares; lo que permite que también estas puedan integrarse en grupos denominados células, capaces de procesar cualquier componente dentro de una familia, pudiéndose entonces reducir en forma considerable los tiempos de preparación entre operaciones y los tiempos perdidos por el reposo de algunas máquinas, justificándose además el uso de maquinaria cara.

El diseño de grupos de componentes con rutas de operaciones similares, da la facilidad de que una planta pueda distribuirse en su totalidad por células a manera de los más modernos centros de maquinado, tales como robots industriales, lo que redundará indudablemente en una reducción de los tiempos de transportación y en un aumento en la productividad de la empresa.

Desde el punto de vista económico, también es justificable la aplicación de la tecnología de grupos, pues el

diseño de herramientas en forma de jigs de grupo, hace que éstas puedan ser utilizadas para realizar un gran número de componentes similares, lo que da como resultado que los tiempos de maquinado y los costos de producción se minimizen.

No obstante, que al principio las erogaciones sean mayores que los beneficios, el sistema tenderá a ser rentable al poco tiempo, y más aún si el número de componentes que integran una familia crece. Por lo que se recomienda que los grupos de familias de partes sean lo más grande posible.

La introducción de la tecnología de grupos puede ocasionar cambios significativos en todos los departamentos de una organización, entonces es aconsejable para una industria que prevenga esta situación antes de implantar esta nueva forma de producción.

Es seguro que en la mayoría de los casos exista una reacción por parte del personal hacia esta innovación, de tal manera que es importante hacerles notar que este cambio traerá como consecuencia un mayor beneficio técnico y mejores condiciones de trabajo.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Anthony J. Tarquin, Leland D. T. Blank, "Ingeniería Económica", Ed. McGraw-Hill (Abril de 1983).
- 2.- Buffa y Taubert, "Sistema de Producción e Inventario", Ed. Limusa (1981).
- 3.- Gallagher C. C., W. A. Knight, "Group Technology", - Ed. Butterworth, London (1973).
- 4.- Gallagher Charles A., Watson J. Watson, "Metodos - Cuantitativos para la toma de decisiones en Adminis - tración", Ed. McGraw-Hill (1983).
- 5.- Gerling, "Alrededor de las máquinas-Herramientas", - Ed. Reverte (1981).
- 6.- Ham Inyong, "Group Technology Applications for Higher Manufacturing Productivity", University Park, PA, - 16802, U S A .
- 7.- Muther Richard, "Distribución en Planta", Ed. Hispa - noamericana.
- 8.- Niebel B., "Ingeniería Industrial", Servicios y Repre - sentaciones de Ingeniería, S.A. México (1980).
- 9.- O. I. T., "Introducción al Estudio Del Trabajo", Gine - bra (1976).
- 10.- Reyes Ponce A., "Administración de Personal", Ed. Li - musa (1976).
- 11.- Russell L. Ackoff, "Planeación de Empresas", Ed. Limu - sa (1976).
- 12.- Taylor George A., "Ingeniería Económica (Toma de - decisiones económicas)", Ed. Limusa (1978).