

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**REINGENIERIA DE INVENTARIOS POR LOTE DE MUELLES  
EN LA EMPRESA RASSINI DEL GRUPO SAN LUIS**

**POR**

**ING. RAUL GARCIA VASQUEZ**

**TESIS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN  
PRODUCCIÓN Y CALIDAD**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.**

**MAYO DEL 2000**

TM

Z5853

.M2

FIME

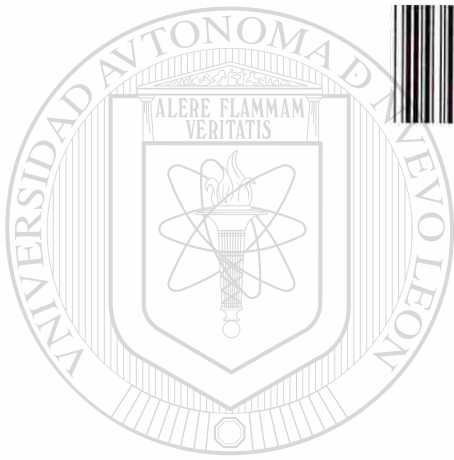
2000

G372

RGV

PIERRE DE INVARIANTES EN LA EMPRESA RASSINI DEL GRUPO SAN LUIS

2000



1020130093

# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSTGRADO**



**REINGENIERÍA DE INVENTARIOS POR LOTE DE MUELLES  
EN LA EMPRESA RASSINI DEL GRUPO SAN LUIS**

UANL

**POR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**ING. RAUL GARCIA VASQUEZ**  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

**TESIS**

**EN OPCIÓN AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACIÓN CON ESPECIALIDAD EN  
PRODUCCIÓN Y CALIDAD**

**SAN NICOLÁS DE LOS GARZA, N.L.**

**MAYO DEL 2000**

013

TH  
ZS90-  
011  
FIME  
2000  
G372



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

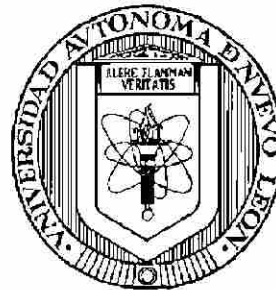
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**“REINGENIERIA DE INVENTARIOS POR LOTE DE MUELLES EN LA  
EMPRESA RASSINI DELGRUPO SAN LUIS”**

**POR**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**

**ING. RAUL GARCIA VASQUEZ**

**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS**

**TESIS**

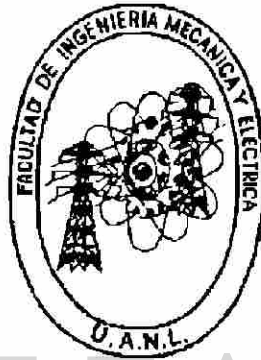
**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON  
A MAYO DEL 2000**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**

**FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA**

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**



**“REINGENIERIA DE INVENTARIOS POR LOTE DE MUELLES EN LA  
EMPRESA RASSINI DEL GRUPO SAN LUIS”**

---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**POR**  
**DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS** ®

**ING. RAUL GARCIA VASQUEZ**

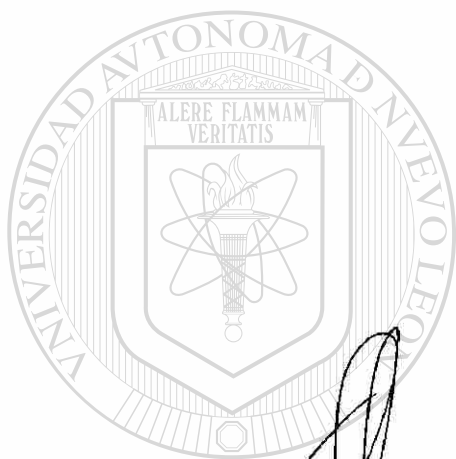
**TESIS**

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA  
ADMINISTRACION CON ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON  
A MAYO DEL 2000**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA  
DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la tesis "REINGENIERIA DE INVENTARIOS POR LOTE DE MUELLES EN LA EMPRESA RASSINI DEL GRUPO SAN LUIS " , realizada por el alumno Raúl García Vásquez, matrícula 103657 sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en PRODUCCION Y CALIDAD.



El Comité de Tesis

Asesor

M.C. Roberto Elizondo Villarreal

Coasesor

M.C. Cástulo Vela Villarreal

Coasesor

M.C. Roberto Villarreal Garza.

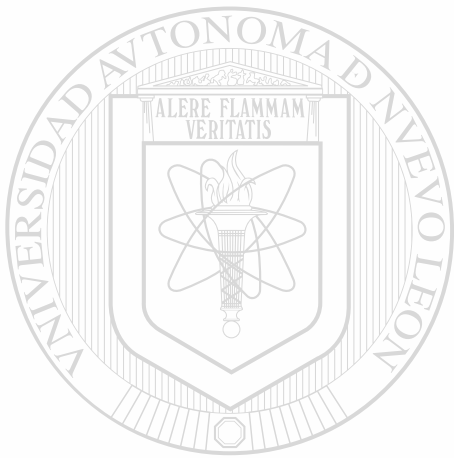
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Vo.Bo.

M.C. Roberto Villarreal Garza  
División de Estudios de Post-grado

San Nicolás de los Garza, N. L. Mayo del 2000





# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



FONDO  
TESIS

## Agradecimientos

*Dooy gracias a Dios por haberme dado vida y salud durante todo este tiempo  
A mis hijos por haberme apoyado con sus ideas en este trabajo*

*A mi asesor el Ing. Roberto Elizondo villarreal que me apoyo en la solución que me apoyo en la solución de problemas que surgieron en el desarrollo y la elaboración de esta tesis.*

*Al Ing. Antonio Perales Antuna, quien me ayudo en la solución de problemas, de esta investigación con sus ideas y entusiasmo.*

*A mis compañeros el Ing. Arturo Bueno y el Ing. Fernando Flores quienes me apoyaron completamente en clases y equipos de trabajo durante la plataforma del nivel postgrado.*

*Muy especialmente a mi esposa Maria Angelica Sandoval quien ha sido una amiga y compañera en mi vida, realmente una pareja, una persona sin igual, a ella le agradezco por su comprensión, paciencia y apoyo hacia mi y mi profesión.*

*A mis amigos que han sido muy pocos pero muy valiosos, evito mencionarlos por temor a omitir a alguno de ellos*

*A todos les dooy gracias por el apoyo que me han brindado no solo en la elaboración de esta tesis, ni en cada momento de mi carrera profesional, sino en cada momento de mi vida personal como profesional y por haberme ayudado a realizar mi sueño de ser mi postgrado en administración de la especialidad en producción y calidad que ahora es una realidad, pero el camino sigue y hay que seguir aprendiendo y superándose, espero seguir contando con el apoyo de todos ellos y que recuerden que mi también tendrán este apoyo.*

## PROLOGO

Nunca se insistirá lo suficiente, en que un verdadero administrador, no puede prescindir de la teoría, ya que sin ella “ los hechos por si mismos son mudos”.

Esta tesis trata de ser “ una caja de herramientas” de conceptos para la interpretación y análisis de la administración de los sistemas de producción.

La idea de esta tesis comenzó su gestación cuando, en la planta de muelles de SAN LUIS RASSINI, el Departamento de Operaciones Previas en las divisiones de Long Taper, Roleo y Desplame, se detecto la existencia de inventarios de materia prima en proceso, en espera del tratamiento térmico, lo que producía los inevitables cuellos de botella, presentes en cualquier operación.

Este trabajo trata de mostrar como se puede mejorar la toma de decisiones en operaciones al utilizar: el estudio de la conducta, las disciplinas cuantitativas y económicas y también en la aplicación en los sistemas de producción.

Esta tesis naturalmente esta sujeta a la critica, al desarrollarla advertí las limitaciones de mis conocimientos y mi falta de experiencia en esta área. Sin embargo estoy seguro que maestros y eruditos en la materia, comprenderán que este estudio, investigación o tesis, como cualquier otro tiene un lenguaje que puede enriquecerse.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Ing. Raúl García Vázquez  
Autor

## SINTESIS

Esta tesis fue desarrollada por el Ing. Raúl García Vázquez y su asesor el M.C. Roberto Elizondo Villarreal, esta formada de cuatro capítulos.

El 1º capítulo contiene una introducción donde se menciona la ubicación de la planta donde fue desarrollada esta tesis, así como el objetivo y la justificación de la misma. También se hace un breve repaso al MRP y a su aplicación en el problema real.

El capítulo 2º se hace referencia al marco teórico, se menciona la función de los inventarios en general y se señala los diversos puntos de cada uno de ellos. Mencionando los inventarios con demanda independiente y los inventarios de demanda dependiente que son los que se usaron como modelo para el desarrollo de esta tesis.

En el capítulo 3º se hace el análisis del flujo de los inventarios, de acuerdo a las diversas aplicaciones y se propone el algoritmo de PEARS, como un posible solución a la falta de fluidez en los inventarios analizados.

Por último en el capítulo No. 4, se realizan las recomendaciones donde se plantea a la empresa como el mejoramiento constante es la parte medular de cualquier sistema de producción. Se recomienda a la empresa adoptar una política de reingeniería para su mejoramiento continuo.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

# CONTENIDO

## SINTESIS

## PAG

### CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Generalidades	1
1.1.1 Ubicación	1
1.1.2 de la población fronteriza a población industrial	1
1.2 Objetivo	2
1.3 Justificación	2
1.4 Breve introducción a la planeación de materiales	3
1.5 Administración de operaciones	4

### CAPITULO II

2. MARCO TEORICO	7
2.1 Función de Inventarios	7
2.1 Puntos sobre la administración de inventarios	9
2.1.1 Análisis ABC	9
2.1.2 Exactitud de registros	11
2.1.3 Conteo cíclico	11
2.1.4 Inventario Justo a Tiempo (JIT)	12
2.1.5 Kanban	14
2.2 Costos de Inventarios	15
2.3 Modelo de inventario	17
2.3.1 Demanda independiente vs Demanda dependiente	17
2.3.2 Requerimientos del modelo de inventario dependiente	20
2.4 Programa Maestro de Producción	20
2.5 Beneficio del MRP	26
2.5.1 Estructura del MRP	26
2.5.2 Regeneración y cambio neto del MRP	34
2.6 Técnicas de determinación de tamaño de lotes	36
2.6.1 Lote por lote	36
2.7 Datos de entrada a STORM	37
2.7.1 Recibo de materiales	38
2.7.2 Archivo de nivel de inventario	39
2.7.3 el menú de proceso MRP	41
2.7.4 Programación Maestra	41
2.7.5 Planeación de Requerimiento de Materiales	52
2.7.6 Reportes del STORM	53
2.7.7 BOM / Explosión de Materiales	54

## CAPITULO III

### 3 METODOLOGIA

3.1 Introducción a la Administración de operaciones	58
3.2 Programación de $n$ tareas a un solo procesador	61
3.2.1 Definiciones	62
3.2.1.1 Tiempo de procesamiento	62
3.2.1.2 Tiempo de cumplimiento	62
3.2.1.3 Tardanza	62
3.2.1.4 Holgura	62
3.2.1.5 Tiempo de Terminación	62
3.2.1.6 Tiempo de flujo	62
3.3 Diagrama de flujo para $n$ tareas para un solo procesador	63
3.4 Restricciones de Prioridad	64
3.5 Variaciones a la regla SPT, programación compensada (WSPT)	71
3.6 Ajuste a tiempo medio de flujo, por retraso programado	80
3.7 Aplicación usando $n$ tareas en $m$ procesadores	83
3.8 Ajustando la producción en paralelo	84
3.9 Problema de la línea en serie	87
3.10 Algoritmo de PEARS	89

## CAPITULO IV

4 Conclusiones y Recomendaciones	104
4.1 Conclusiones	104
4.2 Recomendaciones	105
4.2.1 ¿Qué es Reingeniería?	105
4.2.2 FASE I. Preparación al cambio	106
4.2.3 FASE II. Planeación del cambio	106
4.2.4 FASE III. Diseño del cambio	106
4.2.5 FASE IV. Evaluación del cambio	107
4.2.6 paso 3 al 13	107
4.3 Glosario	117
4.4 Bibliografía	118
4.5 Anexos	

# CAPITULO 1

## **1.-Introducción**

### **1.1 Generalidades**

#### **1.1.1 Ubicación.**

Con cinco plantas industriales y casi tres mil trabajadores, San Luis Rassini autopartes, en Piedras Negras Coahuila, se erige como una empresa que forma parte integral de la vida de muchos de sus habitantes.

Hace 24 años empezó aquí con dos líneas de tratamiento para producir muelles, ahora son mas de 10 veces lo que fueron hace 20 años.

#### **1.1.2 DE POBLACION FRONTERIZA A POBLACION INDUSTRIAL**

Provenientes de Texas a raíz de una guerra perdida en 1848, 37 ciudadanos se establecieron en marzo de 1850 en lo que hoy se conoce como Piedras Negras Coahuila. El primer nombre que se le dio fue el de Nueva Villa Herrera, cuando se inauguro formalmente la población del 15 de julio del mismo año. Sin

embargo, dos meses después el lugar cambio de nombre por el de colonia militar de guerrero. El primer nombre oficial de Piedras Negras data de 1856, cuando se crea la villa de piedras negras. Sin embargo, desde la época colonial este lugar ya se conocía como el paso o vado de Piedras Negras.

El nombre de Piedras Negras proviene por el afloramiento del carbón de piedra. A causa del crecimiento de la población, Piedras Negras deja de ser villa para transformarse en 1911 en la ciudad Porfirio Díaz, nombre que después desapareció por convertirse nuevamente en la Ciudad de Piedras Negras. La planta Rassini Rheem fue inaugurada formalmente en Piedras Negras, Coahuila, el 6 de julio de 1974.

En un principio Rassini Rheen se enfocó únicamente a la manufactura de muelles, sin embargo, el 14 de agosto de 1980 el Lic. José López Portillo, entonces presidente de la república, inauguro la planta de resortes.

Su desarrollo y expansión se aceleraron todavía mas cuando la empresa fue adquirida por San Luis Corporation en 1988. Así, en 1990 se abre una planta de barras de torsión en conversión con NHK Spring Corp. Industria japonesa y seis años mas tarde se realiza otra alianza estratégica en esta ocasión con Hendrickson Internacional de Estados Unidos, para producir suspensiones para camiones pesados. En 1997, SAN LUIS RASSINI inicia la construcción de una nueva planta de suspensiones, a raíz de un contrato realizado con General Motors Corporation.

## 1.2 OBJETIVO

La empresa san Luis Rassinni productora de auto partes dentro del renglón de inventarios pretende en el área de finanzas mantener los inventarios en un nivel bajo, en el aspecto de ventas se inclina por tener niveles altos de inventario para reforzar las ventas, y en la parte operativa desea inventarios adecuados para una producción eficiente y niveles de empleo homogéneos.

El objetivo fundamental de la administración central es mantener un equilibrio en los tres renglones citados, o sea:

Finanzas,

Ventas

Operación

El logro de la conjunción de estas áreas será el objetivo primordial de este trabajo que redundará en un beneficio general de la empresa.

## 1.3 JUSTIFICACION

El inventario es uno de los activos mas caros de la empresa, puede llegar a representar tanto como un 60% del capital total invertido. Los administradores



de operaciones han reconocido desde hace mucho tiempo que el buen control del inventario es crucial en la empresa este hecho ha generado diversos cuestionamientos de gerentes y subgerentes de producción, sobre la relación inventario-cliente, y los efectos de estos, en los costos de producción.

Así, se ha considerado trascendente estudiar dicha relación con el propósito de analizar los inventarios y el servicio al cliente, los modelos planteados ayudaran, a mantener niveles óptimos de productos en proceso de terminados y a la vez minimizar los costos de mantener el inventario. Proporcionara información que será útil para obreros y supervisores sobre como manejar de modo más provechoso los niveles del inventario.

Esta discreta investigación es viable, pues se dispone de los recursos necesarios para llevarla a cabo.

#### *1.4 BREVE INTRODUCCIÓN A LA PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS DE MATERIALES.*

Muchas operaciones de manufactura se administran en una forma mas o menos caótica. Los inventarios están inflados, se aceleran partes para sacar pedidos a tiempo y prevalece una atmósfera de olla de presión. Hoy en día es posible remediar esta situación mediante el uso de un sistema computarizado de planeación y control que recibe el nombre de planeación de requerimiento de materiales (MRP)

Un sistema (MRP) es dirigido por el programa maestro el cual especifica los " artículos finales " o el resultado de la función de producción. Todas las demandas futuras de producto en proceso y materias primas deben depender del programa maestro y deben ser derivadas por el sistema (MRP) del programa maestro.

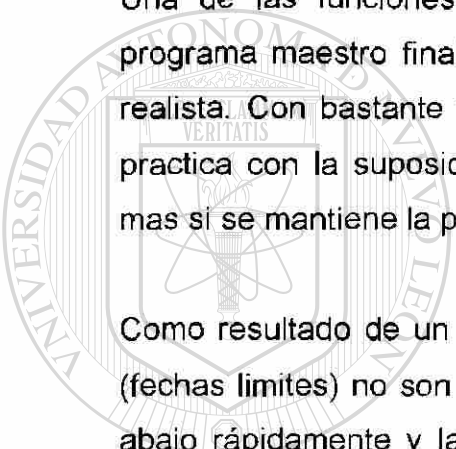
Cuando se están planeando los inventarios de materias primas y producto en proceso, toda la historia pasada de la demanda no es relevante a no ser que el

futuro sea exactamente igual que el pasado. Dado que las condiciones usualmente cambian, el programa maestro es, por mucho, un mejor punto de partida que la demanda pasada para la planeación de los inventarios de materias primas y producto en proceso.

El objetivo en la administración de inventarios de demanda dependiente con (MRP) es respaldar el programa maestro de producción. Este objetivo esta orientado a la manufactura, se enfoca hacia el interior mas que hacia el exterior.

Una de las funciones de la programación maestra es asegurarse que el programa maestro final no esta afectado y refleje necesidades de capacidad realista. Con bastante frecuencia todo programa maestro esta afectado en al practica con la suposición de que el departamento de operaciones producirá mas si se mantiene la presión.

Como resultado de un programa maestro afectado las prioridades de orden (fechas limites) no son validas. Entonces, el sistema (MRP) formal se va para abajo rápidamente y la planeación informal y el sistema de control toman el mando. El resultado es muchas ordenes atrasadas, expedición y persecución de reservas para sacar el producto



U A N L

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

## 1.5 ADMINISTRACION DE OPERACIONES

Administración de inventarios, con el enfoque de la operación  
*(Programación de n tareas a un solo procesador)*

La administración de los inventarios de una empresa, refleja su grado de calidad, de servicio y de atención al cliente, estos recursos que están contenidos en el inventario, son la transformación de otros recursos, y son la principal fuente de costo para cualquier empresa, en algunos casos el monto del inventario puede representar hasta el 60 % del valor de una empresa.

Desde el punto de vista financiero, esto representa un lastre para toda la empresa, y aunque lo ideal sería que los inventarios se mantuvieran en niveles muy pequeños esto no es tan fácil, por que se debe de atender una demanda de mercado, que varía y que aun teniendo el mejor método de pronostico, no puede resolver las grandes oportunidades que representa el mercado actual.

Estas oportunidades se convierten en problemas cuando se empieza a perder control sobre el capital que se convierte en materia prima, necesaria para la producción de artículos que demanda el mercado.

Es decir se busca mantener los inventarios bajos, pero también se busca satisfacer la demanda del mercado, estos dos objetivos parecen estar encontrados ya que por un lado se debe garantizar la liquidez de la empresa y además se busca lograr que el nivel de ventas se mantenga. Bastante complicado, sobre todo si tomamos en cuenta que no existe un solo tipo de inventario a saber los pueden ser de tres grandes tipos:

1. Inventario de materia prima (IMP)
2. Inventario materia en proceso (WIP)
3. Inventario de Producto terminado (IPT)

Cada tipo de inventario tiene sus propias características, existen modelos que describen el comportamiento de cada tipo de inventario, algunos de estos modelos tratan de predecir como se comportara un tipo de inventario bajo cierta situación específica, situaciones como la demanda, la oferta, los cambios de moda, etc.,

*Esquema de sistema de producción*

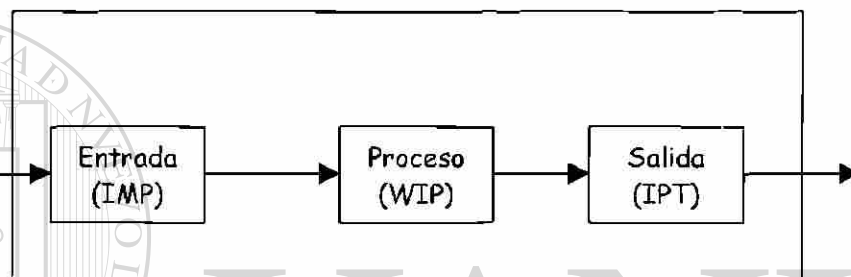


Figura No. 1

En una circunstancia ideal el inventario de materia prima, debe de ser igual al inventario de producto terminado, mas su valor agregado, este valor es integrado durante el proceso de transformación de la materia prima en producto. Sin embargo esto generalmente no ocurre, la pregunta es porque?

Existen modelos matemáticos que describen el mejor comportamiento que puede adquirir un inventario de materia prima, además se puede concebir mas de una manera para lograr bajar los inventarios de producto terminado, sin embargo no existe un modelo de control de inventario (WIP) que pueda precisar de manera tal, la operación del sistema en su parte media (fig. No. 1)

Lo que realmente se necesita que la operación sea fluida, esto aumenta el valor de recuperación de la inversión hecha en forma de inventario. Se puede uno atrever a decir, que el fin ultimo de la política del JIT (Justo a Tiempo), se refiere

a precisamente esto, que la producción sea fluida, y no como mucha gente lo aprecia, el tener inventario de nivel cero.

Por lo tanto el objetivo final de cualquier administración de inventarios, es reducir el espacio y el tiempo en los recursos financieros de una empresa, que están convertidos en una de las tres formas de inventario. El caso en particular que nos ocupa se refiere al administración de inventario de materia prima en proceso, en la planta de muelles de la empresa RASSINI, y tiene como objetivo incrementar la utilización de los recursos tanto físicos, como materiales, además de optimizar el tiempo inactivo de los recursos.

Este estudio tiene como fin:

1.- Minimizar el tiempo ocioso del inventario de materia prima en proceso (WIP), proponiendo alternativas viables de operación y programación de operaciones.

2.- Establecer un modelo de inventario de materia prima en proceso (WIP), que satisfaga las demandas de productos de parte del cliente al 100%.

3.- Reducir el tiempo de operación, con el fin de hacer mas rentable a la empresa por medio de su función de la producción.

# CAPITULO 2

## 2. MARCO TEORICO

### 2.1 FUNCIONES DE LOS INVENTARIOS

El inventario puede servir para varias funciones importantes que añaden flexibilidad a la operación de la compañía.

Seis usos de inventarios son:

1. Ofrecer un almacenamiento de bienes para cumplir la demanda anticipada de los clientes.

2. Separar los procesos de producción distribución. Por ejemplo, si la demanda del producto es alta solo durante el verano, una empresa puede hacerse el inventario durante el invierno, de este modo se eliminan los costos de escasez y la falta de inventario durante el verano.

En una forma similar si los suministros de una empresa fluctúan se puede necesitar de las materias primas extra del invierno para “separar” los procesos de producción.

3. Tomar ventaja de los descuentos por cantidad, debido a que los compradores de grandes cantidades pueden reducir substancialmente el costo de los bienes.

4. Protegerse de la inflación y cambios de precios.

5. Protegerse contra el inventario agotado que puede ocurrir debido al clima, la escasez de los proveedores, los problemas de calidad o las entregas real efectuadas. Los “inventarios de seguridad”, principalmente

los bienes extra en mano, pueden reducir el riesgo de que se agote el inventario.

6. Permite que las operaciones continúen con suavidad, con el empleo del inventario bajo proceso. Esto se debe a que la manufactura de bienes toma algún tiempo y se almacena una cantidad de inventarios a través del proceso.

El inventario es uno de los activos más caros de muchas compañías, puede llegar a representar tanto como un 60% del capital total de invertido. Los administradores de operaciones han reconocido desde hace mucho tiempo que el buen control de inventarios es crucial en la organización.

Por un lado una empresa puede intentar la reducción de costos mediante la reducción de los niveles de inventario en mano. Por otro lado, los clientes se sienten insatisfechos cuando ocurren faltas frecuentes de inventario (llamado inventario agotado o escasez). Entonces, las compañías deben intentar un equilibrio entre la inversión de inventario y los niveles de servicio al cliente. La minimización del costo es una importante función que se obtiene como resultado de este delicado equilibrio.

El inventario es cualquier recurso almacenado que se utiliza para satisfacer una necesidad actual o futura. Las materias primas, el trabajo en proceso y los bienes terminados son ejemplos de inventario. Todas las organizaciones tienen algún tiempo de sistema de planeación de inventario y de control. Un banco tiene métodos para controlar su inventario de efectivo, un hospital tiene métodos para controlar los abastos de sangre y medicamentos, las agencias de gobierno, las escuelas y desde luego, cualquier organización de manufactura y producción están preocupadas por la planeación y control de inventarios. En los casos de los productos físicos, la organización debe de determinar si producir o adquirir los bienes. Una vez que estos se han determinado, el siguiente paso es pronosticar la demanda. Posteriormente los administradores de operaciones determinan el inventario que se requiere para dar servicio a esta demanda.

## 2.2 PUNTOS SOBRE LA ADMINISTRACION DE INVENTARIOS

Los administradores de operaciones establecen los sistemas para el manejo del inventario. Algunas de las formas de manejar el inventario pueden ser las siguientes:

### 2.2.1 Análisis ABC

El análisis ABC divide el inventario en mano en tres clasificaciones basadas en el volumen anual en dólares. El Análisis ABC es una aplicación del inventario de lo que se conoce como el principio de Pareto. El principio de Pareto establece que hay unos cuantos críticos y muchos triviales. El objetivo es enfocar los recursos en los pocos críticos y no en los muchos triviales.

Para determinar el volumen anual en dólares del análisis ABC, se mide la demanda actual para cada artículo del inventario multiplicado por el costo por unidad. Los artículos clase A son aquellos en los que el volumen anual en dólares es alto. Tales artículos pueden representar aproximadamente el 15% de la totalidad del inventario, pero representan del 70% al 80% del costo total del inventario. Los artículos de clase B son aquellos artículos del inventario con un volumen anual en dólares mediano. Estos artículos pueden representar aproximadamente el 30% del inventario total, y representan el 15% al 25% del valor total del inventario. Aquellos artículos con un bajo volumen anual en dólares son la clase C, la cual representa solo el 5% del volumen anual en dólares pero aproximadamente el 55% de los artículos totales. Un ejemplo del uso de análisis ABC se muestra en el ejemplo.



*Silicon Chips, Inc., que hace chips super rápidos de 1 mega, ha organizado sus 10 artículos de inventario sobre una base de volumen anual en dólares. Abajo se muestran los artículos, su demanda anual, costo unitario, volumen anual en dólares y el porcentaje que cada uno representa del total. A la derecha de la tabla, se muestran estos artículos agrupados en clasificación ABC.*

No. Del artículo del inventario	Porcentaje del No. De art. en el inventario	Volumen anual (unidades)	Costo Unitario	Volumen anual en dólares	Porcentaje del volumen anual en dls.	Clase
No. 10286	20%	1000	\$ 90.00	\$ 90,000	38.8%	A
No. 11526		500	154.00	77,000	33.2%	A
No. 12760	30%	1550	\$ 17.00	\$ 26,350	11.4%	B
No. 10867		350	42.86	15,001	5.5%	B
No. 10500		1000	12.50	12,500	5.4%	B
No. 12572	50%	600	\$ 14.17	\$ 5,502	3.7%	C
No. 14075		2000	0.60	1,200	0.5%	C
No. 01036		100	8.50	850	0.4%	C
No. 01307		1200	0.42	504	0.2%	C
No. 10527		250	0.60	150	0.1%	C

Se pueden utilizar otros criterios diferentes en el volumen anual en dólares para determinar la clasificación de los artículos. Por ejemplo, los cambios anticipados en la ingeniería, los problemas de las entregas, los problemas de calidad o los costos unitarios altos pueden hacer que los artículos cambien a una clasificación más alta. La ventaja de dividir los artículos del inventario en clases permite que se establezcan políticas y controles para cada clase.

Las políticas que se establecen en el análisis ABC incluyen lo siguiente:

1. Los recursos de compras gastados en el desarrollo del proveedor deben ser mucho más altos para los artículos individuales A que para los artículos C.

2. Los artículos A en posición de los artículos B y C, deben tener un control más estricto de inventario; quizá pertenecen a un área más restringida, y quizá la exactitud de los registros de inventario para los artículos A deben ser verificados con mayor frecuencia.
3. El pronóstico de los artículos A puede requerir de mayor cuidado que el de los otros artículos.

El manejo pronóstico, control físico, confiabilidad del proveedor y una reducción final en el inventario de seguridad pueden ser resultado de las técnicas de administración del inventario, una de las cuales es el análisis ABC.

### *2.2.2 Exactitud de los registros.*

Las buenas políticas en los inventarios no significan nada, si la administración desconoce que inventario está en mano. La exactitud de los registros en un ingrediente crítico en la producción y en los sistemas de inventarios. Permite a las organizaciones alejarse de la frase “algo de todo” está en el inventario, para enfocarse solo en aquellos artículos que son necesarios, únicamente cuando una organización puede determinar con certeza lo que tiene en mano puede tomar decisiones precisas acerca de los órdenes de requerimiento de materia prima, la programación de producción y los embarques de productos terminados

### *2.2.3 Conteo cíclico.*

Aunque una organización haya hecho esfuerzos substanciales para registrar el inventario con exactitud, se deben de verificar estos registro por medio de una auditoria continua. Tales auditorias se conocen como conteos cíclicos. Históricamente, muchas empresas toman inventarios físicos anuales.

Esto significa a menudo el cierre de las instalaciones y tener gente sin experiencia contando partes y el material. Los registros de inventario deben ser verificados por medio de los conteos físicos. El conteo cíclico utiliza las clasificaciones del inventario desarrollado a través del análisis ABC. Con los procedimientos de los conteos físicos, se cuentan los artículos, se verifican los registros y las inexactitudes y se toma una acción correctiva de acuerdo a la clasificación del artículo, los artículos A serán contados con frecuencia, quizá una vez al mes; los artículos B serán contados con menor frecuencia, quizá una vez cada trimestre y los artículos C serán contados quizá cada seis meses.

#### *2.2.4 Inventarios justo a tiempo.*

Los inventarios en los sistemas de producción y de distribución a menudo existen "únicamente en el caso" de que algo falle, esto es, sólo en el caso de que ocurra algún cambio en el plan de producción. Bajo tal concepto, el inventario existe entre todos los segmentos de la producción y distribución. Se sugiere que una buena táctica de inventario no solamente opere en estos casos, sino que se establezca un inventario de "justo a tiempo" (JIT). El inventario justo a tiempo es el inventario mínimo necesario para mantener un sistema trabajando. Con el inventario justo a tiempo llega la cantidad exacta de bienes en el momento en que estos se necesitan, ni un minuto antes ni un minuto después. Se analizará esta idea.

Para lograr un inventario justo a tiempo, los administradores reducen la variabilidad causada tanto por elementos internos como externos. Si hay inventario en existencia debido a la variabilidad en el proceso, los administradores deben eliminar la variabilidad. El inventario no esconde la variabilidad, ésta es una frase amable para el problema real. Si los administradores pueden lograr deshacerse de la variabilidad, necesitarán muy poco inventario.

La variabilidad puede requerir que una empresa mantenga varios tipos de inventarios, Dentro de estos se incluyen:

- El inventario de materias primas.
- El inventario de trabajo en proceso.
- El inventario de operación (MRO).
- El inventario de productos terminados.

Los inventarios de materia prima se deben de utilizar para separar a los proveedores del proceso de producción. Sin embargo el método preferido es la eliminación de la variabilidad de calidad, la cantidad o el tiempo de entrega del proveedor. Puede existir algún inventario de trabajo en proceso debido al tiempo que toma fabricar un producto (llamado tiempo de ciclo). La reducción de tiempo de ciclo reduce el inventario, esto no es difícil de lograr. La mayor parte del tiempo en que se fabrica un producto, en realidad está ocioso, el tiempo de trabajo real o tiempo de la "corrida" es una pequeña porción de tiempo de flujo de materiales, quizá tan bajo como un 5 por ciento.

Los inventarios de operación existen debido a que se desconoce la necesidad y el tiempo para algún mantenimiento o reparación de equipo. Mientras que la demanda de algunos inventarios MRO es una función de los programas de mantenimiento, no obstante se deben pronosticar otras demandas MRO. En forma similar, no obstante los bienes terminados se deben inventariar debido a que se pueden desconocer las demandas del cliente para un cierto período.

Por las razones anteriores, existe el inventario. El sistema de administración de inventarios para "únicamente en caso" maneja la variabilidad debido a la separación de varios pasos del proceso. Esta separación se lleva a cabo al incrementar el inventario hasta que sea el adecuado para permitir toda variabilidad. Si la variabilidad es grande la administración termina con grandes

cantidades de inventario. Sin embargo, es mejor deshacerse de la variabilidad y sus problemas.

Quizá el administrador que dijo "El inventario es la raíz del demonio en la administración de operaciones" no estaba lejos de la verdad. Si el inventario no es un demonio, tiende a esconder el demonio del gran costo.

La producción justo a tiempo ha venido a significar la eliminación del desperdicio, la manufactura sincrónica y un inventario bajo. La clave del JIT radica en estandarizar la producción por lotes de tamaño pequeño. La reducción del tamaño de los lotes puede ser una herramienta para reducir los inventarios y sus costos. Cuando la utilización del inventario es constante, su nivel promedio es la suma del inventario máximo más el inventario mínimo dividido entre dos. Para expresar el nivel promedio de inventario en forma algebraica se tiene:

El inventario promedio desciende cuando la cantidad de reorden del inventario disminuye porque el nivel máximo del inventario también se reduce. Más aún de acuerdo con la observación anterior mientras mas pequeño es el tamaño del lote, quedan escondidos menos problemas. Únicamente cuando se identifican los problemas se pueden resolver y la organización se vuelve más eficiente. Por lo tanto, la meta es disminuir el inventario total y los tamaños de lote. Una de las maneras para lograr tamaños de lotes pequeños es midiendo el inventario a través del taller sólo cuando se necesita, en lugar de empujarlo a la siguiente estación de trabajo, estén listos o no si el inventario se mueve sólo cuando es necesario, entonces es referido como sistema de jala y el tamaño ideal del lote es de uno. Los japoneses llaman a este sistema Kanban.

### **2.2.5 Kanban.**

Kanban es una palabra japonesa que significa "tarjeta". Es un esfuerzo por reducir el inventario, los japoneses utilizan el sistema que "jalan" el inventario a

través del taller. A menudo se utiliza una tarjeta para señalar el requerimiento de más material, de ahí el nombre de Kanban. La necesidad del siguiente lote de materiales puede señalar la necesidad de mover el inventario existente de una estación de trabajo a la siguiente o la necesidad de producir partes, sub-ensambles o ensambles. La tarjeta es la utilización para el siguiente lote. El sistema se ha modificado en muchas instalaciones de tal forma que, aunque sea llamado Kanban, la tarjeta no existe. En algunos casos, una posición vacía en el piso es la indicación de que se necesita el siguiente lote, en otros casos se utiliza algún señalamiento tal como puede ser la bandera o un trapo para indicar que es el momento de trabajar en el siguiente lote.

Los lotes que son muy pequeños, indican unas cuantas horas de producción. Tal sistema necesita de programas estrictos y preparaciones frecuentes de las máquinas. Se deben producir cantidades pequeñas de cada cosa varias veces al día. Tal sistema debe trabajar con suavidad debido a que cualquier escasez tiene un impacto casi inmediato en todo el sistema. Kanban añade un énfasis al cumplimiento en los programas, a la reducción del tiempo y los costos necesarios en las preparaciones.

Se llame Kanban o no, las ventajas de un inventario pequeño son significativas. Por ejemplo, los lotes pequeños permiten la acumulación de una cantidad limitada de material defectuoso. Muchos aspectos del inventario son malos, pero uno de ellos es bueno, la disponibilidad. Entre los inconvenientes se encuentra la baja calidad, la obsolescencia, el daño, el espacio ocupado, los activos destinados al inventario, el alto aseguramiento, el crecimiento manejo de los materiales y los crecientes accidentes. Estos costos son llamados costos de mantenimiento de llevar el inventario.

## 2.3 COSTOS DE INVENTARIO

Los costos manejo son los costos asociados al manejo o "almacenaje" del inventario a través del tiempo. Los costos de almacenamiento incluyen: los costos de seguros, el personal extra, los intereses y así sucesivamente. La tabla 1.1 muestra los tipos de costos que necesitan evaluarse para determinar los costos de manejo, sin embargo muchas empresas encuentran difícil y poco real la evaluación de estos costos, en consecuencia, generalmente son subestimados.

Las ordenes de cantidades pequeñas requieren, como se vera a continuación, bajos costos para cada orden. Los costos de ordenar incluyen los costos de los suministros, los formatos, el procesamiento de las ordenes, el apoyo administrativo, y demás. Cuando las ordenes están siendo fabricadas, también existen los costos de ordenar, pero se conocen como costos de preparación.

El costo de preparación el costo que involucra la disposición de una maquina o proceso para fabricar una orden. Antes de realizar la programación de las ordenes el administrador de operaciones debe hacer un esfuerzo para reducir los costos de las ordenes. Estos se pueden llevar a cabo a través de procedimientos eficientes tales como el ordenamiento y pago electrónico y mediante la reducción de los costos de preparación. En muchos entornos ese costo esta altamente relacionado con el tiempo de preparación, es probablemente mayor a la que los administradores innovativos deben aceptar. Las preparaciones requieren generalmente una cantidad sustancial de trabajo antes de que la operación real se realice en el centro de trabajo. Gran parte de la preparación necesaria se puede llevar a acabo antes de apagar la maquina o el proceso.

Anteriormente el proceso de preparación de máquinas para la operación se llevan horas, pero en la actualidad con los fabricantes de clase mundial este

proceso se realiza en menos de un minuto. La disminución en los tiempos de preparación contribuyen en forma directa a la reducción en la inversión sobre inventarios y también mejora la productividad.

*Tabla 1.1 Determinación de los costos de manejo del inventario (aproximados).*

CATEGORIA	COSTOS COMO UN PORCENTAJE DEL VALOR DEL INVENTARIO
<b>Costos de almacenamiento</b> , tales como la renta del edificio, depreciación, costos de operación, impuestos, seguros.	6% (3 a 10 %)
<b>Costos de manejo de materiales</b> , que incluyen el equipo, el arrendamiento o depreciación, energía eléctrica, costo de operación.	3% (1 a 3.5%)
<b>Costo de mano de obra por el manejo extra.</b>	3% (3 a 5%)
<b>Costos de inversión</b> , tales como los costos de los préstamos, impuestos y los seguros sobre los inventarios	11% (6 a 24%)
<b>Hurtos, desperdicios y obsolescencia.</b>	3% (2 a 5%)
<b>Costo global de mover el inventario</b>	26%



## **2.4 MODELO DE INVENTARIO**

### **2.4.1 Demanda independiente vs. Dependiente.**

Los modelos de control de inventarios asumen que la demanda para un producto puede ser dependiente o independiente de la demanda de otros productos. Por ejemplo la demanda de refrigeradores es independiente de la demanda de hornos tostadores. Sin embargo muchos problemas de inventario están interrelacionados; la demanda de un producto es dependiente de la demanda de otro producto. Considérese un fabricante de podadoras pequeñas para césped. La demanda de las llantas para la podadora de césped y las bujías son dependientes de la demanda de las podadoras de césped. Se necesitan cuatro llantas y una bujía para cada podadora terminada. Generalmente cuando la demanda para diferentes artículos es dependiente, la relación entre los artículos es conocida consistente. Luego, la administración programa de producción basándose en la demanda de los productos finales y calcula los requerimientos para los componentes.

Tipos de modelos de inventario (Demanda independiente)

Se consideran estos tres modelos de demanda independiente:

1. Modelo del tamaño de lote económico (EOQ).
2. Modelo de cantidad de orden de producción.
3. Modelo de descuento por volumen.

Estos tres modelos son la base para el estudio de los inventarios donde el producto se considera como una unidad terminada, ya sea que se compre o se fabrique.

Estos modelos los pueden utilizar empresas que se dedican a la compra y venta de muebles, componentes, etc.

El estudio de estos modelos necesita de los siguientes supuestos:

1. La demanda es conocida y constante.
2. El tiempo de entrega, esto es, el tiempo entre la colocación de la orden y la recepción del pedido, se conocen y es constante.
3. La recepción del inventario es instantánea. En otras palabras, el inventario de una orden llega en un lote, en un mismo momento.
4. Los descuentos por cantidad son posibles.
5. Los únicos costos variables son el costo de preparación o de colocación de una orden (costo de preparación) y el costo del manejo o almacenamiento del inventario a través del tiempo (costos de manejo). Estos costos fueron discutidos en la sección anterior.
6. Las faltas de inventario (faltantes) se pueden evitar en forma compleja, si las órdenes se colocan en el momento adecuado.

Estos modelos no son muy adecuados cuando se tiene que controlar en inventario una gran cantidad de componentes y ensamblajes que integran un producto terminado, cuando esta en una empresa de manufactura es mas conveniente utilizar métodos computacionales para manejar de una forma más eficiente los inventarios de demanda dependiente.

La demanda de muchos productos puede ser dependiente. Por dependiente se quiere decir que la demanda de un producto esta relacionada con la demanda de otro producto. Considérese un fabricante de automóviles, la demanda de llantas de automóvil y de radiadores, depende de la producción de automóviles.

En cada automóvil terminado van cuatro llantas y un radiador, la demanda es dependiente cuando se puede determinar la relación entre los artículos. Por lo tanto, una vez que la administración puede hacer un pronóstico de la demanda para el producto final, se pueden calcular las cantidades requeridas para todos los componentes porque todos ellos son artículos dependientes. Para cualquier producto, todos sus componentes son productos con demanda dependiente. En forma más general, para cualquier producto en el que se pueda establecer un programa, se deben utilizar las técnicas dependientes.

Las técnicas dependientes, cuando se pueden utilizar, son preferibles a los modelos. Esto se cumple para todas las partes de los componentes, sub ensambles y provisiones cuando se conoce un programa. Es cierto no solo para los fabricantes y las distribuidoras, sino también para una amplia gama de empresas que van desde los restaurantes hasta los hospitales. Cuando las técnicas dependientes son utilizadas en el ambiente productivo, son llamadas planeación de los requerimientos de materiales MRP (Material Requirements Planning).

#### *2.4.2 requerimientos del modelo de inventario dependiente*

La utilización efectiva de los modelos de inventarios dependientes requieren<sup>®</sup> que el administrador de operaciones conozca:

- El programa maestro de producción (que se necesita hacer y cuando);
- Las especificaciones o lista de materiales (como hacer el producto);
- La disponibilidad del inventario (que hay en el almacén);
- Las ordenes de compra pendientes (que esta ordenado);
- Los tiempos de entrega (cuanto tiempo se tarda en obtener los componentes).

## **2.5 PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCION**

Un programa maestro de producción especifica lo que se debe fabricar y cuando se debe fabricar. El programa debe estar de acuerdo con un plan de producción. Esta planeación se deriva de las técnicas de planeación agregadas. Tales planes incluyen una variedad de entradas, las cuales involucran también a los planes financieros de demanda del cliente, las posibilidades de ingeniería, la disponibilidad de la mano de obra, las fluctuaciones del inventario, el desempeño de los proveedores y otras consideraciones.

Cada uno contribuye de manera propia al plan de producción, como se muestra en la figura 2.1 la cual muestra el proceso de planeación desde el plan de producción hasta la ejecución. Cada uno de los planes a menor nivel deben ser factibles. Cuando no lo son, se deben reglamentar al siguiente nivel superior para hacer los ajustes necesarios, uno de los principales poderes del MRP es su habilidad para determinar con precisión la factibilidad de un programa dentro de las restricciones de capacidad. El plan de producción establece los límites superior e inferior del programa maestro de producción.

El plan maestro de producción indica los requerimientos para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. Este programa establece que productos fabricar y cuando. Muchas organizaciones establecen un programa maestro de producción y después “fijan” la porción a corto plazo del plan. La porción fija del programa es conocida como el programa “fijo” o “congelado”. Solo se permiten los cambios después del programa fijo establecido. El programa maestro de producción determina la producción pero no es un pronóstico de la demanda. Muestra las unidades que se deben producir. El programa maestro se puede expresar en términos de:

- Un producto final en una compañía con actividad continua (fabrica para inventario)

- Una orden del cliente en una compañía con taller de trabajo (fabricar por orden)

Módulos en una compañía repetitiva (ensamblador para inventario)

programa maestro para 2 productos A y S puede parecerse al de la tabla 2.1.

#### REQUERIMIENTOS BRUTOS PARA EL PRODUCTO A

Semana	6	7	8	9	10	11	12	13	14
--------	---	---	---	---	----	----	----	----	----

sucesivamente

Cantidad	50	100	47	60	110	75
----------	----	-----	----	----	-----	----

#### REQUERIMIENTOS BRUTOS PARA EL PRODUCTO B

Semana	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--------	---	---	---	----	----	----	----	----	----

sucesivamente

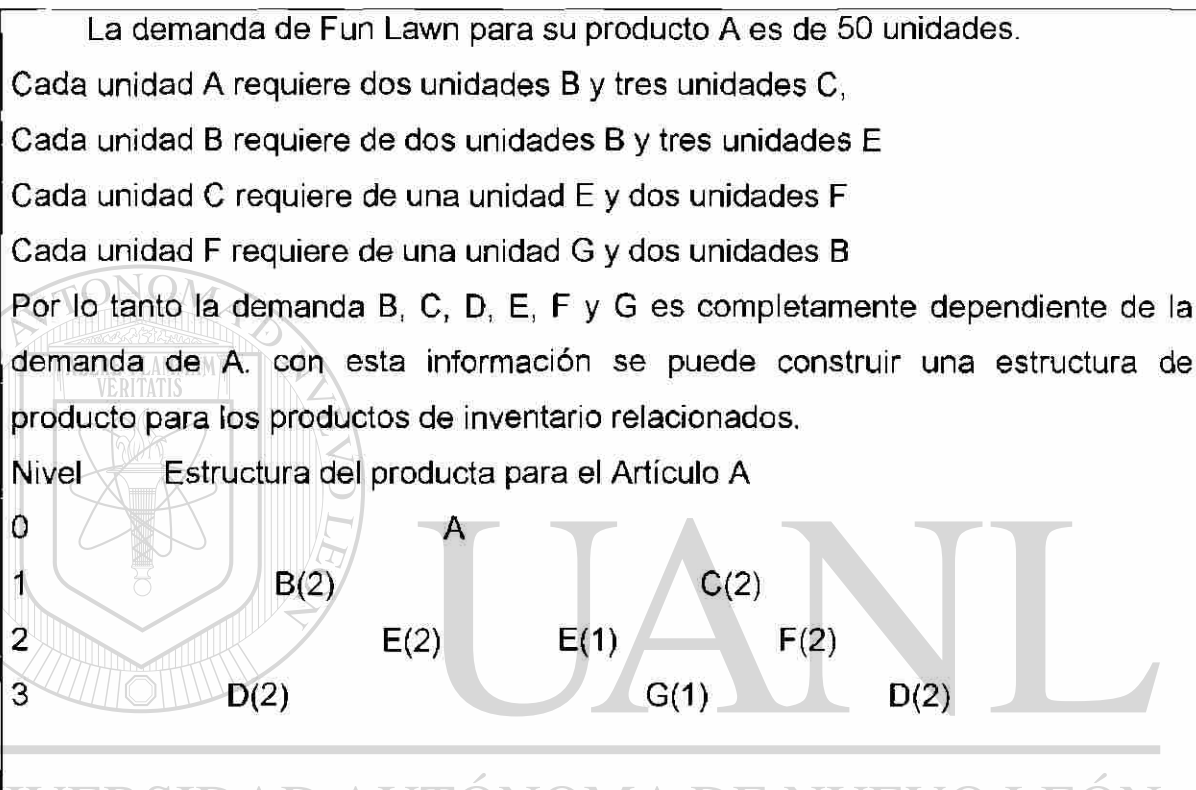
Cantidad	100	200	150	60	75	100
----------	-----	-----	-----	----	----	-----

TABLA 2.1. Programa maestro para los productos A y S

### ESPECIFICACION O LISTA DE MATERIALES

Las unidades que se deben producir están a menudo especificadas por medio de una lista de materiales. Una lista de materiales bienes y materiales requeridos para fabricar un producto, como un conjunto completo de planos para construir un avión son listas de materiales (aunque sus objetivos sean diferentes). Una lista de materiales para el producto A en el ejemplo 1 consiste de las partes B y C los productos arriba de cualquier nivel son llamados

componentes o hijos. Una lista de materiales ofrece la estructuración del producto. El siguiente ejemplo muestra el desarrollo de la estructura del producto y la forma de “explotarla” para revelar los requerimientos de cada componente.



La estructura tiene cuatro niveles: 0, 1, 2 y 3 hay cuatro padres A, b, C y F cada producto padre tiene por lo menos un nivel hacia abajo, los productos B, C, D, E, F y G son componentes porque cada producto tiene por lo menos un nivel hacia arriba. En esta estructura B, c y F son pares y componentes. El número en el paréntesis indica cuantas unidades de ese producto en particular, son necesarias para fabricar el producto inmediatamente arriba de él. Por lo tanto B(2) significa que se necesitan dos unidades de B para cada unidad de a y F(2) significa que se requieren dos unidades de f para cada unidad C.

Una vez que se ha desarrollado la estructura del producto, se puede determinar el número de unidades que requiere cada producto para satisfacer la

demanda. Esta información se despliega en la siguiente tabla.

Parte B: 2 x número de As =	$(2)(50) =$
100	
Parte C: 3 x número de As =	$(3)(50) =$
150	
Parte D: 2 x número de Bs + 2 x número de Fs =	$(2)(100)+(2)(300) =$
800	
Parte E: 3 x número de Bs + 1 x número de Cs =	$(2)(150) =$
300	
Parte F: 2 x número de Cs =	
Parte G: 3 x número de As =	

Entonces para cada unidad 50 unidades de a, se necesitan 100 unidades B, 150 unidades C, 800 unidades D, 150 unidades E, 300 unidades F y 300 unidades G.

Las listas de materiales no solo especifican los requerimientos sino también son muy valiosas para costear y pueden servir como una lista de los productos que se deben enviar al personal de producción o de ensamble cuando las listas de materiales (BOM) se utilizan de esta manera, generalmente se les conoce como listas de acopio.

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### Lista modulares.

Las listas de materiales pueden estar organizadas alrededor de los módulos de productos. Los módulos no son productos finales que serán vendidos, sino artículos que se pueden producir y ensamblar en unidades pueden ser componentes principales del producto final u opciones del producto. Las listas de materiales para estos módulos son llamadas listas modulares, las listas de materiales son organizadas algunas veces en módulos (más que como parte de un producto final) porque el programa de producción y la producción en

si se facilitan al organizar alrededor de relativamente pocos módulos, en lugar de una multitud de ensambles finales.

#### Lista de planeación y lista fantasma.

Existen otros tipos especiales de listas de materiales. Estas incluyen las listas de planeación y las listas fantasmas. Las listas de planeación se crean con el fin de asignar un padre artificial a la lista de materiales. Esto es ventajoso bajo dos condiciones (1) donde se desean agrupar subensambles para reducir el número de productos que se deben de programar y (2) cuando se desea enviar conjuntos de componentes "kit" al departamento de producción. Por ejemplo quizá no sea eficiente surtir chavetas de cada uno de los muchos subensambles, así que se llama a esto un kit y se genera una lista de planeación específica el kit que será enviado, la lista de planeación también se conoce como pseudo lista o número de kit. Las listas fantasma de materiales para componentes, generalmente subensambles que existen solo en forma temporal. Van directamente hacia otros ensambles. Por lo tanto son codificados para recibir un tratamiento especial; los tiempos de entrega son cero y se manejan como una parte integral de su producto padre. Nunca son inventariados.

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Codificación por nivel menor. La codificación por nivel menor para un producto una BOM es necesaria cuando existen productos idénticos en varios niveles de la BOM. La codificación por nivel menor significa que el producto se codifica en el nivel más bajo en que existe. Por ejemplo, el producto D en el ejemplo 1 esta codificado en el nivel más bajo en que se utiliza. El producto D se puede codificar como parte de B y estar en el nivel 2 pero D también es parte de e y F esta en el nivel 2, el producto D se convierte en un producto de nivel. La codificación por nivel menor permite el calculo fácil de los requerimientos para un producto. Cuando la BOM tiene miles de productos y los requerimientos son recalculados con frecuencia, la facilidad y la velocidad de los cálculos se convierten en una de las principales procuraciones.



Registros precisos de inventario.

El conocimiento de lo que se encuentra en el almacén es el resultado de una buena administración del inventario es una necesidad absoluta para que trabaje un sistema MRP. Si la empresa aun no logra por lo menos el 99% de la precisión en los registros, entonces la planeación de los requerimientos de los materiales no funcionara adecuadamente.

Ordenes de compra pendientes.

Es importante resaltar que las ordenes pendientes deben existir como un subproducto de la buena administración en el departamento de compras y control de inventarios.

TABLA 2.2. tiempo de entrega para el producto A:

COMPONENTE	TIEMPO DE ENTREGA
A	1 Semana
B	2 Semanas
C	1 Semana
D	1 Semana
E	2 Semanas
F	3 Semanas
G	2 Semanas

Cuando las ordenes de comparas son ejecutadas, la fecha programada de entrega debe ser adecuada para el personal de producción. Los administradores sólo pueden preparar buenos planes de producción y ejecutar en forma efectiva un sistema de MRP, cuando son realmente con información oportuna del área de compras.

Tiempos de entrega para cada componente.

La administración debe determinar cuando son necesarios los productos. Solo en ese momento puede determinar cuando comprar, producir o ensamblar.

Esto significa que el personal de operaciones determina los tiempos de espera, movimiento, fila, preparación y corrida para cada componente. Cuando se agrupan juntos, estos tiempos se llaman tiempo de entrega. Cuando la lista de materiales para el producto A (ejemplo 1) se deja a un lado y los tiempos de entrega (véase la tabla 2.2.) se añaden a cada componente (el tiempo en el eje horizontal), entonces se tiene una estructura de producto con fases de tiempo.

## 2.6 BENEFICIOS DEL MRP

En los modelos de inventario las preguntas que se contestaron fueron cuanto y cuando ordenar. Esto cierto de que la demanda dependiente hace la programación y la planeación del inventario más compleja, sin embargo, también se obtienen beneficios. Algunos son:

- Un mayor servicio y satisfacción del cliente;
- Una mayor utilización de las instalaciones y la mano de obra;
- Una mejor planeación y programación del inventario;
- Una respuesta más rápida a los cambios del mercado y los turnos;
- Niveles de inventario reducidos sin disminuir el servicio al cliente.

Cuando se aplican a la manufactura repetitiva, los sistemas mas sobresalientes de MRP pueden generar una rotación del inventario de 150 veces por año.

### 2.6.1 ESTRUCTURA DEL MRP

Aunque la mayor parte de los sistemas MRP son computarizados, al análisis es directo y similar de un sistema computarizado al siguiente. Un programa maestro de producción, una lista de materiales, los registros de inventario y de compras y los tiempos de entrega para cada producto son ingredientes de un sistema de planeación de los requerimientos de materiales.

El siguiente paso es la elaboración de un plan bruto de los requerimientos de materiales. El plan bruto de los requerimientos de materiales es un programa



La interpretación de los requerimientos brutos de material es de la siguiente manera si se desean 50 unidades de A en la semana ocho, se debe empezar a ensamblar A en la semana siete. Entonces, en la semana siete se necesitan 100 unidades B y 150 unidades C. Estas dos partes toman dos semanas y una semana respectivamente, para producirse. La producción de B debe comenzar en la semana cinco y la producción de C en la semana seis (se resta el tiempo de entrega de la fecha de liberación de la orden para esta partes). Trabajando hacia atrás, se pueden llevar a acabo los mismos cálculos para las otras partes. El plan gráfico de los requerimientos de materia revela cuando debe empezar y terminar la producción de una parte, con el objeto de tener 50 unidades de A en la semana ocho.

Hasta ahora, se han considerado los requerimientos brutos de material, los cuales suponen que no hay inventario en mano. Sin embargo, cuando hay inventario disponible se realiza un plan de requerimientos netos. Cuando se considera el inventario en mano se debe tomar en cuenta que muchas partes del inventario contienen subensambles o partes. Si el requerimiento bruto para podadoras de césped es de 100 unidades y existen 20 disponibles, el requerimiento neto para este artículo es de 80 (esto es  $100 - 20 = 80$ ), pero cada podadora de césped en mano contiene 4 llantas y una bujía. Como resultado, el requerimiento para llantas cae en 80 llantas (20 podadoras en mano x 4 llantas / podadoras de césped) y el requerimiento de bujías cae por 20 (20x1). Por lo tanto, si existe inventario en mano para un producto padre, los requerimientos para un producto padre y todos sus componentes disminuyen debido a que cada podadora contiene los componentes para las partes de menor nivel.

### Ejemplo 3

En el ejemplo 1 se desarrolla una estructura de producto a partir de una BOM, y en el ejemplo 2 se desarrolla un plan de requerimientos de materiales. Con el siguiente inventario en mano se elabora un plan de los requerimientos netos.

PARTE	EN MANO	PARTE	EN
MANO			
A	10		E
10			
B	15		F
5			
C	20	G	0
D	10		

Un plan de los requerimientos netos de materiales incluyen los requerimientos brutos, el inventario en mano, los requerimientos netos, la recepción planeada de la orden y la liberación para cada parte. Se empieza con A y se trabaja hacia atrás, a través de los componentes.

La elaboración de un plan de los requerimientos netos es similar a la elaboración del plan bruto de los requerimientos. Empezando con la parte a, se trabaja hacia atrás para determinar los requerimientos netos de todas las partes para llevar a acabo estos cálculos se hace referencia a la estructura del producto, al inventario en mano y a los tiempos de entrega. El requerimiento bruto para A es de 50 unidades en la semana ocho. Existen 10 artículos disponibles; por lo tanto los requerimientos netos y la recepción planeada de la orden es para ambos de 40 artículos en la semana ocho. Debido a que hay un tiempo de entrega de una semana, la liberación planeada de la orden es de 40 partes en la semana seis (véase la flecha que conecta la recepción de la orden y la liberación de la misma). Refiriéndose a la semana siete y a la estructura del producto en el ejemplo 1 veamos que 80 (2x40) partes de B y 120 (3x40) partes de C son requeridas en la semana siete con el fin de disponer de 50 partes de A en la semana ocho. La letra A situada a la derecha del número bruto para las

partes B y C se genero como resultado de la demanda de padre A. Llevando a cabo el mismo tiempo de análisis para B y C, se generan los requerimientos netos para D, E, F y G. Obsérvese que el inventario en mano del renglón E en la semana seis, es de cero. Esto se debe a que el inventario disponible (10 unidades) se utilizo para fabricar en la columna 5 de manera similar; el inventario para D se utilizo para fabricar F.

Los ejemplos 2 y 3 consideraron solo el producto A y su terminación en la semana ocho. Se requirieron 50 unidades de A en la semana ocho. Generalmente hay una demanda para varios productos. Cuando existen varios programas de productos, contribuyen a un programa maestro de producción y a un plan de los requerimientos netos de material.

Programa 2.1. Módulo MRP de AB:POM aplicado a los ejemplos 1, 2 y 3. El Módulo de planeación de los requerimientos de materia (MRP) de AB:POM se puede utilizar para llevar a cabo un análisis MRP hasta de 18 periodos. La pantalla de datos que se muestra abajo se genera al indicar el número de líneas en la lista de materiales. En el problema muestra se genero una BOM con siete partes, pero con 9 líneas, aquí esta la captura.

#### 1. NOMBRE DE LAS PARTES

Los nombres de las partes se captura en la columna izquierda. El mismo nombre aparecerá en más de un renglón si la parte se utiliza en dos productos padre. Cada parte debe seguir a sus padres como se muestra en el programa 2.1.

#### 2. NIVEL DE LA PARTE (LVI)

El nivel en la BOM con sangría se debe dar aquí. La parte no se puede colocar más de un nivel debajo de la parte inmediata superior.

### 3. TIEMPO DE ENTREGA (ldtem)

El tiempo de entrega para una parte se captura aquí. La entrada por omisión es de una semana.

### 4. NUMERO (# per)

El número de unidades de este ensamble necesarios por su padre se capturan aquí. La entrada por omisión es de uno.

### 5. EN MANO (nhnd)

Lista de inventario actual en mano una vez, aun sí el subensamble sé en lista 2 veces.

### 6. TAMAÑO DEL LOTE (Lot).

El tamaño del lote se puede especificar aquí. Un 0 o un 1 llevará a cabo la orden por lotes. Si se coloca aquí otro número entonces todas las ordenes para ese artículo serán cantidades múltiplos enteros de ese número.

### 7. DEMANDAS (capturadas en el primer renglón).

Las demandas son capturadas en el ultimo renglón del artículo en el primer periodo en que se demandan esas partes.

### 8. RECEPCIONES PROGRAMADAS.

Si las unidades están programadas para ser recibidas en el futuro, deben ser enlistadas en el periodo de tiempo apropiado (columna) y en la parte apropiada (renglón). Una captura aquí, en el nivel un significa que se trata de una demanda; en todos los demás niveles equivalen a recepciones.

Dta file: hex3	Material Requirements Plannig	Data Screen
Number of BOM lines (1-37) 9		Number of demand periods

(1-18) 8												
Item	Lvi	ldtm	per	nhnd	Lot	pd1	pd2	pd3	pd4	pd5	pd6	pd7
a	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
0	50											
b	1	2	2	15	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
d	2	1	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
e	2	2	3	10	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
c	1	1	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
e	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
f	2	3	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
g	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											
d	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0											

Programa 2.2. solución impresa para cada corrida de MRP en los datos de los ejemplos 1, 2 y 3 la solución impresa para las partes **a**, **b** y **d** en los ejemplos 1, 2, y 3 se muestra en este programa que es la salida del programa 2.1. El significado de cada parte de la columna izquierda de la salida de la impresora (programa 2.2) está explicada a continuación del 1 al 5.

#### 1. TOTAL REQUERIDO

El número total de unidades requeridas por semana se muestra en el primer renglón contiene el programa de demanda que fue capturado en la pantalla de datos (programa 2.1) están calculados otros requerimientos.



## 2. EN MANO.

El número en año esta enlistado aquí. La cantidad en mano comienza como captura en la pantalla de datos y se reduce de acuerdo a las necesidades.

## 3. RECEPCION DE ORDENES.

La cantidad que se programó en la pantalla original de datos aparece aquí.

## 4. REQUERIMIENTO NETO

La cantidad neta requerida es la cantidad necesaria después que se utiliza el inventario en mano

## 5. LIBERACIÓN DE ORDENES.

La liberación de órdenes es la cantidad neta que se requiere, y se encuentra desplazada por el tiempo de entrega.

Item A	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK
WEEK	1	2	3	4	5	6	7
TOT.	0	0	0	0	0	0	0
50							
REQ.							
ON.	10	10	10	10	10	10	10
10							
HAND.							
ORD	0	0	0	0	0	0	0
50							
REQ.							
NET.	0	0	0	0	0	0	0
40							
REQ.							
ROD.	0	0	0	0	0	0	40

0								
REL.								
Item B								
	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK	WEEK
WEEK								
	1	2	3	4	5	6	7	
8								
TOT.	0	0	0	0	0	0	0	80
0								
REQ.								
ON	15	15	15	15	15	15	15	15
15								
HAND.								
ORD.	0	0	0	0	0	0	0	0
0								
REQ.								
NET.	0	0	0	0	0	0	0	65
0								
REQ.								
ROD.	0	0	0	0	65	0	0	0
0								
REQ.								

### 2.6.2 regeneración y cambio neto

Un plan de requerimiento de materiales no es estático. Una vez que se establece una lista de materiales y el plan de los requerimientos de material, ocurren cambios en el diseño, en los programas y en los procesos de producción. En forma similar, ocurren alteraciones en un sistema MRP cuando

se hacen cambios al programa maestro de producción. Sin importar la causa de cualquiera de los cambios, el modelo MRP se puede manipular para reflejarlos. De esta manera es imposible una actualización del programa.

De hecho una de las fortalezas centrales de MRP es su capacidad de replaneación rápida y precisa, debido a las planeaciones que pueden ocurrir, no es poco común la regeneración de los requerimientos del MRP regenerativo. El MRP ejecuta el programa MRP completo, y se lleva a cabo todos los cálculos, generándose un nuevo plan de requerimientos netos. Sin embargo, algunos administradores están interesados en reportes de MRP más rápidos y frecuentes. En consecuencia, el cambio de MRP existe ahora. Está debajo de MRP con cambio neto, y sólo si una parte tuvo actividad se recalcula. El MRP con cambio neto requiere de programas de computadoras más sofisticados pero menor tiempo de proceso de computadora.

Aunque pueda parecer atractivo recalcular con frecuencia del MRP, muchas empresas sienten que no desea responder a los pequeños cambios, aunque estén conscientes de ellos. Estos cambios frecuentes generan lo que es llamado nerviosismo del sistema. Las variaciones frecuentes pueden causar estragos en los departamentos de compras de producción si se realizan tales cambios. Consecuentemente aún cuando exista la capacidad de los cambios, el personal de operaciones intenta reducir el nerviosismo mediante la evaluación de la necesidad y el impacto de los cambios antes de diseminar las solicitudes a otros departamentos.

El personal de operaciones dispone de dos herramientas adicionales para reducir el nerviosismo del sistema.

La primera es el establecimiento de paredes de tiempo. Las paredes de tiempo permiten que un segmento del plan maestro sea designado como "no programable". Este segmento del plan maestro no está sujeto a cambios durante el periodo de regeneración de programas.

La segunda herramienta disponible es la referencia de utilización, significa el rastreo hacia arriba, en la BOM, a partir del componente y hacia el producto padre. Mediante la referencia de utilización hacia arriba; el planificador de la producción puede determinar la causa para el requerimiento y establecer un juicio acerca de la necesidad del cambio en el programa.

Con MRP, el administrador de operaciones puede reaccionar a la dinámica del mundo real. La frecuencia con que el administrador desea imponer aquellos cambios en la empresa de un juicio profesional.

### 2.7 técnicas de determinación del tamaño de los lotes

Hasta ahora en la discusión del MRP se ha utilizado lo que se conoce como una determinación lote por lote en las unidades de producción. Esto se hace evidente en la liberación planeada de las ordenes en el ejemplo 3, donde se produjo lo que se necesitó, y no se fabricó ni más ni menos, el objetivo de un sistema MRP es producir unidades solo cuando se necesitan, sin inventario de seguridad y sin anticipación de ordenes futuras. Tal procedimiento es consistente con los lotes de tamaño pequeño, ordenes frecuentes, un bajo inventario justo a tiempo y demandas dependientes. Sin embargo en aquellos casos en que los costos de preparación son significativos, o cuando la administración no ha podido implementar una filosofía del justo a tiempo, la técnica lote por lote pudo resultar demasiado costosa. Existen formas alternas para determinar el tamaño del lote, principalmente la cantidad económica de la orden (EOQ). De hecho, existen varias formas para determinar los tamaños del lote en los sistemas MRP. Muchos de los sistemas MRP que están disponibles en el mercado incluyen la opción de una gran variedad de técnicas para la medición de lotes. A continuación se revisaran algunas de estas técnicas.

### 2.7.1 lote por lote.

Como se mencionó, en el ejemplo 3 utilizó una técnica para medición de lotes llamada lote por lote, donde se produjo exactamente lo que se requería. El ejemplo 4 utiliza un criterio lote por lote y determina también su costo.

#### EJEMPLO 4

Jet-Ski, Inc., desea calcular su costo de ordenar y llevar el inventario sobre un criterio lote por lote. La empresa ha determinado que su modelo profesional tiene un costo de preparación de 20<sup>o</sup> dólares y que su costo de manejar el inventario es de 5 dólares por periodo. El programa de producción, reflejado en los requerimientos netos, se muestra a continuación.

Problema de MRP de medición del lote: Técnica lote por lote.

	1	2	3	4	5	6
Requerimientos brutos	35	30	40	0	10	40
Recepciones programadas						
Proyectado en mano	35	0	0	0	0	0
Requerimientos netos	0	30	40	0	10	40
Recepción de ordenes planeadas			30	40	0	10
40						
Liberación de ordenes planeadas			30	40	0	10
40						

Se mostró la solución para el tamaño del lote utilizando la técnica lote por lote y su costo, el costo de manejo de inventario es cero, pero cuatro costos de preparación por separado generan un costo total de 800 dólares.

## 2.8 DATOS ENTRADA A STORM.

Se comienza seleccionando el MRP del menú principal del STORM, posteriormente aparecerá el siguiente menú.

1. Ejecutar MRP si todos los datos están listos.
2. Ejecutar el archivo bill o material.
3. Programación maestra.
4. Nivel de inventario.
5. Archivo de artículos maestros.
6. Capacidad o disponibilidad de recursos.
7. Agrega un nuevo artículo de BOM file.

Este menú ofrece dos opciones principales.

a) Proceder a ejecutar el módulo si todos los archivos están listos.

b) Crear nuevos archivos ó editar algunos ya existentes.

Si solamente se desea volver a correr un conjunto de archivos previamente capturados, se selecciona la opción 1

Si se desea la opción 2 aparecerá la siguiente pantalla.

**MRP, BIL OF MATERIAL: INPUT**

1) Read an existing data file.

## 2) Create a new data file.

La opción 1 de esta pantalla para llamar a un archivo (BOM) ya existe.

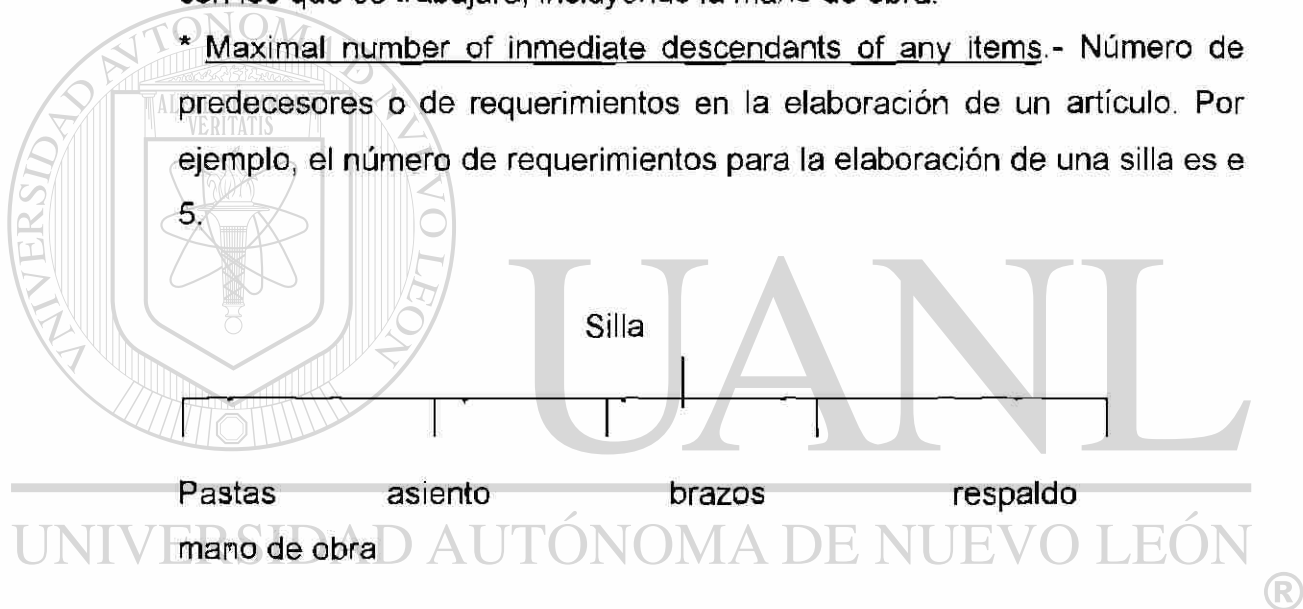
La opción 2 es para crear una lista de materiales nueva.

### 2.8.1 archivo bill of material (recibos de materiales)

\* Title. - Nombre propio del problema.

\* Total number of items in the file. - Número total de artículos o materiales con los que se trabajara, incluyendo la mano de obra.

\* Maximal number of immediate descendants of any items. - Número de predecesores o de requerimientos en la elaboración de un artículo. Por ejemplo, el número de requerimientos para la elaboración de una silla es 5.



\* Item I.D. - Es la identificación (Número) que se le asigna a una parte o componente (debe ser entero).

\* Item type. - M = Material

C = Capacity (horas)

S = Set up (preparación), tiempo de preparación e involucra horas hombre y tiempo máquina.

La “M” se utiliza cuando es una parte o componente la que se describe, estos artículos deberán aparecer también en el archivo de nivel de inventario y en el archivo de artículos maestro (Item master).

La “C” es usada para planear la capacidad y la utilización de la mano de obra y de las horas máquina.

La “S” significa que hay un tiempo de preparación o arranque en donde de utilizan horas hombre y horas máquina, la diferencia entre “C” y “S” es que en “S” el tiempo utilizado solamente se carga una vez, no importando el número de artículos que se procesen.

#### 2.8.2 inventory status file (archivo de nivel de inventario).

En este archivo los datos de inventario disponible (on-hand) y de artículos ordenados, además maneja los balances de todos los artículos que se tienen en inventario.

Para que este módulo funcione correctamente, se tiene que poner exactamente las cantidades reales con que cuenta el inventario tanto de artículos terminados como de componentes y subensambles.

Este archivo cuenta con los siguientes datos:

##### **Total Number of Material Items.-**

Número total de artículos o piezas a ser manejándose el inventario

##### **Maximal Lead Time Buckets.-**

Tiempo que pasa desde que se coloca la orden, hasta que se recibe (expresados en la unidad de tiempo utilizado). Hay que considerar que estos artículos se pueden comparar o producir internamente.



### **Annual Carrying Charge Rate Per Cent.-**

Costo de tener en inventario una mercancía un año, esto expresado en por ciento(%).

### **Safe Stock.- Safety Stock (inventario de seguridad).**

Es el nivel mínimo de inventario que se desea mantener para un artículo determinado. Si el inventario que se tiene cae por debajo de esta cantidad, STORM le dirá, que necesita una cantidad suficiente de mercancía por ordenar, para cubrir los requerimientos de la demanda y para rellenar el inventario de seguridad.

### **Maximal Number of Pedidos For Firm Planned Orders.-**

Si se desea establecer cualquier orden planeada firmada, esta entrada determina que tan lejos en el futuro de un horizonte de planeación esta se realizara.

\* Item I. D.- Es el mismo que se pone en Bill Of Material.

\* Period 1, 2, 3,.....- Es el período en que se necesita tener terminado un artículo, se puede reemplazar la palabra Period por Semana 1, Día 22, etc.

\* Desc 1, 2,.....- Son los números que identifican a los artículos de los predecesores inmediatos a un artículo.

\* Q/Assy 1, 2,.....- Son las cantidades necesarias de cada ensamble o componentes necesarios para completar la unidad. El valor que se debe introducir para todos los set up será de 1.

### 2.8.3 el menu de proceso del mrp.

Una vez que se ha completado la entrada de datos en el BOM (o cualquier otro) y que se ha presionado la tecla F7 para dejar el editor, la computadora nos enviará al menú de proceso, este nos permitirá editar, salvar o imprimir los datos y también nos permitirá ejecutar el módulo. Como se tienen varios

archivos para realizar un problema de MRP hay una opción de archivos (FILE SELECTION).

La opción ejecutar no deberá ser seleccionada hasta que todos los archivos estén listos:

#### **MRP, BILL OF MATERIAL: PROCESS**

- Edit the current data file.
- Save the current data file.
- Print the current data file.
- Return to the file selection menú.
- Execute the module (go all files ready)

#### 2.8.4 master schedule file ( programación maestra)

Todos los artículos que están en el nivel cero (level 0) son colocados en un programa maestro en las compañías.

Por nivel cero se entiende que son artículos terminados o productos finales que se deben realizar en cierto tiempo para su venta según las necesidades del cliente.

Hay ocasiones que se pueden incluir artículos en este archivo que no necesariamente sean productos terminados listos para venderse esto sucede cuando se desea tener en inventario un cierto nivel de subensambles que se realizan dentro de la compañía.

El archivo Master schedule cuenta con los siguientes datos:

\* **Title (título).**- Nombre representativo.

\* **Number of items master sckedule.-** Es el número total de artículos que se han introducido al archivo, generalmente son el número de productos terminados (diferentes) que se realizan en una compañía.

\* **Number of items master sckeduled.-** Número de artículos que requieren ser programados para su producción. Los artículos que manufacturan en esta fábrica: silla estándar, silla de lujo, ensamble del respaldo y ensamble del asiento.

\* **Planning horizon lenght in time buckets.-** Número de periodos a planear.

\* **Number of time buckets per year.-** Número de periodos que hay en un año, si se pone un 52, se dice que un período es igual a una semana; si se pone un 12, se dice que el período es un mes.

\* **Item I.D.-** Número de identificación.

**ON HAND.-** Número de artículos (cantidad de) que se tiene en inventario.

**PAST DUE.-** Es cantidad de artículos de cierto tipo, se suponía, debían de ser producidos o comprados, pero no fue así. (debió hacerse antes del presente).

**RECEIPT.-** Receipt 1, receipt 2, etc. Ordenes abiertas que se compararán y recibirán dentro de algún periodo de planeación. Esas cantidades, afectaran lo planeado en inventarios, ya que actúan como proveedores a través de los periodos de programación.

**FPO.-** Es una división entre las columnas receipt y las columnas de "Firm planned orders" o de ordenes planeadas.

**FPO 1, 2,-** Son las ordenes planeadas firmadas. Como ejemplo se puede decir que hay dos ordenes planeadas para el periodo dos y son de 100 ensambles de asientos y 100 ensambles de respaldos, ya que el operario especializado en estos ensambles esta disponible solamente en periodo dos del horizonte de planeación.

**Nota:** Tome especial cuidado con lo siguiente:

**FPO 1.-** Corresponden al período uno del horizonte de planeación.

**FPO 2.-** Corresponden al período dos del horizonte de planeación.

Si alguna de las ordenes planeadas es insuficiente para satisfacer las necesidades de la demanda, STORM automáticamente incrementara esta cantidad.

STORM EDITOR: Master Schedule File – MRP Module

Title: BLUE RIDGE FURNITURE COMPNY

Number of items master scheduled: 2

Planning horizon length in time buckets: 4

Number of time buckets per year: 80

RI: CI	ITEM ID	WEEK 1	WEEK 2	WEEK 3	WEEK 4
	STOOL-STD	1	0	0	300
	0				
	STOOL-DLX	2	0	0	0
	80				

Enter the Item ID number for STOOL-STD

F1 Block F2 GoTo F3 InsR F4 DelR F5 InsC F6 DelC F7 Done F8 Help

KB:CN

STORM EDITO: Bill of material file – MRP Module.

Title: BLUE RIDGE FURNITUR COMPANY

Number of items in the file: 12

Maximal number of immediate descendant of any items: 5

R1: C1	ITEM ID	item type	Desc 1	Q/ASSY 1	Desc 2	Q/ASSY 2
STOOL-STD	1	MAT		11	4	12
4						
STOOL-DLX	2	MAT		11	4	12
4						
LEG	11	MAT				
BRACE	12	MAT				
SEA ASSY	13	MAT		21	1	22
1						
BACK ASSY	14	MAT		24	1	22
1						

Enter the Item ID number for STOOL-STD

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

F1 Black F2 GoTo F3 InsR F4 DelR F5 InsC F6 DelC F7 Done F8 Help  
KB:CN

STORM EDITOR: Bill of material file – MRP Module

Title: BLUE RIDGE FURNITURE COMPANY

Number of items in the file: 12

Maximal number of immediate descendant of any items: 5

R1: C1	Desc 3	Q/ASSY 3	Desc 4	Q/ASSY 4	Desc 5
Q/ASSY 5					
STOOL-STD	21	1.	99	0.5	.
STOOL-DLX	23	1.	14	1.	99
0.7					
LEG	.	.	.	.	.
BRACE	.	.	.	.	.
SEA ASSY	23	1.	99	0.2	199
1.					
BACK ASSY	23	1.	99	0.2	199
					1.

Entr the ID number for DESCENDANT 3 OF

F1 Block F2 Goto F3 InsR F4 DelR F5 InsC F6 DelC F7 Done F8 Help

KB:CN

STORM EDITOR: Inventory status file – MRP Module

Title. BLUE RIDGE FURNITURE COMPANY

Total number of material item: 10

Maximal lead time in the buckets: 2

Maximal number or periods for firm planned order: 5

Annual carrying charge rate, per cent: 25

R1: C1	Item ID	safe stock	On Hand	Past due
Receipt 1				
Receipt 2				
STOOL-STD	1 50	53	0	0
STOOL-DLX	2 25	25	0	0

LEG	11	0	112	0	0	0
BRACE	12	0	36	0	500	0
SEA ASSY	13	0	1	0	0	0
BACK ASSY	14	0	0	0	0	0

Enter the name ID number for STOOL-STD

STORM EDITOR: Inventory status file – MRP Module

Title: BLUE RIDGE FURNITURE COMPANY

Total number of material item: 10

Maxima lead time in the buckets: 2

Maximal number of periods for firm planned order: 5

Annual carrying charge rate, per cent: 25

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

R1:C1	Past due	Receipt 1	Receipt 2	FPO	FPO 1
FPO2					
STOOL-STD	0	0	0	XXXX	0
STOOL-DLX	0	0	0	XXXX	0
LEG	0	0	0	XXXX	0
BRACE	0	500	0	XXXX	0
SEA ASSY	0	0	0	XXXX	0
BACK ASSY	0	0	0	XXXX	0

Enter the name ID number for STOOL-STD

## ITEM MASTER FILE

Este archivo contiene datos que se espera cambian muy gradualmente a través del tiempo.

ITEM I.D.: Identificación del material o componente, es el mismo para todos los archivos.

CLASS.- Tiene dos significados:

A) Clase de artículo: dentro de un inventario puede tomar la clase "A", "B" o "C" según su importancia.

B) Producto fabricado dentro de la planta (fabricated)

Producto ensamblado dentro de la planta (assembled)

LOT SIZE.-

Es la técnica para la medición de lotes, STORM maneja las siguientes:

A) LOT FOR LOT.-

Lote por lote, esta técnica no cumple los requerimientos netos de materia de un periodo con una sola orden, en vez de esto satisface los requerimientos con órdenes separadas.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

B) ECONOMIC ORDER QUANTITY (EOW).

No es muy recomendable, ya que utiliza mas en inventarios de demanda independiente, en "MRP" la "EOQ" da el tamaño del lote mediante su formula y utiliza un sistema de punto de reorden.

C) PART PERIOD BALANCING. (PPB).

Es un enfoque dinámico para balancear el costo de preparación u ordenar contra el costo de manejo del inventario.



#### D) FIXED QUANTITY (FQ).

Supone que siempre producirá o pedirá la misma cantidad de artículos.

#### E) WAGNER WHITIN METHOD (WW).

Es un modelo de programación dinámico que añade complejidad a los cálculos del tamaño del lote. Supone que existe un horizonte finito de tiempo detrás del cual no hay requerimientos netos adicionales.

En general como se menciona anteriormente en la teoría el enfoque lote por lote se debe utilizar donde resulte económico, los lotes se pueden modificar mientras sea necesario para permitir tolerancia por los desperdicios, restricciones del proceso, etc.

Cuando la demanda no es abultada y los costos de ordenar y preparar son significativos el balance parte periodo (PPB) inclusive el "EOQ" pueden ofrecer buenos resultados.

STORM EDITOR: Item Master File – MRP Module					
Title: BLUE RIDGE FURNITURE COMPANY					
Total number of material items: 10					
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS					
R1:	Item ID	CLASS	Lot Sizr	Multiple	Lead time
Scrap %					
C41					
STOOL-STD	1		LFL	0	1
0.					
STOOL-DLX	2		LFL	0	1
0.					
LEG	11		LFL	0	1
2.					

020130093

BRACE	12	LFL	0	1
2.				
SEA ASSY	13	LFL	0	1
0.				
BACK ASSY	14	LFL	0	1
0.				
Enter the name item ID number for STOOL-STD				

FIGURA 10 a: THE FIRST CREEN OF THE ITEM MASTER FILE

STORM EDITOR: Item Master File – MRP Module					
Title: BLUE RIDGE FURNITURE COMPANY					
Total number of material items: 10					
R1: C6	Scrap %	Unit value	Order cost	Demand/	Date file
Lead time				Year	
STOOL-STD	0.	50.0	23	5000	
STOOL-DLX	0.	75.0	28	1500	
LEG	2.	3.0	5	30000	
BRACE	2.	1.5	5	30000	
SEA ASSY	0.	22.0	12	7000	
BACK ASSY	0.	22.0	12	1750	
Enter the name item ID number for STOOL-STD					

**MÚLTIPLE.-**

Si se selecciono la opción FW como regla para determinar el tamaño del lote, entonces deberá introducir en esta columna el número de unidades que se ordenaran como cantidad fijada.

**LEAD TIME.-**

Es el tiempo que transcurre desde que se ordena la compra de artículo hasta que este esta disponible.

**SCRAP %.-**

Es el porcentaje permitido para el desperdicio de un artículo en cuestión.

**UNIT VALUE.-**

El valor en dinero de un artículo para propósitos de evaluación. Este es usado para calcular el costo de tener en inventario.

**ORDER LOST.-**

Es el costo de pedir o el costo de arranque (set up cost)

**DEMAND/YR.-**

Es la demanda esperada por un año en unidades de un determinado artículo. Se usa cuando se selecciona la regla EOQ para determinar el tamaño del lote.

**DATA FILE.-**

Sirve para que el usuario ponga comentarios.

### 2.8.5 material requirements planning (mrp)

Es una metodología usada para manejar la demanda dependiente en los inventarios. Demanda dependiente significa las necesidades de un artículo para producir (que piezas, ensambles o subensambles necesitan). Por ejemplo si se están ensamblando sillas (que tiene 4 patas) y se tiene que producir 100 sillas, entonces la demanda dependiente es de 400 patas.

El modulo MRP es diferente de los otros módulos, ya que éste puede manejar cuatro o cinco archivos diferentes para completar la definición del problema y posteriormente para su solución.

#### 2.8.6 reportes del storm

Hay un número de procedimientos utilizados en STORM para la solución de un problema, los más comunes son:

- A) Bill of material explosion.
- B) Indented bill of material listing.
- C) Where-used report
- D) Shop load reporting (capacity requirements planning)

#### 2.8.7 bill of material (bom/explosión)

Es la parte más importante de cualquier sistema "MRP". La "BOM

"EXPLOSION" incluye:

- Determinación de los requerimientos de materiales para cada uno de los artículos que se incluyen en el sistema.
- Determinación de las cantidades disponibles de materiales para la fabricación y de tiempos que existen entre orden y orden (LEAD TIME).
- Determinación de los requerimientos netos.
- Determinación del tamaño de lote (en cantidades a producir).

Cada que se introduce un dato a este archivo todos los archivos se cambiaran (no importa cual pequeño sea este cambio).

**\* IDENT BOM LISTING.-**

Es que une todos los niveles de una lista de materiales (BILL OF MATERIALS), este se utiliza para propósitos de documentación.

**\* WHERE USED REPORTE.-**

Nos dicen en donde se usa una determinada parte (en que ensamble se necesita). Este archivo es importante en los siguientes casos:

1. Un componente llegará tarde.- Entonces se determina si ese componente es necesario en la elaboración de un producto terminado en fecha próxima, si es así se toma una acción correctiva (comprar el componente a otro proveedor).
2. Hay un cambio en el diseño de una parte.- Esta parte se usa en diferentes artículos, por lo tanto hay que determinar todos estos y determinar también si la pieza con el nuevo diseño cumple con todas las especificaciones.

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN <sup>®</sup>  
**SHOP LOAD REPORTING (CAPACITY REQUIREMENTS PLANNING).-**  
 DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Este sirve para planear y programar las horas hombre y las horas máquina y comparar si la capacidad disponible es suficiente o no.

**CAPACITY FILE.**

En este archivo se le dan datos con respecto a horas hombre, horas máquina, etc., este archivo cuenta con lo siguiente:

- Title.- Se pone un nombre representativo.
- Total number of capacity items.-

Debe ser exactamente el número de artículos (items) que se ilustraron en la BOM y que se especificaron como artículos del tipo (CAP).

Planning horizon length in time buckets.-

Número de periodos para los cuales introduciremos los recursos disponibles.

Item ID.- Identificador del artículo. Es el mismo que el BOM.

Default.- Es el dato que se desea aparezca aun sin teclearlo en todos los periodos del horizonte de planeación.

Cap 1, 2, 3..... Capacidad disponible en cada uno de los periodos de tiempo.

STORM EDITOR: Resource Capacity File -MRP Module

Title: BLUE RIDGE FURNITURE COMPANY

Total number of capacity items: 1

Number of periods in planning horizon: 4

R1 : C1	Item ID	Default	Cap 1	Cap 2	Cap 3	Cap 4
LABOR	99	50.	.	.	.	.

Enter the ITEM ID NUMBER FOR LABOR

**REPORTES DEL STORM**

STORM le proporciona al usuario cinco reportes que le ayudan a tomar decisiones, los reportes que ofrece son:

**MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING: OUTPUT**

1. EXPLOSION REPORT (EXCLUDE ITEMS WITH NO ACTIVITY)
2. EXPLOSION REPORT (ALL ITEMS)
3. INDENTED BILL OF MATERIAL REPORT
4. WHERE-USED REPORTE
5. FILE UTILITIES.

Las primeras dos opciones parecen idénticas, pero en una no informa de productos o artículos activos solamente.

**EXPLOSION REPORTE.**

Este modulo es el que da la información en cuanto a los requerimientos netos de un artículo a través del horizonte de planeación que se marco previamente, la información que maneja es la siguiente:

**EXPLOSION REPORT**

Planning	Group	Sched's	Projected	-----Planned
Orders-----				
Period	Reqts	Receipts	On hand	Lot fot lot sized

STOOL-STD	1	Level 0	LT = 1	Lot
size LFL				

Annual demand =	500	Scrap % =	0.0
Orden/Setup Cost =	23.00	Total order/setup cost =	23.00

Unit value = 50.00                      Total carrying cost = 49.52  
 Safety Stock = 50

	FR	RS	OH	LFL
<b>PO</b>				
PAST DUE	0	0	53	0
0				
Week 1	0	0	53	0
0				
Week 2	0	0	53	297
297				
Week 3	300	0	50	0
0				
Week 4	0	0	50	0
0				
Planning	Group	Sched's	Projected	-----Planned
Orders				
Period	Reqts	Receipts	On hand	Lot for lot

sized

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

STOOL-STD                      2                      Level 0                      LT = 1                      Lot  
 size LFL

Annual demand = 1500                      Scrap % = 0.0  
 Order/Setup Cost = 28.00                      Total order/setup cost = 28.00  
 Unit value = 75.00                      Total carrying cost = 47.96  
 Safety Stock = 25

	FR	RS	OH	LFL
<b>PO</b>				
PAST DUE	0	0	36	0
0				



Week 1	0	0	36	0
0				
Week 2	0	0	36	0
0				
Week 3	0	0	36	69
69				
Week 4	0	0	25	0
0				

STOOL-STD.-	Es el artículo en cuestión.
Level 0.-	Es el artículo terminado, listo para venderse.
Annual Demand.-	Demanda anual del artículo
Order/Setup Cost.-	Es el costo de preparación o de arranque.
Unit value.-	El valor del artículo.
Safety stock	Lo que se desea tener como mínimo en el inventario.
Scrap %.-	Es la cantidad de desperdicio que se permite en el proceso.
Total order/Set up cost.-	Da el valor de la multiplicación de el costo de realizar una orden por el número de ordenes planeadas en el "PO".
Total carring cost.-	Es el costo total de tener en inventario las mercancías.
Past due.-	Aquí aparecen todos los pendientes que se tienen.
QR.-	Contiene los requerimientos netos, periodo tras periodo en el horizonte de planeación.
SR.-	Sckedule receipts, todas las ordenes que se tienen planeadas en el horizonte de planeación y que afectaran al balance de los inventarios.
OH.-	Contiene los balances de lo que se espera se tendrá a la mano en inventarios, si todo sale como se planeo.

LFL.-	Es la regla lote por lote utilizada para determinar los tamaños del lote.
PO.	Ordenes planeadas.

Otro reporte que nos da el modulo EXPLOSION REPORT es el de los costos que se originan al manejar el inventario total:

#### EXPLOSION REPORT : COST SUMMARY

(Carrying Charge Rate = 25.00%)

Total order / setup cost for all items = 115.00

Total carrying cost for all items = 126.52

Total cost for all items = 241.52

En este reporte se da el costo total de ordenar de todos los artículos, el costo total de tener en inventario y el costo de ordenar y tener en inventario.

El último reporte que maneja este modulo es el de CAPACITY REPORT, aquí se nos muestra lo disponible, lo que se necesita y finalmente el porcentaje de utilización.

#### CAPACITY LOAD REPORT

LABOR	99		
Planning	Avaiable	Loadede	Per cent (5)
Period	Capacity	Capacity	Utilized
CAP 1 (1)	50.00	0.00	0.00
CAP 2	50.00	188.90	377.80
CAP 3	50.00	48.30	96.60
CAO 4 (2)	(3) 50.00	(4) 0.00	0.00

## IDENTED BOM REPORT

El principal propósito de este modulo es ayudar a documentar el archivo BOM y que los usuarios conozcan la ramificación o estructura de los artículos.

### IDENTED BOM

#### LEVEL 0

Item	Level	Level Name	Qty / Assy
11	1	LEG	4.000
12	1	BRACE	4.000
21	1	SEAT	1.000
99	1	LABOR	0.500

#### WHERE USED REPORT

Es similar a INDENTED BOM REPORT y se estructura de la siguiente manera:

#### WHERE – USED REPORT

#### LEVEL 2

#### SEAT

Item ID	Level	Item Name
13	1	SEAT ASSY
2	0	STOOL – DLX
1	1	STOOL - STD

# CAPITULO 3

## 3. METODOLOGIA

### 3.1 INTRODUCCIÓN A LA ADMINISTRACION DE OPERACIONES

La administración de las operaciones

Desde el principio de la sociedad ha existido una constante demanda de productos y servicios, esta demanda es variable en cantidad y cámbiente en gustos, además de que tiene las restricciones de espacio y tiempo.

La demanda de recursos, para satisfacer a la sociedad, ha hecho que los integrantes de las sociedades humanas se organizasen para proveer los recursos que se necesitan, todas las sociedades humanas pueden se catalogadas de acuerdo a la manera en que lo han hecho, es decir tenemos sociedades que son catalogadas como agrícolas, recolectoras, transformadoras, tecnológicas, industrial, etc.

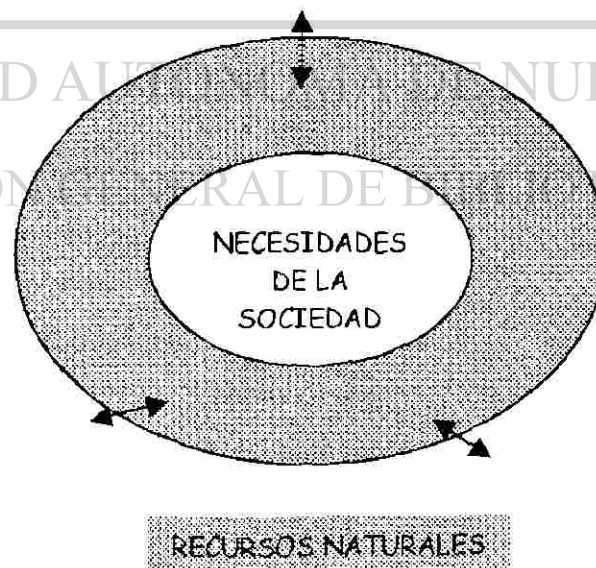


Figura No. 1

En la actualidad, la sociedad moderna, es la suma de un conjunto de distintas necesidades, ahora no solo importa que las necesidades básicas, sean cubiertas, sino que además la misma sociedad reclama satisfactores, sin los cuales no puede funcionar, es un hecho de que la sociedad actual necesita de tecnologías desarrolladas para permanecer, esto obliga a la sociedad a organizarse de manera mucho mas precisa.

La producción de bienes de consumo, es una función clave dentro de la sociedad actual, las actividades de que generan bienes y servicios tiene lugar en todas las organizaciones, para cubrir algunas necesidades, existen organizaciones, cuyas actividades dan lugar a un producto tangible, esta es una función de la producción, la cual se define como la creación de bienes y servicios. La transformación de los recursos naturales en productos que la sociedad demanda se conoce como **administración de operaciones**. Esta definición aplica a una gran cantidad de campos que interactúan entre si para el control de la producción de bienes o servicios.

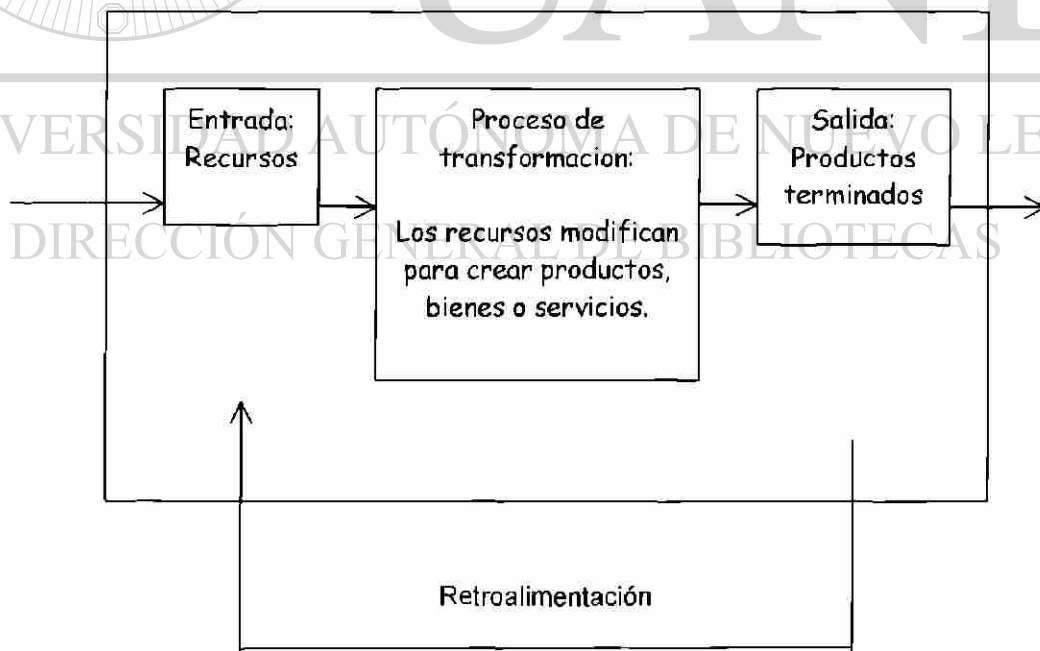


Figura No. 2

Un sistema de producción transforma los recursos en productos terminados y los integra al medio ambiente que lo rodea. La eficiencia de la transformación de recursos se denomina productividad, este concepto implica la mejora del proceso productivo, una mejora significa una comparación favorable entre la cantidad de recursos utilizados (recursos) y la cantidad de bienes y servicios producidos (producto terminado). Esto significa que la una reducción de los recursos mientras los productos terminados permanecen constantes, o un incremento de los productos terminados mientras que los recursos permanecen constantes, representa un aumento en productividad.

La administración de operaciones crea las condiciones para que un sistema productivo optimice la transformación de los recursos en productos terminados. La medición de la productividad es una manera excelente de evaluar la habilidad de una empresa para ofrecer una mejora del nivel de vida de sus empleados.

La producción se mide de acuerdo a los siguientes factores:

Unidades producidas

Productividad =  $\frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Recursos empleados}}$

Recursos empleados

Esta igualdad implica que los factores que componen los procesos productivos, de los cuales podemos citar el control del inventario, el análisis de los sistemas productivos, los costos, el análisis de métodos y la calidad, entre otros, debe de ser una mezcla óptima que garantice que la productividad sea de clase mundial. Una adecuada administración de las operaciones, de una empresa, se convierte en una arma estratégica de gran valor, conocida como ventaja competitiva, esta estrategia implica la creación de un sistema de producción que sea primero diferente al de la competencia existente y segundo debe de ser el punto que hace a una empresa diferente a las demás,.

### 3.2 PROGRAMACIÓN DE $N$ TAREAS A UN SOLO PROCESADOR.

Para un conjunto finito de tareas o actividades, la utilización de recursos es inversamente proporcional al tiempo requerido para terminar todas las tareas, este tiempo se denomina tiempo de flujo o trabajo máximo del programa.

En un problema finito, la utilización de recursos mejora cuando se programan el conjunto de tareas de tal manera que se reduzca de manera significativa el inventario de materia prima en proceso, si el tiempo de flujo es constante, entonces la secuencia (programa) que reduce el tiempo medio de flujo también reduce el inventario medio en proceso, el sistema operante tiene como objetivo final reducir la función de tiempo tardío del proceso.

Este fenómeno se presenta cuando hay un conjunto de tareas o actividades esperando a ser ejecutadas y solo se dispone de un procesador<sup>1</sup>, en esta caso se conocen los tiempos de procesamiento y los tiempos de cumplimiento de cada tarea y estos son independientes entre si y de la secuencia de programación. En esta caso el problema es decidir cual es la secuencia de programación, que optimiza los tiempos.

#### 3.2.1 Definiciones:

3.2.1.1 Tiempo de procesamiento: pronostico estimado del tiempo necesario para completar una tarea o actividad, se incluyen los tiempos de preparación. El tiempo de procesamiento para la tarea  $i$  se representa por medio de  $t_i$ .

3.2.1.2 tiempo de cumplimiento: punto de tiempo establecido para una tarea mas allá de la cual se considera retrasada, se representa por  $d_i$ .

<sup>1</sup> Este caso no existen "tareas" a ser ejecutadas, sino modelos de muelles, que tiene diferentes tipos de proceso, aunque tienen que pasar un mismo procesador, el tratamiento térmico.

3.2.1.3 demora: es la desviación entre el tiempo de terminación de una tarea ( $t_i$ ) y el tiempo de cumplimiento  $d_i$ . Se considera a una tarea con *tiempo de demora positiva* si se cumple después del tiempo programado y cuando se cumple antes de la fecha programada, entonces se considera *tiempo de demora negativo*, se representa por  $L_i$ .

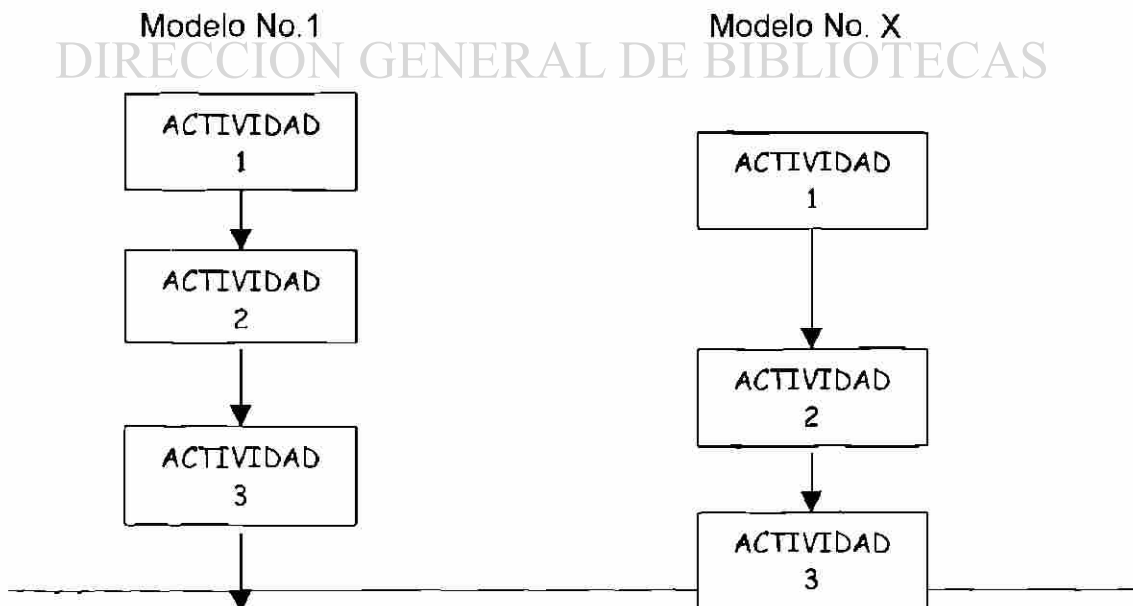
tardanza: es la medida del *tiempo de demora positiva*, si la tardanza es negativa entonces obtiene un valor de cero (0), y se representa por  $T_i$ .

3.2.1.5 holgura: es la medida de la diferencia entre la tardanza y el tiempo de cumplimiento de una tarea  $t_i$ , si la holgura es positiva, significa posible retraso y si es positiva significa que existe tiempo de sobra, para ejecutar la tarea  $t_i$ .

3.2.1.6 tiempo de terminación: es el lapso entre el inicio del trabajo en la primera tarea cuyo tiempo se representa por  $t=0$  y el tiempo en que se termina una tarea  $t_i$ . Se representa por  $C_i$ .

3.2.1.7 tiempo de flujo: lapso entre el punto en que una tarea esta disponible para su procesamiento y el punto en que se completa, por lo tanto es igual al tiempo procesamiento mas el tiempo que la tarea espera antes de poder ser procesada, se representa por  $F_i$ .

### 3.3 DIAGRAMA DE FLUJO PARA N TAREAS A UN SOLO PROCESADOR





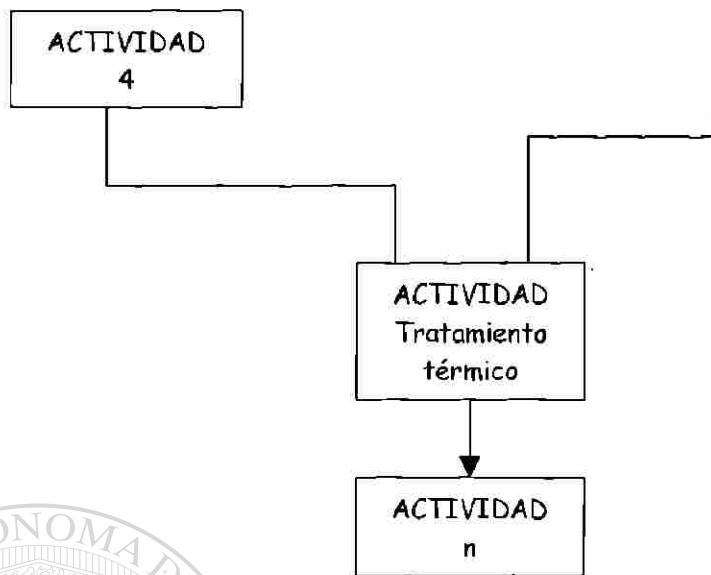


Figura No.2

Asignación de n tareas a un solo procesador

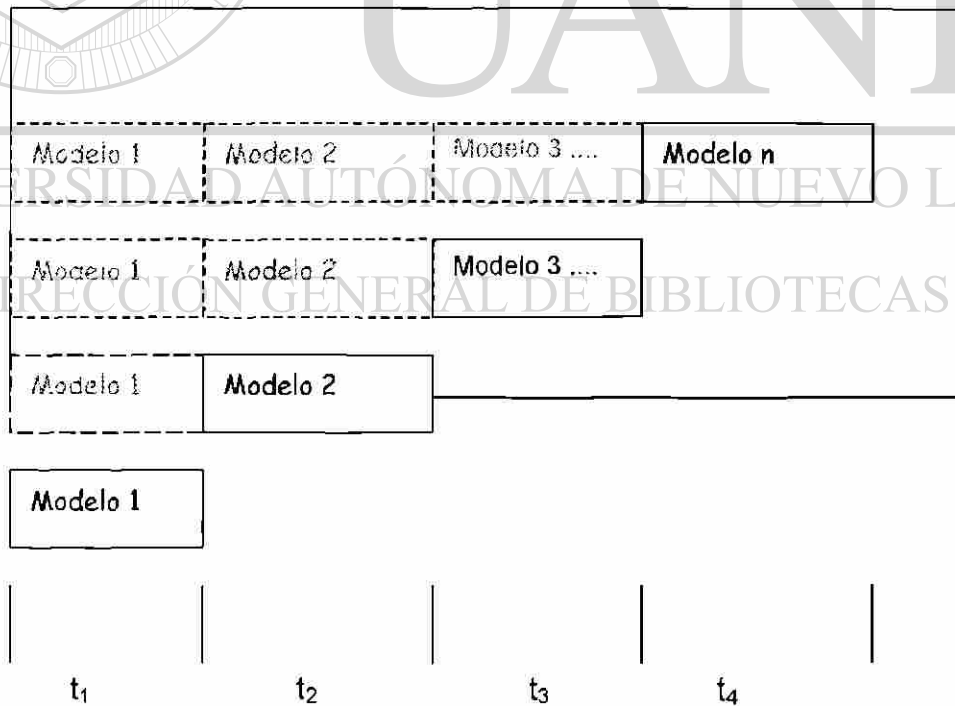


Figura No.3

El modelo considera que cada tiempo para cada modelo es independiente entre si y el tiempo de procesamiento para el modelo  $n$ , es el tiempo de procesamiento de cada uno de los modelos que se programan antes de su proceso, es decir que el tiempo medio del modelo  $n$ , depende de la programación de los modelos. Al no existir ninguna restricción para programar cualquier modelo, entonces, el tiempo promedio de flujo para cada modelo, es la combinación de los tiempos de modelo, que sea la menor, esta combinación es el  $n!$  de los modelos a someter a un mismo tratamiento, en este caso térmico.

El tiempo de demora para procesar el modelo  $n$ , es el tiempo medio de inventario de materia en proceso (WIP), por lo que si se reduce este tiempo se reduce también el WIP.

Por lo tanto la programación óptima la resuelve la siguiente función:

$$M_s = \sum_{i=1}^n t_i \quad M_s = \text{lapso de trabajo para la } n \text{ tareas en el programa } S.$$

Ecuación No. 1

## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Si se supone que todas las tareas están disponibles cuando el se inicia el programa de trabajo, entonces el **tiempo de flujo** de cada tarea es igual a su **tiempo de terminación**.

$$F_{i,s} = C_{i,s} \quad \text{Ecuación No. 2}$$

Por lo tanto el **tiempo medio de flujo** del programa se representa, por

$$F_s = 1/n \sum_{i=1}^n F_{i,s} \quad \text{Ecuación No. 3}$$

La **demora** se representa ,entonces por:

$$L_{i,s} = C_{i,s} - d_i \quad \text{Ecuación No. 4}$$

La tardanza máxima se representa por:

$$T_{i,s} = \text{Max}\{0, C_{i,s} - d_i\} \quad \text{Ecuación No. 5}$$

Para ejemplificar las ecuaciones, expuestas se presenta el siguiente ejemplo:

Tarea (i)	Tiempo ( $t_i$ )	Fecha cumplimiento ( $d_i$ )
1	5	15
2	8	10
3	6	15
4	3	25
5	10	20
6	14	40
7	7	45
8	3	50

Tabla No. 1

Lapso de trabajo:

$$M_s = \sum_{i=1}^n t_i = 15+10+15+25+20+40+45+50 = 220 \text{ hrs.}$$

Tarea (i)	Tiempo (t <sub>i</sub> )	Fecha inicio (t <sub>i</sub> =0)	Fecha cumplimiento (d <sub>i</sub> )	M <sub>s</sub>
1	5	0	15	15
2	8	0	10	10
3	6	0	15	15
4	3	0	25	25
5	10	0	20	20
6	14	0	40	40
7	7	0	45	45
8	3	0	50	50

Tabla No. 2

Tiempo de flujo medio:

$$F_s = 1/n \sum_{i=1}^n F_{i,s}$$

$$F_s = 1/8 [(8*5)+(7*8)+(6*6)+(5*3)+(4*10)+(3*14)+(2*7)+(1*3)]$$

$$F_s = 1/8 (40+56+36+15+40+42+14+3)$$

$$F_s = 246/8 = 30.75 \text{ Hrs.}$$

Como no existen restricciones para el acomodo de las tareas, estas pueden ser ordenadas según la fórmula  $n!$ , por lo tanto existen  $8!$ , que representan 40,320 combinaciones de las cuales solo una garantiza el menor tiempo posible de procesamiento. Por lo que es necesario aplicar reglas de restricción con el fin de encontrar el mejor ordenamiento de las tareas. (en este caso modelos a tratar).

### 3.4 RESTRICCIONES DE PRIORIDAD.

1. El Primer pedido que llega es el primero en ser atendido. (FIFO)
2. El pedido que tenga el tiempo de procesamiento mas largo
3. El pedido que tenga el tiempo de procesamiento mas corto
4. Pedido con demora mas pequeña  
(duración a la fecha de entrega menos duracion de fabricación)
5. Pedido con la fecha de entrega mas cercana
6. Demora critica ( $R_c$ )

$$R_c = \frac{\text{fecha estimada de entrega} - \text{fecha actual}}{\text{fecha estimada de entrega} - \text{fecha deseada}}$$

7. Importancia del cliente
8. Proceso aleatorio

Cada una de las reglas mencionadas, se aplican para la programación de actividades o tareas, que deben ser realizadas, por un mismo procesador, estas reglas de prioridad se aplican de acuerdo a la política de cada organización, no todas tiene el mismo efecto, ya que algunas tienen mas intención de ser mas aplicables hacia hacer el proceso mas expedito, y otras tienen la intención de ser para el servicio al cliente, es decir cumplir con sus necesidades. De aquí se genera entonces la disyuntiva de generar la política de aplicación correcta, para que tanto la empresa obtenga mayor beneficio de sus procesos internos, así como que el cliente resulte satisfecho en sus demandas.

De los anteriores criterios, cabe mencionar que el tercer criterio es el que cuenta con mayor aceptación, ya que produce una mayor aceleración en el tiempo promedio de flujo, es decir reduce el tiempo en el que el inventario de materia prima en proceso (WIP), esta parado por estar esperando a ser procesado.

Se aplica la regla SPT (Short Processing Time), para minimizar el tiempo medio de flujo en un procesador, cuando se programan  $n$  tareas en un solo procesador, el tiempo medio de flujo se minimiza cuando se programan primero las tareas mas cortas o sea :

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_n$$

para una programación cualquier de tareas se tienen las siguientes propuestas de combinaciones:

secuencia X

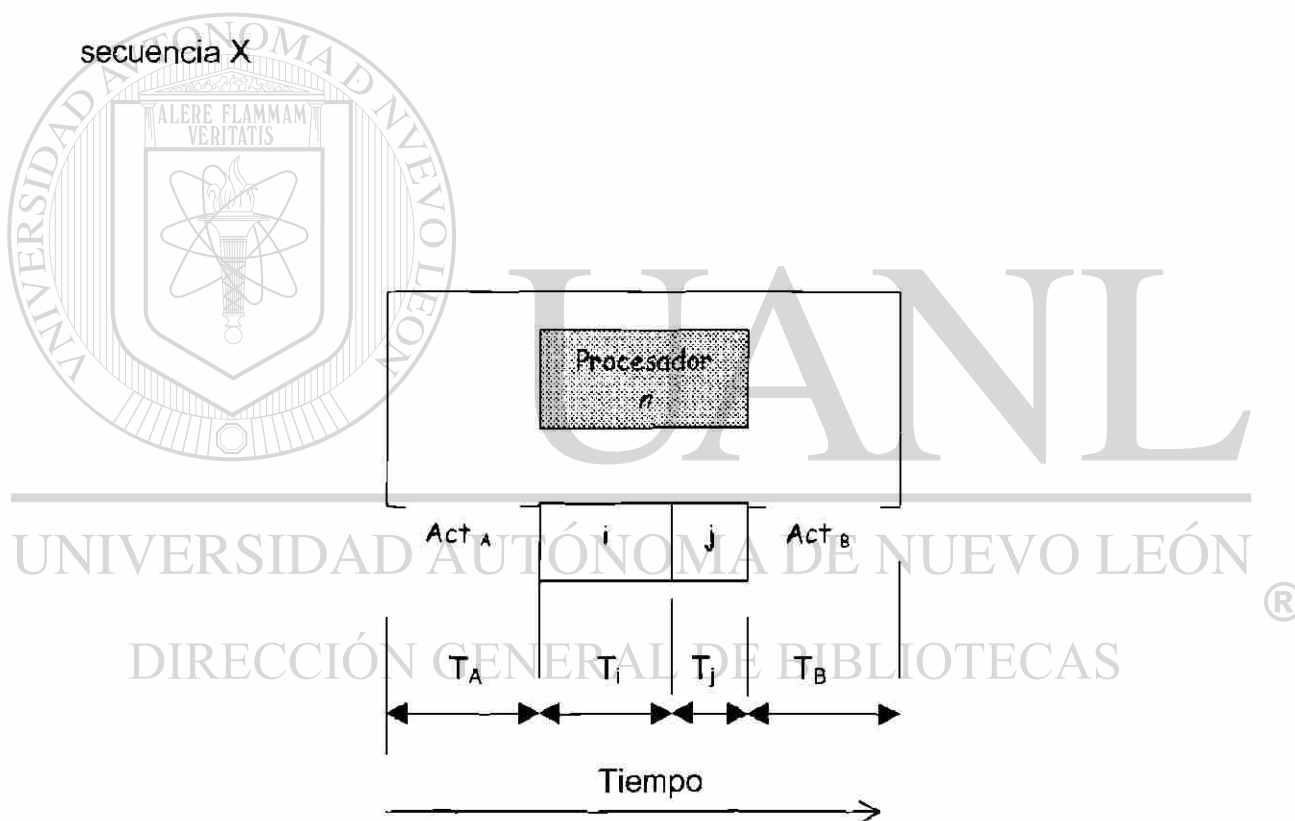


Figura No. 4

La secuencia de la figura No. 3 muestra que su tiempo medio de flujo es igual a:

$$F_x = 1/n [(\sum F_{k,x}) + (t_A + t_i) + (t_A + t_i + t_j)]$$

Para la siguiente secuencia de programación se tiene ahora:

secuencia Y

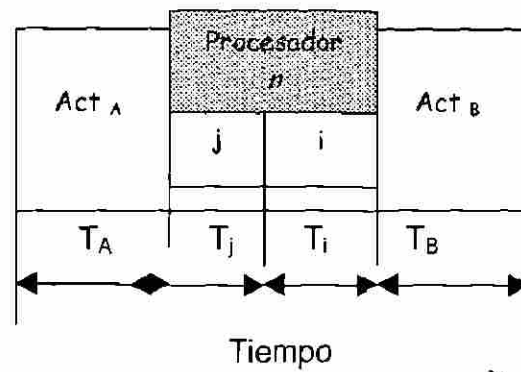


Figura No. 5

Para la secuencia de programación mostrada en el figura No. 4 se obtiene el siguiente tiempo medio de flujo:

$$F_y = 1/n [(\sum F_{k,x}) + (t_A + t_j) + (t_A + t_j + t_i)]$$

Como  $t_i > t_j$  entonces la segunda secuencia de programación minimiza el tiempo medio de flujo, es decir reduce el tiempo de espera en que el se tiene que realizar la actividad asociada al tiempo  $t_j$  en el procesador  $n$ .

En consecuencia, el mejor criterio de acomodo para las ordenes de trabajo, que tiene que pasar por el procesador  $n$  se acelera, teniendo como consecuencia que el inventario de materia prima en proceso (WIP), se acelere.

Tarea ( $i$ )	Tiempo ( $t_i$ )	Fecha cumplimiento ( $d_i$ )
1	5	15
2	8	10
3	6	15
4	3	25
5	10	20
6	14	40
7	7	45
8	3	50

Aplicación de SPT, da como resultado la secuencia 8-4-1-3-7-2-10-14, y el tiempo medio de flujo es ahora de Tiempo de flujo medio:  $n$

$$F_s = 1/n \sum_{i=1} F_{i,s}$$

$$F_s = 1/8 [(8*3)+(7*3)+(6*5)+(5*6)+(4*7)+(3*8)+(2*10)+(1*14)]$$

$$F_s = 1/8 (24+21+30+30+28+24+20+14)$$

$$F_s = 191/8 = 23.88 \text{ Hrs.}$$

Si compara el resultado de aplicación de la tabla No. 1, que es de 30.75 horas, con la aplicación del criterio SPT en la tabla No.3, en la cual el resultado es igual a 23.88 horas, se puede ver de manera clara las ventajas que tiene la aplicación de este criterio, sobre cualquier otro, ya que este resultado minimiza el tiempo medio de flujo, minimiza la demora media y el tiempo medio de espera, por lo tanto si el objetivo es la reducción del inventario durante el proceso la regla SPT es la correcta.

### 3.5 VARIACIÓN DE LA REGLA SPT, PROGRAMACIÓN COMPENSADA (SPTW) (WEIGHTED SCHEDULING RULE)

Se aplica cuando existen restricciones de importancia que hacen que las "tareas" varíen en importancia, debido a factores externos a los existentes en la producción, estos factores pueden ser el cliente, la fecha de entrega, la demora, etc., en cada caso el programador asigna un valor de peso,  $w_i$ , a cada tarea  $t_i$ , haciendo la consideración de que a mayor valor asignado, es de mayor importancia la tarea asociada, después de aplicar los factores ponderación, se divide el tiempo de procesamiento entre el factor de ponderación.



n

$$F_{w,s} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i F_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad \text{Ecuación No. 6}$$

Cuando se programan  $n$  tareas en un solo procesador donde la tarea  $t_i$  tiene importancia  $w_i$ , el tiempo mínimo de flujo es igual a

$$t_1 < t_2 < t_3 < \dots < t_n$$

$w_1 \quad w_2 \quad w_3 \quad \dots \quad w_n$

aplicando el teorema a la tabla No. 4, se obtiene la secuencia de programación

3-4-8-7-2-6-1-5

Tarea (i)	Tiempo procesamiento ( $t_i$ )	Ponderación ( $w_i$ )	$t_i/w_i$
1	5	1	5.0
2	8	2	4.0
3	6	3	2.0
4	3	1	3.0
5	10	2	5.0
6	14	3	4.7
7	7	2	3.5
8	3	1	3.0

Aplicando la ecuación de tiempo flujo medio

$$F_{w,s} = 1/8 [(8*6)+(7*3)+(6*3)+(5*7)+(4*8)+(3*14)+(2*5)+(1*10)]$$

$$F_{w,s} = 1/8(216)$$

$$F_{w,s} = 27 \text{ horas}$$

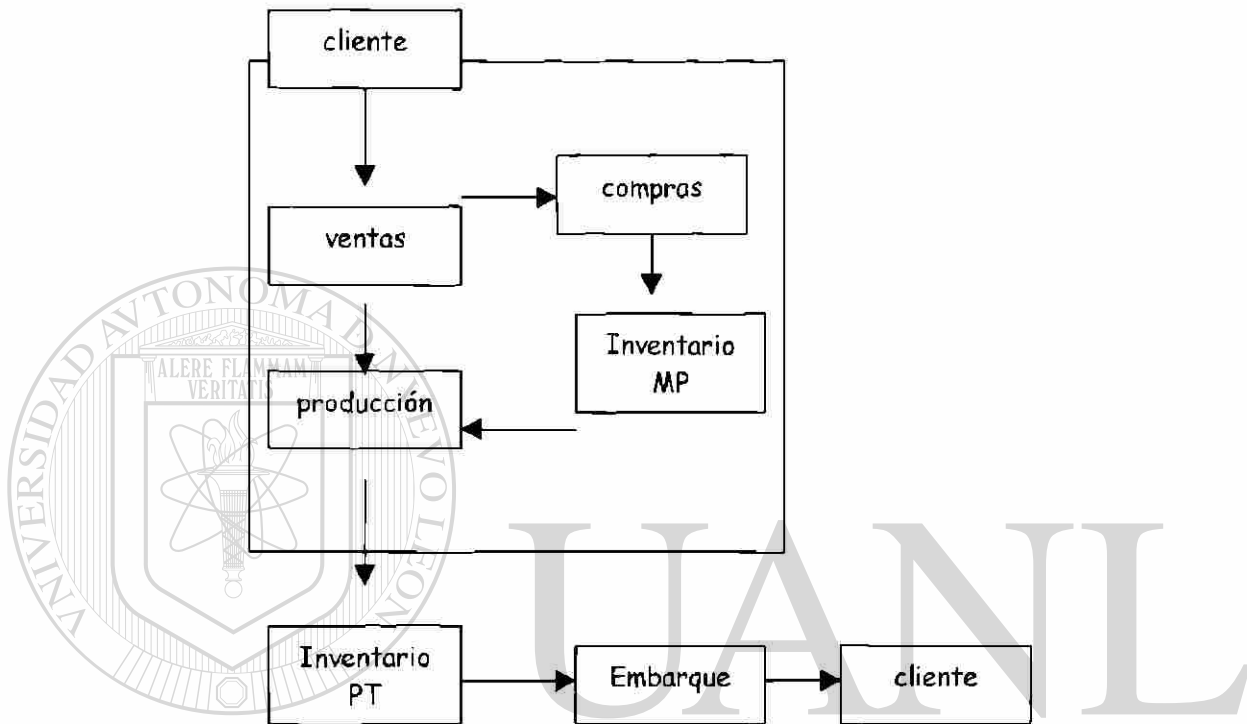
El resultado de la aplicación de la ecuación, nos da como resultado que el tiempo medio de flujo es menor que el primer resultado de 30 horas , al cual no se aplicaba ningún criterio, con la aplicación de WSPT, se reduce en tres horas el tiempo, por lo que también esto se refleja en la demora, en la tardanza y tiene aplicaciones para el uso de holgura de cada procesamiento.

### Aplicación de modelos propuesto

En la empresa RASSINI, en la planta de muelles, se utiliza un programa de control de tipo MRP (Material Requirement Planning) para efectuar todas sus operaciones de ventas, compras, operación y embarque.

El proceso de generar un orden de trabajo para el taller, se inicia cuando un cliente pide una orden de producto, es decir se realiza una venta, (ventas tiene un horizonte de planeación de 2 meses y este horizonte esta controlado por el concepto de **release** de cliente), después ventas aplica una orden a control de inventario y si no existe materia prima se pide, (compras tiene un horizonte de planeación de 2 meses), una vez que se comprueba que existe el material se programa la orden de trabajo hacia el taller, aplicando el criterio de fecha de entrega mas próxima. (Producción tiene un horizonte de planeación de 2 semanas)

Diagrama de flujo para la generación de ordenes de trabajo a pi



Resumen de pedido de ventas

Modelo	Cantidad	F.E.
15559842	35000	25/08/99
XL51-5560-SY	3600	19/07/99
52028938	3140	01/09/99
6833240046	41790	31/08/99
52486157AA	20630	20/08/99
48919/20-0C010	16840	06/08/99

Tabla No.5

Utilizando el criterio de fecha de **entrega más cercana** la producción, entonces se programa de la siguiente manera:

Modelo	Cantidad	F.E.
XJ58-5560-ST	3600	19/07/99
48510/20-0C010	16240	06/08/99
52506157AA	20230	20/08/99
15589842	35600	25/08/99
6803340046	41390	31/08/99
52036938	3240	01/09/99

Aplicando los criterios que se pueden aplicar dentro de un sistema de producción, para crear una secuencia de tareas, que sea la mas adecuada para que el flujo de materia prima en proceso sea continuo, al llegar a el procesador n, a continuación se presentan algunos de los modelos de criterios, aplicados de acuerdo a la venta programa mostrada en el

tabla No. 5

Modelo primero en llegar, primero en salir (FIFO)

Control	Modelo	Cantidad	STD	Días	
1	XL58-5560-AC	14430	384	1.56	12.50
2	4810/20-0C010	50420	390	5.40	26.99
3	52106157AT	103150	205	20.97	83.86
4	14574842	35600	180	8.10	24.31
5	6803240040	41490	205	8.49	16.99
6	52038938	3340	72	1.82	1.82
					166.46
					27.74

Tabla No.6

Dando como resultado este criterio que el tiempo medio de flujo para un modelo a procesar será de 27.74 horas.

Aplicando fecha próxima de entrega el cual es criterio que prevalece dentro de la empresa

Control	Modelo	FPE	Std	Días	
6	52538938	19/07/99	72	1.82	10.92
3	52106157AJ	06/08/99	205	20.9	104.85
				7	
5	6803241040	20/08/99	205	8.49	33.96
1	XL58-5570-AC	25/08/99	384	1.56	4.68
4	15574342	31/08/99	180	8.10	16.20
2	48260/20-0C010	01/09/99	390	5.40	5.40
					176.01
					29.34

Tabla No. 7

Con este criterio el tiempo medio de flujo del inventario, se convierte en 29.34 horas

Aplicando SPT (Short Processing Time)

Control	Modelo	Cantidad	STD	Días	
1	XY58-5560-AC	144400	384	1.56	9.36
6	52638938	3140	72	1.82	9.10
2	48260/20-0C010	50520	390	5.40	21.60
4	15554842	35000	180	8.10	24.30
5	6843240040	41790	205	8.49	16.98
3	52306157AA	103150	205	20.9	20.97
				7	
					102.3
					1
					17.05

Tabla No. 8

Se obtiene el siguiente resultado de 17.05 horas en el cual, el tiempo medio de flujo, para la materia prima en proceso, se reduce de manera considerable haciendo el proceso más fluido.

Aplicando SPTW

control	Modelo	FPE	Wi	Días	ti/wi	
1	ZL58-5560-AC	19/07/99	5.65	1.56	0.28	7.81
2	47210/20-0C010	06/08/99	14.65	5.40	0.37	10.79
3	52306157AB	20/08/99	21.65	20.97	0.97	20.97
4	15674842	25/08/99	24.15	8.10	0.34	24.31
5	6503240040	31/08/99	27.15	8.49	0.31	33.98
6	52033938	01/09/99	27.65	1.82	0.07	10.90
						108.76
						18.13

Tabla No. 9

Con la aplicación del modelo de criterio SPTW, se logra bajar de manera considerable la cantidad de inventario en proceso, aunque no es la solución óptima, ya que SPT, ofrece un resultado más pequeño, sin embargo el modelo SPTW, tiene mas posibilidades, ya que integra el factor demora critica y lo aplica en el modelo de programación. La demora critica<sup>2</sup> ( $R_c$ ) es el factor que determina el grado de ponderación que sirve como base para desarrollar la secuencia de programación.

Todos los criterios, usados para darle continuidad a los modelos de producción, los diferentes resultados, producto de la aplicación de los criterios citados, tiene su efecto el tiempo medio de flujo, este tiempo es la medida, en que el

<sup>2</sup>  $R_c$  es la razón de la aplicación de la fecha mas próxima de entrega, contra la fecha actual, por lo que se considera un buen factor de ponderación, ya que considera la holgura que existe entre las diferentes fechas y las califica.

inventario de materia prima en proceso, quedara en el piso del taller antes de ser procesado y poder pasar a la siguiente tarea o actividad.

El modelo presenta algunas limitaciones, la primer limitación importante es que el modelo no toma en cuenta, el tiempo de todas las actividades o tareas precedentes, y solo calcula el tiempo perdido o desperdiciado antes de ser procesado.

Al no considerar el tiempo de procesamiento anterior, a la llegada al procesador  $n$  no toma en cuenta que es posible que de acuerdo a los criterios como SPT y SPTW, la secuencia programada no sea la optima, veamos por el siguiente ejemplo, en el que tres modelos diferentes entre si, tiene que utilizar el procesador  $n$ , cada modelo  $m_1, m_2$  y  $m_3$  tienen tiempos independientes entre si, y que aplicando los teoremas antes expuestos, la secuencia de programación propuesta ubicara de menor tiempo en  $n$  a mayor tiempo en  $n$ .  $t_{i1} < t_{i2} < t_{i3} < \dots < t_{in}$

Este acomodo supone el menor tiempo medio de flujo en el procesador  $n$ , pero como no considera el tiempo anterior, necesario para llegar a  $n$ , esto puede considerarse como una solución no optima, ya que en los tres modelos, el tiempo de llegada a  $n$  es diferente.

Modelo	Tiempo de llegada $t_A$	Tiempo $t_i$
M1	5	4
M2	8	7
M3	3	6

Tabla No. 10

De acuerdo con los datos mostrados en la tabla No. 10, la secuencia optima seria la siguiente M1-M3-M2, ya que con esta secuencia el tiempo que tendrá que esperar M2 para ser procesado es el menor posible, pero esto según parece no es completamente cierto. Veamos porque, según, los datos proporcionados

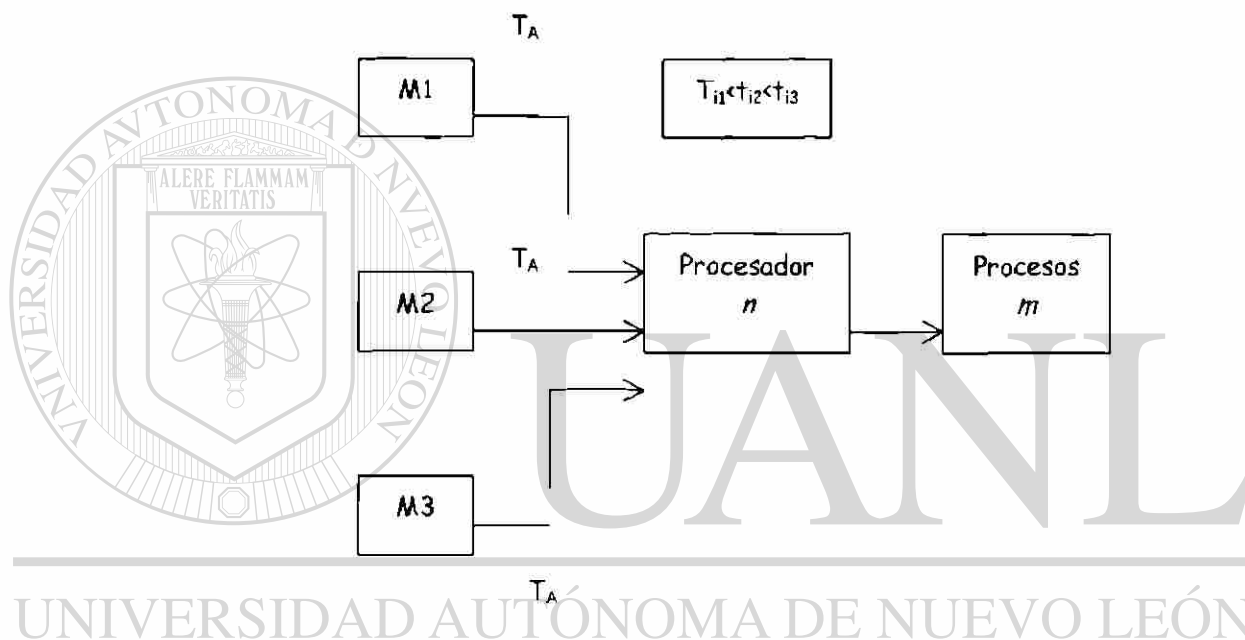


Figura No. 7

## DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El resultado de los datos muestra que el tiempo medio de flujo, es 10.33 horas, sin embargo podemos determinar que este acomodo no es el optimo debido a que, el primer modelo en llegar a el procesador  $n$ , M3, y de acuerdo a la programación presentada, debe de esperar la llegada del modelo M1, para que pueda ser admitido al procesador  $n$ , esta holgura representa una diferencia de tiempo de 2 horas, las cuales no son consideradas, en el modelo del tiempo medio de flujo, esto provoca que el tiempo real sea de  $10.33 + (2*3) = 16.33$  horas.



Si se aplica, el modelo de FIFO, a este ejemplo el tiempo medio de flujo, sería de 11 horas, el cual es considerablemente mas bajo que el resultado anterior usando el criterio de SPT, la diferencia es de 5.33 horas.

Con lo anterior cabe señalar que con los modelos mostrados se obtienen resultados, que son considerados como óptimos, pero se debe de tener cuidado de vigilar los tiempos previos a la operación del procesador  $n$ .

### 3.6 AJUSTE A TIEMPO MEDIO DE FLUJO, POR RETRAZO PROGRAMADO

Como se puede observar en la figura No. 6, existe un posible retraso en la operación en los modelos a procesar en  $n$ , debido a que existe, diferencias, entre los tiempos previos ( $t_A$ ) de cada modelo, estos diferencias entre los tiempos previos, alargan en tiempo medio de flujo, por lo tanto se proponen los siguientes ajustes, de acuerdo a los figura No. 7. Si la combinación, propuesta es M1-M3-M2, pero el tiempo de llegada entre M1 y M3 es diferente de cero (0), entonces esa diferencia de tiempo debe ser considerada, en el modelo y su medida agregarse, al tiempo medio de flujo calculado.

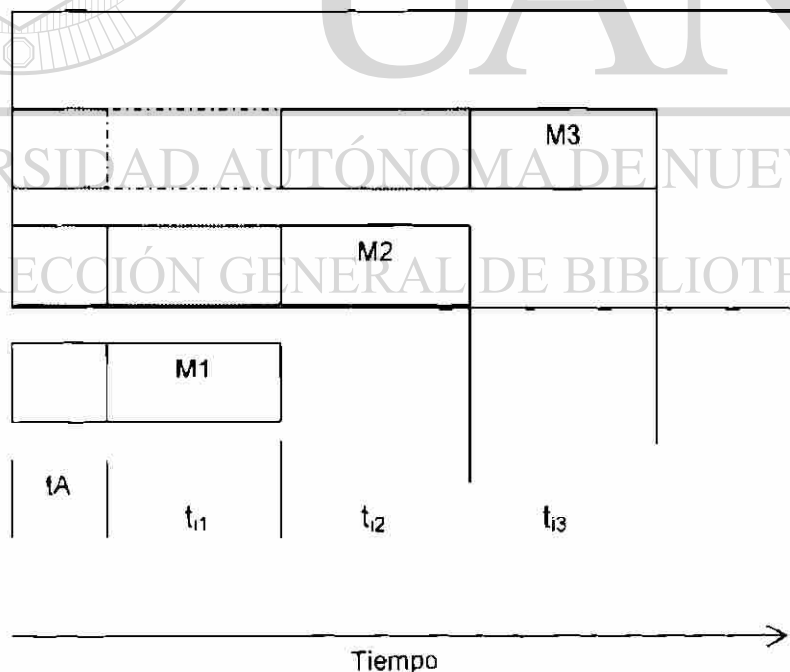


Figura No. 8

De acuerdo a la figura No. 7, existe un lapso de tiempo que no es considerado por la ecuación del tiempo medio de flujo (ecuación No 3), este tiempo a considerar es  $t_A$ , que es el tiempo previo antes de la llegada de la pieza al procesador  $n$ , este tiempo se repite  $n$  veces, por lo que afecta de manera considerable a el resultado de la aplicación del criterio SPT en la formula.

$$F_s = 1/n \left[ \sum_{i=1}^n (F_{i,s}) \right] + (t_A * n)$$

Ecuación No. 7

Con esta ajuste al ecuación No. 3, se obtiene el tiempo medio de flujo real para esta aplicación, que es de 16.33 horas y no 10.33 horas como había sido calculado. Es necesario considerar estos detalles antes de empezar a producir con cualquier secuencia resultante de cualquier criterio, los tiempo previos hacen que la secuencia optima, se modifique. Con este resultado, entonces se debe cambiar el criterio de optimización, hacia otro que se adecue más.

Como se ve, el criterio SPT, no es el optimo, por lo tanto de debe de utilizar otro, en este caso el criterio mas factible de utilizar, si no existe ninguna otra restricción es el de FIFO (primero en llegar, primero en salir), este criterio nos da como resultado que el tiempo medio de flujo es de 11 horas, en cual es menor que el inicialmente propuesto.

La secuencia de programación entonces será la siguiente M3-M1-M2, aplicando los datos proporcionados por la tabla No. 10, en la ecuación No. 3, se obtiene:

$$F_s = 1/n \sum_{i=1}^n (F_{i,s})$$

$$F_s = 1/3[ (3 \cdot 6) + (2 \cdot 4) + (1 \cdot 7) ]$$

$$F_s = 1/3 (18 + 8 + 7)$$

$$F_s = 1/3 (33)$$

$$F_s = 11.0 \text{ Horas}$$

La aplicación de cualquier otro criterio, nos dará un resultado mayor, teniendo como consecuencia el retraso mayor en el inventario de materia prima en proceso.

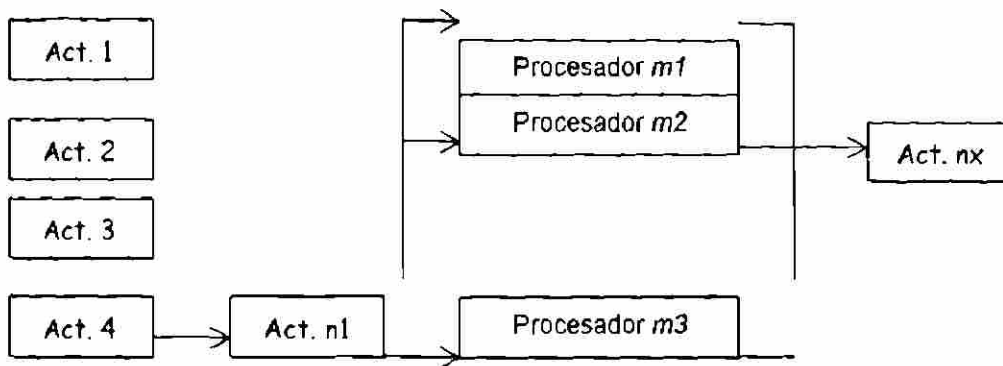
La aplicación de cualquier criterio de secuencia de programación debe ser administrado de tal manera que además de observar, que se reduzca el tiempo medio de flujo, también se consideren los tiempos previos a la aplicación de la secuencia programada, esto nos lleva a la conclusión de que la solución de este tipo de problemas de programación de la función de la producción, debe

considerar la solución con todos los elementos que componen el sistema, ya que de no ser así entonces la solución para un procesador  $n$ , tan solo es un paliativo, que fortalece el uso del procesador, pero no optimiza la función de la producción de manera completa.

### 3.7 APLICACIÓN USANDO N TAREAS EN M PROCESADORES

En este tipo de situaciones, ahora consideramos la posibilidad de que existan mas un solo procesador en la función de la producción, en consecuencia programación de la producción deberá ser tratada como un todo.

Existen tres tipos de función de la producción, en paralelo y en serie.

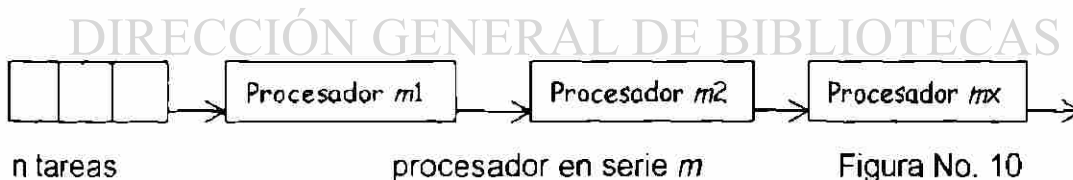


Función de producción en paralelo

Figura No. 9

En el caso de existir la función de producción en paralelo, como lo muestra la figura No. 8, el problema consiste en que la actividad  $n1$  puede ser programada a cualquiera de los procesadores  $m$ , pero teniendo en cuenta que cada procesador tiene un tiempo ( $t_m$ ) diferente entre sí, entonces se debe de elegir cual es la secuencia que produzca el tiempo medio de flujo, menor, ya que la secuencia de las actividades previas a  $act.n1$  es una función continua. Cuando

la secuencia en los procesadores  $m$ , no es la correcta, entonces se observara el problema comúnmente llamando "cuello de botella".



En el caso de existir una función de producción en serie, como lo muestra la figura No. 9, la programación de la secuencia de la producción, se debe programar, ahora en función de la capacidad que tiene cada uno de los procesadores  $m$ , es decir esta secuencia, que debe cubrir la demanda existente debe ahora ajustarse a la capacidad instalada, para cada procesador. El gran problema es que, como cada procesador tiene diferente capacidad y existe

además, el inconveniente de que no puede ser modificada la trayectoria o ruta (LAY-OUT) de producción, entonces, ahora deben de aplicarse otros criterios de ajuste a la secuencia de programación de la producción, con el objetivo de minimizar el inventario de materia prima en proceso. Esta claro que al ajustar los producción a la capacidad instalada, entonces es casi seguro que existe el *WIP*, como producto de la diferencia de capacidades entre los procesadores *m*.

### 3.8 AJUSTANDO LA PRODUCCION EN PARALELO

El desarrollo de un modelo de programación de la producción en paralelo, es posible utilizando los mismos criterios establecidos con anterioridad, sin embargo estos criterios deben de considerar a los procesadores para que la función sea optima. Se aplicara el modelo STP, para al siguiente situación, con la espera de minimizar el *WIP*, en este caso.

Tarea	Tiempo Procesamiento
1	5
2	6
3	3
4	8
5	7
6	2
7	3
8	5
9	4
10	2

Tabla No. 11

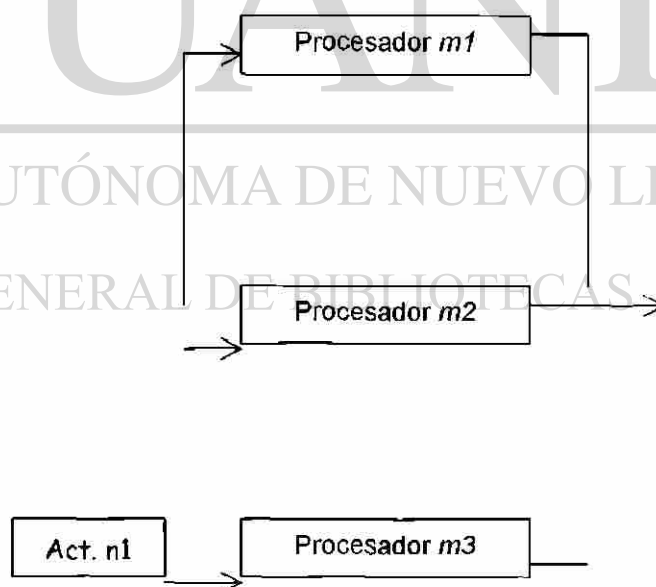


Figura No. 10

Es problema expuesto en figura No. 10 , trata de optimizar la producción para encontrar la secuencia de programación, que reduzca el tiempo del WIP, pero tomando en cuenta a los procesadores m, en fin, lo que se trata es de acomodar la resultante de la Act n1, en los procesadores m.

Para este caso se aplicara el criterio SPT, en cual deberá de ser ajustado a las necesidades, por lo tanto primero de debe de aplicar el criterio a las tareas y después aplicar la secuencia a los procesadores, entonces si el resultado de la aplicación de SPT es igual a: 6-10-3-7-9-1-8-2-5-4, la programación para cada procesador es la siguiente:

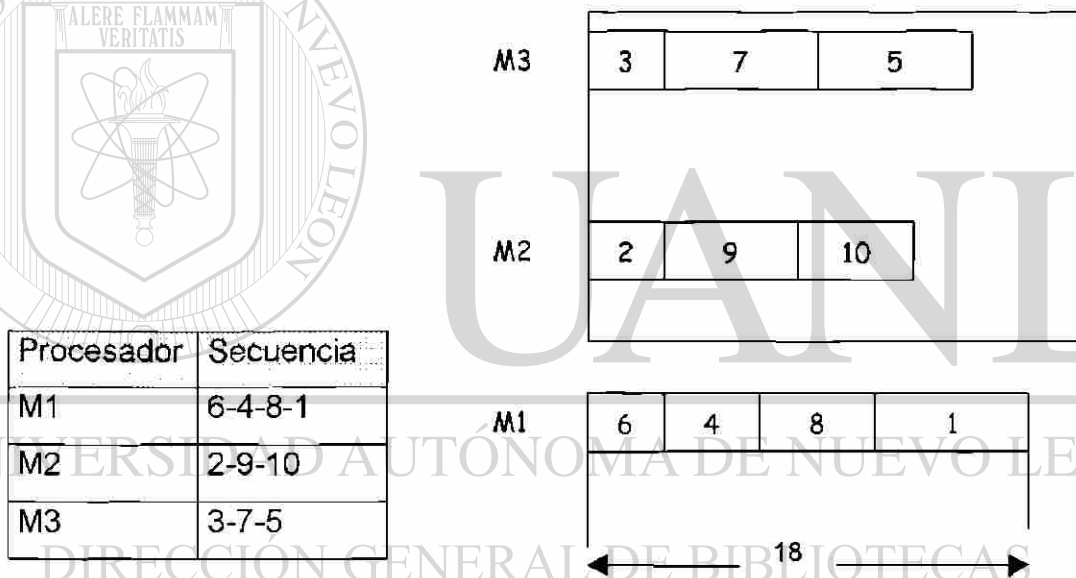


Tabla No. 12

La combinación propuesta no da el menor tiempo de procesamiento, para todas la combinaciones posibles de las diferentes tareas y se obtiene un tiempo medio de flujo de:

$$F_{m1} = \frac{1}{4} [(4*2)+(3*3)+(2*5)+(1*8)]$$

$$F_{m1} = \frac{1}{4} (8+9+10+8)$$

$$F_{m1} = 8.75 \text{ horas}$$

$$F_{m2} = \frac{1}{3} [(3*2)+(2*4)+(1*6)]$$

$$F_{m2} = \frac{1}{3} (6+8+6)$$

$$F_{m2} = 6.67 \text{ horas}$$

$$F_{m3} = \frac{1}{3} [(3*3)+(2*5)+(1*7)]$$

$$F_{m2} = \frac{1}{3} (9+10+7)$$

$$F_{m2} = 8.67 \text{ horas}$$

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Como se puede ver se obtiene un tiempo medio de flujo de 8.75 horas, el cual es para este caso el optimo, sin embargo no se considera el retraso en el que se pueden incurrir por las tareas previas a  $t_{n1}$ .

### 3.9 PROBLEMA DE LA LINEA EN SERIE.

La aplicación de las reglas de prioridad, en sistemas de producción en serie, se ven muy afectados por las capacidades individuales de los procesadores  $M_i$ , que se integran a la línea de producción.

Modelo	Cantidad	F. Entrega	Procesador	Estándar
J1	15,000	27/8/99	M1	126
J2	32,000	31/9/99	M2	334
J3	12,000	20/8/99	M3	284

Tabla No. 12

Para la aplicación de los criterios de restricción, en este caso las actividades o tareas se convierten en procesadores  $m$ , es decir ahora lo que nos interesa es completar la producción de los diferentes modelos a producir en el menor tiempo posible, en este caso cada procesador tiene un rendimiento o estándar que es la medida de su capacidad de producción, es decir la velocidad de producción. Esta capacidad debe ser ponderada en función de los criterios que sean validados, en este caso STP y Fecha de Entrega, entonces se calculan primero los índices de ponderación, para lo cual se divide la cantidad a producir entre el estándar de cada procesador  $m$  (hay que recordar que no puede modificar la ruta de proceso)

Modelo	Cantidad	Procesador	Estándar	$X_n/M_1$
X1	11,000	M1	334	45
X2	34,000	M1	334	96
X3	10,000	M1	334	36

Tabla No. 13

Solo se aplicará a la primera operación en  $m_1$ , usando en criterio STP, se acomodan los modelos dando como resultado la secuencia X3-X1-X2, para

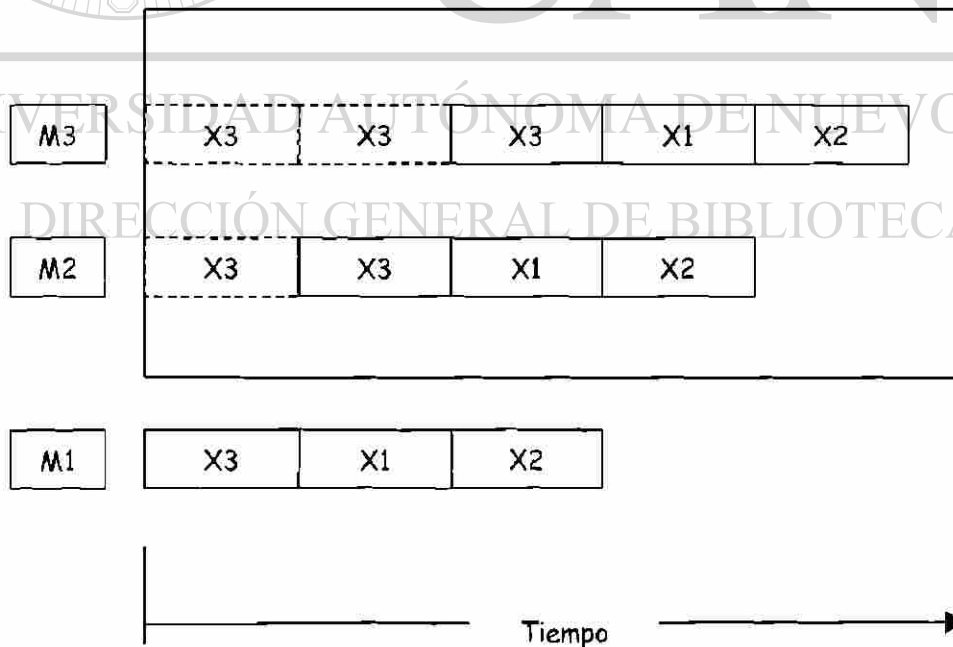


calcular el tiempo medio de flujo, se aplica la ecuación No. 3, pero en lugar de aplicar tiempo de tarea se aplican la razón  $X_n/MX$ , de cada modelo por separado y luego se suman los resultados obtenidos. así se puede calcular el tiempo medio de flujo producto de este criterio.

capacidad \ modelo	M1 (334)	M2 (126)	M3 (284)
P1 (15,000)	36	119	53
P2 (32,000)	96	254	113
P3 (12,000)	90	95	42

Tabla No. 14

La expresión  $X_n/Mx$ , son lo turnos que deben hacerse para cubrir la cantidad de modelos existentes en los pedidos. Entonces la solución para este caso es la siguiente:



Entonces el tiempo de procesamiento para cada modelo es:

$$T_{x3} = 3(36) + 2(95) + 42 = 340 \text{ horas.}$$

$$\text{Tiempo medio de flujo} = 340 / 6 = 56.6 \text{ horas}$$

$$T_{x2} = 340 + 45 + 119 + 53 = 557 \text{ horas.}$$

$$\text{Tiempo medio de flujo} = 557 / 9 = 61.88 \text{ horas}$$

$$T_{x1} = 340 + 557 + 96 + 254 + 113 = 1,360 \text{ horas.}$$

$$\text{Tiempo medio de flujo} = 1,360 / 12 = 113.33 \text{ horas}$$

Por consiguiente el tiempo promedio del inventario en proceso será de 113.33 horas como promedio, es decir  $113.33/8 = 14.16$  turnos, o sea una semana

(4.72 días) de inventario de materia prima (WIP) en la línea de producción.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



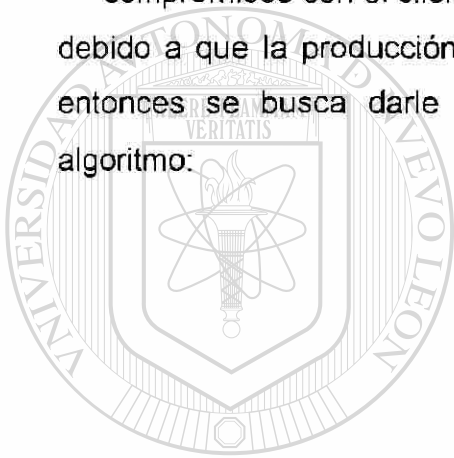
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 3.10 ALGORITMO DE PEARS

Debido a que la producción es un proceso dinámico, es necesario introducir los mecanismos de toma de decisiones, que logren que la función de la producción,

1. Minimice sus costos,
2. se optimice la cantidad de materia prima que este en proceso,
3. que el tiempo promedio de ciclo de producción por modelo sea el mínimo,
4. tener la capacidad para poder calcular de manera mas precisa los compromisos con el cliente.

debido a que la producción de artículos, debería de ser una función continua entonces se busca darle este atributo, para lo que propone el siguiente algoritmo:



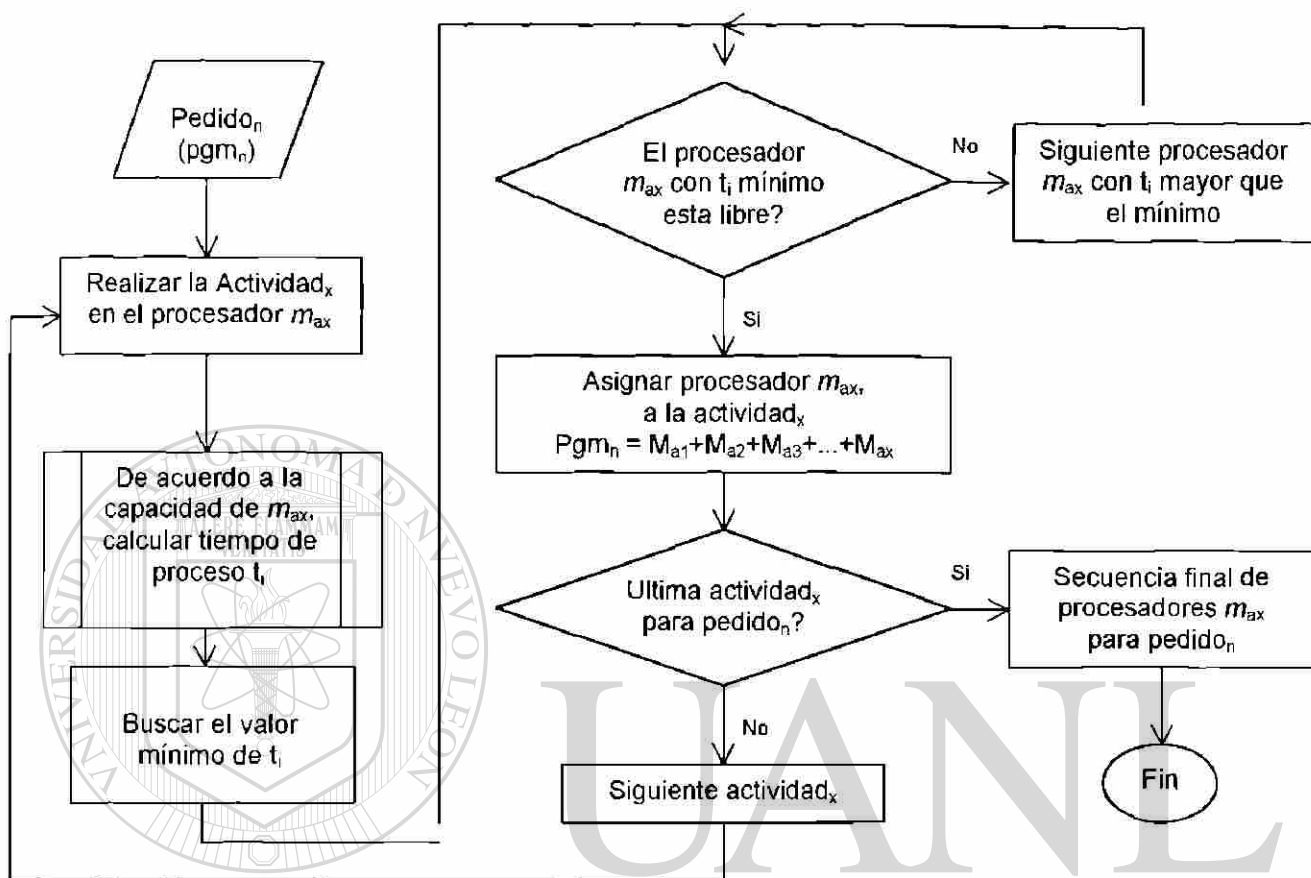
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS





El diagrama de flujo propuesto para el algoritmo de Pears, propone la utilización de la optimización de la programación de actividades, para lograr los objetivos de la función de la producción.

Este algoritmo, no propone una política rígida de criterios, sino como es de aplicación general, entonces se puede utilizar con cualquier criterio o política que se genera dentro de la empresa. La planta de RASSINI, que es objeto de este estudio, presenta el siguientes diagrama de ubicación de su capacidad instalada de maquinaria dentro del piso de taller, conocida como LAY-OUT. la planta utiliza líneas de producción, que son 9, para cada actividad que realiza en la transformación de su materia prima en producto terminado, el total de actividades a realizar son como máximo de 9. Por lo que tenemos una matriz de 9x9, nueve líneas y nueve actividades. (Tabla No.1)

		1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Operación A	350		360	334	235	120				
2	Operación B	750		263	126	104	235				
3	Operación C	116			284	180					
4	Operación D			340	499	192	377	258	271	374	
5	Operación E	190			850						
6	Operación F						360	350		380	380
7	Operación G	123		550		1150					
8	Operación H	240	230	190	60	120			160	160	
9	Operación I	501		330							

Estandares ponderados por línea (/hora)

Tabla No.1

Durante la investigación, se determino que existía una gran cantidad de inventario de materia prima en proceso (WIP), ubicado hasta la actividad No. 4, por lo que entonces se propuso que se definiera un mecanismo que lograra

abatir estos inventarios existentes entre las actividades, por lo que se propone la aplicación del algoritmo de Pears, como solución para hacer reducir el tiempo en el que la materia prima en proceso, esta en espera de ser atendida por el procesador usado en cada actividad.

Como se puede ver en la tabla No.1, para cada actividad, existen diferentes procesadores para realizar la misma actividad, es decir la actividad despalme se puede hacer con cinco diferentes maquinas (procesadores  $m$ ), y cada maquina tiene diferente capacidad, en cambio para realizar la actividad Shot Peen , existen solo 2 maquinas (procesadores  $m$ ), esta diferencia de capacidad se refleja en el tiempo que tarda la materia prima en proceso (WIP) en ser atendida. Actualmente se considera que la materia prima en proceso tiene un tiempo de piso en taller que oscila entre días y semanas, esto tiene un enorme valor en dinero, ya que esta tipo de recurso (WIP), solo puede ser transformado en dinero cuando esta convertido en Producto Terminado, y entre más se tarde en convertirse, mas costo tiene.

Revisando las capacidades, mostradas en la tabla No.1, podemos encontrar las siguientes características, por ejemplo la línea No.1:

La capacidad de la primera actividad es de 501 piezas/hora, la segunda actividad tiene por su parte una capacidad de 218 piezas/hora, es decir tiene

$$\text{Indice eficiencia} = \frac{\text{Capacidad Act}_2}{\text{Capacidad Act}_1} = \frac{218}{501} = .43 \times 100 = 43 \%$$

Lo que significa que la capacidad de maquina ubicada en línea 1, para la actividad<sub>2</sub> no lograría procesar toda la producción de la actividad<sub>1</sub>, en un solo

turno, solo podría procesar el 43%. Si aplicamos este índice de eficiencia<sup>3</sup> a cada relación que existe entre las diferentes actividades  $n$  que compone la elaboración de un producto terminado, entonces podemos darnos cuenta de que el inventario de materia prima en proceso (WIP), siempre existirá dentro del piso del taller de la planta RASSINI,

Entonces como el inventario de materia prima en proceso, es producto de las diferencias de capacidad, lo que se propone es reducir al máximo el tiempo que este inventario permanece, en piso, mediante la optimización de la programación de procesadores  $m$  en función de su capacidad. Por lo que declaramos el primer criterio de la función de la producción, *“los procesadores  $m$  deben de funcionar al máximo de capacidad “* para que estos sean rentables<sup>4</sup>.

Se define el anterior criterio, debido que aunque se considere que el inventario de materia prima siempre existirá es preferible pagarlo, que considerar el pagar el costo de paro de cualquier línea por falta de materia a procesar. Por lo tanto el segundo criterio de la función de producción será, *“el costo del inventario de materia prima en proceso en menor que el costo de maquinaria parada “*.

La aplicación practica de los anteriores criterios se usara de acuerdo al siguiente pedido hipotético de diversos modelos de muelles, este pedido se desglosa en la siguiente tabla.

	Modelo	Pedido	Peso	Hojas	Fecha Entrega
1	K21A-5560-EZ	38,495	4,554,477	584,950	
2	52020306 AZ	85,000	716,250	300,000	
3	52022490 AZ	35,896	634,742	183,584	
4	52120607 AZ	34,587	231,738	58,348	

Pedido de productos

Tabla No.2

<sup>3</sup> Cuando el índice es mayor de 100% significa, que la actividad $_{n+1}$ , necesita mas recursos que la actividad $_n$ , puede ofrecerle. El ideal de eficiencia entre procesadores sería un índice igual a cero (0).

La tabla contiene el código de la muelle, el cual nos sirve para poder calcular las columnas **Peso**, que nos indica el peso total del pedido y la columna **hojas**, que nos indica la cantidad de hojas que tiene cada modelo. La columna **Fecha Entrega**, es la columna que deberá ser llenada después de usar el algoritmo de Pears, para este pedido compuesto de 4 modelos diferentes, y que están acomodados de acuerdo al criterio de cantidad de pedido mayor. Es oportuno declarar que solo se aplicara este método hasta la actividad No. 4 (ver tabla No.1).

Entonces de acuerdo al algoritmo primero debemos calcular el tiempo mínimo de procesamiento para el modelo 1 de la tabla No.2

#### Actividad 1: Operación A

	M1	M2	M3	M4	M5
Días	2.31	3.21	3.46	4.92	4.92
Línea	1	2	3	4	5
Capacidad	11,273	8,100	7,515	5,288	5,288
Lotes	52	72	78	111	111
Turnos	7	10	10	15	15

#### Actividad No.1

La **capacidad** de cada procesador  $m$  es el resultado de multiplicar, su capacidad por hora por tres turnos de 7:30 horas, o sea que los 11,273 son el resultado de multiplicar  $501 \times 22.5$ , esto aplica en cada procesador<sup>5</sup>  $m$ . El renglón **lotes**, es el resultado de dividir la capacidad entre la cantidad de hojas

<sup>5</sup> El aplicar turnos de 7:30 horas significa que solo se trabaja al 82% de la capacidad instalada en el piso del taller.



que componen el pedido, es decir para este caso 11,273 entre 584,950, lo que da como resultado 52 lotes. El renglón **turnos** es resultado de dividir los 52 lotes entre los 7:30 horas de cada turno con los que cuenta la planta actualmente. Por ultimo se calcula el renglón días dividiendo los **turnos** entre 3, que son los turnos por día.

Aplicando del algoritmo, se obtiene que el valor mínimo en días corresponde al procesador M1, cabe hacer la aclaración que para este ejemplo se supone que todas las líneas de producción están sin trabajar, es decir todas están disponibles.

Por lo que al aplicar el siguiente paso del algoritmo, que consiste en buscar el tiempo  $t_i$  mínimo, por lo que entonces se asigna el procesador de la línea 1 al modelo No.1 del pedido propuesto. Se aplica el algoritmo a la siguiente actividad<sub>x</sub>.

Actividad : **Operación B**

Días	5.30	4.39	9.17	11.11	9.63
Línea	1	2	3	4	5
Capacidad	4,905	5,918	2,835	2,340	2,700
Lotes	119	99	206	250	217
Turnos	16	13	28	33	29

Con lo que la secuencia de programación inicia con el procesador línea 1. Se aplican los mismos mecanismos para calcular el tiempo mínimo  $t_i$  correspondiente al procesador  $m_{ax}$ , de la actividad<sub>x</sub> asociada, el cual es el de la línea 2. La secuencia de programación es ahora 1+ 2. Se aplica el algoritmo a la siguiente actividad<sub>x</sub>.

### Tarea 3: Operación C

Días	9.96	4.07	6.42
Línea	1	3	4
Capacidad	2610	6390	4050
Lotes	224	92	144
Turnos	30	12	19

Se aplican los mismos mecanismos para calcular el tiempo mínimo  $t_i$ , correspondiente al procesador  $m_{ax}$ , de la actividad<sub>x</sub> asociada el cual es el de la línea 3. La secuencia de programación es 1+2+3. Se aplica el algoritmo a la siguiente actividad<sub>x</sub>

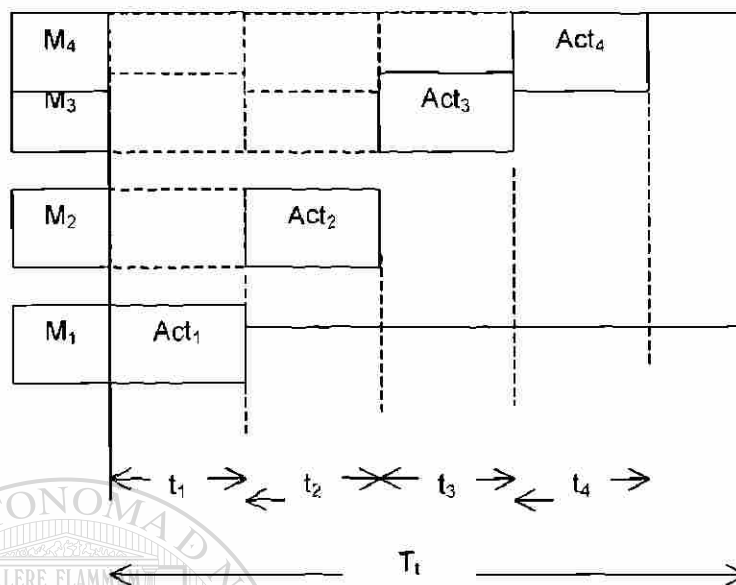
### Tarea 4: Operación D

Días	3.40	2.32	6.02	3.06	3.23	4.26	3.09
Línea	2	3	4	5	6	7	8
Capacidad	7,650	11,227	4,320	8,482	8,055	6,097	8,41
Lotes	76	52	135	69	73	96	70
Turnos	10	7	18	9	10	13	9

El tiempo mínimo  $t_i$ , corresponde a la línea 3, por lo que la secuencia de programación para el modelo No. 1 de pedido es, 1+2+3+3.

Es decir para producir el pedido No. 1, se debe programar los procesadores de acuerdo a la secuencia producto de la aplicación del algoritmo. 1 + 2 + 3 + 3.

Aplicando los principios descritos en los modelos de administración de operaciones, entonces se puede calcular el tiempo total de procesamiento, el tiempo medio de flujo, así como también se puede calcular, la fecha de entrega.



Por lo que el tiempo total de procesamiento para el primer pedido es igual a:

Lapso de trabajo:

$$M_{s,n} = \sum_{i=1}^n t_i = [(2.31)+(4.39)+(4.07)+(2.32)] = 13.09 \text{ días.}$$

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Esto significa que el primer producto terminado del modelo 1 del pedido, estará listo después de 13.09 días, por lo tanto la última pieza procesada estará lista en 32.87 días, este acomodo es el periodo de tiempo más corto posible de todas las combinaciones de acuerdo a la capacidad de cada procesador asignado a las tareas asociadas con este modelo del pedido.

$$M_{s,n} = \sum_{i=1}^n t_i = [(4*2.31)+(3*4.39)+(2*4.07)+(1*2.32)] = 32.87 \text{ días.}$$

El tiempo medio de flujo será entonces de:

Tiempo de flujo medio:  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{i,s}$

$$F_{s,n} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_{i,s}$$

$$F_{s,n} = 1/4 [(4*2.31)+(3*4.39)+(2*4.07)+(1*2.32)]$$

—

$$F_{s,n} = 1/4 (16.80+13.17+8.14+2.32)$$

—

$$F_{s,n} = 32.87/4 = 8.22 \text{ días.}$$

Esto significa que en promedio una pieza estará en el piso del taller, alrededor de 8.22 días, es decir aproximadamente, 24.66 turnos.

Si queremos calcular la fecha de entrega del pedido completo, entonces aplicamos la siguiente fórmula:

$$\text{Fecha de Entrega (F.E}_x) = \text{Fecha actual} + M_{sn}$$

Suponiendo que la fecha actual corresponda a 2 de agosto, entonces la fecha de entrega calculada, será:

$$F.E_x = 0 + 32.87 \text{ días} = 32.87$$

$$F.E_x = 2/8/99 + 32.87 \text{ días} = 14 \text{ de septiembre}$$

En el que si la fecha actual es igual a cero, entonces ahora se puede contestar la pregunta de la fecha de entrega, que puede ser 32.87 días después de

empezar a producir el pedido No.1 o bien contestar si se tiene el día de inicio<sup>6</sup> (2/8/99), que la fecha de entrega será entonces el 14 de Sep.

El algoritmo entonces aplica el criterio de STP (Short Process Time), el cual demostró que es él mas eficaz para realizar la programación de operaciones, en este caso, la programación del primer pedido solo es el principio, ya que a partir de este programa, se generan los que programan los pedidos subsecuentes, partiendo de que se va aplicar el mismo principio de administración de operaciones, el algoritmo de Pears.

Para programar los trabajos pendientes de realizar, por lo pedidos pendientes entonces se aplica los mismos principios, para cada pedido<sub>n</sub>, los cuales se muestran en las siguientes matrices.

Línea	Ped <sub>1</sub>	Ped <sub>2</sub>	Ped <sub>3</sub>	Ped <sub>4</sub>
1	2.31	1.24	1.18	0.87
2	3.21	1.72	1.65	1.20
3	3.46	1.86	1.77	1.30
4	4.92	2.64	2.52	1.85
5	4.92	2.64	2.52	1.85

Línea	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 4
1	5.30	2.84	2.72	1.99
2	4.39	2.36	2.25	1.65
3	9.17	4.92	4.70	3.44
4	11.11	5.96	5.70	4.17
5	9.63	5.17	4.94	3.61

<sup>6</sup> Conviene aclarar que se deben de considerar solo los días efectivos de trabajo, para poder realizar un calculo mas preciso.

Línea	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 4
1	9.96	5.34	5.11	3.74
3	4.07	2.18	2.09	1.53
4	6.42	3.44	3.29	2.41

Línea	Mod 1	Mod 2	Mod 3	Mod 4
2	3.40	1.82	1.74	1.28
3	2.32	1.24	1.19	0.87
4	6.02	3.23	3.09	2.26
5	3.06	1.64	1.57	1.15
6	3.23	1.73	1.66	1.21
7	4.26	2.29	2.19	1.60
8	3.09	1.66	1.58	1.16

De acuerdo a los resultados presentados por las diferentes capacidades para cada procesador  $m_{ax}$  y en función del tamaño del pedido podemos entonces considerar la siguiente secuencia de programación para pedido completo.

Línea	1	2	3	4	Lapso de Tiempo $M_s$
Pedido 1	1	2	3	3	24.87 días
Pedido 2	2	1	4	5	35.60 días
Pedido 3	3	3	1	6	23.08 días
Pedido 4	4	5	3	7	66.09 días

Esto significa el menor tiempo de proceso para cada pedido, por lo que el tiempo medio de flujo, se reduce de manera considerable, lo que trae como

resultado una menor cantidad de inventario de materia prima, en el piso, cabe aclarar y debemos ser muy precisos en indicar que la cantidad de materia prima en proceso **no cambia**, esto es debido a las diferencias que existen en las capacidades de los diferentes procesadores existentes, lo que va a cambiar es el tiempo que cada pedido esta en esta etapa de producción conocida como *previas* estará en el piso, es decir con la aplicación del algoritmo de Pears, se acelera la producción, reduciendo los costos asociados a cada pedido. Los costos asociados a la producción se encuentran en la siguientes tabla.

Costo de mano de obra directa por línea (\$/hora)

		1	1.5	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Operación A	415		209	215	175	175				
2	Operación B	239		215	206	394	214				
3	Operación C	238			201	265					
4	Operación D			203	203	203	203	203	203	203	
5	Operación E	581			86						
6	Operación F						86	86		152	152
7	Operación G	199		133		319					
8	Operación H	206	207	540	345	391			553	607	
9	Operación I	86		282							

Con la aplicación del algoritmo de Pears, se logra que la el costo de mano de obra directa sea mas eficiente, esto debido que la secuencia de programación producto del algoritmo, utiliza los tiempos  $t_i$  mínimos, entonces cualquier otra combinación de tiempos resulta en un mayor costo. Y como la cantidad a producir sigue siendo la misma, entonces los costos variables, se mantienen iguales.

**Actividad 1: Operación A**

	1	2	3	4	5
Costo/hora	706.08	209.21	206.08	394.13	214.95
Capacidad	201	360	334	235	235
Costo/unidad	3.41	0.58	0.62	1.68	0.91

**Actividad 2: Operación B**

	1	2	3	4	5
Costo/hora	339.33	215.97	215.97	175.96	214.44
Capacidad	518	263	126	104	120
Costo/unidad	7.10	0.82	1.71	1.69	1.79

**Actividad 3: Operación C**

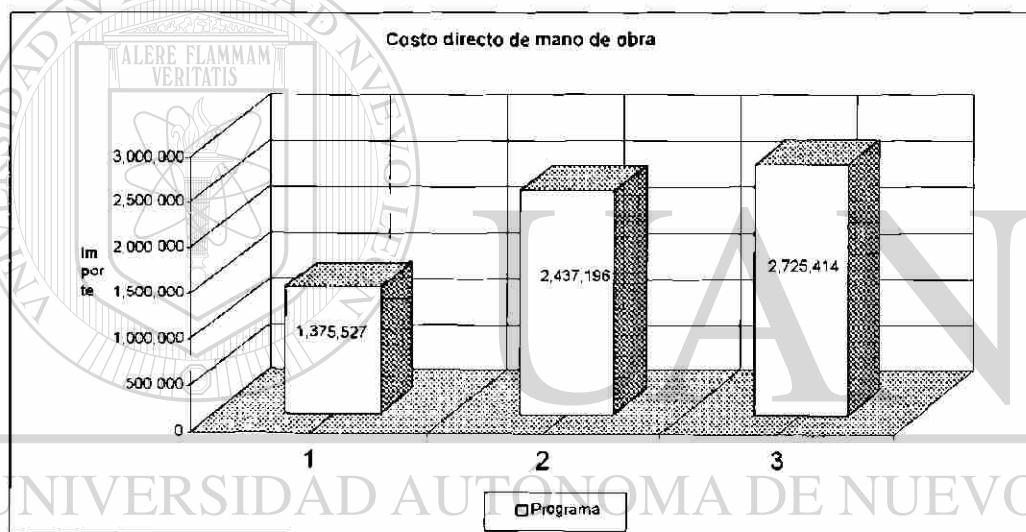
	1	3	4
Costo/hora	478.82	201.98	265.31
Capacidad	416	284	180
Costo/unidad	9.06	0.71	1.47

**Actividad 4: Operación D**

	2	3	4	5	6	7	8
Costo/hora	103.50	203.50	203.50	203.50	203.50	203.50	203.50
Capacidad	340	499	192	377	358	271	374
Costo/unidad	2.60	0.41	1.06	0.54	0.57	0.75	0.54



No.	Combinación						Importe	Duración
1	3+2+3+1	0.41	0.82	1.47	1.06	2.35	1,375,526	13.08
2	1+1+2+1	0.41	1.10	2.06	0.60	4.17	2,437,196	17.57
3	1+3+4+4	0.41	1.71	1.47	1.06	4.66	2,725,413	23.91



En la gráfica se comprueba que otras combinaciones generan un costo mayor, por lo que refuerza, la idea de promover el **algoritmo de Pears**, en la aplicación de la programación de operaciones en la función de la producción industrial ya que se logran los objetivos para cualquier proceso industrial.

# CAPITULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1 CONCLUSIONES

El mejoramiento constante siempre ha sido la parte medular de cualquier sistema.

Productivo, por lo que la administración debe asegurarse de que el concepto esté internalizado en el actuar, pensar y decidir de todo miembro de la organización.

La velocidad en la que va la empresa pueda mejorar para incrementar su competitividad, depende de la intensidad en que se lleve a cabo los programas de mejoramiento.

En ciertas situaciones, muchos proyectos cortos de mejoramiento pueden proporcionar la razón del cambio necesario y suficiente para alcanzar rápidamente la competitividad.

En estos casos el mejoramiento continuo a través de la solución de pequeños problemas mediante el trabajo en equipo y con el uso de técnicas apropiadas como las siete herramientas básicas y procedimientos que las integran en forma lógica, pueden ser las respuestas.

Es por esto que aparecen las siete nuevas herramientas administrativas, que en realidad son una integración inteligente, realizada por expertos japoneses de técnicas de planeación e investigación de operaciones.

Las normas ISO 9000 son un conjunto de procedimientos que bien documentados y puestos en práctica en la empresa, le permitirá estar en una mejor posición para satisfacer los requerimientos del cliente.

Sin embargo la empresa tiene que conceder sus propias circunstancias para hacer al modelo los ajustes pertinentes para que sea más útil.

En otras ocasiones el cambio de competitividad requerido en el tiempo en que se necesita para permanecer en el negocio, es tan grande que el mejoramiento continuo resulte ser un método insuficiente. Aquí es cuando surge la oportunidad para aplicar proyectos de reingeniería. Esta técnica, más que en

un procedimiento en si es un concepto, una idea social al hecho de saber reconocer cuando es mejor volver a empezar partiendo de cero, que querer modificar o enderezar algo que ya no es posible.

El mejoramiento continuo es una filosofía de trabajo, es parte de la cultura organizacional, lograrlo requiere de la implantación de modelos de calidad orientados hacia la satisfacción de las necesidades y expectativas del consumidor a través de la mejora constante y permanente. Para ello existen algunos modelos estándar como por ejemplo las normas ISO 9000 y los premios de calidad regionales que tuvieron su origen en el premio Deming de Japón.

## 4.2 RECOMENDACIONES

En ocasiones el cambio de competitividad requerido, en el tiempo que se necesita para permanecer en el negocio, es tan grande que el mejoramiento continuo resulta ser un método insuficiente. Aquí es cuando surge la oportunidad para aplicar proyectos de reingeniería.

### 4.2.1 ¿Qué es la reingeniería?

La primera aparición de la palabra reingeniería fue en un artículo de la revista Harvard Business Review escrito por Michel Hammer, la palabra realmente es un acierto ya que puede ser adoptada tanto por las personas de mas alto como hasta las demás bajo nivel, pero la reingeniería no es nueva ya tiene mucho tiempo, pero nadie la había llamado por su nombre, solo la realizaba .

En lenguaje cotidiano se puede decir que reingeniería significa “empezar de nuevo”; no solamente implica hacer recomendaciones de mejora a los sistemas existentes para que funcionen mejor sino abandonar los procedimientos establecidos y examinar los procesos que se requieren para crear el bien o servicio y entregar el producto de valor al cliente.

¿Por qué utilizar la reingeniería?

Algunas de las ventajas competitivas de las empresas actual son: Costo, productividad, calidad, servicio, velocidad, flexibilidad.

Aplicando reingeniería los cambios que se realizan en los puestos son considerables, ya que se necesitan personas capaces en el nuevo mundo de tecnología en que vivimos. También ocurren muchos cambios en la manera de comunicarse y administrar a la gente y son los siguientes:

Los puestos se vuelven complejos ya que cada persona se responsabiliza de un proceso completo (cuando es posible), así las personas se vuelven generalistas más que especialistas.

La comunicación cambia de indirecta a directa, es decir, es más fluida y eficaz; y la autoridad se hace menos rígida y autoritaria, se trabaja en conjunto.

Sin embargo, el concepto ha evolucionado para convertirse en uno con mayor contenido estratégico, tal como ha pasado con la calidad total. Con base en ello Lowenthal (1994) elaboró una definición simple pero efectiva para la reingeniería es un rediseño y un replantamiento fundamental de los procesos operacionales y la estructura organizacional enfocados a mejorar la competitividad de la empresa por medio de las mejoras dramáticas de su desempeño la metodología propuesta, por Lowenthal (1994) se compone de cuatro fases, en la que se incluye en total trece pasos. Las cuatro fases son:

---

**4.2.2 FASE I. Preparación para el cambio**, en la que se sientan las bases para las actividades futuras de la organización. Esta etapa requiere del entendimiento de la alta administración y de la concientización de esta sobre la necesidad del cambio, así como de la preparación para el cambio cultural al informar a los empleados sobre su rol en dicho proceso.

**4.2.3 FASE II. Planeación del cambio**, que funciona bajo el supuesto de que las organizaciones necesitan planear su futuro debido a los constantes cambios económicos,. De las necesidades y expectativas de los consumidores, y de la fuerza y estrategias de los competidores. Esta fase es un proceso mediante el cual la alta administración desarrolla una visión de su futuro y crea las acciones necesarias para ser competitiva en el mismo.

**4.2.4 FASE III. Diseño del cambio**, en la que mediante cierta metodología se identifican evalúan y rediseñan los procesos del negocio. Según la perspectiva de algunos autores la reingeniería no supera esta fase. Durante esta etapa se revisan el flujo de los diferentes procesos con el objeto de crear otros totalmente nuevos que permitan alcanzar en forma mas efectiva los objetivos trazados y satisfacer las necesidades de procesos que utilizan como insumo la salida de otros. De esta forma se crea una organización estructurada en procesos interconectados para el cumplimiento del objetivo mas importante, que es la satisfacción de las necesidades y expectativas de los consumidores o clientes externos.-

**4.2.5 FASE IV. Evaluación del cambio**, que es la fase en que se determina un cierto tiempo normalmente un año, para evaluar el mejoramiento y definir prioridades de cambio para los siguientes años. En otras palabras, es cuando se mide el éxito del programa de reingeniería y se descubren áreas de oportunidad para acciones futuras.

#### **4.2.6 Fase I. Preparación para el cambio**

**Paso 1.** Conocimiento de lo que es un proceso de reingeniería por parte de la alta administración.

En este paso la alta administración se involucra en un programa educacional en que se analizan los aspectos del proceso de reingeniería y de la necesidad del cambio continuo, a través de la revisión de las tendencias financieras y de mercado de las compañía, o del análisis histórico de la satisfacción del cliente, de la evolución de la economía y los mercados, de la tecnología y de las fuerzas de los competidores. Por otro lado, en este paso se crea también un comité directivo de reingeniería, formado por miembros de la alta

administración que será el responsable de dirigir el proceso y desarrollar un plan de acción inicial.

**Paso II.** Preparación de la fuerza de trabajo para su involucramiento en el proceso de reingeniería.

El objetivo principal de este paso es el de preparar el ambiente laboral para disminuir la resistencia natural al cambio. Por ello, mientras más informado este el personal acerca de los cambios que se planea realizar, más fácilmente se vencerá la resistencia al cambio. Si no se informa se originan rumores e incertidumbre que crearan una barrera contra el cambio en la mente de los empleados.

**Paso III.** Identificar las fuerzas competitivas de la organización con base en ellas desarrollar los estatutos de visión y misión, que a su vez serán el marco de referencia para la definición de los lineamientos estratégicos de la empresa. La visión proporciona la dirección que necesita la organización en el futuro, mientras que la misión define lo que debe hacer la organización en el presente para aprovechar sus fuerzas competitivas.

## **Fase II. Planeación del cambio**

### **Paso 4. Desarrollo de un plan estratégico de largo plazo(3 o 5 años).**

Esta etapa comienza con la validación del estatuto de visión respecto a la realidad económica, de mercado, tecnología, laboral, social, etcetera, en que se desenvuelve la empresa. Luego se evalúa si el ambiente organizacional es apropiado para realizar un cambio radical. De no ser así se deben de llevar a cabo las acciones que sean necesarias para preparar el terreno, luego de lo cual se comparan la misión y la visión con las oportunidades de mejoramiento detectadas a través del análisis de la fuerza de la empresa y de los competidores, así como de las necesidades y expectativas de los consumidores. Esta comparación permite realizar un pronóstico de las condiciones futuras que enfrentaría la empresa si no se realiza el cambio. Todo

lo anterior permite definir un plan estratégico de largo plazo, normalmente para un término de 3 a 5 años.

**Paso 5.** Ciclo anual de planeación operacional del cambio. El plan estratégico de largo plazo será el marco de referencia en el que se devolverá cada año un ciclo de planeación operacional de cambios, que comienza mediante la definición de objetivos operacionales para los próximos 12 meses, para después determinar cuales serán en forma global los recursos económicos, materiales y humanos que se piensa requerirá el cambio. Posteriormente se deben asignar prioridades a los cambios potenciales u oportunidades de mejoramiento detectadas en el paso anterior, para recién entonces generar los planes operacionales de cambio y asignarle a cada uno el presupuesto requerido. Finalmente, los administradores de las áreas involucradas deben de poner en marcha acciones congruentes con los planes operacionales. Hasta este punto podría existir la posibilidad de que no sea necesario realizar un proyecto completo de reingeniería de proceso, si los resultados de las acciones ejecutadas son lo suficientemente satisfactorios. Sin embargo, la mayoría de la organizaciones comprenden en este paso la necesidad de realizar reingeniería a sus procesos para adquirir una competitividad real, por lo cual proceden a aplicar el resto de la metodología.

### **Fase III. Diseño del cambio**

**Paso 6.** Identificación de los procesos actuales del negocio. Esta etapa se inicia con la detección de los procesos críticos o vitales para cumplir y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes y la definición de indicadores apropiados para medir el desempeño de dichos procesos. Con estos indicadores se puede evaluar el desempeño de los procesos críticos, lo cual permite compararlo mediante un benchmarking con otros procesos más competitivos. La comparación permite determinar cuales son los procesos menos competitivos de la empresa, los que serían sometidos a los procesos de reingeniería. Los cambios de reingeniería no son solo de índole técnica, sino en

gran medida de tipo cultural, por lo que muy probablemente se encuentre resistencia a ellos de parte de los individuos involucrados. Por ello, es importante que se logre el compromiso de los responsables de los procesos que se van a cambiar, y se les haga conscientes de la importancia y el valor para la compañía del cambio en ese proceso. Al llegar a este punto es tiempo de cuestionar la conveniencia de dicho cambio, ya que de no ser conveniente sería necesario modificar otro proceso que sea más receptivo al cambio. Cuando se encuentra el proceso apropiado para cambiar, se pueden definir los objetivos del proyecto de reingeniería, para los cuales conveniente elaborar un cronograma de las actividades necesarias para llevarlo a cabo.

**Paso 7.** Creación de la estructura y definición de plan p para realizar la reingeniería de proceso. En función de las actividades que se haya incluido en el cronograma del paso anterior, se deben seleccionar los individuos más apropiados e involucrados para formar el equipo de reingeniería, quienes definirán la misión y los objetivos del proyecto. El equipo de reingeniería debe de desarrollar un plan de trabajo para el proyecto y presentarlo al comité directivo de reingeniería, el cual decidirá si lo prueba, o sugiere que se dirijan los esfuerzos hacia algún otro proceso.

**Paso 8.** Análisis del proceso actual. Para realizar este paso debe de empezar por la descripción del proceso. En el caso de procesos productivos o de transformación, la mayoría de ellos se pueden representar mediante un diagrama de flujo de procesos como los comentados en capítulo 6; sin embargo, algunos de los procesos

Administrativos o de toma de decisiones son más complejos ya que existen diversos factores que interactúan y se afectan entre sí, por lo que un diagrama de flujo del proceso resulta inapropiado para tal representación. En estos casos es más útil el uso de un diagrama de relaciones como los que se comentaron. Una vez que se conoce la estructura y la composición del proceso actual se puede pasar de una actividad cuyo objetivo es garantizar que se incorpore la voz del cliente en el proceso bajo estudio. Además, es necesario analizar y un análisis de las restricciones del proceso que han sido la principal causa de su



pobre competitividad. Dichas restricciones son todo aquellos que ha impedido que el proceso satisfaga las necesidades y expectativas del cliente. Es importante realizar un análisis que nos permita distinguir entre aquellas restricciones que son reales y las que han sido impuestas por la propia organización en forma inconsciente, pero que se han convertido en una tradición. Como complemento de todo ello se debe realizar un análisis de los factores culturales asociados al proceso, cuyas conclusiones deben de ser utilizadas para definir una estrategia de ejecución que minimice la resistencia al cambio.

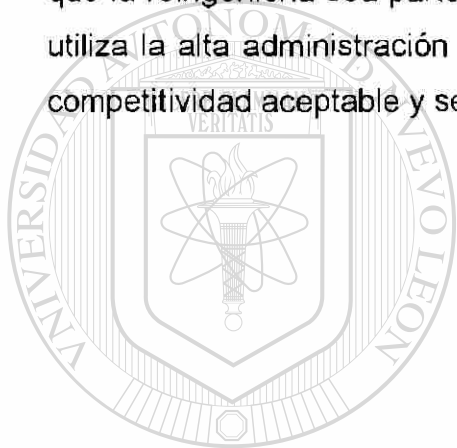
**Paso 9.** Creación del proceso ideal. Este es uno de los pasos mas importantes de un proyecto de reingeniería . Esta técnica tiene como objetivo eliminar de la mente del equipo de trabajo cualquier paradigma que le impida diseñar un proceso realmente competitivo. Es necesario que se parta de cero para diseñar un proceso ideal que realmente se competitivo para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. Una vez que se conoce el proceso ideal, se le debe comparar con el actual y evaluar las diferencias entre ambos, lo que permite establecer la estrategia y el conjunto de acciones apropiadas para introducir el cambio.

**Paso10.** Diseño y prueba de nuevos procesos .Las diferencias entre el proceso actual y el ideal proporcionan la información necesaria para diseñar el nuevo proceso y los indicadores requeridos para medir los efectos de cambio. Es importante que antes que se ejecute el cambio, se cuente con la aprobación absoluta de todos los individuos relacionados, influidos o interesados en introducir los cambios al proceso. Por otro lado, siempre es menos riesgoso poner en practica en forma piloto el nuevo proceso antes de generalizarlo, ya que si existe un error en le estrategia de implantación se le puede eliminar a tiempo, porque si el error se ha propagado por toda la organización esta puede quedar "vacunada" contra futuros intentos de cambio, aumentando la resistencia por parte de las personas involucradas.

**Paso 11.** Puesta en práctica general del proceso nuevo. En este paso se define la estrategia de implantación de todas las acciones de cambio que deben realizarse en todo el proceso, y finalmente estas se ponen en marcha.

**Paso 12.** Evaluación de los resultados del cambio. El comité directivo de reingeniería evalúa los resultados del cambio utilizando los mismos indicadores que se emplearon durante la etapa de selección de procesos en el paso 6. Además, en función de los resultados obtenidos se revisa el plan estratégico a largo plazo y se redefine en caso de ser necesario.

**Paso 13.** Repetir el ciclo anual de planeación operacional del cambio. La idea es que la reingeniería sea parte de los procedimientos estándar de dirección que utiliza la alta administración para que la organización logre llegar a niveles de competitividad aceptable y se mantenga en ellos.



# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

### 4.3 GLOSARIO

1-. **MUELLE**: Elemento mecánico compuesto de una o mas hojas colocadas en forma Piramidal.

2-. **REBOTE**: Hoja de muelle generalmente es la mas corta y de mayor espesor con configuración distinta al resto de las hojas que conforman la muelle.

3-. **UBICACIÓN**: Almacén de material de proceso en el área.

4-. **PREVIA**: Almacén de material en proceso en el área de operaciones previas. Físicamente puede encontrarse en diferentes lugares, pero contablemente cada uno de estos lugares es el mismo.

5-. **LONG TAPER**-. Área donde se procesan muelles parabólicos de alto esfuerzo cuya tecnología radica en hacer el mismo trabajo que una muelle de hojas múltiples pero con un numero de hojas (máximo 3), teniendo la misma funcionalidad y durabilidad que las múltiples.

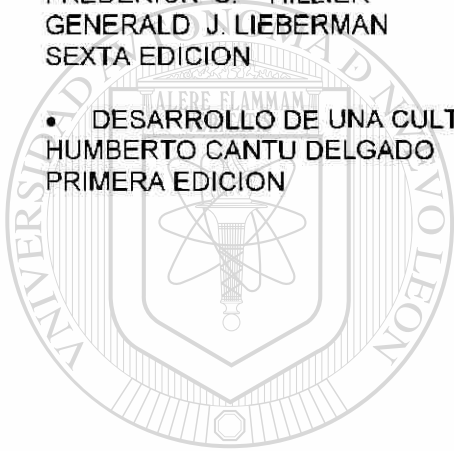
6-. **ROLEO**: Área donde se hace la operación del mismo nombre; el roleo tiene la finalidad de unir la muelle al bastidor de vehículo, esta operación se realiza a temperaturas de forja elevadas con la finalidad de dar al material la propiedad de ser maleable y poder formar el "ojillo" o roleo.

7-. **DESPALME**: Área donde se hace la operación del mismo nombre; su finalidad es proporcionarle ala muelle mayor comodidad se realiza también a altas temperaturas de forja y después pasa a un proceso de laminación parcial en una prensa de rodillos.

8-. **TRATAMIENTOS TERMICOS: DIVISIONES**: Temple, el cual abarca austenizado, temple libre formado y revenido.

#### 4.4 BIBLIOGRAFIA

- ADMINISTRACION DE OPERACIONES  
de ROGER G. SCHROEDER  
TERCERA EDICION
- PRINCIPIOS DE ADMINISTRACION DE OPERACIONES  
BARRY RENDER  
JAY HERER  
PRIMERA EDICION
- ADMINISTRACION DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCION  
VELAZQUEZ MASTRETTA  
QUINTA EDICION
- INTODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES  
FREDERICK S. HILLIER  
GENERALD J. LIEBERMAN  
SEXTA EDICION
- DESARROLLO DE UNA CULTURA DE CALIDAD  
HUMBERTO CANTU DELGADO  
PRIMERA EDICION



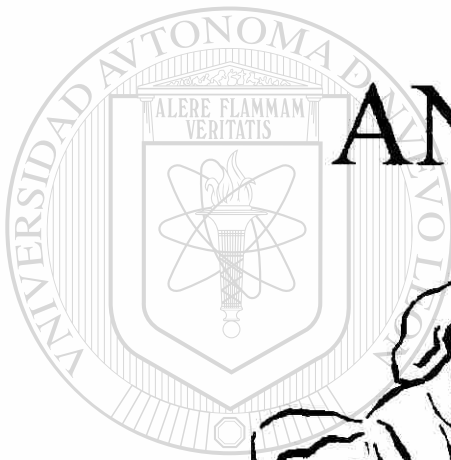
# UANL

---

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



# ANEXOS



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



## ¿POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

### ALGUNAS DE LAS VENTAJAS COMPETITIVAS DE LAS EMPRESAS ACTUALES SON:

• COSTO



• PRODUCTIVIDAD



• CALIDAD



• SERVICIO



• VELOCIDAD



• FLEXIBILIDAD



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN  
DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Aplicando reingeniería los cambios que se realizan en las puestos son considerables, ya que se necesitan personas capaces en el nuevo mundo de tecnología en que vivimos, también ocurren muchos cambios en la manera de comunicarse y administrar a la gente, y son los siguientes

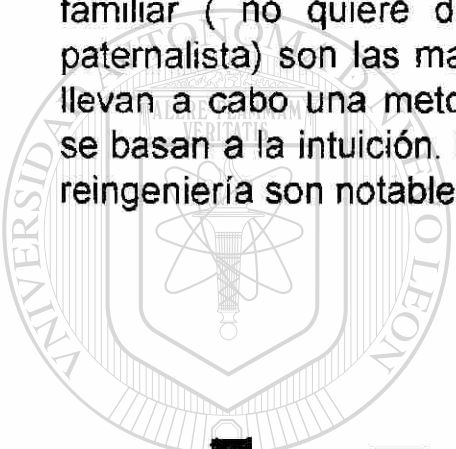
Los puestos se vuelven complejos ya que cada persona se responsabilizan de un proceso completo (cuando es posible), así las personas se vuelven generalistas mas que especialistas.

La comunicación cambia de indirecta a directa, es decir, es mas fluida y eficaz; la autoridad se hace menos rígida y autoritaria, se trabaja en conjunto.

## ¿ Cualquier empresa puede utilizar la reingeniería ?

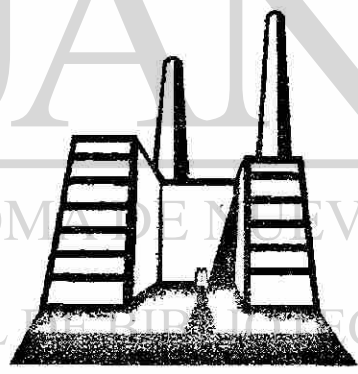
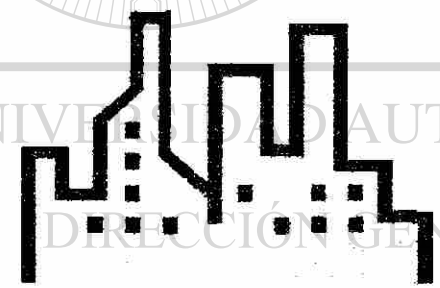
Si todas las empresas pueden aplicar reingeniería desde grandes a las pequeñas, desde las fuertes y las débiles, a las que tienen un futuro promisorio y a las que no, cualquier empresa puede aplicarlo.

Las empresas que están administradas de una manera familiar ( no quiere decir que sea de una familia, sino paternalista) son las mas susceptibles al fracaso ya que no llevan a cabo una metodología de administración, sino que se basan a la intuición. Es estas empresas los resultados de reingeniería son notables



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE INVESTIGACIONES Y DESARROLLO TECNOLÓGICO



## ¿Dónde hay que comenzar ?

Ya una vez que se decidió comenzar la reingeniería la pregunta es, ¿ donde comenzar ?, bueno pues hay que decidir que es lo que se quiere mejorar:

- Costo
- Productividad
- Calidad
- Servicio
- Velocidad
- Flexibilidad

Y comenzar por los procesos críticos para esto.

Es así como se puede enfocar a un resultado la reingeniería y hay que comenzar con la fase I, en cualquier de los 3 enfoques de la reingeniería, de los cuales hablaremos más adelante.





## ¿Cuáles son los resultados esperados y en cuanto tiempo ?

Los resultados que se pueden esperar de la aplicación de la reingeniería pueden llegar a ser impresionantemente grandiosos, estamos hablando de un 50% a un 100% de mejora de los procesos.

Después de saber las mejoras que se pueden realizar con la reingeniería, hay que notar que la reingeniería tiene una gran desventaja, se puede aplicar solamente el 20% del tiempo, es decir para una duración de 10 años la reingeniería se debe aplicar 2 años y el resto se debe aplicar la mejora continua.

El tiempo que se necesita para realizar la reingeniería depende de algunos factores:

- Cantidad de procesos seleccionados
- Amplitud y complejidad de los procesos seleccionados

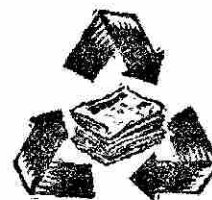


- Sentido de urgencia de los líderes acerca de los resultados

- Nivel de recursos tanto económicos como humanos



- Participación de la gente involucrada



## LA REINGENIERIA EN PORCENTAJES

Esta información fue recaudada de la revista Expansión (Reingeniería, Junio 19, 1996 Vol. XXVIII No. 693)

El reportaje me pareció muy interesante y como menciona Miguel Angel Cornejo, " no existe la necesidad de comenzar de cero, mejor tomemos el diez de otro para que sea nuestro cero" es decir podemos basarnos en investigaciones hechas por lo demás, para poder avanzar más.

Este estudio se consultaron 30 compañías pertenecientes a las 500 empresas más importantes de México:

% de empresas	Giro
14 %	Alimento, bebidas y tabaco
24 %	Comercio
3 %	Construcción
7 %	Papel, imprenta y editorial
21%	Metal mecánica
14 %	Química, petroquímica y farmacéutica
10 %	Servicios
3 %	Textil

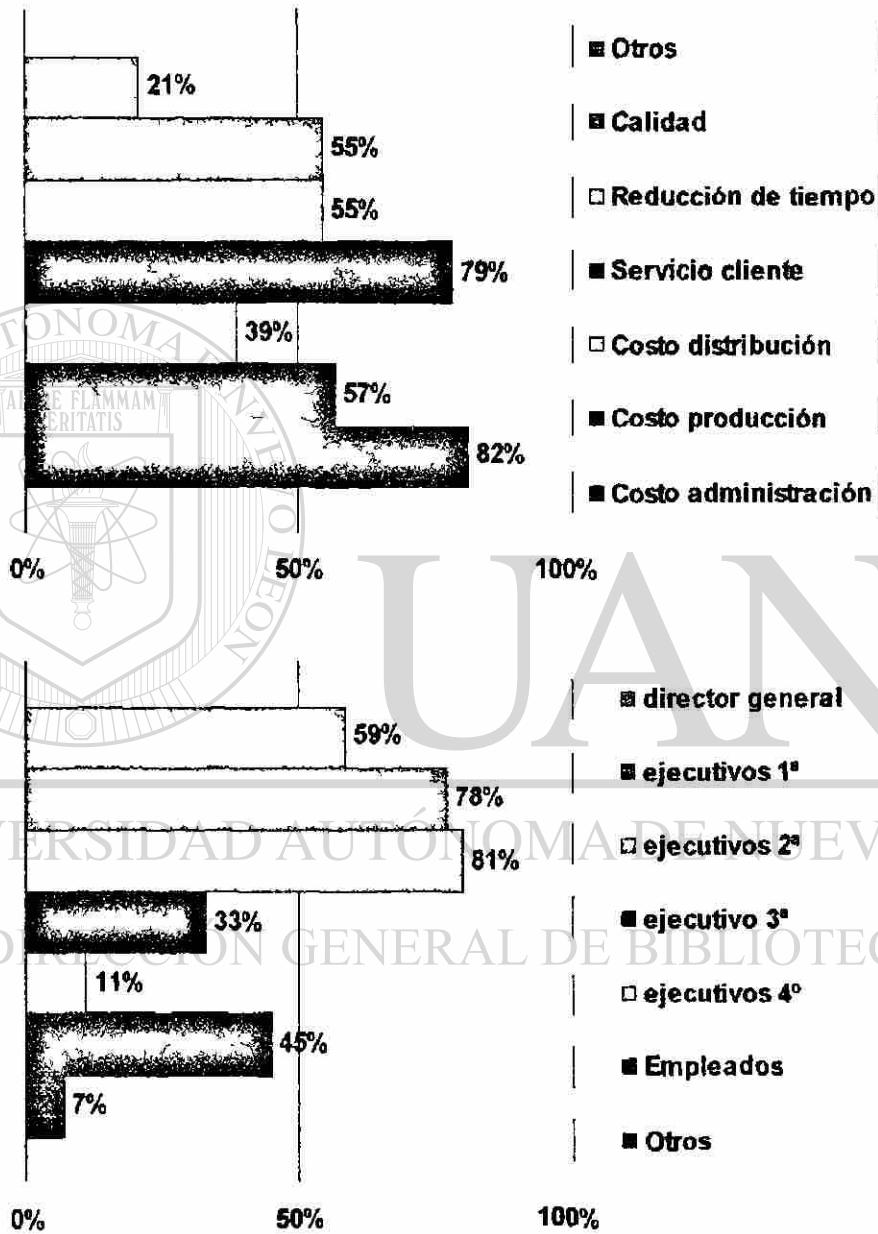
% de empresas	Monto total de ventas
10%	Hasta \$ 30 Millones
3%	Hasta \$ 50 Millones
17%	Hasta \$ 200 Millones
10%	Hasta \$ 500 Millones
14 %	Hasta \$ 1,000 Millones
41%	Más de \$ 1,000 Millones
3 %	No especificó

% de empresas	Tipo
55%	Exportadoras
52%	Importadoras

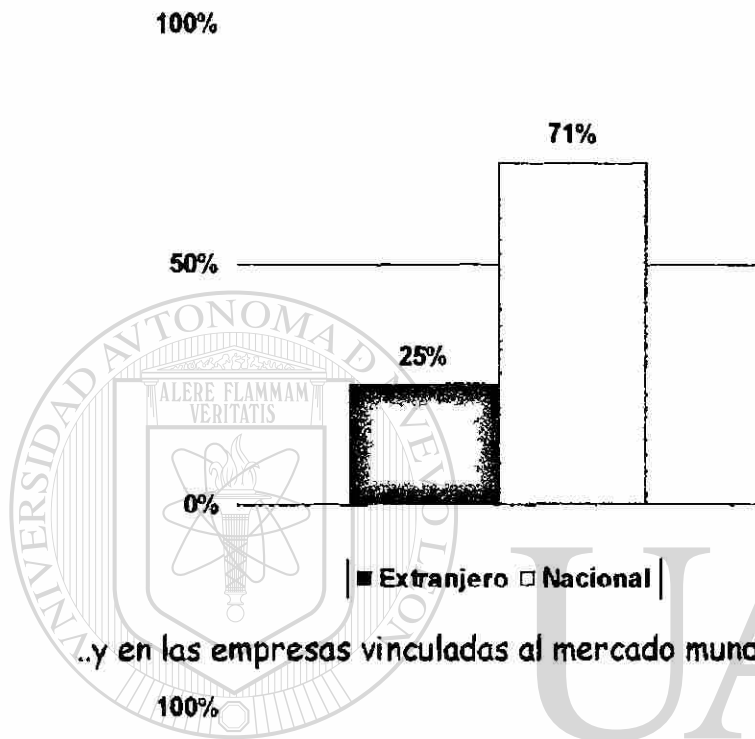
% de empresas	Tipo
72%	Nacionales
28%	Extranjeras

¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

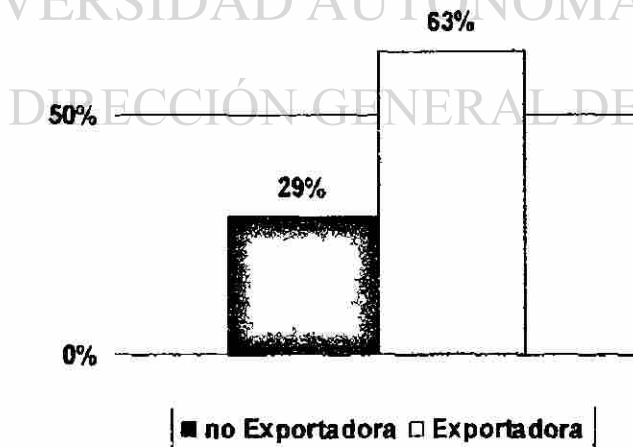
La reingeniería ha impactado principalmente en..



## La participación del director general en las empresas de capital

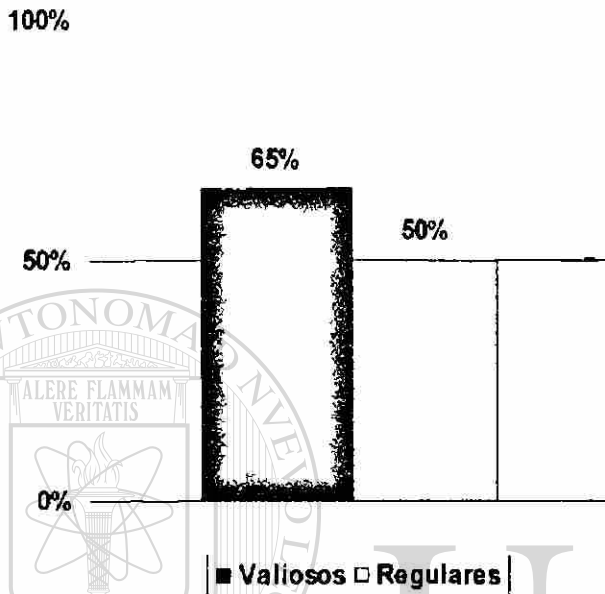


..y en las empresas vinculadas al mercado mundial fue mayor

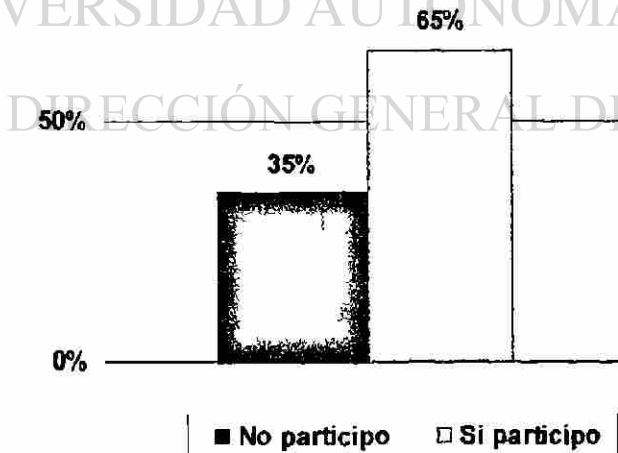


## ¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

La participación más activa del director general  
Arroja mayor satisfacción en los resultados...

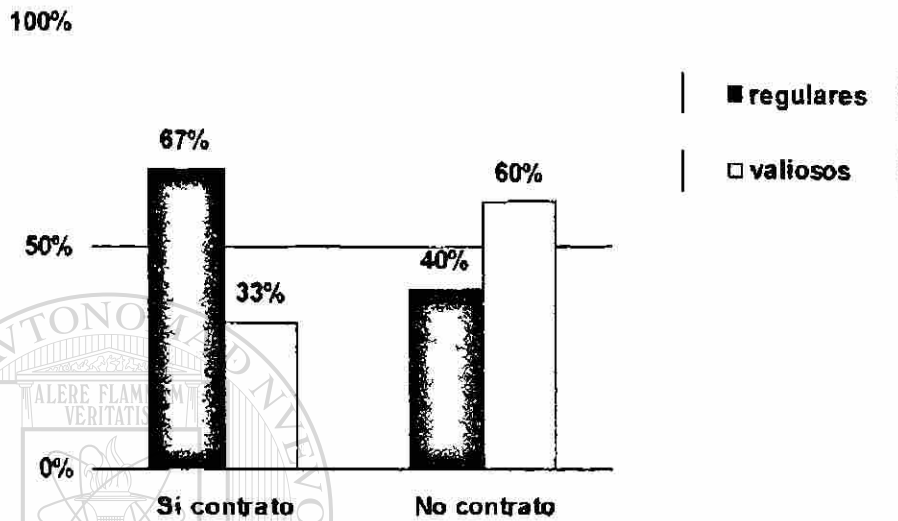


..y ayudo a derribar mayor proporción las barreras del cambio

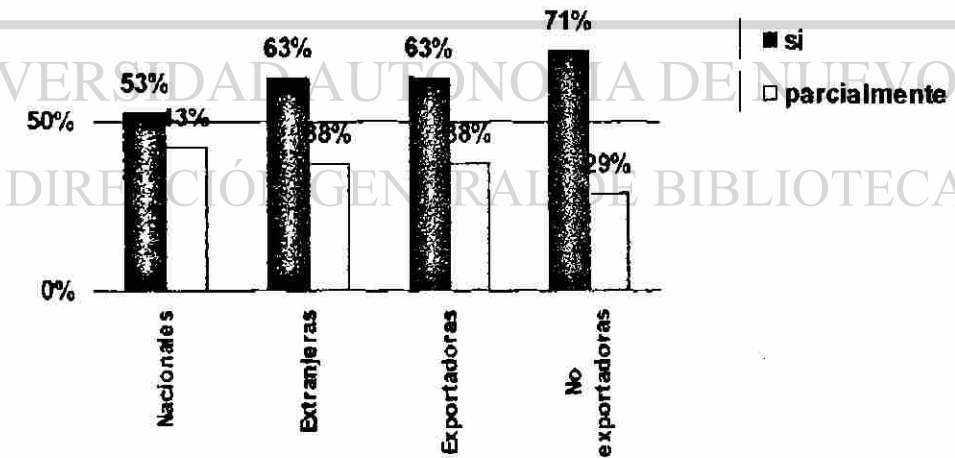


## ¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

Los resultados obtenidos por las empresas según su valoración son:

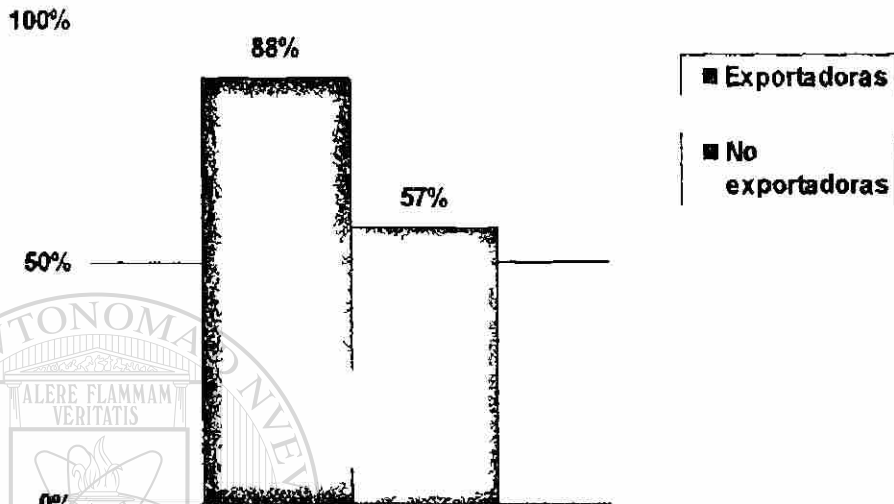


..y ayuda a derribar mayor proporción las barreras del cambio

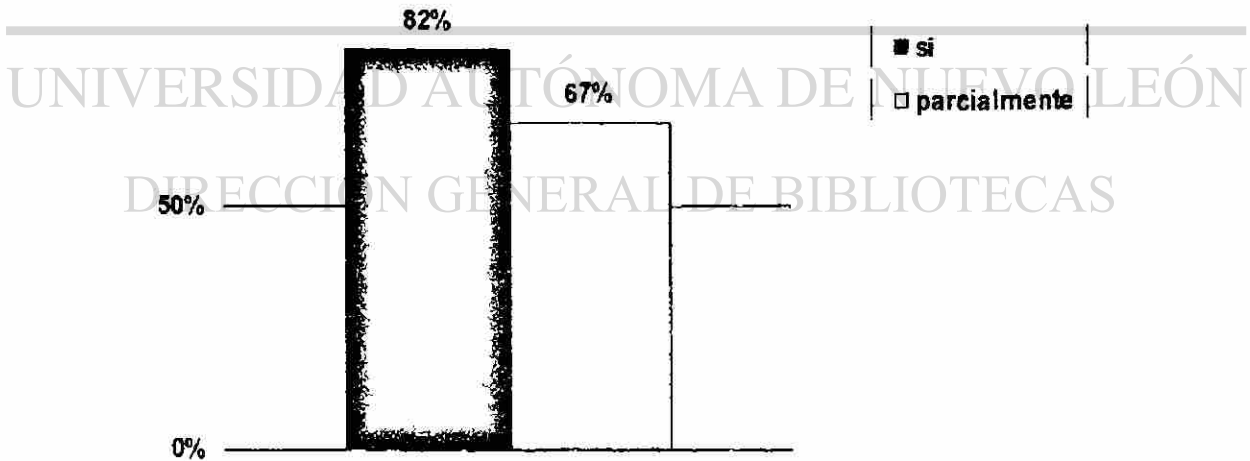


## ¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

Las empresas que entrenaron al personal:

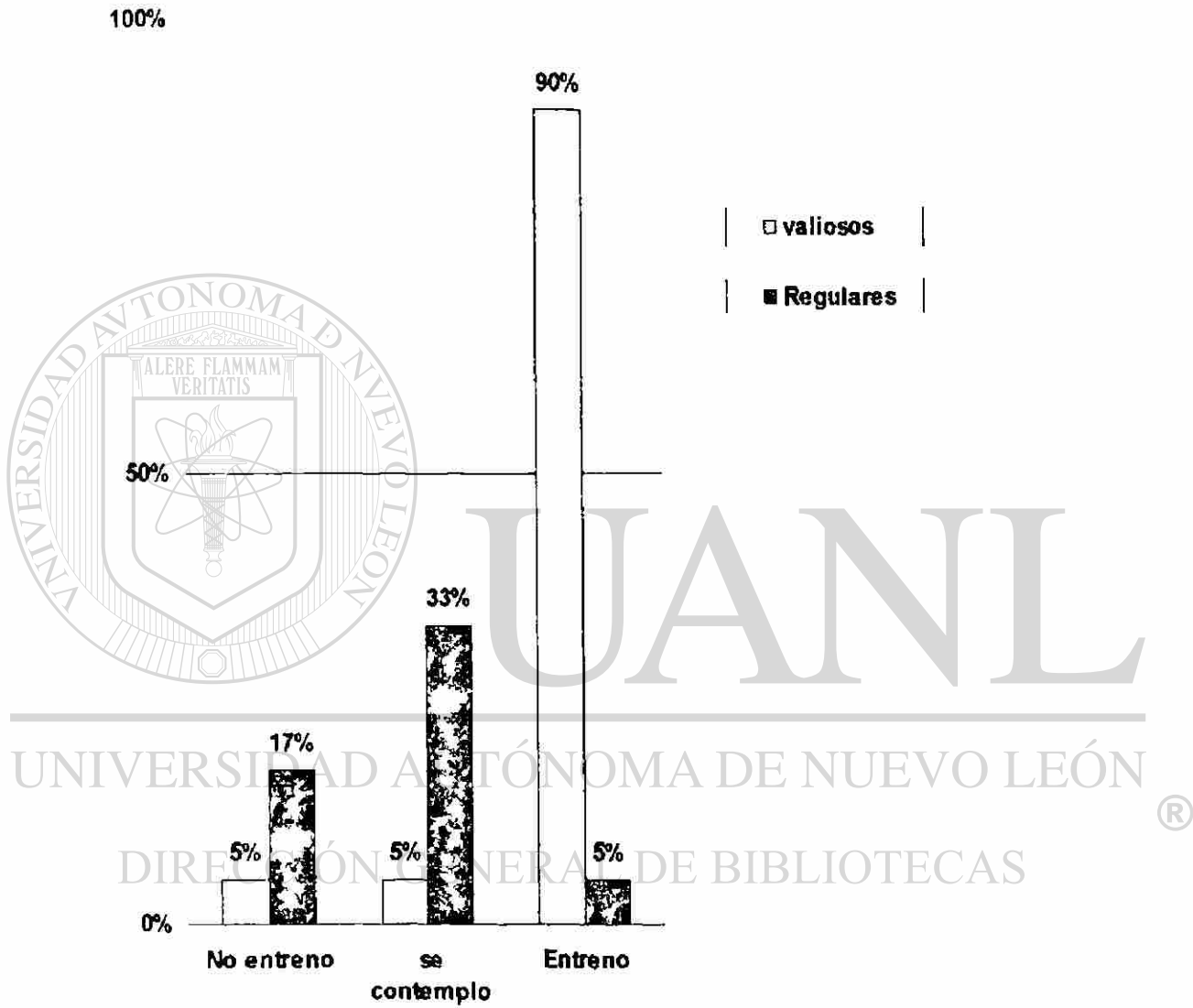


..han logrado mejores resultados para derribar las barreras al cambio



## ¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

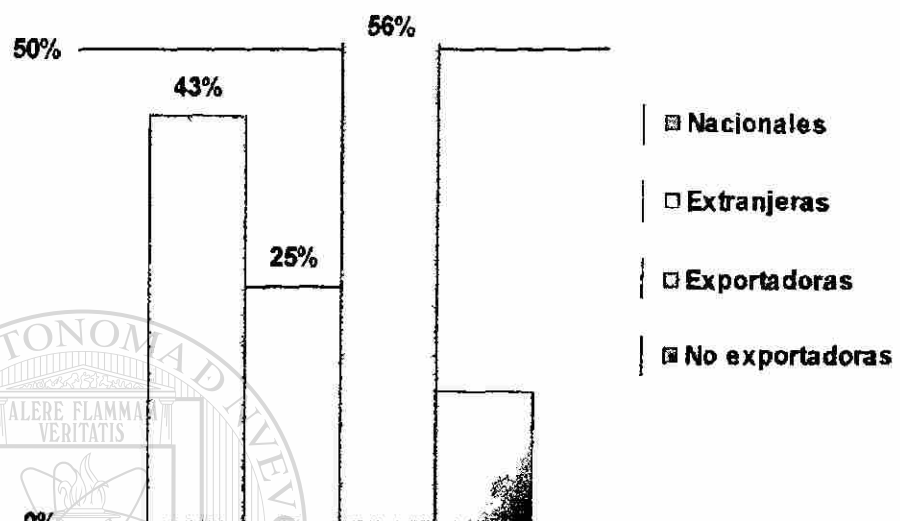
...y consideraron favorables los resultados:





## ¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

Las empresas nacionales y las vinculadas al comercio exterior recortaron Personal con la reingeniería en mayor proporción

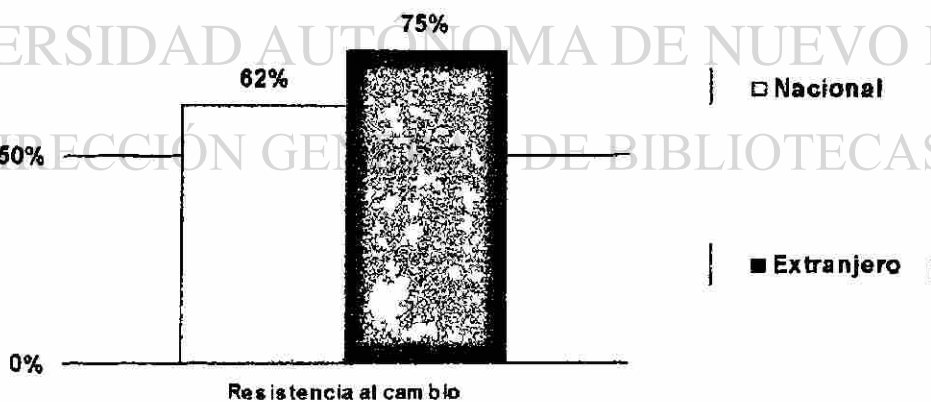


Mas empresas extranjeras invirtieron en tecnología de información



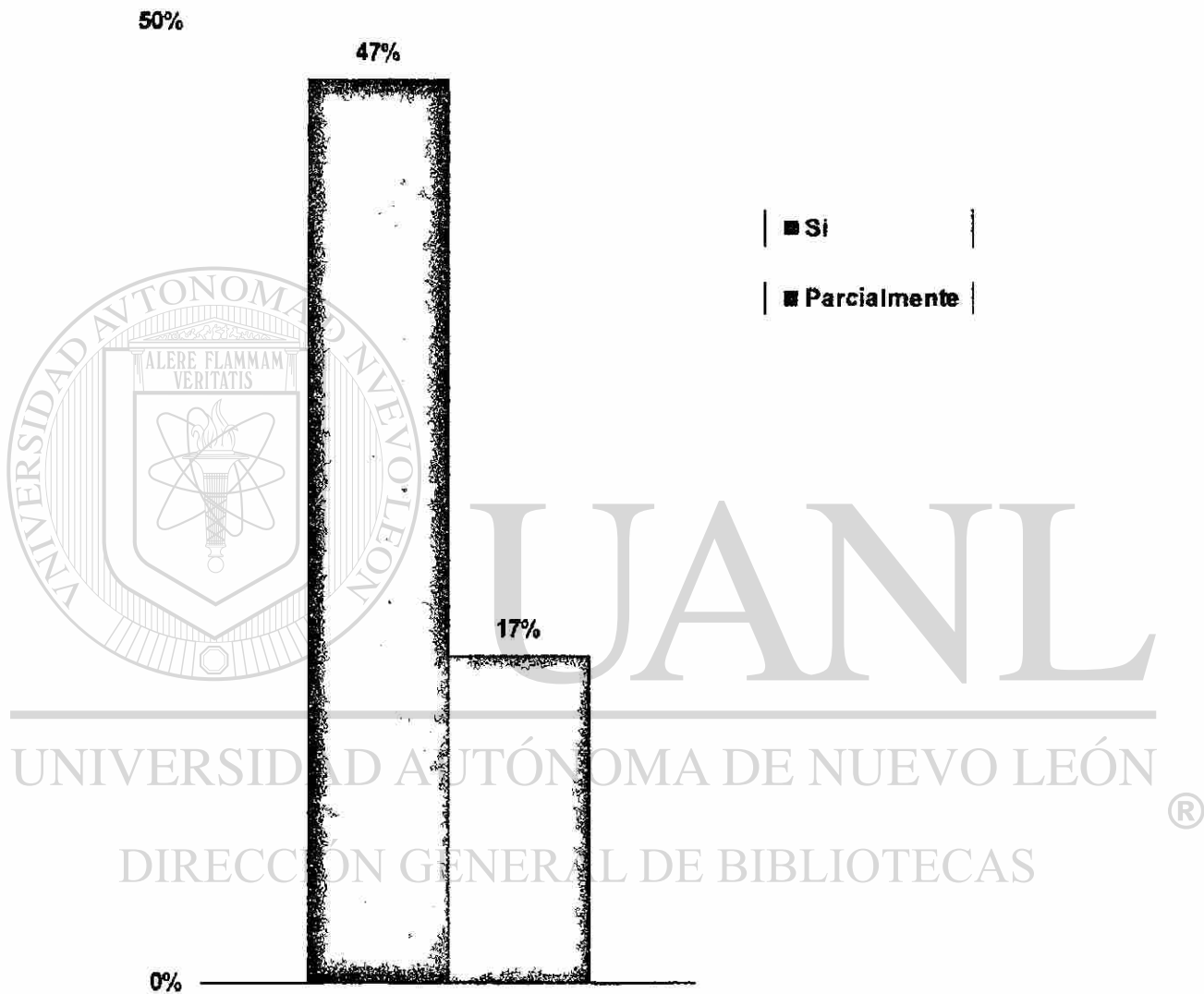
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS



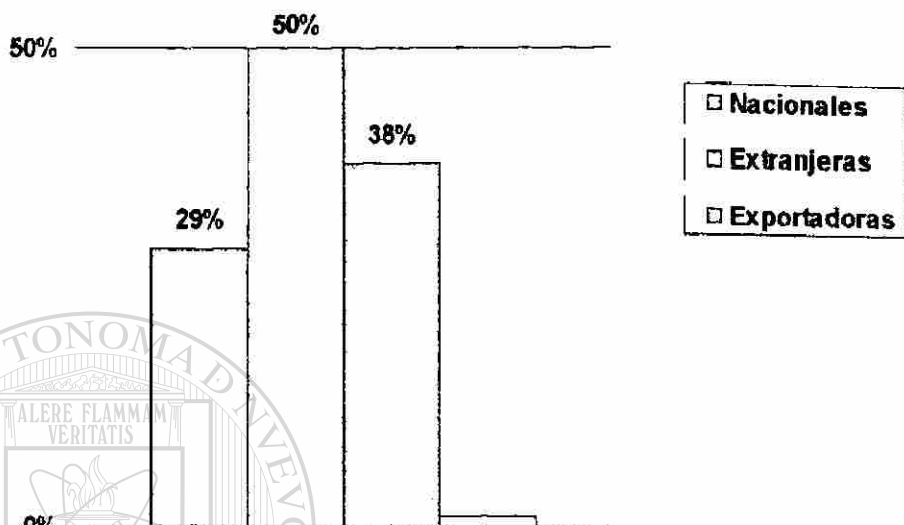
¿POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

...y lograron derribar las barreras al cambio !

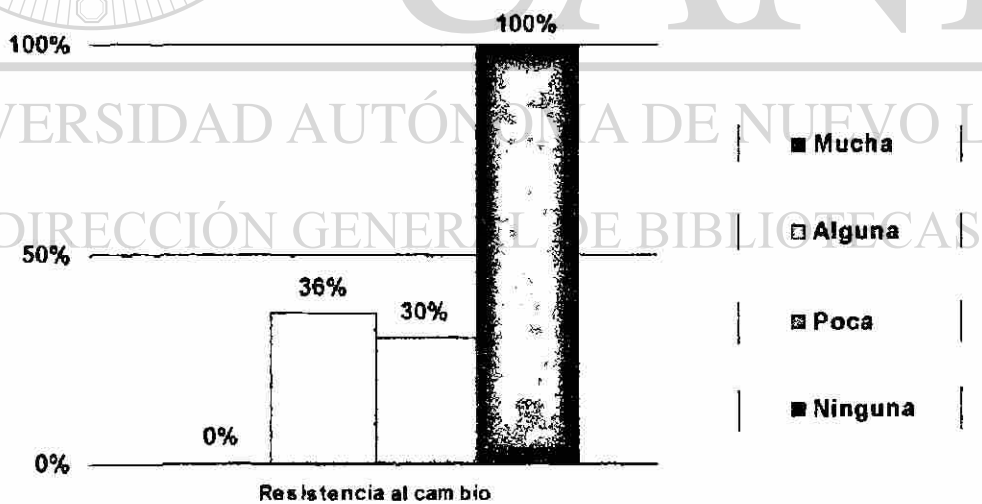


## ¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

Las empresas que lograron la motivación del personal

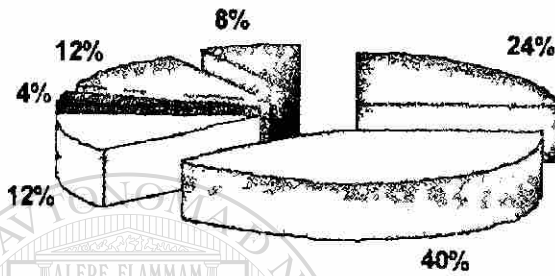


.. y no tuvieron problemas de resistencia al cambio...



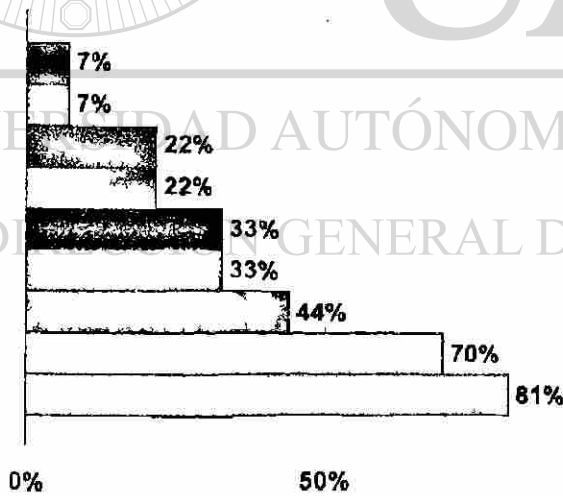
¿ POR QUE UTILIZAR LA REINGENIERIA ?

¿ Cuanto han invertido las Empresas ?  
(% de empresas)



- 500
- 1000
- 5000
- 10000
- 50000
- 51000

Mas empresas extranjeras invirtieron en tecnología de información



- Nueva planta
- Transporte
- Tecnología
- Remodelacion
- Automatizacion
- Computo
- Equipo
- tecnología informacion
- Capacitación

