

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON**  
**FACULTAD DE CONTADURIA PUBLICA**  
**Y ADMINISTRACION**



**EVOLUCION DE LOS SISTEMAS**  
**INTEGRADOS DE MANUFACTURA**

**POR**

**IRMA LETICIA GARZA GONZALEZ**

**Como requisito parcial para obtener el Grado de**  
**MAESTRIA EN INFORMATICA ADMINISTRATIVA**

**Septiembre 2000**

TM

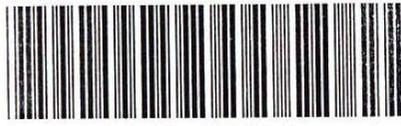
Z7164

.C8

FCPYA

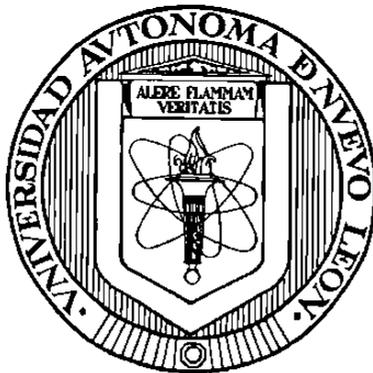
2000

G3792



1020133303

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN**  
**FACULTAD DE CONTADURÍA PÚBLICA Y ADMINISTRACIÓN**



**EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE  
MANUFACTURA**

Por

**IRMA LETICIA GARZA GONZÁLEZ**

Como requisito parcial para obtener el Grado de

**MAESTRÍA EN INFORMÁTICA ADMINISTRATIVA**

**Septiembre 2000**

0138-16260

TM

27164

• 08

FLP4A

2000

63792



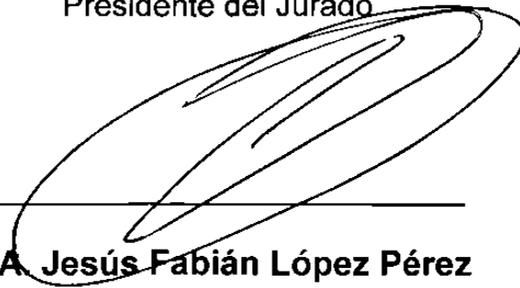
FONDO  
TESIS

# EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFACTURA

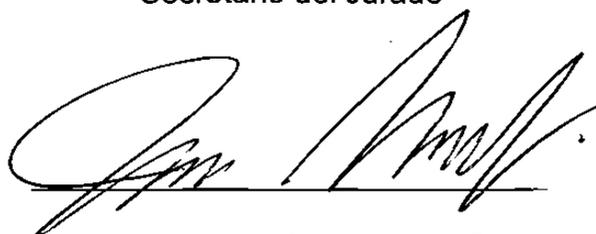
**Aprobación de la Tesis:**



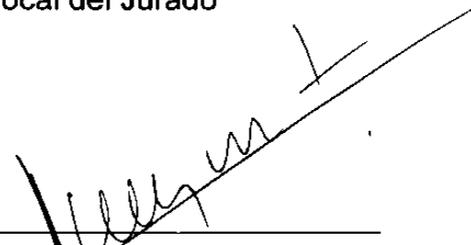
**M.C. Adalberto Navarro Olivares**  
Presidente del Jurado



**M.A. Jesús Fabián López Pérez**  
Secretario del Jurado



**M.A. Jorge Alberto Méndez Davila**  
Vocal del Jurado



**M.A. José Magdie Martínez Fernández**  
Secretario de División de Postgrado  
Facultad de Contaduría Pública y Administración

## DEDICATORIAS

A Dios a quien le debo todo lo que soy, gracias por haberme dado la fuerza y salud para seguir adelante.

A mi esposo Martin por la paciencia, apoyo, comprensión y amor que me ha brindado, ya que gracias a él he podido lograr una meta más en mi vida.

A mis hijos Martin y Cesar que son mi amor y mi alegría de vivir.

A mis padres Rafael e Irma Yolanda por su amor y su apoyo incondicional.

A mis hermanos Rafael, Iván y Emita que con sus palabras de aliento me han motivado a salir adelante.

Dedico también esta tesis, con cariño a todas aquellas personas de las que recibí apoyo incondicional para la realización de la misma.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi agradecimiento al M.C. Adalberto Navarro Olivares, asesor de esta tesis por su valiosa ayuda, consejos y recomendaciones acertadas para el desarrollo y conclusión del presente trabajo de tesis.

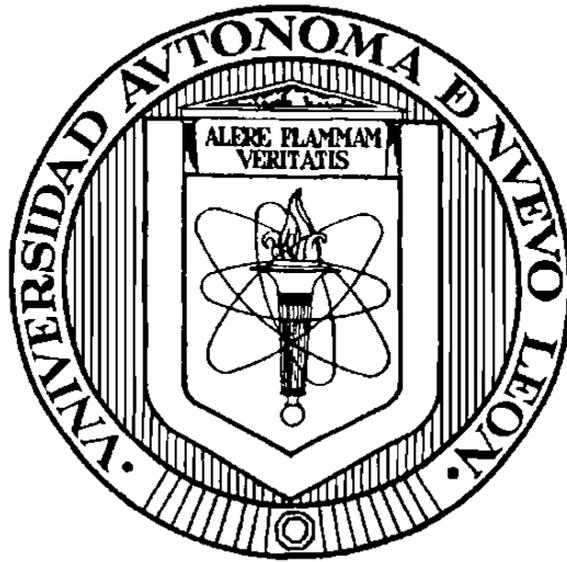
Mi agradecimiento a los maestros sinodales M.A. Jesús Fabián López Pérez y M.A. Jorge Alberto Méndez Davila por sus valiosas recomendaciones al presente trabajo.

Agradezco también a todos mis maestros que compartieron sus conocimiento y su experiencia, además de su amistad y consejos brindados durante estos años.

A toda mi familia por su cariño y su apoyo incondicional.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este trabajo.

Mil Gracias



**EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS  
INTEGRADOS DE MANUFACTURA**

Irma Leticia Garza González.

## INDICE

INTRODUCCIÓN	1
<b>CAPITULO 1</b>	
<b>Definición y Marco Teórico</b>	6
1.1    Manufactura	7
1.2    Automatización de la manufactura	8
1.3    Procesos	9
1.3.1    Procesos Continuos	10
1.3.2    Procesos Discretos	11
1.3.3    Procesos Híbridos	12
1.4    Sistema Integrado	13
1.5    Manufactura Integrada por computadora ( CIM )	15
1.6    Reingeniería de los negocios	18
<b>CAPITULO 2</b>	
<b>Evolución de los Sistemas Integrados de Manufactura</b>	21
2.1    Planificación Empresarial y Planificación de Operaciones	21
2.2    Control de Inventarios	25
2.2.1    Razones que justifican la existencia de inventarios	29

2.3	Planeación de Requerimientos de Materiales ( MRP )	34
2.3.1	El esquema básico del MRP	37
2.3.2	La entrada al sistema MRP	39
2.3.3	La salida del sistema MRP	44
2.3.4	Reprogramación del sistema MRP	45
2.4	Planeación de Recursos de Manufactura ( MRP II )	47
2.4.1	La entrada al sistema MRP II	55
2.4.2	La mecánica del sistema MRP II	55
2.4.3	La salida del sistema MRP II	57
2.5	Planeación de Recursos de la Empresa ERP	59

### **CAPITULO 3**

#### **La implementación de los sistemas integrados**

#### **de manufactura** 67

3.1	Problema en la instalación de un sistema de manufactura	68
3.1.1	Las ventajas de un sistema de manufactura	71
3.1.2	Los inconvenientes de un sistema de manufactura	75

## **CAPITULO 4**

	<b>Tendencia de los sistemas integrados de manufactura</b>	79
4.1	<b>El Intercambio Electrónico de datos</b>	79
4.1.1	<b>Los enlaces del Intercambio electrónico de datos ( EDI )</b>	80
4.1.2	<b>Los estándares del Intercambio electrónico de datos ( EDI )</b>	81
4.1.3	<b>Los beneficios del Intercambio electrónico de datos ( EDI )</b>	83
4.2	<b>El Comercio electrónico</b>	87
4.3	<b>La Cadena de Suministro</b>	90
4.2.1	<b>La Logística y la Cadena de suministro</b>	90
	<b>CONCLUSION</b>	95
	<b>GLOSARIO</b>	99
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	105
	<b>APÉNDICE</b>	109
	<b>AMECE ( Asociación Mexicana de Estándares para el Comercio Electrónico )</b>	109
	<b>Historias de Éxito</b>	114

## LISTA DE FIGURAS

Figura		
2.1	Proceso de planificación empresarial y control en la Empresa	22
2.2	Proceso de planificación y control en la empresa para Chase	23
2.3	La Evolución de los sistemas integrados	24
2.4	Esquema básico del MRP originario	38
2.5	Estructura de árbol para la lista de materiales	41
2.6	Sistema de planeación y control de producción basado en MRP II (Simplificado)	50
2.7	La Estructura de los sistemas ERP	62
2.8	Las empresas que ofrecen sistemas ERP	66
4.1	Las conexiones entre proveedor – cliente	81
4.2	El sistema ERP con EDI	83
4.3	La empresa con EDI disfruta de beneficios directos como indirectos	86
4.4	La Cadena de suministro	92

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la tecnología de información está siendo ampliamente utilizada en el sector industrial para reforzar las actividades de ingeniería y manufactura. Una de las formas en que se presenta esta tecnología es a través de los sistemas integrados.

A continuación se hablará de la evolución de los sistemas integrados de manufactura desde la época de los años 60's a la fecha para tener una visión general del cambio que han sufrido los sistemas mientras se aclaran las razones por las cuales se convirtió en el requisito para incrementar su funcionalidad y el grado de integración con los procesos de negocio.

Desde la década de los 60's, el enfoque principal de los sistemas de manufactura residía en el control de inventarios. Muchos de los paquetes de ese tiempo (en su mayoría hechos a la medida) estaban diseñados para manejar inventarios basados en conceptos tradicionales.

En la década de los 70's, el enfoque cambió a sistemas de planeación de requerimientos de materiales MRP (Material Requirement Planning) los cuales convierten el programa maestro de producción, construido para los productos

finales en requerimientos netos por fases de tiempo, para la planeación de abastecimiento de componentes y de materia prima.

En los 80's, el concepto MRP II (Manufacturing Resources Planning) el cual evolucionó como una extensión del MRP para tomar en cuenta actividades de distribución y de control de piso.

Hasta principios de los 90's, el MRP II fue extendido mas allá para cubrir áreas como Ingeniería, Finanzas, Recursos Humanos, Administración de proyectos, etc., en otras palabras, cubrir todas las actividades que existen en cualquier empresa de negocios. De aquí se crea él termino ERP (Enterprise Resource Planning)

En este trabajo de tesis, se presenta la evolución de los sistemas de manufactura basados principalmente en MRP II (Manufacturing Resources Planning).

Los primeros sistemas de inventarios se referían a controlar y almacenar en archivos los nombres de clientes, la cantidad de productos solicitados y terminados. Los cálculos de estos sistemas dependían de una demanda estable y conocida.

La planeación de requerimientos de materiales (MRP) fue uno de los primeros sistemas computarizados para mejorar significativamente el control de inventarios, la programación de la producción y la compra de materiales. La MRP se ha conocido durante muchos años, pero no pudo ser explotada sin la capacidad de procesamiento de las computadoras.

La tecnología computacional propició con el sistema MRP, unificar pronósticos en el tiempo de producción, tamaño de los lotes, los tiempos de entrega y los registros de inventarios.

La planeación de requerimientos de manufactura (MRP II) surgió teniendo como base la MRP, unificando la planeación y el control de la producción con los sistemas financieros.

La planeación de requerimientos de manufactura (MRP II) permite una planificación estratégica, la programación de la producción, planifica pedidos de materia prima, planifica y controla la capacidad disponible y necesaria, así como los registros del inventario.

En la actualidad las empresas que se enfrentan a un ambiente globalizado y cada vez más competitivo, tienen la necesidad de buscar herramientas que les ofrezcan mayor eficiencia en sus operaciones y una mayor ventaja competitiva. El sistema ERP es un sistema que permite adquirir grandes ventajas competitivas, reduciendo costos y tiempo.

Los sistemas computacionales de aplicación industrial que más difusión ha tenido en los países desarrollados, es el Sistema de Planeación de los Recursos de Manufactura (MRP II), y el Sistema de Planeación de Recursos de la Empresa (ERP) a tal grado que difícilmente se encontrarán empresas grandes que no lo estén aplicando, mientras que tampoco es raro toparse con compañías medianas e incluso pequeñas, que también lo usan. Aunque cada día se comprueba la necesidad de hacer uso de este tipo de sistemas sin embargo, siguen existiendo barreras para su implementación como son: la cultura, y la educación.

Durante el desarrollo de este trabajo, los tópicos que se trataran serán lo siguientes:

Primeramente, se establecerán las definiciones y la marco teórico (capítulo 1) que se utilizará durante el desarrollo de la tesis. Dicho marco teórico incluye los términos más utilizados en el ambiente de manufactura.

Definimos la evolución de los sistemas de manufactura (capítulo 2) la cual se logra partiendo de la planificación de los objetivos de la empresa y de la planificación de sus operaciones.

Además se define los elementos y las características de los sistemas MRP, MRP II y ERP.

La implementación de los sistemas de manufactura (capítulo 3), donde abarca el compromiso de la dirección, la cultura y la educación necesaria para lograr el éxito del sistema.

Se definirán las nuevas tendencias de los sistemas de manufactura y mencionaremos los líderes internacionales en sistemas ERP (capítulo 4).

Finalmente se establecerán las conclusiones generales de este trabajo de tesis.

## Capítulo 1

### DEFINICION Y MARCO TEÓRICO

El objetivo de este capítulo es dar a conocer el significado de los términos más comúnmente utilizados en el ambiente de la manufactura, con la finalidad de establecer un lenguaje común que será utilizado en el desarrollo de la presente tesis.

En este capítulo, se describirán términos que fueron obtenidos de diversas fuentes, con el propósito de que el lector conozca la opinión de varios autores y pueda tener una visión de cada uno, así como la relación entre ellos.

Los términos analizados en esta sección son los siguientes:

- Manufactura
- Automatización de la Manufactura
- Procesos

Continuos

Discretos

Híbridos

- Sistema Integrado
- Manufactura Integrada por Computadora (CIM)
- Reingeniería de los negocios (BPR) Business Process Reengineering

### **1.1 Manufactura**

De acuerdo con Merchant (Merchant, 1989), la manufactura es un sistema para la creación de productos utilizables por el hombre. Este sistema se puede explicar de acuerdo a los siguientes puntos:

1. Manufactura es un sistema cuya entrada es el modelo conceptual de un producto y su salida es la ejecución exitosa de dicho producto.
2. El primer objetivo que debe satisfacerse en la operación de este sistema, es que su salida se maximice con relación a su entrada.
3. La primera condición que deberá cumplirse, si el objetivo se lleva a cabo por completo, es que todos los elementos del sistema estén integrados.

Observando lo anterior, se puede concluir que:

La manufactura es un sistema para la fabricación de productos y para ser eficiente, dicho sistema puede y debe estar apoyado por la computación y la electrónica.

## **1.2 Automatización de la Manufactura**

Stark ( STARK,1989 ) menciona que el término “automatización de la manufactura” se usa para cubrir todas las actividades afectadas por el creciente uso de las computadoras y la electrónica en las compañías de manufactura.

Este término cubre un amplio rango de tópicos, incluyendo:

- Diseño Asistido por Computadora ( CAD )
- Sistemas Flexibles de Manufactura ( FMS )
- Manufactura Justo a Tiempo ( JIT )
- Planeación de Requerimientos de Materiales ( MRP )
- Protocolo de Automatización de Manufactura ( MAP )
- Control Total de Calidad ( TQC )
- Control Numérico Directo ( DNC)
- Administración de Sistemas de Información (MIS)
- Programa Maestro de Producción ( MPS )
- Control Estadístico de Proceso ( SPC )
- Análisis de Elementos Finitos ( FEA )

## **1.3 Procesos**

Un proceso es un conjunto de acciones ordenadas para lograr un objetivo o trabajo. La manufactura es un conjunto de diversos procesos.

De acuerdo con Rembold (REMBOLD, 1983) un proceso técnico es la transformación o transportación de materia, energía y/o información. El estado de este proceso puede medirse y controlarse con la ayuda de dispositivos técnicos. Dichos dispositivos pueden ser, entre otros, los sistemas de control distribuido y control estadístico de procesos. El autor menciona que en manufactura se debe realizar una combinación de muchos subprocessos para formar una sola entidad y que estos varían dependiendo de diversos factores.

Entre estos factores se encuentran los siguientes:

- Cantidad de productos fabricados
- Materias prima
- Tipos de mercado
- Medios de transportación

Así mismo, clasifica los procesos industriales en tres categorías:

- Procesos Continuos
- Procesos Discretos
- Procesos Híbridos

### **1.3.1 Procesos Continuos**

Rembold (REMBOLD, 1983) describe los procesos continuos de la siguiente manera:

Son aquellos procesos en los cuales una corriente continua de materiales o energía se transporta o manufactura; Estos procesos continuos deben funcionar 24 horas al día para evitar costos de detención y de arranque.

Algunos ejemplos de este tipo de procesos son los siguientes:

- Producción continua de material (Laminados, galvanizados)
- Procesos químicos (Producción de jabones, fertilizantes)
- Flujo Continuo de material (Producción de cereales, galletas)
- Producción de energía (Luz eléctrica)
- Procesos Petroquímicos (Producción de hule sintético)

Por su parte, Melnyk (MELNYK, 1992) propone una definición mas para un proceso o manufactura continua: Es aquella que involucra la producción, a gran volumen, de artículos no discretos (por ejemplo, el petróleo) en un proceso que se caracteriza por una secuencia de operaciones comunes a la mayoría de los artículos, tiempo de entrega cortos y muy pocas colas.

### **1.3.2 Procesos Discretos**

La manufactura discreta sostiene que es una clasificación de procesos de producción que involucra la fabricación de unidades discretas en lotes pequeños.

Para Rembold (REMBOLD, 1983), los procesos discretos son imprevistos para la compañía. Estos son solicitados en cantidades y tamaños especiales. Su fabricación es repetitiva hasta alcanzar la cantidad solicitada por el cliente. A continuación, se mencionan algunos ejemplos de fabricación discreta que son:

- Producción singular y masiva (latas y envases)
- Ensamble singular y en línea (chasis para camiones)
- Movimiento de material discreto (armaduras de carros)
- Almacenamiento de material (empresas distribuidoras)

Para Wallace (WALLACE, 1990), la manufactura repetitiva es la producción de unidades discretas, planeadas y ejecutadas a través de una programación. El material que se utiliza en estos procesos repetitivos tiende a moverse en un flujo secuencial y con velocidades y volúmenes relativamente altos.

### **1.3.3 Procesos Híbridos**

Los procesos híbridos según Rembold (REMBOLD, 1983), son los más comunes en manufactura. Por ejemplo, los materiales para un proceso químico continuo se entregan por cargas individuales, se procesan mediante un proceso continuo y el producto que se obtiene se embarca en contenedores individuales.

Resumiendo, los procesos de manufactura pueden clasificarse en procesos discretos, continuos e híbridos. Los discretos son aquellos que se fabrican uno a uno o por lotes pequeños, los cuales no siempre siguen la misma secuencia de procesos.

Los procesos continuos son aquellos que se caracterizan por una corriente continua de materia y energía que sigue una secuencia de operaciones o subprocesos comunes.

Por último, los procesos híbridos son aquellos que resultan de una combinación de ambos tipos de procesos para la fabricación de un artículo, este producto puede ser discreto o continuo.

## 1.4 Sistema Integrado

Un sistema integrado es un conjunto de aplicaciones computacionales, relacionadas entre sí para establecer un marco de administración y control en las diferentes áreas de la empresa.

Las áreas de una empresa en general pueden ser: Manufactura, Ventas y Distribución, Compras ó Abastecimiento, Finanzas, etc.

Una área puede estar definida por módulos de procesos como son:

**Area:** Manufactura

**Módulos:** Plan maestro de producción  
Requerimiento de materiales  
Listas de materiales  
Control de piso  
Rutas de producción  
Capacidad de la planta  
Inventarios

**Area:** Venta y Distribución

**Módulos:** Pedidos de clientes  
Registro del control de pedidos  
Distribución

**Area:** Compras

**Módulos:** Ordenes de compra  
Requisición de materias primas

**Area:** Finanzas

**Módulos:** Contabilidad en general  
Administración de activos fijos  
Cuentas por pagar  
Cuentas por cobrar  
Presupuestos  
Estadísticas de ventas  
Facturación  
Recursos Humanos

Los módulos se conforman por programas para generar información para apoyar al proceso de toma de decisión ante la presencia de algún evento o

contingencia en alguna área como finanzas, distribución o manufactura de la organización.

Todos los módulos comparten una base de datos común lo cual asegura que toda la información sea consistente para todas las áreas de la organización.

En un sistema integrado, para lograr tener toda la información relacionada y al día, se requiere de educar y concientizar a todas las personas que interactúan con el sistema.

Los sistemas integrados están cambiando la forma de operar las organizaciones actuales, logrando con ello ventaja competitiva, al recibir apoyo con sistemas integrados confiables, y soportados con tecnología de vanguardia.

## **1.5 Manufactura Integrada por Computadora (CIM)**

La tecnología computacional se está usando muy ampliamente en las actividades ingenieriles y de manufactura de las industrias. La fuerza que dirige este rápido crecimiento es la promesa de incrementar tanto la productividad como la habilidad para ajustarse a las demandas de un mercado cambiante.

La tecnología computacional que está adoptando la industria tiene muchas formas. Los sistemas de planeación de los recursos de manufactura (MRP II) son cada vez más comunes, el diseño asistido por computadora (CAD)

y la ingeniería de sistemas se están aplicando al desarrollo de productos, diseño de herramientas y a facilitar la planeación de los procesos. Mas aún, de materiales y otro, frecuentemente se reportan beneficios para un área específica de la empresa, provocando las islas de automatización que son muy comunes y dañinas. Uno de los cambios primordiales es promover la integración, la estandarización y la comunicación dentro de ellas.

Como una solución a este problema, se ha recurrido a la automatización de las actividades de piso se ha incrementado a través de la manufactura asistida por computadora (CAM), la cual incluye grupos de tecnología (GT), planeación de procesos asistida por computadora (CAP) y control numérico (NC).

La culminación lógica de los esfuerzos actuales para automatizar e integrar los elementos de la empresa manufacturara es un concepto conocido como Manufactura Integrada por Computadora (CIM). En un ambiente CIM, la administración trabaja con una estación de trabajo (network) de la fábrica, hardware y software de computadora que funciona como un solo sistema, mas que un grupo de sistemas relacionados débilmente.

En las fábricas modernas, la implementación de sistemas flexibles de manufactura (MFS), almacenamiento automatizado y sistemas de registro, ensamble automatizado, sistemas de planeación de requerimientos sistemas

integrados de manufactura y como parte de estos, a la implementación de los sistemas de Planeación de los Recursos de Manufactura ( MRP II ).

Moverse hacia el CIM involucra gran inversión de tiempo y una buena estrategia para seleccionar e implementar la herramienta, lo cual no solo afecta los planes del negocio en el largo plazo, sino también, permite un solo aprendizaje organizacional considerable para asimilar y explorar exitosamente los cambios técnicos y organizacionales que se presentan.

Los factores ó elementos de integración, requeridos en el CIM son:

- Personal. Puede considerarse a este elemento, el recurso más valioso de la organización, ya que la calidad de las actividades que se llevan a cabo depende de quienes las desarrolla.
- Información. Es la base para la toma de decisiones a lo largo de toda la empresa. Considerado el punto de enlace entre los distintos niveles, funciones y procesos de la organización.
- Equipo. Se refiere a la integración tecnológica del equipo de la empresa que es empleado en la planeación, programación, control, y elaboración del producto.

Si los subsistemas no están integrados, ellos no podrán cambiar información automáticamente. Si existe la necesidad de intercambiar información entre subsistemas o reunir la información de varios subsistemas, se puede llevar a cabo manualmente. Esto requiere de una colección de la

información, reentradas, análisis, e interpretación. Cada uno de estos pasos está sujeto a ineficiencias y al error.

Por otra parte, Chase Aquino (CHASE AQUINO, 1995) propone otra definición para CIM, es un concepto que pretende la integración de la información relacionada con todos los procesos de una empresa manufacturera por medio de las computadoras. Además pretende integrar la información, el flujo de esa información y al factor humano que la maneja, todo esto encaminado hacia un fin común de competitividad.

Resumiendo, los sistemas integrados de manufactura tienen como finalidad reunir y optimizar toda la información necesaria para la fabricación de un producto, además de estar apoyados por la tecnología computacional y la electrónica.

## **1.6 Reingeniería de los negocios**

La reingeniería de los negocios (BPR Business Process Reengineering) una breve definición es “ Empezar de cero ” o “ Empezar de nuevo ”.

Esto significa abandonar procedimientos establecidos hace mucho tiempo y examinar otra vez el trabajo que se requiere para crear el producto o

servicio de una compañía y entregarle algo de valor al cliente. Significa plantearse la pregunta ¿ si yo fuera a crear hoy esta compañía, sabiendo lo que hoy sé y dado el actual estado de la tecnología? rediseñar una compañía, significa echar a un lado sistemas viejos y empezar de nuevo.

Para Hammer, (HAMMER, 1996), la definición de reingeniería “ Es la revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez “ .

De la definición la primera palabra clave es: Fundamental, determina primero *Qué* debe hacer una compañía, luego *Cómo* debe hacerlo. Se olvida por completo de lo que es y se concentra en lo que debe ser.

La segunda palabra clave es: Radical, que se deriva del latín radix, que significa raíz. Rediseñar radicalmente significa llegar hasta la raíz de las cosas, o sea no efectuar cambios superficiales, ni de reinventar el negocio, no mejorándolo o modificarlo.

La tercera palabra clave es: Espectacular, la reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimiento.

La cuarta palabra clave es: Procesos, muchas personas de negocios no están orientadas a los procesos, están enfocadas en tareas, en oficios, en personas, en estructuras, pero no en procesos.

Un proceso de negocios es un conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente. Las tareas individuales dentro de este proceso son importantes, pero ninguna de ellas tiene importancia para el cliente si el proceso global no funciona, es decir, si no entrega los bienes al cliente.

Para lograr la reingeniería de negocios es pensar en las cuatro palabras claves que la caracterizan como son: fundamental, radical espectacular y proceso; el cambio es pensar en función de procesos.

## Capítulo 2

### EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFACTURA

Considerando que la evolución de sistemas integrados se logra partiendo de la planificación de los objetivos de la empresa y de la planificación de sus operaciones. A continuación introduciremos al lector en la planificación empresarial y de operaciones.

#### 2.1 Planificación Empresarial y Planificación de Operaciones

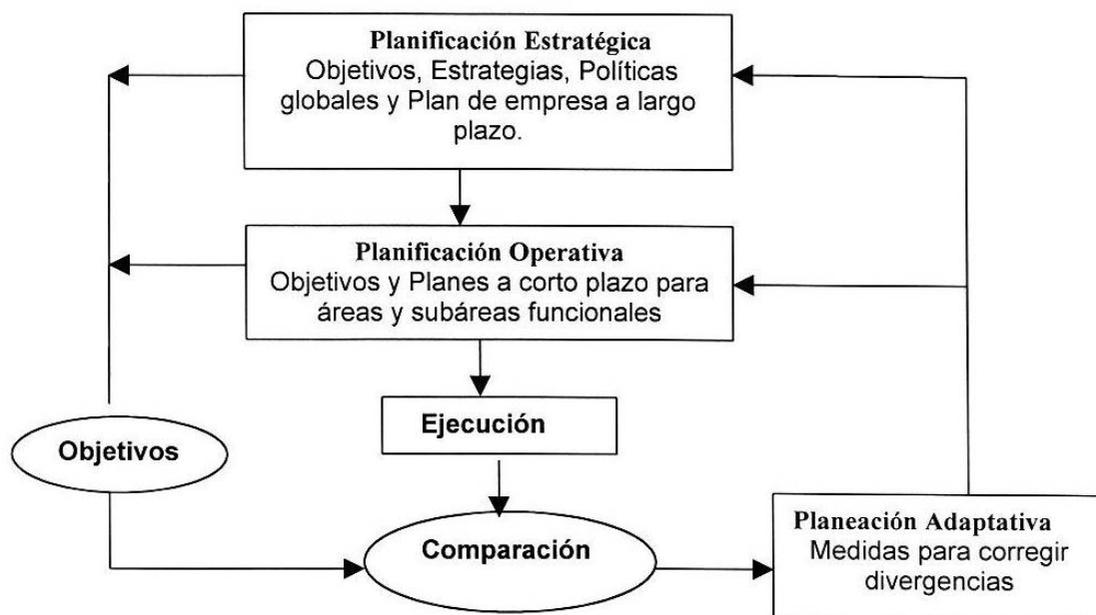
Al hablar de la Planificación Empresarial, algunos autores consideran tres etapas básicas, las cuales aparecen en la figura 2.1, la *planificación estratégica*, es en la que se establecen los objetivos, las estrategias y los planes globales a largo plazo, normalmente entre tres y cinco años.

La *planificación operativa*, es donde se concretan los planes estratégicos y los objetivos globales de la empresa para cada una de las áreas funcionales, llegándose a un elevado grado de detalle. Así se establecen, las tareas a desarrollar para que se cumplan los objetivos y planes a largo plazo, indicando dónde, cómo y cuándo se llevarán a cabo.

Se trata de una etapa en la que las actividades son más limitadas, donde abarcan un límite de tiempo que puede ir de 18 meses o un año a varias semanas, dependiendo de cada caso concreto.

La *planificación adaptativa*, es la que pretende establecer las medidas correctivas necesarias para eliminar las posibles divergencias entre los resultados y los objetivos relacionados con ellos.

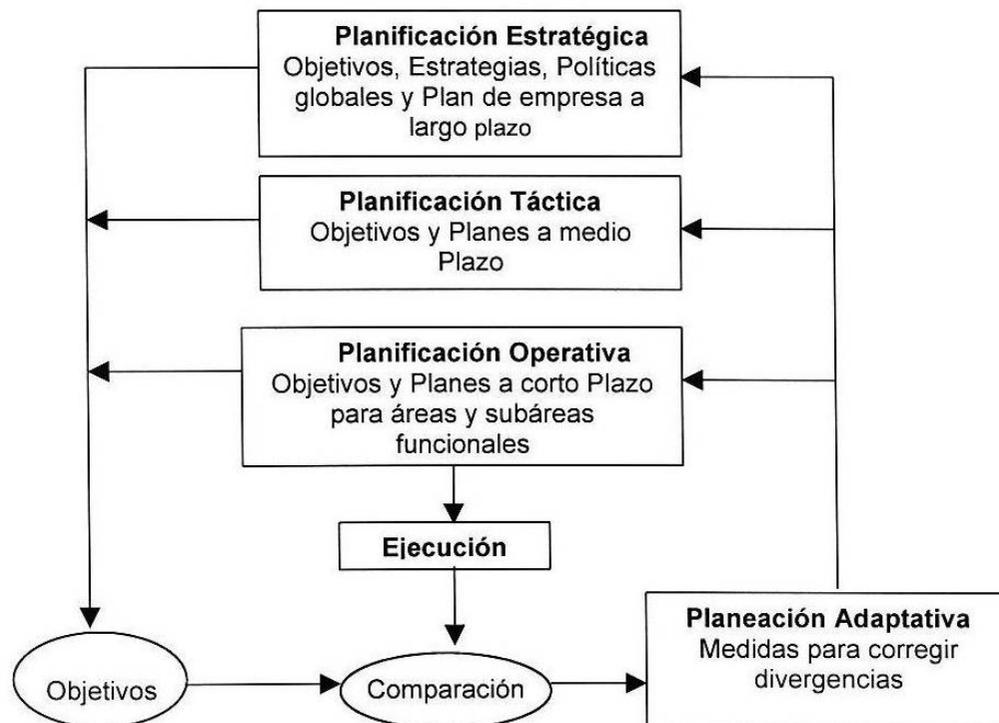
**Figura 2.1 Proceso de planificación y control en la empresa.**



Para otros autores como Chase (CHASE AQUINO, 1997), en el proceso de planificación y control en las empresas, ver la figura 2.2, debe considerarse

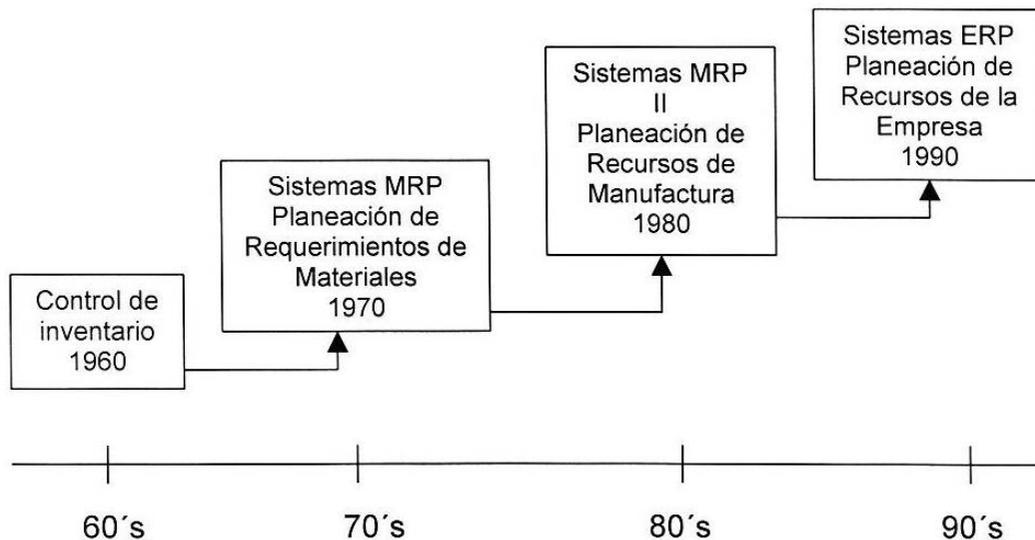
un nivel intermedio, entre las dos primeras etapas mencionadas anteriormente, se le denomina *planificación táctica*, o de medio plazo, en esta se logra conectar los objetivos y planes a largo plazo con los planes operativos, facilitando que la consecución de estos últimos implique el logro de los primeros. En la citada figura puede observarse la lógica correspondencia entre las fases desarrolladas en el área productiva y las que representan a la planificación en el ámbito del conjunto empresarial.

**Figura 2.2 Proceso de planificación y control en la empresa para Chase.**



La evolución de los sistemas integrados, se presenta en la figura 2.3, con el propósito de introducir al lector en esta evolución. Dicho procesos se logra con la innovación tecnológica y la flexibilidad que aportan el sistema para adaptarla según el giro de la empresa pudiendo ser de manufactura o de servicios.

**Figura 2.3 La evolución de los sistemas integrados**



Para lograr una adecuada planificación y control de producción, es obligado realizar, en paralelo una adecuada planificación y control de los materiales, así como de los productos finales. Este tema se presenta a continuación.

## 2.2 Control de Inventarios

El mantenimiento de inventarios es un problema común para todas las empresas. Es necesario mantener inventarios en la industria y comercio, debido a que física y económicamente es imposible conseguir los bienes en el momento preciso en que se demanden.

El no tener inventarios implica que los clientes tengan que esperar hasta que las ordenes sean surtidas por algún proveedor, o bien que sean fabricadas y, por lo general los clientes no están dispuestos a esperar mucho tiempo. Esta razón hace que el mantenimiento del inventario sea necesario para todas las empresas, tanto manufactureras como distribuidoras de artículos.

Para las empresas manufactureras, el inventario tiene una importancia vital, ya que apoya las operaciones de producción y ventas, influyendo directamente en el monto de inversión en equipo de transporte, producción y nivel de contratación de empleados. De esta manera, es imposible analizar el inventario en términos de la relación, producción - inventario. Manteniendo un nivel de inventario suficiente, se podría sostener un ritmo de producción estable, y por lo tanto, una alta utilización de la capacidad de la planta, quedando así en aptitud de satisfacer la demanda y proporcionar un servicio adecuado al cliente.

Los problemas de inventario se han estudiado desde hace mucho tiempo, pero fue hasta principios del siglo anterior, en que estimulados por el crecimiento de la industria manufacturera y de las diversas ramas de la ingeniería, los investigadores empezaron a utilizar técnicas analíticas para estudiar estos problemas.

Inicialmente se resolvieron los problemas de inventario y de programación de producción que tenían las empresas manufactureras, es decir en situaciones donde los artículos eran producidos en lotes y el costo era muy elevado. Aplicando la "formula del tamaño del lote" ecuación mediante la cual se minimiza la suma de los costos de mantenimiento del inventario, para casos en que la demanda es conocida y constante.

El primer modelo de inventario tuvo poco desarrollo en su aplicación. Hasta que surgió la Ciencias de la Administración y la Investigación de Operaciones, enfocando la atención en la naturaleza estocástica de los problemas de inventarios. Anteriormente estos habían sido tratados en forma determinística, con excepción de algunos casos donde se incluían consideraciones probabilísticas.

Por las actividades desarrolladas, se inicio una corriente ininterrumpida de escritos matemáticos sobre los sistemas de inventarios.

La importancia del inventario ha aumentado, fundamentalmente, por los avances de las técnicas de producción, que han permitido obtener nuevos productos y acelerar el ritmo de la producción lo cual ha traído como consecuencia, la necesidad de efectuar mayores inversiones en el inventario y

en los diversos canales de distribución. De igual manera, la competencia entre los productores, conduciendo a la fabricación de una gran variedad de productos, significando con esto, la necesidad de enfrentarse a problemas de programación de producción e inventario cuya complejidad aumenta proporcionalmente al incrementar en los volúmenes y variedades de productos. Esto influyó para hacer del inventario un problema que ha merecido la atención de especialistas e investigadores en todo el mundo.

La planeación y programación del inventario se encuentra localizada en todas las operaciones de la empresa en donde interviene la producción versus tiempo, distribución, localización e inventario de productos. Así tenemos que el problema está presente en todo el proceso de fabricación, ya sea en la compra de materiales, productos en proceso, productos terminados, distribución de los mismos y servicio al cliente.

La planeación y programación del inventario, se realizaba a través de libros de pedidos y compras, tarjetas del almacén en forma manual, lo que hacía que la información se presentara fuera de tiempo.

El principal problema al que se enfrentaron por llevar un control manual es la falta de información oportuna de los movimientos como entrada- salida de la materia prima y de los ajustes de inventario. La falta de reportes de existencia de los materiales, entre otros.

La tecnología computacional considerada como el agente de cambio en los sistemas de planeación y producción a provocado cambios en las prácticas administrativas.

Para Domínguez (DOMINGUEZ, 1997), presenta a continuación los tipos básicos de inventario de una empresa de manufactura:

- Piezas de repuesto, necesarias para evitar paradas en los equipos (mantenimiento).
- Suministros industriales, materiales que se emplean en el proceso y que no llegan a formar parte del producto terminado. Así sucede con las herramientas, lubricantes, disolventes, etc. necesarios para un buen funcionamiento del equipo.
- Materias primas, empleadas en la fabricación tal como se reciben del proveedor.
- Artículos de fabricación ajena, los cuales conviene adquirir en el exterior en lugar de fabricarlos en la empresa. No sufren transformaciones en la empresa.
- Productos en curso, ya han sido transformados en la fábrica a partir de su estado bruto y son almacenados siguiendo las necesidades de la producción.
- Productos terminados, son artículos totalmente elaborados, controlados y aprobados por la inspección final y listos para su expedición.

### **2.2.1 Razones que justifican la existencia de inventarios**

Las principales funciones de los inventarios, que se enumeran y se describen a continuación son múltiples y diversas, pudiéndose dar todas o solo una parte de las mismas según el tipo de empresa, tanto en el sector productivo como en el de servicios.

➤ *Hacer frente a la demanda de productos finales*

Si la demanda de los clientes fuese conocida con certeza, y además, la producción se realizase de forma que ambas coincidiese exactamente en fecha y cantidad, no sería necesario almacenar productos finales. Sin embargo, siempre existe un cierto grado de aleatoriedad en dicha demanda; ello empuja a las empresas a mantener un cierto stock de dichos artículos para absorber las posibles variaciones.

➤ *Evitar interrupciones en el proceso productivo*

Son diversas las razones que pueden provocar paradas no deseadas en dicho proceso, contra las cuales las empresas se protegen acumulando una cierta cantidad de inventarios. Estas son:

- Falta de suministros externos: retrasos en la entrega y/o recepción de pedidos en cantidades inferiores a las solicitadas.

- **Falta de suministros internos:** por avería en equipos, por mala calidad de parte de los componentes, etc.

Cuando existe la necesidad de un artículo concreto, y éste no se encuentra disponible, se dice que se ha producido una ruptura de stock. Esta puede darse tanto en los productos finales, como en los suministros tanto internos como externos. El inventario que se mantiene para hacer frente a dicha eventualidad se le denomina stock de seguridad.

- *La propia naturaleza del proceso productivo* dado que cualquier etapa del proceso productivo requiere tiempo para su realización, existirá en permanencia una cierta cantidad de productos en curso. Si las distintas fases estuvieran sincronizadas, sin tiempos de espera debido a transporte entre máquinas, o distintas velocidades de fabricación, etc. Dicho stock se reduciría al mínimo.
- *Nivelar el flujo de producción* el nivelar la producción es una posible estrategia de planificación para las empresas. Cuando se presenta una demanda variable, una posible solución es fabricar por encima de la demanda en épocas bajas y almacenar el exceso de producción para emplearlo en momentos en los que la demanda supera la capacidad.

- *Obtener ventajas económicas* con frecuencia encontramos con que comprar o producir cantidades superiores a las que se van a consumirse, puede ser unas ventajas económicas a la empresa. En dichos casos, se puede trabajar con grandes lotes que se almacenan para su posterior consumo.
  
- *Ahorro y especulación* cuando se prevé un alza en los precios, puede ser adquirirlos antes de que éste se produzca y almacenarlos hasta el momento de su consumo (ahorro) o venta (especulación), en un momento posterior al ascenso.

Los stocks pueden ser necesarios o deseables por muchas razones, pero desde hace algunos años existe la conciencia, de que dicha actitud no es la más conveniente.

Hay dos preguntas básicas e interrelacionadas que deben ser respondidas en cualquier sistema de inventario:

1. ¿Cuándo deben realizarse los distintos pedidos de material?
2. ¿Cuánto debe pedirse de cada material al emitir un pedido?
  - o ¿Cuál debe ser el tamaño de los lotes a solicitar?

La respuesta a estas cuestiones dependerá de diversos factores, como las características de la demanda:

- Demanda independiente, que será aleatoria en función de las condiciones del mercado y no estará relacionada directamente con la de otros productos. En el caso de adquirir productos terminados, o productos que funcionan como refacciones.
  
- Demanda dependiente, aquí es cuando muchos productos dependen de otros productos almacenados, como sería materia prima, componentes y ensambles.

Otro factor suele ser el carácter continuo o discreto de la demanda, que corresponde, respectivamente, a la demanda independiente y a la dependiente.

Contestando a las preguntas anteriores se pueden aplicar distintos métodos.

Para la demanda independiente son aplicables las técnicas clásicas basadas en la optimización de los costos totales, el cálculo de un cierto stock de seguridad y del riesgo de ruptura de stock que la empresa este dispuesto a asumir.

Por el contrario ante una demanda dependiente, es fundamental la coordinación entre la planificación de inventarios y de la producción, para ello se aplican nuevos métodos como MRP ( Planeación de Requerimientos de Materiales ) ó JIT ( Justo a tiempo ).

Otros aspectos de interés para el control de inventario es la ordenación de los artículos en función de su importancia relativa, a ésta se le conoce como clasificación ABC. También es importante tener exactitud de los artículos del inventario.

Para lograrlo se deben llevar a cabo las siguientes acciones:

- Concientizar al personal relacionado con los movimientos de materiales de llevar una estricta contabilidad de los mismos.
- Impedir que se retiren stocks sin la correspondiente autorización
- Realizar controles de existencia con objeto de actualizar los datos, buscando las posibles causas de las desviaciones y realizar acciones correctivas.

Hoy en día por medio de medios informáticos, es cada vez más fácil acercarse a un control continuo, utilizando códigos de barra que pueden aplicarse no solo a los productos terminados, sino también a los componentes y partes.

## **2.3 Planeación de Requerimientos de Materiales ( MRP ) ( Material Requirement Planning)**

Las computadoras agentes de cambio en los sistemas de producción. Esto a provocado cambio en las prácticas administrativas que en un principio eran manuales y ahora son computarizadas en las industrias, tanto de fabricación como de servicios.

El matemático L. V. Kantorovich en su libro “ Métodos matemáticos en la organización y planeación de la producción “. Hacía la siguiente observación:

*Hay dos manera de aumentar la eficiencia del trabajo en un taller, en una empresa o en toda una rama de la industria. Una es mediante diversas mejoras de la tecnología; es decir, nuevos accesorios para las máquinas individuales, cambios en los procesos tecnológicos y el descubrimiento de nuevas y mejores clases de materias primas.*

*La otra manera, mucho menos empleada hasta ahora, consiste en mejorar la planeación y la producción en cuanto la organización.*

Aplicando la observación de Kantorovich a la administración de materiales, la nueva tecnología en forma de máquinas más rápida, versátiles e ingeniosas ha hecho aumentar la eficiencia y las técnicas matemáticas para organizar el flujo de materiales han producido un efecto comparable. La evolución de los procedimientos de inventario es un buen ejemplo.

Para Riggs (RIGGS, 1994), los primeros modelos de inventario se referían a artículos terminados y a productos susceptibles de venderse cuyo retiro futuro se podría predecir. Los cálculos se simplificaban suponiendo que la demanda era estable y conocida. Se conocía también que había otra clase de consumo de materiales en el cual la necesidad de ciertas partidas dependía de la demanda de otras y que esta demanda no era estable. Se prestó poca atención a la demanda que varía con el tiempo hasta que las computadoras hicieron posible la obtención y el procesamiento de datos en tiempo real para el control de inventarios.

Para Stark (STARK, 1989) los intentos por computarizar la función de planeación de la producción iniciaron a principios de los años sesenta. Al principio su finalidad era ayudar en la programación de los horarios y en las listas de inventarios. No fue hasta finales de la década que algunas empresas manufactureras comenzaron a reconocer el poder de la computación en la planeación y control de la producción.

La planeación de requerimientos de materiales (MRP) fue uno de los primeros sistemas de planeación computarizado para mejorar significativamente el control de inventarios, la programación de la producción y la compra de materiales.

Es importante observar que no existe un sistema de control de inventarios automático que funcione en cualquier circunstancia sin excepción alguna; todos requieren la intervención de usuarios inteligentes y exigen un seguimiento continuo y minucioso.

Esta influencia de las computadoras hasta en las operaciones más comunes ha propagado su efecto en forma prevalectante. Las computadoras deben ser reconocidas como los motores que han impulsado los cambios ocurridos en los sistemas de producción.

Para Riggs (RIGGS, 1994), Las técnicas reunidas y unificadas bajo el nombre Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP) se han conocido durante muchos años, pero no pudieron ser explotados sin la capacidad de procesamiento de las computadoras. Una vez que las computadoras eliminaron las restricciones de tiempo, fue posible unificar el pronóstico, los puntos de abastecimiento, los tamaños de los lotes, los programas maestros, los tiempos de entrega, y los registros de inventario bajo un método general.

### **2.3.1 El esquema básico del MRP**

El sistema MRP en la figura 2.4 parte de un conjunto de información básica:

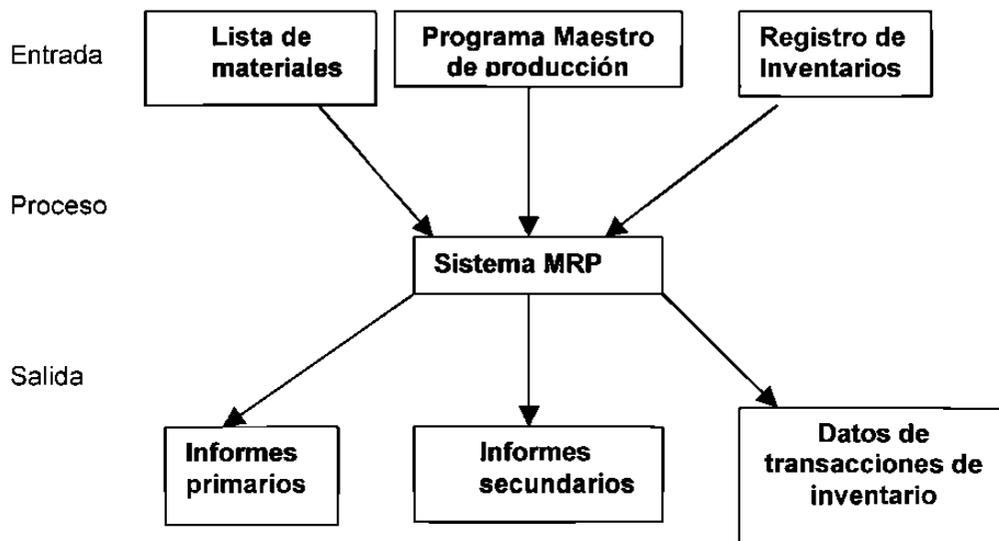
- Las cantidades del producto final a elaborar con indicación de las fechas previstas de entrega, lo cual no es mas que el programa maestro de producción.
- La estructura de fabricación y montaje del artículo en cuestión, que recibe el nombre de lista de materiales.
- Datos sobre los distintos artículos, como por ejemplo: tiempo de suministro, existencia disponibilidad del almacén, recepciones programadas, etc. Todas ellas se registran en un archivo de inventario.

Dichas entradas son procesadas por el programa MRP, que mediante la explosión de requerimientos, daba lugar al denominado Plan de Materiales, el cual indica los pedidos a fabricar y a comprar, según lo necesario algún artículo interno o externo.

Dicho plan forma parte de los denominados informes primarios, los cuales constituyen una salida del MRP. Las otras son los denominados informes secundarios o residuales y las transacciones de inventarios.

Estas sirven para actualizar el archivo de inventario en función de los datos obtenidos en el proceso de cálculo desarrollado por el MRP.

**Figura 2.4 Esquema básico del MRP originario**



Para el autor Domínguez (DOMINGUEZ, 1997) define un sistema MRP como un sistema de planificación de componentes de fabricación que mediante un conjunto de procedimientos lógicamente relacionados, traduce un programa maestro de producción en requerimientos reales de componentes, con fechas y cantidades.

En cuanto a las características del sistema se podrían resumir en:

- Está orientado a los productos, que a partir de las necesidades de éstos, planifica los componentes necesarios.
- Es prospectivo, pues la planificación se basa en las necesidades futuras de los productos.
- Realiza un pronóstico de tiempo de las necesidades de artículos, en función de los tiempos de suministro, estableciendo las fechas de emisión y entrega de pedidos.
- No tiene en cuenta las restricciones de capacidad, por lo que no asegura que el plan de pedidos sea viable.
- Es una base de datos integrada que debe ser empleada por las diferentes áreas de la empresa.

### **2.3.2 La entrada al sistema MRP**

- El programa maestro de producción PMP

Se define como un plan detallado que establece cuantos productos finales serán producidos y en que períodos de tiempo. En este sentido debe contener las necesidades netas de fabricación de cada artículo final, lo cual

implica que de las necesidades de productos están descontados los ya fabricados (disponibles en el inventario de artículos finales) y los que están en curso de fabricación. En lo anterior coinciden muchos autores.

Pero otros consideran PMP como el plan de necesidades de artículos finales, expresado en cantidades y fechas concretas (incluyendo las previsiones de ventas y otras posibles fuentes generadores de requerimientos). Ello implica no considerar que una parte de las mismas pueda estar fabricada o en curso, por lo que se trata de necesidades brutas.

En este caso, las disponibilidades en inventario y los pedidos en curso se descontarán cuando se determinen las necesidades netas de artículos finales en la planificación de materiales. Del programa maestro depende la programación de componentes y con ella la del personal, equipos, compra de materiales, etc.,

➤ La lista de materiales

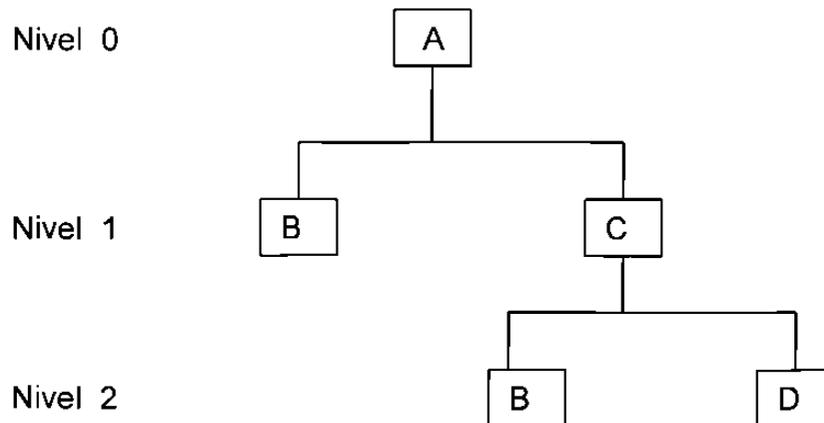
Es una descripción clara y precisa de la estructura que caracteriza la obtención de un determinado producto, mostrando claramente:

1. Los componentes que lo integran
2. Las cantidades necesarias de cada una de ellos para formar una unidad del producto final
3. La secuencia en que los distintos componentes se combinan para obtener el artículo final.

Aunque existen diferentes formas de expresar la lista de materiales, la mas clara es la estructura de árbol en la figura 2.5 con diferentes niveles de fabricación y montaje. La codificación por niveles facilita la explosión de las necesidades a partir del elemento final y su lógica es la siguiente:

- Nivel 0: Los productos finales no usados, en general, como componentes de otros productos, es el nivel más complejo de la lista.
- Nivel 1: Los componentes unidos directamente a un elemento de nivel 0.
- Y en general, en cada nivel  $i$  se situarán aquellos artículos en relación directa con otros de nivel  $i-1$ , siguiendo este proceso hasta llegar a las materias primas y partes compradas en el exterior.

**Figura 2.5 Estructura de árbol para la lista de materiales**



Es necesario recalcar la necesidad de que se disponga de una sola lista de materiales por cada producto y de que ésta sea una representación fiel de la forma de obtención del producto a fabricar.

➤ El registro de inventario

Es la fuente fundamental de información sobre inventarios para el MRP y contiene los siguiente segmentos y cada uno de los artículos en stock.

➤ Segmento maestro de datos, que contiene básicamente información necesaria para la programación, tal como identificación de los distintos artículos en forma numérica, tiempo de suministro, stock de seguridad en su caso, algoritmo para determinar el tamaño del lote de pedido, nivel en el que aparece, porcentaje de defectuosos, etc.

➤ Segmento de estado de inventarios, que en el caso mas general incluye para los distintos periodos información sobre:

1. Necesidades brutas o cantidad que hay que entregar de los artículos para satisfacer el pedido originado en el nivel o niveles superiores, así como sus fechas de entrega.
2. Disponibilidad en el almacén de los distintos artículos.
3. Cantidades comprometidas

4. Recepciones programadas, en fecha y cantidad, de pedidos ya realizados
5. Necesidades netas, calculadas como diferencia entre las necesidades brutas y las disponibilidades mas los pedidos pendientes, todo ello situado convenientemente en el tiempo.
6. Recepción de pedidos planificados, es decir los pedidos ya calculados del artículo en cuestión así como sus respectivas fechas de recepción.

Es evidente la absoluta necesidad de conocer el estado de inventarios antes de emprender cualquier acción, guiándonos en las respuestas sobre ¿Qué necesitamos? , ¿Qué tenemos? , ¿Qué pedimos? , Hay que comentar que el stock de seguridad es incluido o no dentro de la disponibilidad de inventario esto depende de las reglas definidas al sistema MRP.

- Segmento de datos subsidiarios, con información sobre órdenes especiales, cambios solicitados y otros aspectos.

Dada su evidente importancia en el proceso de la planeación de los requerimientos de materiales, resulta evidente que el archivo de registro de inventarios debe ser mantenido al día de tal forma que en el se reflejen los distintos cambios ocurridos ya sea por transacciones internas (generadas por el sistema MRP) o externas (producías fuera del sistema).

### **2.3.3 La salida del sistema MRP**

Las salidas de un sistema MRP forman un abanico muy amplio y variado, presentándose además en distintos formatos, ya sea informes o mensajes individuales visualizados en la pantalla de las computadoras o listados impresos.

Todo este conjunto de salidas puede agruparse en salidas primarias y salidas secundarias que se describen a continuación:

#### **➤ Salidas Primarias**

Los informes primarios son los informes normales ó principales que se usan para el control de la producción y de los inventarios. Estos informes consisten en:

1. Pedidos planificados (compras y fabricación) que debe liberarse en el futuro.
2. Avisos de liberación de pedidos para ejecutar los pedidos planificados.
3. Cambio en las fechas de entrega de los pedidos vigentes sujetos a reprogramación.
4. Cancelaciones de pedidos vigentes por causa de la suspensión de pedidos en el programa maestro de producción.
5. Datos del estado del inventario

➤ **Salidas Secundarias**

Los informes adicionales, optativos en los sistemas MRP, corresponden a las siguientes categorías principales:

1. Informes de planificación, que se usan, por ejemplo, para pronosticar el inventario y especificar necesidades en un horizonte de tiempo a futuro.
2. Informes de rendimiento, que indican los artículos inactivos y determinan la relación entre los tiempos de entrega reales y los programados, y entre las cantidades utilizadas y los costos reales y los programados.
3. Informes por excepción, que presentan discrepancias severas, como errores, situaciones fuera de límites, pedidos tardíos o atrasado, desperdicios excesivos ó piezas inexistentes.

#### **2.3.4 Reprogramación del sistema MRP**

Resulta evidente que cualquier factor que altere alguna entradas al sistema MRP afectará al cálculo de los requerimientos y a la programación de pedidos, por ello dichas entradas deberán ponerse al día con el objeto de mantener la validez de los resultados obtenidos.

## Factores que influyen en el cálculo de requerimientos y programación de pedidos

- Cambios en la lista de materiales, estos cambios suelen ser introducidos por ingeniería al alterar algún componente.
- Técnicas de cálculo del lote de pedido, los pedidos planificados y las necesidades de los artículos de nivel dependientes son en función de la técnica de cálculo de lote.
- Valor de los tiempos de suministro, el tiempo de suministro es el período que transcurre desde que se emite un pedido hasta que este es recibido y está dispuesto para ser utilizado. Este tiempo puede ser alterado por distintos motivos como cambio de proveedores, avería de máquinas, etc.
- Uso común de componentes por mas de un articulo
- Cambios en el programa maestro de producción PMP, los resultados obtenidos por MRP a partir de un cierto PMP seguirán siendo válidos sí el programa no varía; En caso contrario deberán realizarse de nuevo los cálculos.
- Prioridades, las cuales derivan PMP. La prioridad de un pedido suele depender de otros artículos, existiendo dos tipos de dependencia: vertical, cuando depende de un elemento de nivel superior u horizontal, cuando depende de un elemento del mismo nivel.

## **2.4 Planeación de Recursos de Manufactura ( MRP II ) ( Manufacturing Resource Planning )**

La planeación de los recursos de manufactura (MRP II) que se desprendió de MRP, proporcionó la unión entre la planeación y el control de la producción con los sistemas financieros de la industria. Así mismo, hizo posible la introducción de los sistemas de control automatizados a todo lo largo de la industria, proporcionando a la administración el conocimiento de la información financiera en todos los aspectos del negocio.

Para Chase (CHASE AQUILANO), cuando un sistema de planeación de requerimientos de materiales ( MRP ) tiene retroalimentación de las salidas, se le denomina MRP de ciclo cerrado.

Para American Production and Inventory Control Society (APICS, 1994) define a MRP de ciclo cerrado como:

Un sistema elaborado alrededor de la planificación de necesidades de materiales que también incluye las funciones adicionales de planificación de la producción, de programación maestra de la producción y de planificación de necesidades de capacidad.

Además, una vez que se concluye la fase de planificación y se determina que los planes son realistas y alcanzables, entran en juego las funciones de ejecución. Estas incluyen las funciones de control del taller, como medición de entradas y salidas, programación y envíos detallados, informes de anticipación de demoras del taller y los proveedores, seguimiento y control de compras, etc. El término ciclo cerrado indica que no solo se incluye cada uno de estos elementos en el sistema global, sino hay retroalimentación de la función de ejecución, de manera que la planificación sea válida todo el tiempo.

Para Riggs ( RIGGS, 1994 ), la expansión de la MRP mas allá de la función de planeación, a fin de incluir el control, fue un avance natural. Era evidente que el programa maestro de producción se mejoraría adaptando las necesidades de materiales a otras necesidades dependientes tales como las horas de máquina, las horas de mano de obra y el capital. Esto vinculó las necesidades de materiales con las necesidades de capacidad. Luego se añadieron los progresos logrados en los talleres y las relaciones con los proveedores, para controlar la cantidad y el tiempo de producción. Cuando la retroinformación proviene de las operaciones se conecta las actividades administrativas de planeación, todo el proceso de fabricación se convierte en un sistema de circuito cerrado. El nombre que se asigno a este concepto es planeación de recursos de manufactura, MRP II, también conocido como MRP en circuito cerrado.

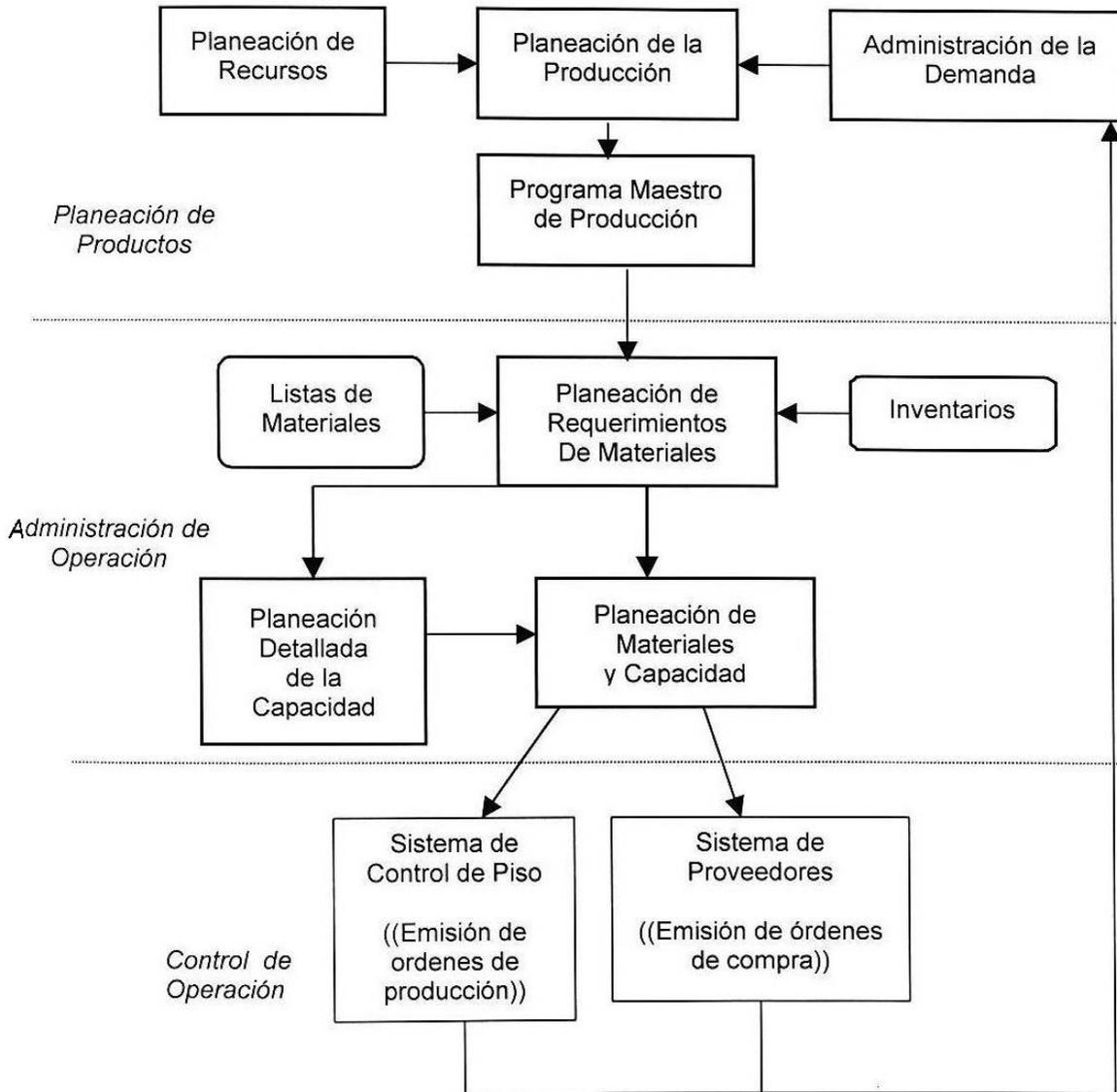
Para Chase (CHASE AQUILANO), en el sistema de MRP II se analiza el ciclo completo de los productos, desde los planes de la empresa respecto a que productos se deben destacar, hasta el control de la distribución de artículos terminados.

En la figura 2.6 se ha modelado un sistema de planeación de recursos de fabricación. Está dividido en tres partes:

- Planeación de productos
- Administración de operación
- Control de Operación

Los puntos de verificación entre las tres divisiones proporcionan retroalimentación, acerca de la suficiencia de los recursos necesarios, de la integridad de los recursos comprometidos y de la calidad del comportamiento en la ejecución de los planes.

**Figura 2.6 Sistema de Planeación y Control de Producción Basado en MRP II (( Simplificado ))**



En la sección superior de la figura 2.6, la planeación de carácter estratégico se convierten en los objetivos generales de la empresa. En esta fase se establecen los objetivos para la planeación y control de la manufactura.

La administración de la demanda abarca las ventas por líneas de productos donde se incluye también como demanda: los pedidos promesa, los servicios entre las plantas, y entre las compañías.

El plan de producción resultante obliga al departamento de finanzas a proporcionar recursos financieros suficientes, y al programa maestro de producción a fabricar la cantidad acordada y al de ventas a vender la cantidad producida.

La planeación de recursos provee la capacidad necesaria para producir los productos requeridos actualmente y a futuro. Dentro de estos recursos se incluye a las instalaciones, maquinaria, mano de obra y horas de máquina. La planeación de recursos proporciona las bases para hacer coincidir los planes de manufactura con la capacidad de producción.

La sección media del modelo MRP II es básicamente la función MRP (planeación de requerimientos de materiales) con atención adicional a las restricciones físicas a largo y a corto plazo. Quien elabora el programa maestro de producción compara lo que se necesita con aquello de que se dispone y hace ajustes teniendo en cuenta los factores de entrega y utilización de los centros de trabajo.

Luego la MRP tradicional determina en períodos de tiempo los planes para todos los componentes y materia prima requerida para producir todos los productos del plan maestro de producción. La MRP alimenta a la planeación de la capacidad para calcular la mano de obra u horas máquina que cada centro de trabajo necesita para manufacturar los productos.

La sección inferior del modelo o sección de ejecución, los pedidos se convierten en productos.

El sistema de control de piso establece prioridades para todas las órdenes de producción en cada centro de trabajo para que cada orden pueda ser debidamente programada.

Los sistemas de proveedores proporcionan la información relacionada con las órdenes de compra existentes y órdenes de compra planeadas.

La MRP II da lugar a pocos cambios en los procedimientos de fabricación. Su valor se deriva de la información que les da a todos los departamentos accesos a datos pertinentes y de la aplicación de su banco de datos al mejoramiento del sistema.

Para Domínguez (DOMINGUEZ, 1996), El sistema MRP II es una ampliación del MRP de ciclo cerrado.

Ha existido una confusión con la terminología de MRP, MRP de ciclo cerrado, y MRP II. Por tanto definimos MRP en el apartado anterior, a continuación definimos un sistema MRP de ciclo cerrado, este parte de un Plan

de producción elaborado fuera del sistema, el cual será convertido en un Programa Maestro de Producción por el módulo de Programación Maestra. Este será el punto de partida para la planificación de la capacidad a mediano plazo mediante técnicas aproximadas. Si el plan resultante es viable, el programa maestro de producción pasará a servir de entrada al módulo MRP. Los planes de pedidos a proveedores de MRP irán a compras, mientras que los pedidos de a taller servirán para la planificación de capacidad. Si el plan a corto plazo deducido de planificación de capacidades es viable, los pedidos pasarán a formar parte de los talleres, en los que el sistema controlará las prioridades y programará operaciones con la lista de expedición.

La situación en los talleres y los planes de capacidad a corto plazo servirán al sistema para controlar la capacidad. El término ciclo cerrado implica que no solo se incluye cada uno de estos elementos en el sistema global sino que hay retroalimentación para mantener los planes en todo momento.

Las características de un MRP de ciclo cerrado son:

- Su planificación está basada en el plan de producción.
- Incluye el programa maestro de producción, la planificación de necesidades de materiales, la planificación de capacidad a corto y mediano plazo, el control de capacidad y el control de taller.

- Trata de forma integrada la base de datos y los sistemas para el control de las áreas de la empresa.
- Actúa en tiempo real, usando terminales on line, aunque algunos de los procesos se producirán en batch.
- Tienen capacidad de simulación, de forma que permite determinar que ocurriría si se produjera determinados cambios.

Para Domínguez (DOMINGUEZ 1996) Un sistema MRP II es una ampliación del MRP de ciclo cerrado que de forma integrada y mediante un proceso on line, con una base de datos única para toda la empresa, participa en la planificación estratégica, programa la producción, planifica los pedidos de los diferentes componentes, programa las prioridades y las actividades a desarrollar por los diferentes talleres, planifica y controla la capacidad disponible y necesaria y gestiona los inventarios.

Además partiendo de las salidas realiza cálculos de costos y desarrolla estados financieros en unidades monetarias. Todo ello con la posibilidad de corregir periódicamente las divergencias entre lo planificado y la realidad, pudiendo además simular diferentes situaciones mediante la alteración de los valores de las variables que incluye, y expresando las variaciones que se darían en los resultados.

### **2.4.1 La entrada al sistema MRP II**

Para un sistema tan complejo, como MRP II emplean un amplio conjunto de datos. Pero se consideran tres entradas fundamentales:

- **Plan de ventas:** a partir del cual se establecerá un plan de producción, que da inicio a las fases de planificación y programación.
- **Base de datos:** la base de datos sea diseñada para que no se duplique la información. Además esta información será usada por todo el sistema. Las principales bases de datos para el sistema MRP II son: Registro de inventarios, Maestro de familias, Lista de materiales, Maestro de rutas, Maestro de centros de trabajo, Maestro de operación, Calendario de taller, etc.
- **Retroalimentación:** desde las fases de ejecución a las de planificación.

### **2.4.2 La mecánica del sistema MRP II**

Este sistema deberá partir, normalmente de los datos sobre la demanda recabada o del plan de ventas a largo plazo desarrollado por la alta dirección, a la que tendrá que responder con un plan de producción. A partir de éste, se

elabora un plan de producción agregado, éste sirve de entrada para la planificación de Capacidad a medio plazo, que debe determinar la viabilidad del mismo.

Si el plan de capacidad es viable, los planes de producción y ventas a largo plazo servirán para establecer un plan de ingresos y costos para dicho fin, así como los inventarios proyectados.

Por otra parte, comprobada la viabilidad del plan de producción agregado éste sirve de entrada para que el sistema desarrolle todas las actividades propias de un sistema de ciclo cerrado. Se comienza con el programa maestro de producción por período y dimensionado por lotes. A partir del programa maestro de producción se realizara la planificación de la capacidad. Con el programa maestro de producción aceptado se desarrollará la planificación de materiales, cuya viabilidad será comprobada con la planificación detallada de la capacidad.

Los pedidos planificados de elementos adquiridos en el exterior servirán de entrada para la programación de proveedores y gestión de compras, aquellos otros que se fabricarán en la empresa servirán de entrada a la gestión de talleres.

Esta programará los momentos de entrada y salida de cada pedido en cada centro de trabajo en base a las distintas prioridades existentes. El periodo y forma de programar las operaciones dependerá de las técnicas usadas como: kanban, JIT o combinación MRP II / JIT.

Por otro lado el sistema MRP II incorpora procedimientos para el desarrollo del control de capacidad a corto plazo, de forma que se compruebe la adecuación entre las capacidades planificadas y desarrolladas en los centros de trabajo y las cargas previstas y reales en los mismos, estableciendo además la evolución de las colas de espera.

En el terreno de Finanzas / contabilidad, este sistema MRP II desarrolla una serie de funciones, en donde se contempla el cálculo y recálculo de los costos, lo cual permite distribuir los costos entre los diferentes elementos, operaciones y centros de trabajo. En cuanto a las funciones las más usuales son: el presupuesto de ventas, presupuesto de compras, y un presupuesto de inventarios proyectados. Aunque cualquier otra opción financiera cubriría el sistema.

### **2.4.3 La salida del sistema MRP II**

La gran variedad de sistemas existentes, hace imposible establecer una lista de las posibles salidas. Pero a continuación mencionamos las principales salidas de un sistemas MRP II.

- Para la planificación a medio y largo plazo: diversos informes sobre el plan de empresa, las previsiones de ventas, el plan de ventas, plan agregado de producción, etc.

- **Sobre costos:** costos unitarios y reales de los artículos o de un centro de trabajo; costos standard, y reales de un pedido o de un centro de trabajo.
  
- **Para la programación de proveedores y presupuesto de compras:** Expresan el comportamiento de los proveedores, los programas de pedidos y los pedidos por artículos. También incluye el presupuesto de compras.
  
- **Sobre la programación maestra:** recoge toda la información empleada para la obtención del programa maestro de producción incluye pedidos a clientes, previsiones de ventas, disponibilidades y pedidos en curso de artículos finales. Suele incluir cambios y desviaciones del programa maestro de producción.
  
- **Sobre la gestión de capacidad:** entre ellos se encuentra: Informe de cargas derivadas del programa maestro de producción, informes del plan de carga, informes de la eficiencia en la producción, etc.
  
- **Sobre la gestión de talleres:** abarca toda la información resultante del procesamiento de pedidos en los centros de trabajo, así como la necesaria para la actividad el programador, como documentación del pedido, disponibilidad de artículos para un pedido cualquiera.

- Sobre las funciones de compra: permite tener información sobre la situación de los pedidos en curso de un artículo o un proveedor, las características de estos últimos y su comportamiento pasado, los pedidos próximos, las recepciones previstas, las compras planificadas y pasadas o datos sobre la adquisición de un artículo o un proveedor.
- Otras salidas: aquí se incluye los listados de cualquiera de los diferentes registros de la base de datos con diversas ordenaciones, por ejemplo calendario de taller, de rutas de artículos, de centro de trabajo, etc. Así como informes sobre las transacciones como mensajes de inventarios disponibles, mensajes de error, etc.

## **2.5 Planeación de Recursos de la Empresa ( ERP )**

### **( Enterprise Resource Planning )**

Desde el punto de la manufactura, han existido diferentes tecnologías para el mejoramiento de la producción. Hasta principios de los años noventa, las funciones de los sistemas MRP II fueron enlazadas con aplicaciones financieras, de ventas, de administración y de negocios y el concepto de ERP (Enterprise Resource Planning ) se dio a conocer a las empresas.

Para Davenport, (DAVENPORT, 1998) La integración de los diferentes departamentos de una empresa es lo que define un sistema ERP, debemos entender, que un sistema ERP es un nuevo modelo de lo que una empresa debe ser, y no tan solo una evolución de sistemas de cómputo. Un sistema ERP involucra diferentes teorías de administración de empresas como la cadena de valor de Michael Porter, la reingeniería de los negocios dada por Michael Hammer y mejores prácticas de negocio de empresas de clase mundial.

El ERP para Tapia (TAPIA 1999) es un sistema altamente integrado, que automatiza las actividades de una empresa. El cual permite coordinar las actividades a través de múltiples localidades geográficas, unidades de negocios y funciones. Y en el área de manufactura permite una estrategia operacional integrada entre funciones, un alto grado de intercambio de información en la cadena de valor, reducción del tiempo de ciclo en la respuesta a la demanda, y una disposición de funciones a través de localidades geográficas.

Los ERP son el resultado de la actitud moderna de las organizaciones así como los sistemas de información deben ser configurados para la nueva estructura de negocios. El uso de sistemas automatizados ya no es la cura. El mayor cuello de botella de la construcción de software y soluciones de sistemas para las nuevas necesidades del rediseño de los procesos de negocio, es la integración.

Esta integración, es la característica principal de un sistema ERP, razón por la cual muchas empresas demandan la utilización de los mismos.

Para esta tesis, un ERP es un sistema de negocios altamente integrado, habilitado por tecnología de cómputo, que utiliza modelos que permiten aplicar las mejores prácticas de negocios, agiliza las tareas operacionales que mejoran la cadena de valor de los productos o servicios que la empresa provee a sus clientes (externos – internos) y apoya una cultura de mejora continua mediante la integración de la empresa trabajando bajo procesos.

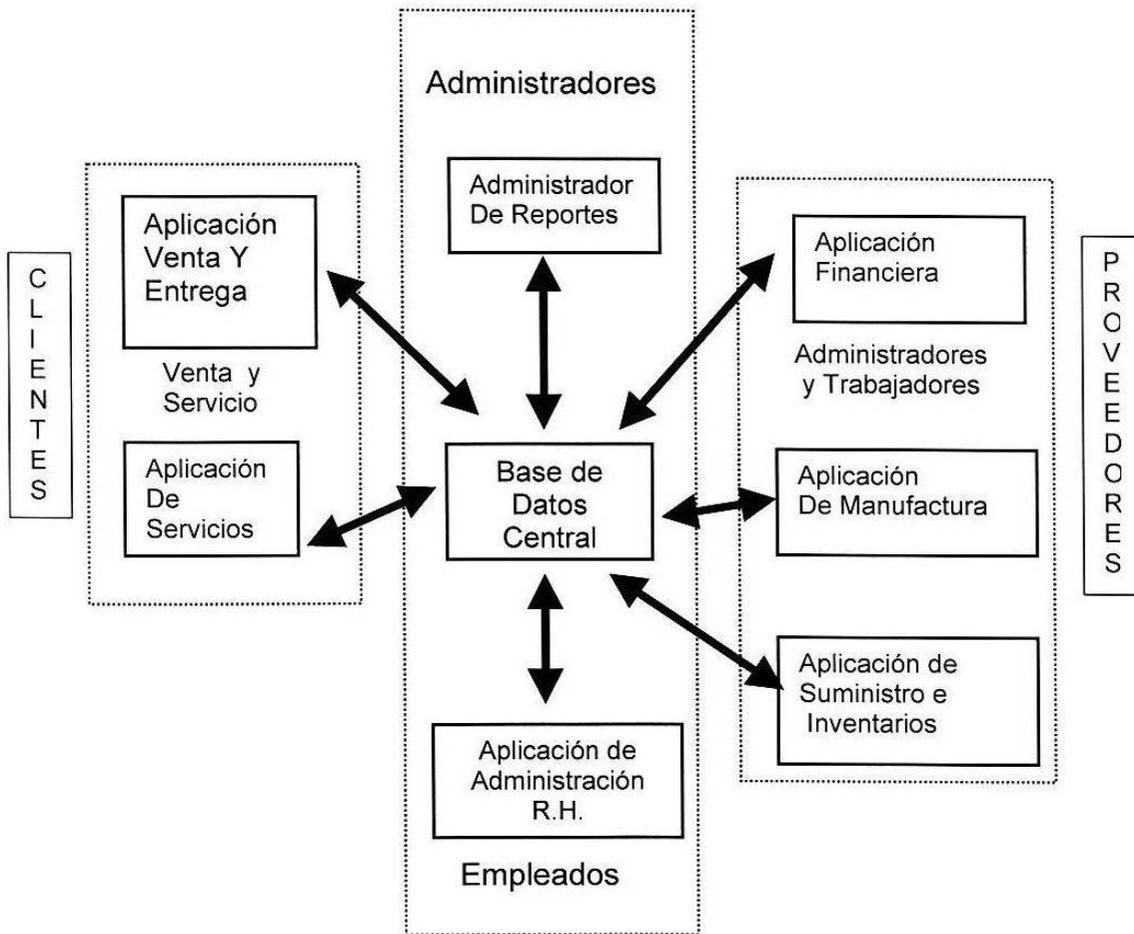
Un sistema ERP está integrado por varios módulos de software que se adaptan a diferentes tamaños de empresa, los cuales abarcan la mayoría de las funciones principales de una empresa.

Los módulos básicos de un sistema ERP son:

- Manufactura
- Finanzas
- Ventas
- Distribución
- Recursos Humanos

Los sistemas ERP para lograr la integración requieren de una Base de datos, Aplicaciones, Interfaces, y herramientas que se integran mediante un proceso de rediseño de procesos, también conocido como BPR (Business Process Re-engineering) definida como el rediseño de los procesos de negocio y la estructura organizacional de una compañía, para lograr mejoras dramáticas en sus factores críticos de éxito como son: calidad, productividad, satisfacción del cliente, etc.

**Figura 2.7 La estructura de los sistemas ERP**



En la figura 2.7 se muestra en forma general de la estructura que plantea los sistemas ERP. En el centro se encuentra la base de datos de donde se obtiene la información que alimenta a una serie de aplicaciones las cuales soportan un conjunto de funciones de negocio. El utilizar una sola base de datos, permite minimizar en forma dramática el flujo de la información a través de la empresa.

La implementación de un sistema ERP para Davenport, (DAVENPORT, 1998) implica de un fuerte compromiso, a modo de balancear la manera en que se quiere trabajar, con la manera como el sistema permite trabajar. Se empieza con la decisión de qué módulos se instalarán. Después, se usaran tablas de configuración para lograr ajustar cada módulo a los procesos de la organización de la mejor manera posible. A continuación se detalla estos dos mecanismos de configuración:

- **Módulos:** La mayoría de los sistemas ERP son modulares, esto permite que una empresa pueda implementar el sistema solo para algunas funciones. Sin embargo, a mayor número de módulos seleccionados, mayores serán los beneficios de la integración, aumentando con ello los costos, riesgo y los cambios involucrados.
- **Configuración de tablas:** Una tabla de configuración permite a una compañía modelar aspectos particulares de los sistemas a la forma

en que elige hacer negocios. Una empresa puede seleccionar, por ejemplo, que tipo de inventario contable va a utilizar.

Aunque los módulos y las tablas de configuración permiten adaptar el sistema en cierto grado, las opciones estarán limitadas si se cuenta con una forma de trabajo especial. Es en estos casos, cuando la empresa se da cuenta que un ERP no es lo que necesita. Por lo tanto, la Empresa puede elegir entre dos opciones: la primera, implica el reescribir algunas partes del código del sistema, la segunda es que puede trabajar con el sistema existente y construir interfaces con el ERP. Ambas opciones agregan tiempo y costo al esfuerzo de implementación y más aún, puede reducir los beneficios de la integración del sistema ERP. Cabe mencionar que ninguna de ellas es ideal.

En lo que respecta a la integración de ERP con otros sistemas existentes, no todas las compañías se desasenan de sus sistemas y tratan de integrarlos con el sistema ERP. El no tomar en consideración el alto costo de integrar, probar y mantener el sistema ERP, ocasiona que el sistema ERP deteriore su plan estratégico y por tanto restarle funcionalidad.

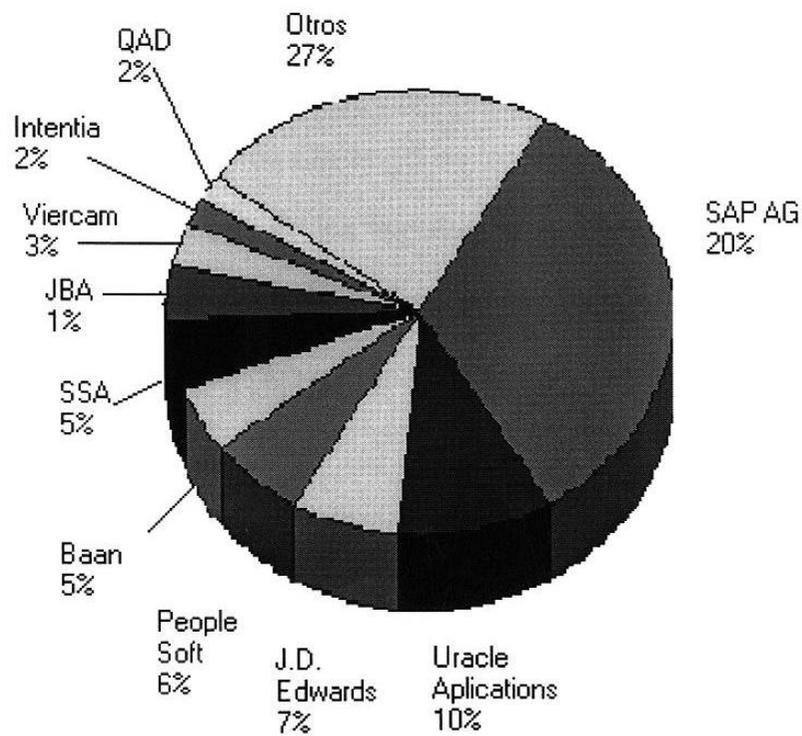
Un sistema ERP trata mas sobre el negocio, por lo que principalmente es un cambio de estructura y cultura que las personas deben entender y asumir para que el sistema empresarial funcione.

Dado que el sistema ERP transforma a la empresa, obtener el compromiso de los altos ejecutivos es un punto clave a considerar. Cualquier empresa que este llevando un cambio hacia sistemas ERP, necesita el compromiso hacia el proceso de los altos ejecutivos.

En la figura 2.8 se representa a las empresas que ofrecen sistemas ERP donde se aprecia a los cinco líderes en el mercado en la que corresponde a sus ventas son: People Soft, JDEdwards, Baan, Oracle y SAP.

Existen muchos otros compitiendo en diferentes estratos de mercado, un poco más enfocados a la mediana empresa, los cuales podríamos mencionar en orden alfabético como: American Software, Cincom, Datasul, Dataworks, Friedman, Glovia, Infinium, IFS,Intentia, JBA,Lawson, Lkglobal, Mapics, Marcam, Openplus, Platinum/Focussoft, Powercerv, Pivotpoint, QAD, Ross Systema, Solomon, System Software Associates ( SSA ), Symix, Western Data System. A diferencia de los cinco líderes, no todos ellos cubren todo tipo de negocio por lo general se enfocan a un grupo de mercado vertical, y aun así, los cinco líderes siguen desarrollando su producto para cubrir todo tipo de mercado.

**Figura 2.8 Las empresas que ofrecen sistemas ERP**



## **Capítulo 3**

### **LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS SISTEMAS INTEGRADOS DE MANUFACTURA**

La implementación de sistemas, requiere de mucho tiempo y esfuerzo de parte de todo el personal a lo largo de la compañía. Entre los cambios que deben ocurrir se encuentran los siguientes: los datos deberán estar más actualizados, la gente deberá ser educada y entrenada en el tema, se deberá adquirir e instalar software nuevo, desarrollar nuevas políticas y procedimientos entre otras cosas.

Para implementar un sistema, es necesario primeramente simplificar todos los procesos y eliminar errores. La inflexibilidad de las computadoras demanda que las organizaciones adopten sistemas estrictos.

La implementación de sistemas de manufactura: sistemas de cobro, de inventario automatizado, de ensamble, de sistemas MRP y otras automatizaciones frecuentemente locales, a expensas de la armonía de la organización. Es entonces cuando aparecen los problemas de automatización con pocos canales y puentes de comunicación que dañan a la empresa.

En estos casos, la meta es resolver u optimizar el desempeño del sistema. No obstante, el impacto de la nueva tecnología con el resto del sistema y su operación es frecuentemente olvidado.

Además los aspectos de integración e interfaces del nuevo sistema con los otros sistemas. Esta es una situación en la cual la operación de un sistema total de manufactura ha sido optimizada, pero la operación del sistema completo no lo ha sido.

Por lo anterior, se debe reconocer que la implementación de un sistema de esta naturaleza no es algo fácil de lograr. Representa un gran esfuerzo de toda la organización y se requiere de una fuerte inversión de tiempo, dinero y otros recursos. De la forma como este sistema sea llevado a la empresa e implementado, dependerán los beneficios que perciba cada organización.

### **3.1 Problemas en la instalación de un sistema de manufactura**

Un sistema bien desarrollado es muy sencillo de implementar. Sin embargo, hay muchos problemas con los sistemas y muchos errores al tratar de instalarlos.

¿ Porqué ocurre estos problemas y fracasos con un sistema probado ?

Una parte de la respuesta se encuentra en los factores del comportamiento y de la organización.