

EL SISTEMA MRP

Autores:

Dr.C. MSc. Ing. Alberto Medina León.

Dra.C. MSc. Ing. Dianelys Nogueira Rivera.

Dr.C. MSc. Ing. Ernesto Negrín Sosa.

UNIVERSIDAD DE MATANZAS "CAMILO CIENFUEGOS" 2002.



1.1 Concepto.

El concepto de MRP I, es bien sencillo, se trata de saber qué se debe aprovisionar y/o fabricar, en qué cantidad y qué momento para cumplir compromisos establecidos. En otras palabras Díaz A. 1993, resume estas ideas planteando que el sistema pretende conocer: ¿Qué materiales son requeridos?. ¿Cuánto se necesita de cada material?. ¿Cuándo cada material es requerido?.

Estas son tres preguntas básicas que realiza el sistema MRP y que resume sus principales resultados. El énfasis se hace más en el cuándo pedir que en el cuánto, lo cual hace de él más una técnica de programación, que de gestión de inventarios, el problema fundamental no es vigilar los niveles de stock, sino asegurar su disponibilidad en la cantidad deseada, en tiempo y lugar adecuado.

De lo anterior se puede deducir que las demandas de artículos de producción pueden tener dos orígenes diferentes: por una parte la denominada demanda independiente, generada por las órdenes establecidas por los clientes, (es decir, la demanda exterior a la fábrica, aquella que está sujeta a las condiciones del mercado y por lo tanto independiente de las operaciones); por otra parte como al elaborar ciertos productos se autogeneran nuevas necesidades de partes y componentes derivados del nivel más alto del programa maestro de producción y es necesario añadir estos a la demanda que esos elementos realizan directamente de los clientes, es que resulta necesario conocer la demanda independiente.

Observemos que los dos tipos de demanda sólo es aleatoria la independiente (que viene fijada por el plan maestro de producción tras aplicar técnicas de previsión), ya que la dependiente se obtiene directamente de aquella según denominado componentes que son necesarios para los artículos finales (lo que hemos denominado componentes puede tratarse, en realidad, de subcomponentes o incluso productos comprados directamente a otro fabricante).

Todas las demandas futuras de productos en proceso y materias primas deben depender del programa maestro. Cuando se planean este inventario, toda la historia pasada de la demanda no es relevante a no ser que el futuro sea exactamente igual al 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 productos en procesos.

Mientras que los inventarios con demanda independiente deben administrarse mediante los métodos de punto de pedido u reordenamiento, los inventarios con demanda dependiente deben administrarse mediante un sistema MRP. (Material requirements planning) o por los sistemas justo a tiempo (JIT), según Artes R. 1987.

Lo anterior está motivado porque cuando existen ambos tipos de demanda, no resulta suficiente restablecer un cierto nivel de pedido en un determinado momento: el consumo de materiales para atender la demanda no es este caso homogéneo ni cumple el resto de los requisitos

exigidos para modelos como EOQ (Economic Order Quantity), sino que se produce a saltos discretos, según lo indica el PMP (Plan Maestro de Producción). El sistema MRPI, apoyado en el uso de computadoras, posee los siguientes objetivos:

- 1.) Asegurar la entrega de los artículos finales en las fechas establecidas en el PMP.
- 2.) Establecer un programa de lanzamientos de pedidos que garantice el mínimo nivel posible de stocks, según Díaz A. 1993.

Por lo tanto el MRP I es un sistema de planificación de la producción y de gestión de stocks, basado en un soporte informático.

Al utilizar el sistema MRP, el programa maestro “ explota “ (proporciona) órdenes de compra por materias primas y órdenes de fabricación para el taller. El proceso de detallar las partes, determina todos los componentes necesarios para fabricar un producto específico. Este proceso de detalle requiere de una lista completa de materiales que incluya cada una de las partes necesarias para manufacturar el artículo final dado en el programa maestro. Las partes que se detallan como ya se planteó anteriormente pueden incluir ensambles, subensambles, partes manufacturadas y partes compradas. El detalle, resulta entonces una lista completa de las partes que se deben comprar y el programa de taller requerido.

En el proceso de detalle de partes es necesario considerar los inventarios, es decir las cantidades disponibles de cada artículo que ya se tienen a mano u ordenadas y por diferencia, las cantidades que deben comprarse y/o aprovisionarse. Por ejemplo, una orden de 100 artículos finales puede requerir un nuevo pedido de únicamente 20 piezas de una materia prima en particular debido a que 50 piezas ya están en almacén y 30 piezas están pedidas.

Por otra parte, en el MRP los stocks de seguridad sólo tienen interés en el caso de los artículos finales para prevenir errores de previsión de la demanda.

1.1 Elementos del MRP.

Para cumplir los objetivos que este método tiene planteados se necesita una serie de datos iniciales sobre los que actúa el algoritmo MRP. Ver anexo 1.

- A) Plan maestro de producción: (MPS / Master Production Schedule). Es el documento que refleja para cada artículo final, las unidades comprometidas así como los períodos de tiempo para los cuales han de tenerse terminados.

Usualmente los períodos temporales son de una semana con un horizonte temporal que debe ser lo suficientemente amplio como para que abarque al menos todos los pasos de fabricación.

PLAN MAESTRO DETALLADO						
ARTICULOS	INTERVALOS					
	01	02	03	04	05	ETC.

Tabla # 1. Formato más usual para el planteamiento del PMP.

B) Lista de materiales (BOM /bill of materials/). Es necesario conocer para cada artículo su estructura de fabricación, en donde quedan reflejados los diferentes elementos que lo componen, así como el número necesario de cada uno de esos elementos para fabricar una unidad de este artículo.

Esta información suele ser representada en forma de árbol donde el nodo raíz (principal) representa el artículo que se describe, saliendo de él un nodo para cada uno de sus componentes; en el nodo se indica el nombre del componente y el número de unidades necesarias para elaborar una unidad de artículo descrito.

Una vez dispuesta la información en forma de árbol, aparece de forma natural asociada a cada componente un nivel dentro del árbol. Como un componente puede aparecer en el árbol en varios artículos o subcomponentes diferentes teniendo en cada uno un nivel diferente, vamos a asignar a cada componente el nivel más bajo de todos en los que aparezca. Esto nos facilita que es el 0 (producto terminado). El nivel 1 está asociado a los componentes fabricados y el 2 a los comprados. Ejemplificamos para un producto final que denominaremos DLL, formado por una parte DN y dos partes DM y 3 partes de AM. A su vez DM está formado una parte de YE, otra CN y dos partes RR, ver anexo #2.

- Los arcos del árbol indican las relaciones entre los artículos. Cada artículo se forma directamente a partir de lo que tiene debajo o, a los que está unido por un arco.

El artículo DLL no es componente de nadie, es un producto terminado, mientras que el artículo CN es un material de compra para la fábrica, es uno de los componentes del producto DLL y él no tiene componentes (probablemente no ocurre lo mismo en la fábrica de CN).

La estructura de la figura es de árbol pero, generalmente, si un mismo artículo interviene en la fabricación de varios subconjuntos, o bien varios productos terminados se componen parcialmente de los mismos subconjuntos, el aspecto será el de un grafo o red.

Es conveniente, desde el punto de vista práctico que los componentes y materiales comprados (de procedencia exterior), figuren siempre en el mismo nivel, puesto que su estilo de gestión (aprovisionamiento), difiere del de todos los demás.

Cada paso de un nivel a otro indica una etapa en el proceso de fabricación u se traduce en general en un almacenaje intermedio.

Un formato adecuado para la lista de materiales podría ser el mostrado en la tabla # 2.

Producto s O partes	DLL	DN	DM	YE	CN	RR	AM
DLL							
DN	1						

DM	2						
YE			1				
CN			1				
RR			2				
AM	3						

Tabla # 2. Lista de materiales para la elaboración del artículo DLL.

Obsérvese que esta tabla sólo indica la pertenencia inmediata, es decir, las unidades precisas para realizar la operación que transforma un conjunto de piezas en otra del nivel inmediatamente superior del grafo.

Esta lista de materiales, inicialmente elaborada por el equipo de ingeniería, obtenida de los documentos del diseño del producto, del análisis del flujo de trabajo y de otra documentación estándar de manufactura y de ingeniería industrial es importante que esté continuamente actualizado para que refleje la estructura del producto.

C) Fichero de registro de inventarios: Si se dispone en almacén de unidades suficiente de alguno de los componentes necesarios, no tendría sentido volver a pedirlos o fabricarlos. Por ello es necesario conocer de cada componente y artículo su nivel actual de existencias, así como los pedidos ya realizados pendientes de recibir, la política de pedido para cada uno (stock de seguridad /ss/, tipo de lote), y el tiempo de suministro o fabricación. El tipo de lote indica como han de hacerse los pedidos. En algunos casos los suministradores exigen lotes de tamaño mínimo, en otros el tamaño ha de ser en paquetes de x unidades cada uno, o bien puede ser “ lote a lote “, lo que indica que pueden pedirse las unidades justas que sean precisas para cada período, sin acumularlos.

Las necesidades netas que generará el método constituyen realmente una demanda de material de tipo determinista con tasa variable, por lo que los lotes más adecuados que equilibren los costos de lanzamiento y almacenamiento a este tipo de demanda (Silver – Meal, por ejemplo).

En páginas anteriores se ejemplificó la necesidad de hacer pedidos en ocasiones menores a las necesidades, justificado por los niveles de existencia en el almacén. En este proceso de solicitud debe tenerse en cuenta no solo la cantidad necesaria, sino el cuándo pedir, aspecto que se ve influenciado por los tiempos necesarios para adquirir, transportar o fabricar las partes componentes del producto; para que esté en el momento necesario y en la cantidad requerida.

Un posible formato para este fichero es el que se muestra en la tabla

Estado de los stocks y aprovisionamientos. Cantidades previstas (Existencias u órdenes).				
Artículo	En Almacén	Para (01)	Para (02)	ETC ...

Tabla # 3. Estado de los stocks y los aprovisionamientos del producto X.

1.2 Clasificación de los sistemas MRP, según Schroeder 1992.

No obstante que los sistemas MRP, conceptualmente, se entienden de manera sencilla, se pueden utilizar en una gran cantidad de formas diferentes. Esto conduce a los tres tipos diferentes de sistemas MRP descritos a continuación:

Tipo I: Un sistema de control de inventarios. El sistema MRP tipo I es un sistema de control de inventario que no toma en cuenta manufactura y órdenes de compra para las cantidades correctas en el tiempo oportuno para respaldar el programa maestro. Este sistema lanza órdenes para controlar los inventarios de productos en proceso y materias primas, mediante la programación apropiada en tiempo de la colocación de órdenes. El sistema tipo I, sin embargo no incluye la planeación de la capacidad.

Tipo II: Un sistema de control de producción de inventario. El sistema MRP tipo II es un sistema de información utilizado para planear y controlar inventarios y capacidades de empresas manufactureras. En el sistema tipo II, las órdenes que resultan del detalle de partes, se verifican para determinar si se tiene disponible capacidad. Si no se tiene, se modifican ya sea la capacidad o el programa maestro. El sistema tipo II tiene una vía de retroalimentación entre las órdenes emitidas y el programa maestro para ajustarse a la capacidad disponible. Como resultado, este tipo de sistema MRP recibe el nombre de sistema de circuito cerrado, controla tanto inventario como capacidad.

Tipo III: Un sistema de planeación de recursos de manufactura. El sistema MRP tipo III se utiliza para planear y controlar todos los recursos de manufactura, inventarios, capacidad, recursos monetarios, personal, instalaciones y equipos. En este caso el sistema de detalle de partes del MRP también dirige todos los otros subsistemas de planeación de recursos de la compañía.

Un esquema de su sistema MRP I, en el que intervienen los tres ficheros básicos (MPS, BOM y STOCKS), es el que se aprecia en el anexo #3, según Companys, R. 1989.

EL MPS recibe los pedidos (procedente del área comercial) y, sobre la base de la demanda conocida, las capacidades de producción y las reglas de planificación de stocks establecidas por la dirección, determinan el plan maestro, que responde esencialmente a las preguntas de qué fabricar y cuándo. Este plan maestro combina con la estructura del producto, es decir, con la descripción de qué subconjuntos o partes entran en la composición de cada artículo así como si cada pieza se fabrica o compra en el exterior, todo ello permite al BOM establecer las necesidades brutas, es decir, responder a las preguntas qué se necesita y cuándo. Estas necesidades brutas pueden en parte ser suministradas por el stock existente, por lo que deben confrontarse con la situación real del mismo a partir del tercer fichero básico del sistema (registro de inventario). El resultado son las necesidades netas, que constituyen la base de un plan de órdenes de compras y de producción para cada artículo.

Un sistema MRP de circuito cerrado (Tipo II) puede describirse en forma convencional como el anexo # 4. En la parte superior de la figura esta el programa maestro de producción, el cual lo

determinan los pedidos de los clientes, la planeación agregada de producción y los pronósticos de la demanda futura. El proceso de detalle de partes, es conducido por tres entradas: el programa maestro de producción, la lista de materiales y los registros de inventarios. El proceso de detalle de partes resulta en dos tipos de órdenes: órdenes de compra que van a los proveedores y órdenes de taller que van a la fábrica, donde se realiza una verificación para determinar si se tiene suficiente capacidad disponible para producir las partes requeridas.

Si se tiene capacidad disponible, se colocan las órdenes de taller bajo la supervisión del sistema de control de piso del taller. Si no se tiene capacidad disponible, se debe hacer un cambio en la capacidad o en el programa maestro, vea el circuito de retroalimentación mostrado. Una vez que las órdenes de taller se ponen bajo la supervisión del sistema de control de piso del taller, el avance de estas órdenes es vigilado en todo el taller para asegurarse de que terminarán en tiempo.

El anexo # 3 representa al sistema MRP como un sistema de información utilizado para planear y controlar inventarios y la capacidad. La información se procesa a través de las diversas partes del sistema para respaldar las decisiones gerenciales. Si la información es precisa y a tiempo, la gerencia puede utilizar el sistema para controlar inventarios, embarcar los pedidos del cliente a tiempo y controlar los costos de manufactura. De esta forma el proceso de conversión de materiales será manejado continuamente en un medio ambiente dinámico y cambiante. Orlickey, J 1975 definió tres funciones principales del sistema MRP, las cuales se garantizan con una utilización adecuada del sistema del circuito cerrado expuesto en el anexo #4. Estas funciones son:

Inventario

- Ordenar la parte correcta
- Ordenarla en la cantidad correcta
- Ordenarla a tiempo

Prioridades

- Ordenarla en la fecha correcta de entrega
- Conservar válida la fecha de entrega

Capacidad

- Una carga completa
- Una carga exacta (válida)
- Un lapso de tiempo adecuado para completar cargas futuras

1.3 Sistema MRP versus Punto de Reorden.

El sistema MRP pone en tela de juicio muchos de los conceptos tradicionales utilizados para administrar inventarios. Los sistemas puntos de reorden no trabajan bien para administrar inventarios que no son de demanda dependiente. Antes de la llegada del MRP, sin embargo no había opción, la compañía manufacturera administraba “todos” los inventarios con un sistema punto de reorden. Algunas de las distinciones claves entre MRP y sistemas de punto de reorden se resumen en la tabla # 4, en donde se hace una distinción entre la filosofía de requerimientos utilizada en los sistemas MRP versus la filosofía de reposición utilizada en los sistemas puntos

de reorden. Una filosofía de reposición indica que el material se debe reponer cuando llega a un nivel bajo. Un sistema MRP no hace esto. Se ordena mas material ‘únicamente cuando existe una necesidad acorde al plan maestro. Si no tiene requerimientos de manufactura por una parte en particular, no se da respuesta, aun cuando el nivel de inventario sea bajo. Este concepto de requerimientos es particularmente importante en manufactura debido a que la demanda de partes componentes es “amontonada”. Cuando se programa un lote, se necesitan las partes componentes para ese lote, pero la demanda se hace cero hasta que se programa otro lote. Si se utilizan los sistemas de punto de reorden para este tipo de patrón de demanda, el material se tendría a la mano por largos períodos de demanda cero.

Otra distinción entre los dos sistemas es el uso de pronósticos. Para sistemas de punto de reorden la demanda futura se pronostica con base en el historial de la demanda. Estos pronósticos se utilizan para reponer los niveles de almacén. En sistemas MRP la demanda pasada de partes componentes no es relevante. La filosofía para reordenar se basa en requerimientos generados desde el programa maestro. El MRP se orienta al futuro, deriva la demanda futura de partes componentes de pronósticos de demanda del producto de más alto nivel. El principio ABC tampoco trabaja bien para sistemas MRP. Al manufacturar un producto, los artículos C son tan importantes como el artículo A. Por ejemplo un automóvil no puede embarcarse si le falta una línea de combustible o la tapa del radiador, aún cuando estos artículos C relativamente de bajo valor. Por lo tanto es necesario controlar todas las partes, incluso los artículos C, en manufactura.

El sistema EOQ de raíz cuadrada del tiempo máximo no es útil en sistemas MRP, no obstante se tiene disponibles fórmulas modificadas para el tamaño del lote. Las suposiciones utilizadas para derivar el EOQ tradicional son violadas por los patrones de demanda acumulada de partes componentes. El tamaño de lotes en sistemas MRP se debe basar en requerimientos discretos. Por ejemplo, supóngase que la demanda de un componente en particular por semana es de 0,30,10,0,0 y 15. Supóngase además que el EOQ calculado sea de 25 componentes. Con el EOQ o múltiplos del mismo no se pueden cubrir los requerimientos en forma exacta y por lo tanto, se quedarían remanentes en el inventario. Estos remanentes del EOQ ocasionan costos innecesarios por llevar inventario. Sería mucho mejor variar el tamaño del lote, se podrían ordenar 30 componentes para la segunda semana, 10 para la tercera y 15 para la sexta, lo que ofrece como resultado tres ordenes y ningún costo. También se podrían ordenar 40 unidades para la segunda y tercera semanas combinadas, lo que ahorra una orden pero se incurre en un pequeño costo. Con los sistemas MRP, se necesitan examinar varios tamaños discretos de lote.

El objetivo en la administración de inventarios de demanda independiente con reglas de punto de reorden es el proporcionar un alto nivel de servicio al cliente a cosos de operación de inventarios bajos. Este objetivo se orienta hacia al cliente. Por otro lado, el objetivo en la administración de inventarios de demanda dependiente con MRP es respaldar el programa maestro de producción. Este objetivo está orientado a la manufactura, se enfoca hacia el interior más que hacia el exterior.

Debe ahora ser evidente que los sistemas MRP difieren de los sistemas de punto de pedido (de reorden) en todas las dimensiones importantes y no deberá sorprender que usualmente se obtienen resultados pobres en cuando se utilizan sistemas de punto de reorden para

administrar inventarios de materias primas o producto en proceso. Estos resultados pobres pueden incluir la entrega tardía de pedidos de clientes, de componentes y una fuerte lucha a brazo partido en producción. Debido a esas diferencias Joseph Orlicky llamó al sistema MRP “una nueva forma de vida en la administración de un negocio de manufactura.

Comparación de los sistemas MRP y punto de reorden en aproximación a Schoeber /10/		
ASPECTOS	MRP	PUNTO DE REORDEN
Demanda	Dependiente	Independiente
Forma de manifestarse la demanda	Discreta (A saltos)	Continua
Filosofía de la orden	Requerimientos	Reposición
Pronósticos	Basado en programas maestros (artículos finales)	Basada en demanda pasada.
Concepto de control	Controla todos los artículos	ABC
Objetivos	Satisface necesidades de manufactura	Satisface necesidades del cliente
Tamaño del lote	Discreto	EOQ
Patrón de la demanda	Nebulosos pero predecible	Aleatoria
Tipos de inventarios	Trabajos en procesos y materias primas	Producción terminada y respuestas.
Stock de seguridad	Productos finales	Todos los artículos
Señal de emisión	Señal temporizada	Punto de pedido
Sistema basado	Cantidad - tiempo	Cantidad

Tabla #4. Comparación de los sistemas MRP y punto de reorden en aproximación o Schoeder.

En el anexo #5 se representan los gráficos que ilustran la comparación entre los sistemas Punto de pedido y MRP, según Companys, R 1989.

Ejemplo sobre la gestión de un producto mediante un sistema por punto de pedido.

El producto terminado P está formado por tres componentes H, A y B. La demanda P es homogénea en el tiempo, es decir, tiene un nivel constante al que se suman oscilaciones de carácter aleatorio.

La gestión de P mediante un sistema de punto de pedido no ofrece inconvenientes mayores, las existencias de P varían siguiendo la tradicional curva en dientes de sierra, y cada vez que dichas existencias se reducen al valor del punto de pedido se emite una orden de fabricación de un lote predeterminado del producto P.

Sin embargo el comportamiento de las existencias de los componentes es totalmente diferente. Consideremos H, por ejemplo.- Si es una componente exclusiva de P el consumo de H no se distribuirá en el tiempo, sino que se concentrará en instantes muy concretos (aquellos que corresponden a la fabricación de un lote de P). Por tanto las existencias de H, supuesta una gestión por punto de pedido, no seguirán una curva por dientes de sierra, sino una curva

dentada con bajadas y subidas bruscas por encima y por debajo del punto de pedido. Todo ello llevará a tener en stock una cantidad importante de la componente H durante la mayor parte del tiempo.

Un sistema MRP sólo realizará aprovisionamiento de H cuando éste prevista la fabricación de P, en consecuencia la mayor parte del tiempo el stock de H será reducido (cuando no nulo) y solo alcanzará un valor apreciable inmediatamente antes de que dicha componente vaya a necesitarse para fabricar P.

Desventajas del sistema de punto de período:

1. Existe una inversión muy grande en stock.
2. Es poco fiable con tasa de la demanda con mucha variación.
3. Existe una gran inversión en stock de seguridad.
4. Precisa previsiones para todos los artículos.
5. Se basa en datos de la demanda del pasado.
6. Se corre peligro de obsolescencia del material.

Se ha comentado anteriormente que una parte de las necesidades de artículos provienen de la demanda interior (dependiente), generada no como consecuencia de las demandas explícitas de los clientes, sino de las necesidades propias de otros artículos que los tienen como componentes.

El proceso de calcular para cada período la demanda dependiente en función de la independiente (basándose en la lista de materiales) se le denomina explosión de necesidades. Como la demanda dependiente se produce para un artículo que se encuentra inferior en el árbol respecto a otro de nivel superior, la explosión de necesidades ha de comenzarse desde el artículo en el nivel 0.

1.5 Cálculos en el MRP.

Para obtener el programa de pedidos, el MRP realiza una serie de operaciones lo que denominaremos fase de cálculo. Resulta útil colocar todos los datos necesarios (obtenidos a partir de los documentos previamente especificados) de forma tal que las operaciones puedan ser realizadas sistemáticamente. Recomendamos la disposición expuesta por Díaz, A 1993. en su obra, que no presenta diferencias significativas con las expuestas por Companys, R 1989.

La información recogida en la tabla #5 que ha continuación se muestra proviene integralmente de la lista de materiales y del registro de inventarios.

Componente	Nivel	SS	Tiempo Sum.	Tipo Lote	Existencia	Ped. Pend.
-------------------	--------------	-----------	--------------------	------------------	-------------------	-------------------

Tabla # 5. Información obtenida de la lista de materiales y registro de los inventarios. La segunda tabla se inicializa con los valores de la primera, y sobre ella se realizarán, como veremos, los cálculos.

DETERMINACIÓN DE LAS ORDENES PARA ARTICULOS XXXX												
ARTICULO O COMPONENTE	PASADO	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Necesidades brutas (NB)												
En almacén pedidos pendiente a recibir												
Existencia prevista (EP)												
Necesidades netas (NN)												
Ordenes plan recepción (RP)												
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)												

Tabla # 6. Tabla para el cálculo del MRP.

En la tabla # 6 se recogen una serie de valores para períodos de tiempo consecutivos (normalmente semanas). Estos valores son:

1. Necesidades brutas (NB): Representan las necesidades del componente en los respectivos períodos de tiempo. Como sabemos, estas necesidades tienen dos orígenes: las cantidades pedidas directamente por el plan maestro (demanda independiente), y la generada internamente a través de la explosión de las necesidades de los artículos de nivel superior al suyo (demanda dependiente).
2. En almacén pedidos pendientes a recibir (EX): Cantidad existente ó esperada en el almacén al final del intervalo disponible para el consumo de los intervalos siguientes. En la fórmula para el cálculo de las necesidades netas aparece el valor $Exi - 1$, es decir, el nivel de existencia al final del período anterior. La existencia en un determinado período i se obtiene sumando las $Exi - 1$ que había en el período anterior, los pedidos pendientes Ppi ya lanzados que llegarían en ese período y los Rpi , restándole las necesidades brutas Nbi que consumiremos en ese período. $Exi = (Exi + Ppi + Rpi) - Nbi$.

Dado que para calcular Exi es necesario usar el dato de la existencia en el período $i - 1$, para calcular $EX1$ necesitamos las existencias en el primer período del pasado.

3. Existencia prevista (EP): Cantidad esperada en stock al final del intervalo disponible para el consumo en los intervalos siguientes. Se calculan restando las necesidades brutas del intervalo de la suma de pendientes a recibir y recepción órdenes planificadas del mismo intervalo, más existencias previstas del intervalo previo.
4. Necesidades netas (NN): Indicará las necesidades de componentes que necesitaremos en cada período teniendo en cuenta las necesidades brutas, descontándole las existencias que en esos momento están disponibles en el almacén, y los pedidos pendientes de recibirse que para ese momento se prevea que ya había llegado.

Si se desea la existencia de un stock de seguridad entonces la expresión será (no se aceptan valores negativos):

$$N_{ni} = N_{bi} + SS - (P_{pi} + Ex_i - 1)$$

5. Ordenes plan recepción (RP): Cantidades a recibir previstas en virtud de órdenes (de aprovisionamiento ó de producción) ya lanzadas en los intervalos anteriores y que se espera lleguen y estén disponibles.
6. Ordenes plan emisión (LP) (lanzadas): Ordenes situadas en el intervalo en que deben lanzarse (o emitirse) para que los artículos estén disponibles cuando los necesita su superior. Es igual a recepción de órdenes planificadas desplazado el plazo de entrega ó fabricación.

Algunas explicaciones para el desarrollo de los cálculos.

En las tablas adjuntas se concretan el plan maestro detallado utilizado, es decir, los retiros deseados de cada artículo final en un horizonte de 10 intervalo y las cantidades iniciales ó en almacén previstas en las que se supone descontadas en su caso, las reservas y las cantidades previstas a disponer dentro del horizonte en virtud de órdenes (aprovisionamiento ó fabricación) ya lanzadas en firme.

De hecho la cantidad indicada en almacén se refiere a las existencias no reservadas, ya que en las órdenes de fabricación lanzadas en firme significan la existencia de unas cantidades de artículos destinados a dichas órdenes y por tanto no disponible para otras.

Los cálculos se inician con los artículos de nivel 0, es decir, artículos finales ó productos acabados, cuyas necesidades provienen directamente del plan maestro detallado. Habiendo determinado en forma temporizada las órdenes de montaje a emitir para satisfacer nuestro PM de los productos terminados correspondientes ahora analizar las órdenes de producción pasando al nivel 1, para lo cual debemos calcular las necesidades brutas previamente a la determinación de las órdenes mediante la explosión de órdenes de nivel 0, a través de la lista de materiales.

Terminado el nivel 1 podemos pasar a los artículos de procedencia exterior en el nivel 2, cuyas necesidades brutas resultan de la explosión, a través de la lista de materiales, de las órdenes de los artículos de nivel 0 y 1.

ORGANIGRAMA DEL PROCESO MRP.

En este se describen los diferentes pasos a realizar para la determinación sucesiva de necesidades brutas, necesidades netas, órdenes planificadas (recepciones) y órdenes planificadas (emisión), según Companys /3/. que aporta similares resultados a las expresiones tratadas anteriormente y brindan un razonamiento lógico y algorítmico para abordar el trabajo, ver anexo # 6.

1.6 Ejemplo de aplicación del MRP.

Para el desarrollo de este método tomaremos como base el siguiente caso. La empresa de conformación de metales “Noel Fernández” que se dedica a la fabricación de varios productos entre ellos cubos, ha estado pasando en los últimos tiempos por continuos aprietos económicos, apreciándose estos en la falta de liquidez y la obtención de una ganancia menor

que otras empresas que fabrican el mismo producto. El gerente principal de la empresa, preocupado por esta situación propone un análisis de las condiciones actuales de fabricación de la empresa para lo cual nombra una comisión, la cual resume las características fundamentales del taller de la siguiente forma:

El taller que se analiza posee una producción con una baja masividad y estabilidad en el tiempo, pudiéndose enmarcar en una producción seriada, con artículos de poca y media complejidad no garantizándose, ni al parecer ser factible de lograr el establecimiento de líneas de producción y por lo tanto lograr una continuidad en el flujo. Los medios de transporte existentes son de recorrido libre y con bajo nivel de automatización, no existen grandes restricciones de áreas y por lo tanto el jefe de taller ha planteado la necesidad de realizar la transportación entre operaciones por lotes de artículos, para conocer el tamaño de estos lotes ver tabla # 6.

El jefe de taller se caracteriza por la agilidad en sus decisiones y la operatividad de su trabajo, no escatima esfuerzos en el cumplimiento del plan de producción en cantidad, calidad y tiempo; pero la propia organización actual a pesar de trabajar con datos históricos y la creación de un plan maestro de producción, ha llevado a la existencia de conflictos interpersonales entre el jefe de taller y sus subordinados; así como que estos manifiestan un stress constante.

Algunos de los subordinados estiman que la causa de este problema está dado en una decisión tomada meses atrás con vistas a lograr economía en la producción y reducir los costos, que fijó el nivel de servicio del taller en un 90 % y no al 100 % como existía. Esta decisión se demostró que estaba basada en la práctica internacional y en que el sistema del 100 % imponía costos superiores; pero un ingeniero del taller plantea que el número promedio de partes de un producto (cubo) es 7 y que según ese criterio la probabilidad de todas las partes del producto en el área de ensamblaje en el momento preciso es de 47 % (0.9 a la 7) y por lo tanto 1 de cada 2 pedidos no se podrán entregar en el plazo previsto. El propio ingeniero ha demostrado también la existencia de innumerable producción en proceso que no se utiliza por no estar en el momento preciso otras partes necesarias.

El jefe de taller tiene fijada una existencia en el almacén de 150 cubos y posee una orden lanzada de 20 cubos para la primera semana; también hay existencias en almacén de otras partes componentes así como órdenes lanzadas que se muestran en la tabla # 10; pero las propias urgencias económicas del taller y la existencia de un entorno competitivo agresivo en el cual incumplimientos en las entregas han provocado ya la pérdida de clientes, resultando imprescindible cumplir con los pedidos.

Bajo las condiciones antes expuestas algunos técnicos plantean solo comprometerse con los pedidos con fecha de entrega transcurridas 10 semanas; otros plantean aumentar el stock ó el tamaño de los pedidos. El jefe de taller plantea que estas 2 soluciones provocarían efectos perjudiciales, la primera por pérdidas de clientes y la segunda por aumentar los costos de la producción en proceso.

Si usted fuera el asesor del gerente principal. ¿Cuáles serían los problemas existentes que Ud. le recomendaría atacar?. ¿Cómo Ud. cree que se resolverían estos?.

En el anexo # 7 se muestra la estructura de un cubo.

En las tablas que se muestran a continuación se concretan la estructura del producto (Lista de materiales) en la tabla # 7, los plazos en que serán emitidas las órdenes, así como el tamaño de los lotes de las diferentes partes manufacturadas y compradas en la tabla # 8, el PMD para el producto final Cubo en la tabla # 9 con horizontes de 10 intervalos y las cantidades en almacén tabla # 10 en las que se suponen descontadas, en su caso, las reservas y cantidades previstas a disponer dentro del horizonte en virtud de órdenes de aprovisionamiento y/o fabricación ya lanzadas en firme.

N	CUBO	CUERPO	FONDO	AZA	OREJAS
Cubo					
Cuerpo	2				
Fondo	1				
Aza	1				
Orejas	2				
Alambre		0.5		0.4	
Metal		2	1		0.3
Garban		4	2		0.2

Tabla # 7. Estructura del producto.

Datos relativos a los planos y procedimiento de lotificación				
ARTÍCULO	PROCESO	PLAZOS	STOCKS	LOTE
Cubo	Montaje	1	0	1
Cuerpo	Elaboración	2	0	1
Fondo	Elaboración	2	0	250
Aza	Elaboración	1	0	150
Orejas	Elaboración	1	0	350
Alambre	Aprovisionamient o	2	0	200
Metal	Aprovisionamient o	3	0	900
Garban	Aprovisionamient o	3	0	1000

Tabla # 8. Plazos y tamaños de los lotes.

	SEMANAS									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
CUBO	100	150	125	100	200	170	195	100	120	150

Tabla # 9. Plan Maestro Detallado.

PEDIDOS PENDIENTES				
ARTICULOS	ALMACEN	PARA (01)	PARA (02)	PARA (03)
Cubo	150	20		
Cuerpo	240	200	120	
Fondo	180		90	
Aza	120	110		
Orejas	196	180	100	
Alambre	200	130	200	
Metal	930	700	450	600
Garban	2850	1000		2000

Tabla # 10. Cantidades previstas (existencias u órdenes).

A continuación se analizarán cuales son los principales problemas que existen en la empresa objeto de análisis.

- n* Retrasos en entrega de órdenes.
- n* Acumulación de existencias de materiales que no se utilizan.
- n* Situaciones de stress y conflictos interpersonales ó interdepartamentales.
- n* Aumento de personal indirecto.
- n* Gran dependencia de los líderes informales en función de su “experiencia”.
- n* Se acepta la inevitabilidad de que existan stocks de materiales, transformando la Planificación de Necesidades de Materiales en Gestión de Almacenes.
- n* El nivel de existencias es función del consumo histórico.

Todos estos problemas se deben a la falta de planificación de los recursos, aplicaremos entonces el MRP I para determinar las órdenes de fabricación y/o aprovisionamiento necesarias para cumplir el plan maestro y de este modo quedaran resueltos los problemas de la empresa.

Con vistas a lograr una adecuada comprensión del método ejemplificamos para el producto CUBO correspondiente al nivel cero.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA ÉL ARTICULO CUBO											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades brutas (NB)		100	150	125	100	200	170	195	100	120	150
En almacén pedidos pendiente a recibir	a) 150	20									
Existencia prevista (EP)		70	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)			80	125	100	200	170	195	100	120	150
Ordenes plan recepción (RP)			80	125	100	200	170	195	100	120	150
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		b)80	125	100	200	170	195	100	120	150	150

- a) Datos de partida, en función de las existencias iniciales previstas y de órdenes emitidas en firme.
- b) Desfasadas un intervalo respecto a la disponibilidad.

Tabla # 11. Determinación de las órdenes de fabricación para artículo CUBO.

Repercusión de las órdenes de nivel 0 en las N.B de cuerpo y orejas										
Intervalo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Ordenes de cubo x 2	160	250	200	400	340	390	200	240	300	

Tabla # 12. Repercusión de las órdenes de nivel 0 (Cubo) en las N.B de cuerpo y orejas.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA CUERPO.											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		80	125	100	200	170	195	100	120	150	
En almacén pedidos pendiente a recibir	180		90								
Existencia prevista (EP)		280	150	0	0	0	0	0	0	0	0
Necesidades netas (NN)				50	400	340	390	200	240	300	
Ordenes plan recepción (RP)				50	400	340	390	200	240	300	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		a)50	400	340	390	200	240	300			
a) Plazo de dos intervalos de misión y disponibilidad.											

Tabla # 13. Determinación de las Ordenes para cuerpo.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA FONDO.											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		80	125	100	200	170	195	100	120	150	
En almacén pedidos pendiente a recibir	180		90								
Existencia prevista (EP)		100	65	* 215	15	95	150	50	180	30	

Necesidades netas (NN)				35		155	100		70		
Ordenes plan recepción (RP)				250	a)	250	250		250		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		b) 250		250	250		250				
a) Lote de 250 unidades. b) Plazos de dos intervalos entre emisión y disponibilidad.											

Tabla # 14. Determinación de las órdenes para fondo.

(*) Para el período 3 necesitamos la llegada de 100 artículos, tenemos en existencias 65 artículos, por tanto, las necesidades netas serían $100-65=35$ artículos, pero como el tamaño mínimo del lote es de 250, entonces para este período hay que prever la llegada por lo que quedarán entonces en existencia 215 artículos ($230-35$) que pueden ser utilizados en el próximo período de tiempo.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA AZA.											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		80	125	100	200	170	195	100	120	150	
En almacén pedidos pendiente a recibir	120	110									
Existencia prevista (EP)		150	25	125	125	155	160	60	140	190	
Necesidades netas (NN)				75	75	45	40		60	10	
Ordenes plan recepción (RP)			a)	200	200	200	200		200	200	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		b)	200	200	200	200		200	200		
a) Lotes de 200 unidades. b) Plazos de un intervalo entre emisión y disponibilidad											

Tabla # 15. Determinación de las órdenes para Aza.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA OREJAS											
ARTICULO O COMPONENTE	E.I	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		160	250	200	400	340	390	200	240	300	
En almacén pedidos pendiente a recibir	196	180	100								
Existencia prevista (EP)		216	66	216	166	176	236	36	146	196	
Necesidades netas (NN)				134	184	174	114		204	154	
Ordenes plan recepción (RP)				350	350	350	350	a)	350	350	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		b)	350	350	350	350		350	350		
a) Lotes de 350 unidades. b) Plazos de un intervalo entre emisión y disponibilidad.											

Tabla # 16. Determinación de las órdenes para Orejas.

Repercusión de las órdenes de nivel 1 en las N.B de alambre.										
Intervalo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Ordenes de cuerpo por 0.5	25	200	170	195	100	120	150			
Ordenes de aza por 1		80	80	80	80		80	80		
TOTAL	25	280	250	275	180	120	230	80		

Tabla #17.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA ALAMBRE											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		25	280	250	275	180	120	230	80		
En almacén pedidos pendiente a recibir	200	130	200								
Existencia prevista (EP)		305	225	175	100	120	0	170	90		
Necesidades netas (NN)				25	100	80		230			
Ordenes plan recepción (RP)			a)	200	200	200		c) 400			
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		b) 200	200	200		400					
a) Lotes de 200 unidades. b) Plazos de dos intervalos entre emisión y disponibilidad. c) Se piden dos lotes.											

Tabla # 18.

Repercusión de las órdenes de nivel 1 en las N.B de metal.										
Intervalo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Ordenes de cuerpo por 2	100	800	680	780	400	480	600			
Ordenes de fondo x 1.		200	200	200	200		200	200		
Orden de orejas x 0.3		105	105	105	105		105	105		
TOTAL	100	1105	985	1085	705	480	905	305		

Tabla # 19.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA METAL											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		100	110 5	905	1085	70 5	48 0	90 5	30 5		
En almacén pedidos pendiente a recibir	930	450	600								
Existencia prevista (EP)		153 0	875	875	690	88 5	40 5	40 0	95		
Necesidades netas (NN)					210	15		50 0			
Ordenes plan recepción (RP)			a)		900	90 0		90 0			
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		b) 900	900		900						
a) Lotes de 900 unidades. b) Plazos de dos tres intervalos entre emisión y disponibilidad											

Tabla # 20.

Repercusión de las órdenes de nivel 1 en las N.B de Garban										
Intervalo	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
Ordenes de cuerpo x 4	200	1600	1360	1560	800	920	1200			
Ordenes de fondo x 2	500		500	500		500				
Orden de orejas x 0.2		70	70	70	70		70	70		
TOTAL	700	1670	2560	2130	870	1420	1270	70		

Tabla # 21.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA EL GARBAN											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		700	167 0	2560	2130	870	142 0	1270	70		
En almacén pedidos pendiente a recibir	2850	1000		2000							
Existencia prevista (EP)		3150	148	920	790	920	500	230	160		

			0								
Necesidades netas (NN)					1210	80	500	770			
Ordenes plan recepción (RP)				a)	2000	100 0	100 0	1000			
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)			b) 200 0	1000	1000	100 0					
a) Lotes de 2000 unidades. b) Plazos de dos intervalos entre emisión y disponibilidad											

Tabla # 22.

1.7 Actualización de un programa.

Cuando tienen lugar las órdenes de trabajo y otras transacciones de taller, el sistema MRP debe ser actualizado. Los cambios pueden ocurrir en el PMP, en el archivo del estado legal del inventario, ó cuando los cambios de ingeniería ó en el rediseño del producto modifican las estructuras de los productos. Para la actualización se disponen de dos enfoques: Los métodos regenerativos y los cambios netos, el efecto principal de ambos es el mismo, las diferencias e importancia están en la frecuencia de actualización, según Everett, E. 1991 y Salvendy, G. 1982.

En un sistema con modificación frecuente se empleará la regeneración pues este enfoque procesa nuevamente todo el conjunto de la información y recrea el plan de requerimientos desde el principio hasta el final. Procesa nuevamente el plan de producción a intervalos regulares, a menudo semanales, y diseña un plan completo y actualizado.

Los sistemas por cambios netos se emplearán en las actualizaciones restantes, procesan de nuevo aquellas porciones del plan anterior que se ven afectadas por los cambios de información. La producción actualizada contiene aquella parte de los planes anteriores que han cambiado. Para esto, los sistemas de cambios netos pueden requerir de un acceso considerable a las computadoras.

A partir de los resultados de los cálculos anteriores se adoptaran las decisiones en firme, emitiendo las órdenes de fabricación ó aprovisionamiento oportunas, mientras que otras indicaciones se consideraran solamente a nivel informativo. En principio las órdenes en firme corresponderán a los primeros intervalos del horizonte (por ejemplo el 1 y el 2) mientras que las indicaciones relativas a los últimos (a partir del 50) no tienen ningún valor, pues en la realidad quedarían afectadas por los datos del PM correspondiente a intervalos que están más allá del horizonte considerado.

Se efectúan todos los cálculos partiendo de 0, es decir, se realiza una actualización regenerativa, con la ocasión de un inicio de ciclo de planificación (cuando se determine un nuevo plan maestro). En algunas circunstancias dicha revisión global puede ser muy costosa en tiempo, por lo que las modificaciones productivas respecto a la situación anterior, (sobre todo si son de menor trascendencia), se analizarán por diferencia respecto a la misma, evitando de

esta forma la repetición inútil de gran cantidad de cálculos. Este procedimiento es el denominado actualización “Por cambio neto”.

Carácter del Sistema	Regeneración	Cambio Neto
Frec. de replanificación	Limitada (semana ó menor)	Alta (diaria ó continua)
Arranque de planificación	El PM entero a corto plazo	Cambio en el estado del PM ó en partes específicas
Amplitud de la explosión	Cada artículo en el PM	Solamente artículos con estado de cambio
Modo de procesamiento	Lote (seriada)	En línea ó seriada
Valides de los requerimientos de datos durante el tiempo	Deterioro en el procesamiento del lote	No existe deterioro por la actualización continúa de los ficheros
Eficiencia del procesamiento de datos	Muy eficiente	Relativamente ineficiente
Tiempo de respuesta al cambio	Limitada por la irregularidad en la replanificación	Rápida porque se hace una actualización con mucha frecuencia
Habilidad de rectificar requerimientos de planificación incorrectos	Sí	NO
Ficheros que pueden ser actualizados	Sólo datos de inventarios	Datos de inventarios y de requerimientos
Número de fases en la operación	Dos períodos de requerimientos y una actualización de ficheros entre períodos	Una actualización combinada y requerimientos de planificación

Tabla # 23. Comparación entre actualización regenerativa y cambio neto del sistema MRP, según Salvendy, G 1982.

Vamos a describir a continuación la actualización del programa transcurrido dos intervalos, durante los cuales no se han producido desviaciones considerables.

	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Cubo	125	100	150	100	170	195	150	100	120	180

Tabla # 24. PMD Actualizado.

DETERMINACIÓN DE STOCK Y APROVISIONAMIENTO ACTUALIZADO. CANTIDADES PREVISTAS (EXISTENCIAS U ORDENES).					
ARTICULOS	ALMACEN	PARA (03)	PARA (04)	PARA (05)	PARA (06)
Cubo	130				
Cuerpo	200		120		

Fondo	150		90		
Aza	125	100			
Oreja	190	160	100		
Alambre	245	135	200		
Metal	900	750	450	600	
Garban	2390	1000		2000	1500

Tabla #25.

Sólo se realizarán los cálculos a modo de demostración para el nivel cero, del mismo modo se realizarán los cálculos para los restantes productos y quedará actualizado el programa.

DETERMINACION DE LAS ORDENES PARA EL ARTICULO CUBO (ACTUALIZADO)											
ARTICULO O COMPONENTE	Pasado	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Necesidades Brutas (NB)		125	100	150	100	170	195	150	100	120	180
En almacén pedidos pendiente a recibir	130										
Existencia prevista (EP)		0	0	0	0	0	0	0	0		0
Necesidades netas (NN)			95	150	100	170	195	150	100	120	180
Ordenes plan recepción (RP)			95	150	100	170	195	150	100	120	180
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		95	150	100	170	195	150	100	120	180	

Tabla #26.

1.8 Método Gozinto.

Toda la información necesaria para establecer la estructura del producto o lista de materiales se encuentra en las fichas técnicas y es la forma más habitual de ser encontrada en las empresas. A partir de las fichas podemos dibujar el árbol de cada producto terminado, aunque esta representación puede resultar más cómoda, es evidente que para productos complejos, con muchos componentes es inabordable.

Otra forma de representar dicha información puede ser la matricial, expresada en la tabla No. tabla Gozinto según Companys, R. 1989.

Cada elemento i, j de la matriz representa la cantidad de unidades de i necesarias para la elaboración de un producto " j ".

Para el ejemplo del Cubo la tabla N obtenida es: Ver tabla # 27.

La Tabla N coincide plenamente con la representación en forma de grafo, ya que cuando existe un arco para una posición i, j dada en la matriz encontramos el valor de esa relación reflejado, de lo contrario un cero. Otra característica importante de la matriz es que la diagonal principal está formada por ceros, que la misma muestra sólo dependencias directas entre los elementos (por ejemplo en la casilla 7,1 aparece un cero, ¿ Quiere esto decir que el cubo no posee nada de metal?, sencillamente no, sólo que el metal se transforma en cuerpo, fondo u orejas para crear el cubo) y que si ubicamos los elementos en la matriz por niveles (0,1 y luego el 2) el resultado será la obtención de una matriz triangular inferior, pues para todos los elementos $i < j$ obtendremos un cero.

Tabla N	1	2	3	4	5	6	7	8
1- Cubo	0							
2- Cuerpo	1	0						
3- Fondo	1		0					
4- Aza				0				
5-Orejas	2				0			
6- Alambre		0.5		0.4		0		
7- Metal		2	1	0.3			0	
8-Garban		4	2		0.2			0

Tabla # 27. Matriz N o tabla Gozinto para el cubo.

La tabla T o tabla Cantidades por tipo reflejará la cantidad de unidades de " i " que entran directa o indirectamente en la elaboración de un artículo " j ". Est matriz posee las siguientes características:

- Por definición $T_{i,j}$ para $i = j$ es uno, que nos dice que si necesitamos elaborar un cubo y el está hecho no requerimos de ningún otro componente para satisfacer el pedido.
- La tabla T coincidirá con todos los valores no nulos de la tabla N, es decir, con las cantidades que pasan a formar parte directamente de un elemento dado.
- Para el cálculo de los valores indirectos, es decir, los valores de los elementos del nivel 2 que entran a formar parte del producto final (nivel 0) se procede de la siguiente forma:

El metal (7) como habíamos expuesto forma parte del producto final cubo(1) a través del cuerpo (2), el fondo(3) y las orejas(5); pero esta transformación se logra afectada por 2,1 y 0.3 unidades respectivamente, es decir:

$$(7,1) = 2(2) + 1(1) + 0.3(2) = 5.6$$

De la aplicación de los principios anteriores podemos obtener para el ejemplo “Cubo” la matriz T o tabla de cantidades por tipo.

El cálculo, se realiza en forma matricial de la siguiente forma:

$$T(i,j) = 0 \quad \text{para } i > j$$

$$T(i,j) = 1 \quad \text{para } i=j$$

$$T(i,j) = \sum_{k=1}^{i-1} N(i,k) * N(k,j) \quad \text{para } i < j$$

donde; k es la variable de conteo 1,2,3 ... i.

Tabla T	1	2	3	4	5	6	7	8
1- Cubo	1							
2- Cuerpo	2	1						
3- Fondo	1		1					
4- Aza	1			1				
5-Orejas	2				1			
6- Alambre	1.4	0.5		0.4		1		
7- Metal	5.6	2	1		0.3		1	
8-Garban	10.4	4	2		0.2			1

Tabla # 28. Matriz T o Tabla Cantidades por tipo.

Dicho en otras palabras para el triángulo inferior de la matriz “T” los valores (i,j) se obtienen por la sumatoria de la multiplicación la columna i de la matriz N por la fila j de la propia matriz N. Por ejemplo para el elemento T(7,1) tenemos que:

$$T(7,1) = (7,1) (1,1) + (7,2) (2,1) + (7,3) (3,1) + (7,4) (4,1) + (7,5) (5,1) + (7,6) (6,1)$$

$$T(7,1) = 0(0) + 2(2) + 1(1) + 0(1) + 0.3 (2) + 0(0)$$

$$T(7,1) = 5.6$$

n Cálculo de las necesidades netas y brutas.

La tabla o matriz D, también llamada Matriz de las demandas a servir poseerá plena coincidencia con el plan agregado elaborado (sobre la base de la previsión de la demanda, pronóstico ajustado) y la misma incluirá las necesidades de artículos a elaborar para los distintos niveles del producto terminado y los stocks finales que se desean mantener.

Recordamos que el plan agregado es elaborado únicamente para los productos del nivel “0” y que aparecerán otras necesidades en los restantes niveles sólo si nuestra planta o taller produce componentes para piezas de repuesto o como proveedora de otras plantas. Por otra parte el stock final en la realidad deberá ser asumido por uno o varios períodos de planificación específicos y resultará entonces una modificación al plan agregado.

Para continuar la explicación del método consideremos sólo los cuatro períodos del ejemplo expuesto para el cubo y adicionemos necesidades de stock al final de este período, como se muestra.

Tabla D	1	2	3	4	5
1- Cubo	150	100	125	100	100
2- Cuerpo	0	0	0	0	80
3- Fondo	0	0	0	0	60
4-Aza	0	0	0	0	40
5-Orejas	0	0	0	0	50
6-Alambre	0	0	0	0	300
7-Metal	0	0	0	0	500
8-Garban	0	0	0	0	1000

Tabla # 29. Matriz D o tabla de las demandas a servir.

Sea tabla o matriz V tiene un alto grado de redundancia, su interpretación nos expresa que para cumplir el plan previsto en el período 1 necesitamos 150 cubos 0 840 unidades de metal que transformados en cuerpos, fondos u orejas nos darán como resultado los 150 cubos.

Estas necesidades brutas no corresponden, en general, a lo que realmente vamos a fabricar, debido a tres causas:

1) Lo ya señalado relativo al reparto del stock final deseado entre los períodos productivos.

- 2) La posible existencia de un stock inicial y de unas órdenes de producción o aprovisionamiento en firme que reducirán las necesidades sobre las que debemos adoptar decisiones.
- 3) La agrupación en lotes (lotificación) de las necesidades tanto en fabricación como en aprovisionamiento, puede conducir a la producción de cantidades distintas de las necesidades en un período determinado, naturalmente a largo plazo las necesidades y la producción, en el supuesto de que no haya pérdida tenderán a ser iguales. Ver tabla # 30.

Comencemos analizando la influencia de la segunda causa. En el ejemplo que desarrollamos se conocía que: Tabla # 31.

La columna S.I. o en almacén nos dice de la existencia de producciones realizadas dispuestas a cumplir pedidos; mientras que las órdenes en firmes poseen ya la garantía de sus materiales para su ejecución y por lo tanto ambos pueden ser descontadas de las necesidades para los distintos períodos. Por lo tanto, para reducir “V” a lo que realmente necesitamos debemos restar lo que significan las disponibilidades, matriz “A”, tabla #31; pero debemos tener en cuenta que V y A no son homogéneas, puesto que V ha sido explosionado a partir de (D,SF), mientras que A todavía no lo ha sido; debemos calcular $V' = T \cdot A$.

TABLA T								
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1							
2	2	1						
3	1		1					
4	1			1				
5	2				1			
6	1.4	0.5		0.4		1		
7	5.6	2	1		0.3		1	
8	10.4	4	2		0.2			1

TABLA D				
01	02	03	04	05
150	100	125	100	100
0	0	0	0	80
0	0	0	0	60
0	0	0	0	40
0	0	0	0	50
0	0	0	0	300
0	0	0	0	500
0	0	0	0	1000

TABLA V					
	01	02	03	04	SF
1	150	100	125	100	100
2	300	200	250	200	280
3	150	100	125	100	160
4	150	100	125	100	140
5	300	200	250	200	250
6	210	140	175	140	496
7	840	560	700	560	795
8	1560	1040	1300	1040	1490

Tabla # 30 Matriz V o tabla de las necesidades brutas.

Artículos	En almacén	Ordenes en firmas			
		01	02	03	04
1-Cubo	150	20	0	0	0
2-Cuerpo	240	200	120	0	0
3-Fondo	180	0	90	0	0
4-Aza	120	110	0	0	0
5-Orejas	196	180	100	0	0
6-Alambre	200	130	200	0	0
7-Metal	930	700	450	600	0
8-Garban	2850	1000	0	2000	0

Tabla # 31. Cantidades previstas (existencia u órdenes)

Tabla A	01	02	03	04	TOTAL
1-Cubo	170	0	0	0	170
2-Cuerpo	440	120	0	0	560
3-Fondo	180	90	0	0	270
4-Aza	330	0	0	0	330
5-Orejas	376	100	0	0	476
6-Alambre	330	200	0	0	530
7-Metal	1630	450	600	0	2680
8-Garban	3850	0	2000	0	5850

Tabla # 32 Matriz A o tabla de disponibilidades.

Observe que el período 01 ahora es la suma de las órdenes en firme para este período y los ya existentes en almacén.

La matriz V'es:

Tabla V´	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
1-Cubo	170	0	0	0	170
2-Cuerpo	780	120	0	0	900
3-Fondo	350	90	0	0	440
4-Aza	500	0	0	0	500
5-Orejas	716	100	0	0	816
6-Alambre	920	260	0	0	1080
7-Metal	3754.8	810	600	0	5164.8
8-Garban	7813.2	480	2000	0	10293.2

Tabla # 33. Matriz V ´ .

Restando de cada valor de V su correspondiente V´ se obtendrá:

La matriz $W=V-V´$

Tabla W	Marzo	Abril	Mayo	Junio	SF	TOTAL
1-Cubo	-20	100	125	100	100	405
2-Cuerpo	-480	80	250	200	80	130
3-Fondo	-200	10	125	100	60	95
4-Aza	-350	100	125	100	40	15
5-Orejas	-416	100	250	200	50	184
6-Alambre	-710	-120	175	140	300	-215
7-Metal	-2914.8	-250	100	560	500	-2004.8
8-Garban	-6253.2	480	560	-700	1000	-4352.2

Tabla # 33 Matriz W

La tabla W no refleja todavía las necesidades netas a causa de los valores negativos (que indican que lo ya disponible supera las necesidades). Como que los sobrantes de un mes pueden utilizarse el mes siguiente, podemos eliminar los negativos, obteniendo las necesidades netas X, en la siguiente forma: en cada fila se procede de izquierda a derecha, si hay un negativo se sustituye por cero y dicho negativo se traslada a la casilla inmediata derecha, sumándolo algebraicamente con la cantidad que figura en la misma. Si el resultado es positivo la fila correspondiente ya ha quedado rectificada y se pasa a la siguiente, en caso contrario se repite el procedimiento. Si al llegar a la última casilla de una fila sin tener en cuenta la columna total todavía quedan valores negativos, los sobrantes cubren todo el horizonte de planificación, la fila entera tendrá valores 0 (debiéndose rectificar pues el total) y dichos sobrantes reaparecerán razonablemente cuando se planifique de nuevo alargando el horizonte con nuevos periodos.

X	01	02	03	04	SF	TOTAL
1-Cubo	0	80	125	100	100	405

2-Cuerpo	0	0	0	50	80	130
3-Fondo	0	0	0	35	60	95
4-Aza	0	0	0	0	15	15
5-Orejas	0	0	0	134	50	184
6-Alambre	0	0	0	0	0	-215
7-Metal	0	0	0	0	0	-2004.8
8-Garban	0	0	0	0	0	-4352.2

Tabla # 34. Matriz X o tabla de las necesidades netas.

Teniendo presente las propiedades del cálculo matricial, W se puede calcular mediante la expresión:

$$W = T*(D,SF) - T*A = T*((D,SF)-A)$$

Primero se debe restar de la matriz de retiro ampliada la de disponibilidades, y posteriormente realizar la explosión mediante la matriz T (incluso es posible realizar la corrección de los sobrantes o negativos en la diferencia antes de multiplicar por T).

Todo lo que hemos realizado mediante el cálculo matricial podemos efectuarlo también en forma compacta mediante procesos iterativos o directos, tras la determinación de niveles.

Como veremos más adelante, la determinación de necesidades netas descendiendo de nivel en nivel tiene ciertas ventajas:

1. Nos libera de la necesidad de calcular previamente los valores $t(i,j)$.
2. Admite cómodamente la introducción de procesos de lotificación de subconjuntos y piezas elaboradas.
3. Elimina la posibilidad de un error que puede producirse en el cálculo compacto.

Tal como lo hemos explicado, podría suceder que necesitando metal para fabricar cuerpos, detectásemos un valor inferior al correcto, al contabilizar con el metal el que está ya transformado en fondo.

La cantidad de metal estaría presente, pero sólo recuperándolo de los fondos y transformándolo posteriormente en cuerpos (si esto es técnicamente posible) podríamos dar cumplimiento a las necesidades. En este caso, tendríamos sobrantes de fondo y falta de cuerpos, lo que significa que nuestra producción no está equilibrada y por tanto nuestros procedimientos de planificación y programación no son los más eficientes, pero el defecto es propio del método utilizado.

En este caso, resulta que el cálculo directo tiene ciertos inconvenientes y resulta más práctico hacer el cálculo nivel a nivel, de manera que se puedan introducir cómodamente las restricciones citadas de capacidad, lotificación, etc.

NECESIDADES DE CAPACIDAD.

En este desarrollo vamos a utilizar información técnica referente a los procesos, que por su nivel elemental la podemos tratar dentro del apartado de la lista de materiales.

Volvemos al ejemplo tratado, donde para fabricar el cubo, las operaciones se realizan en 4 secciones. La sección C es aquella en la que se corta el metal, la F aquella en la que se le da forma al mismo, la E en la que se procede al ensamblaje y la G donde se garbaniza el cubo.

Para formar un cuerpo, un fondo o una oreja el metal debe pasar por las secciones C y F, para ensamblar el cubo las piezas deben pasar por la sección M y para garbanizarlo por la G.

La matriz B es la de los coeficientes técnicos que nos indican el consumo en minutos de cada sección para fabricar una unidad de cada producto.

B	1	2	3	4	5	6	7	8
Secc. C	0	10	8	3	9	0	0	0
Secc. F	0	12	2	2.5	5	0	0	0
Secc. E.	20	0	0	0	0	0	0	0
Secc.G	25	0	0	0	0	0	0	0

Tabla # 35. Matriz B.

Obsérvese que esta tabla es extraordinariamente vacía debido a que cada artículo pasa por pocas secciones (y los de origen exterior por ninguna) por lo que muchas parejas (artículo/sección) son incongruentes y en la tabla figura un cero.

Las cantidades de trabajo generadas por unas necesidades netas (o las necesidades de capacidad productiva) son $Z = B * X$ que en nuestro caso conduce a Zt .

Z	Abril	Mayo	Juni o	SF	Abril	Mayo	Juni o	SF	Zt (hr)
(C)	0	0	1986	177 5	0	0	33.1	29.58	62.68
(F)	0	0	1340	136 7	0	0	22.3	22.79	45.09
(E)	1600	2500	2000	200 0	26.6	41.6	33.3	33.3	134.8
(G)	2000	3125	2500	250 0	33.3	52.08	41.6	41.6	168.58

Tabla # 36. Matriz Z.

Estas necesidades habrá que compararlas con las disponibilidades que serán el total de horas de cada mes menos las ya comprometidas en otros trabajos.

El taller que se analiza, se dedica también a la producción de otros artículos, por lo que el fondo de tiempo que se utiliza para la producción de estos artículos es la siguiente en los meses de abril, mayo y junio.

0	Abril	Mayo	Junio	....	SF
(C)	140	95	100.2	....	410.25
(F)	138	95	100	....	413.98
(E)	120	100	95	....	340
(G)	118	103	79.6	....	309.6

Tabla # 37. Matriz 0.

Las secciones trabajan un turno por día, por tanto la capacidad disponible para la fabricación de cubos será entonces, $R = M - O$ donde M es la matriz del fondo de tiempo total para cada mes y O el fondo de tiempo para la fabricación de otros artículos.

M	Abril	Mayo	Junio	R	Abril	Mayo	Junio	Rt (hr)
(C)	160	160	160		20	65	59.75	144.65
(F)	160	160	160		22	65	44	131.02
(E)	160	160	160		40	60	65	170.00
(G)	160	160	160		42	67	80.4	168.58

Tabla # 38. Matrices M y R.

Este total no es suficiente para cubrir las necesidades expresadas por Z.

En el taller (C) las disponibilidades totales son 2.95 horas (177 minutos) inferiores a las necesidades globales.

n En ninguno de los talleres existe capacidad en junio para realizar a la vez trabajos correspondientes a las necesidades de junio y a las SF; ello obligará a adelantar a mayo algunos trabajos con destinos a SF. Por ejemplo: Taller (C) 110.05 horas (junio) + 35.4 (SF) = 145.45 horas y solo tenemos disponibles en junio 144 horas por lo que tenemos que adelantar a mayo algunos trabajos.

n En el caso del taller (C) y (F), parte de los trabajos para SF deberán adelantarse incluso a abril.

Existen muchas soluciones posibles para acoplar las necesidades globales a las disponibilidades totales, a modo de ejemplo y suponiendo imposibilidad de obtener más capacidad de producción (a través de horas extras); elegimos una consistente en disminuir las producciones destinadas a stock final.

Si se fabrican 7 artículos 02, 5 (03), 7 (04) y 5 (05) menos, en el taller (C) se ahorran: $(7*10) + (5*8) + (7*3) + (5*9) = 170$ minutos que es aproximadamente igual a lo necesario. Si adoptamos

esta reducción del stock final y lo acumulamos a la demanda del mes de junio, salvo el correspondiente al cubo (01) que distribuimos adecuadamente (no superando las horas disponibles de ensamblaje), llegamos a la tabla corregida de la demanda.

D °	Marzo	Abril	Mayo	Junio
1- Cubo	150	100	135	190
2- Cuerpo	0	0	0	73
3- Fondo	0	0	0	55
4- Aza	0	0	0	33
5- Orejas	0	0	0	45
6- Alambre	0	0	0	300
7- Metal	0	0	0	500
8- Garban	0	0	0	1000

Tabla # 39. Matriz D° Tabla Corregida de la Demanda.

Como puede observarse las 100 unidades de stock final de 01 se han situado 90 en Junio y 10 en Mayo.

En ningún mes el tiempo de ensamblaje y garbanizado supera las horas disponibles.

			min disponibles
Ensamblaje:	Ju	190 unidades * 20 min/u = 3800	65*60 = 3900
	Ma	135 unidades * 20 min/u = 2700	65*60 = 3900
	Ab	100 unidades * 20 min/u = 2000	40*60 = 2400
Garbanizado:	Ju	190 unidades * 25 min/u = 4750	80.4*60 = 3900
	Ma	135 unidades * 25 min/u = 3375	57*60 = 3420
	Ab	100 unidades * 25 min/u = 2500	42*60 = 2520

La tabla de la demanda rectificada conduce a las necesidades brutas.

$$V^{\circ} = T + D^{\circ}$$

V °	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
1- Cubo	150	100	135	190	575
2- Cuerpo	300	200	270	453	1223
3- Fondo	150	100	135	245	630
4- Aza	150	100	135	213	608
5- Orejas	300	200	270	213	608
6- Alambre	210	140	189	425	1195

7- Metal	840	560	756	1178.5	3934.5
8- Garban	1560	1040	1404	3387	7391

Tabla # 40. Matriz V°.

Puesto que las disponibilidades son las mismas de antes, restamos el mismo valor de V para llegar a W°.

W °	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
1- Cubo	- 20	100	135	190	405
2- Cuerpo	- 480	80	270	453	323
3- Fondo	- 200	10	135	245	190
4- Aza	- 350	100	135	213	108
5- Orejas	- 416	100	270	425	379
6- Alambre	- 710	- 120	189	615.7	74.7
7- Metal	- 2914.8	- 250	156	1178.5	-1230.3
8- Garban	- 6253.2	560	- 596	3387	-2902.2

Tabla # 41. Matriz W°.

Para facilitar los cálculos vamos a asumir que la matriz W° no tiene números negativos en la columna total y por tanto trabajaremos con la siguiente:

W °	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
1- Cubo	- 20	100	135	190	405
2- Cuerpo	- 480	80	270	453	323
3- Fondo	- 200	10	135	245	190
4- Aza	- 350	100	135	213	108
5- Orejas	- 416	100	270	425	379
6- Alambre	- 710	- 120	189	615.7	74.7
7- Metal	- 454.2	- 250	156	1178.5	630.3
8- Garban	- 448.8	560	- 596	3387	2902.2

Tabla # 42. Matriz W° asumida para los cálculos.

Las necesidades netas que se obtendrán son:

X °	Marzo	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
1- Cubo	0	80	135	190	405
2- Cuerpo	0	0	0	323	323
3- Fondo	0	0	0	190	190

4- Aza	0	0	0	108	108
5- Orejas	0	0	0	379	379
6- Alambre	0	0	0	74.7	74.7
7- Metal	0	0	0	630.3	630.3
8- Garban	0	0	0	2902.2	2902.2

Tabla # 43. Matriz X°.

A esta tabla corresponden necesidades de recursos en los diferentes talleres y se calcula:

$$Z1 = B * X^{\circ}$$

Z1	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
(C)	0	0	0	8485	0	0	141.4	141.4
(F)	0	0	0	6421	0	0	107	107
(E)	0	1600	2700	3800	26.6	45	63.3	134.9
(G)	0	2000	3375	4570	33.3	56.2	79.1	168.1

Tabla # 44. Matriz Z.

Pasemos ahora a determinar órdenes de producción. Ya hemos resuelto los problemas de los talleres (E) y (G), distribuyendo la producción del mismo entre los meses de mayo y junio. Debemos hacer lo mismo en los talleres (C) y (F).

Una solución posible consiste en adelantar la producción de 200 unidades de 02, 90 de 03, 58 de 04 y 110 de 05 a Mayo y 40 unidades de 02 y 69 unidades de 05 al mes de Abril.

Taller (C): Ju 83 (10) + 100 (8) + 50 (3) + 200 (9) = 3580 min = 59.06 hr
Ma 200 (10) + 90 (8) + 58 (3) + 110 (9) = 3884 min = 64.73 hr
Ab 40 (10) + 69 (9) = 1021 min = 17 hr

Taller (F): Ju 83 (12) + 100 (2) + 50 (2.5) + 200 (5) = 2331 min = 38.85 hr
Ma 200 (12) + 90 (2) + 58 (2.5) + 110 (5) = 3175 min = 52.93 hr
Ab 40 (12) + 69 (5) = 825 min = 13.75 hr

Se observa que es suficiente (prácticamente el número preciso) en (C) y generoso en (F).

Tenemos pues, como órdenes de producción propuestas (o necesidades corregidas).

X °	Abril	Mayo	Junio	TOTAL
1- Cubo	80	135	190	405
2- Cuerpo	40	200	83	323

3- Fondo	0	90	100	190
4- Aza	0	58	50	108
5- Orejas	69	110	200	379
6- Alambre	0	0	74.7	74.7
7- Metal	0	0	630.3	630.3
8- Garban	0	0	2902.2	2902.2

Tabla # 45. Matriz X°.

Calculemos ahora las necesidades de horas en los diferentes talleres.

$$Z2 = B * X2$$

Z2	Abril	Mayo	Junio		Abril	Mayo	Junio	TOTAL
(C)	1021	3884	3580		17	64.73	59.06	140.79
(F)	825	3175	2331		13.75	52.9	38.85	105.5
(E)	1600	2700	3800		26.6	45	63.3	134.9
(G)	2000	3335	4750		33.3	56.2	79.1	168.6

Tabla # 46. Matriz Z2.

Estas necesidades son inferiores a las disponibilidades. Por consiguiente las órdenes a añadir a las ya reflejadas en P serán:

ORDENES PLANIFICADAS				
Órdenes de fabricación		Abril	Mayo	Junio
Montaje	01	80	135	190
Elaboración	02	40	200	83
	03	0	90	100
	04	0	58	50
	05	69	110	200
Carga restante (en horas)				
Taller C		3	0.27	0.69
Taller F		8.25	12.1	5.15
Taller E		13.4	15.0	1.7
Taller G		8.7	0.8	1.3
Compra	06	0	0	74.3
	07	0	0	630.3
	08	0	0	2902.2

Tabla # 47. Ordenes Planificadas.

Estas órdenes pueden en su totalidad o en partes ser emitidas en firme, en cuyo caso rectificaremos P así como las reservas de materiales para llegar a las nuevas disponibilidades.

Procedimiento general del Método Gozinto.

- 1- Representar la información de la tabla No. Tabla Gozinto para el producto final. Cada elemento representa la cantidad de unidades de "i" necesarias para la elaboración de un producto "j".
- 2- Hacer la tabla T ó tabla cantidades por tipo que refleja la cantidad de unidades de "i" que entran directa ó indirectamente en la elaboración de un artículo "j".

Cálculo de las necesidades netas y brutas.

- 3- Hacer la tabla D ó matriz de las demandas a servir que posee plena coincidencia con el plan agregado elaborado, la misma incluye las necesidades de artículos a elaborar para los distintos niveles del producto terminado y los stock finales que se deseen mantener.
- 4- Obtener las necesidades brutas ó tabla $V = T * D$.
- 5- Reducir "V" a lo que realmente se necesita restando lo que significan las disponibilidades, matriz A.
- 6- Calcular $V' = T * A$, que son las cantidades por tipo por las necesidades brutas.
- 7- Obtener $W = V - V'$ que no refleja las necesidades netas a causa de los valores negativos.
- 8- Se obtiene la tabla X ó tabla de necesidades netas de mi empresa.

Necesidades de capacidad.

- 9- Se representa en la matriz B el consumo en minutos de cada sección para fabricar una unidad de cada producto.
- 10- Calcular $Z = B * X$ que representan las cantidades de trabajo generadas por las necesidades netas ó las necesidades de capacidad productiva.
- 11- Calcular la capacidad disponible para la fabricación de artículos finales $R = M - O$; M es la matriz del fondo de tiempo total para cada mes y O es el fondo de tiempo para la fabricación de otros artículos.
- 12- Comprobar si la capacidad disponible total R_t es suficiente para cubrir las necesidades expresadas por Z.

Si no son suficientes, entonces:

- 13- Acoplar las necesidades globales a las disponibilidades totales, mediante la reducción de las producciones destinadas a stock final y acumulándolas a la demanda del último mes ó los anteriores a este sucesivamente, así se obtiene la tabla corregida de la demanda D° .
- 14- Calcular las necesidades brutas $V^\circ = T * D^\circ$.
- 15- Calcular $W^\circ = V - V^\circ$ (idem paso 7).
- 16- Obtener las necesidades netas en la tabla X° (idem paso 8).

17- Calcular las necesidades de recurso correspondientes a las necesidades netas. $Z = B * X^o$ (idem paso 10).

18- Repetir el paso 12, en caso de no ser suficientes seguir y en caso contrario se obtienen así las órdenes planificadas.

1.9 MRP II.

Como veremos el MRP II, es designado para un procedimiento más general que constituye en cierta forma a la prolongación ó perfeccionamiento del MRP I, ya que este presentaba algunas limitaciones como por ejemplo:

Se asumía que los recursos disponibles en el taller (mano de obra, máquinas) eran limitados, de este modo los programas de trabajo obtenidos podían ser no factibles al haber sido sobrepasado los recursos disponibles por los necesarios para llevarlo a la práctica, debido a que en la elaboración del PMP aunque se habían tenido en cuenta ciertas restricciones de capacidad, el nivel de agregación considerado impide descender al detalle preciso para evitar la infactibilidad.

La planificación de las necesidades de los recursos de fabricación, que es lo que corresponden las siglas MRP II (Manufacturing Resource Planning) es un método para una planificación eficaz de todos los recursos de una empresa manufacturera, tiene asociado cinco características muy importantes adicionales al MRP I.

- 1) Planificación y control de la capacidad.
- 2) Niveles de planificación definidas.
- 3) Políticas del plan maestro estructurada y documentada incluyendo aspectos financieros.
- 4) Posibilidad de simulación
- 5) Realimentación en bucle cerrado.

Con este nuevo sistema no sólo se logra el control de la capacidad, sino también coordina las ventas, compras, manufacturas, finanzas e ingeniería al adoptar un plan de producción focal y utilizando una sola base de datos unificada para planear y actualizar las actividades de todos los sistemas.

Además no se limita a ser una mesa de herramientas para auxiliar al planificador, sino que penetra incluso, dentro de la fase de ejecución y seguimiento estableciendo un control integrado de todo el proceso de producción y gestión de materiales.

El MRP II, se ha convertido en el corazón del nuevo sistema; por lo que se refiere a su implantación, prueba fehaciente de su complejidad es el hecho de que aunque se cuentan con miles de compañías que en todo el mundo disponen del sistema MRP para el control de los materiales, son numerosas las que se han informado de la instalación con éxito de un sistema MRP II.

Planificación de la capacidad.

Los niveles de planificación de la capacidad se encuentran en relación con los niveles de materiales.

Plan de Producción	Plan de necesidades de recursos.
Plan maestro de producción	Plan de volumen aproximado de carga.
Plan de necesidades	Plan de necesidades de capacidad de materiales

A continuación se explicará el contenido de cada plan:

Plan de necesidades de recursos

Tiene como objetivo establecer las necesidades ó modificaciones de capacidad instaladas en el sistema productivo (aumento ó disminución), como en general estas modificaciones exigen para su realización un tiempo apreciable, se basa en un plan de producción a nivel muy agregado y sobre un horizonte largo de uno a tres años.

Plan de volumen aproximado de carga

Se obtiene como resultado del proceso de convertir el plan de producción y/o el plan maestro de necesidades de capacidad para los recursos críticos.

Tiene por objeto determinar la factibilidad priori del PMP teniendo en cuenta sus dos niveles (agregado y detallado).

El procedimiento para realizar este plan es el siguiente:

- 1) Establecer un PMP tentativo.
- 2) Determinar el plan de carga que representa ese PMP.
- 3) Comparar con las disponibilidades de capacidad existentes.
- 4) En caso de existir desajuste, se procede a la modificación del PM ó alternativamente modificar la capacidad disponible hasta que las capacidades y las cargas sean suficientemente coherentes.

No existe una metodología general para la realización de las modificaciones, en todo caso dependen muchísimo de las circunstancias de la empresa y del sistema productivo involucrado.

Debido al grado de agregación implicado en general (familias de productos, instalaciones ó maquinarias, cuello de botella) es necesario la transformación del PM en plan de carga por parte de un planificador humano experimentado y ayudado por un soporte complementacional capaz de realizar los cálculos, además se determinan las diferencias más ó menos de las cargas y capacidades.

Para hacer esta transformación se construye una lista de capacidad ó lo que es lo mismo una tabla de carga por tipos, en la misma se relaciona el consumo de recursos en diferentes secciones, talleres ó unidades productivas de una unidad de cada uno de los productos terminados que se realizan.

Determinemos para el ejemplo tratado en los epígrafes anteriores la tabla de carga por tipo (CT) que se calcula:

$$CT = B * T$$

Carga por tipo (Min)	
Sección	Producto Cubo
(C)	49
(F)	38.5
(E)	20
(G)	50
TOTAL	157.5

Una vez que se tiene la carga por tipo y el PM se puede llegar al plan de carga fácilmente a través de multiplicaciones y sumas.

Se determina: $\sum [CT (min) * PMD \text{ de cada artículo}]$.

Plan de carga (en Min)				
Sección	Intervalos			
	Marzo	Abril	Mayo	Junio
(C)	4900	7350	5125	4900
(F)	3850	5575	4792.5	3850
(E)	2000	3000	2500	2000
(G)	5000	7500	6250	5000

La tabla de carga por tipo tiene la limitación de que en su confección no se tiene en cuenta los plazos (intervalos) de producción, con vista de eliminar esta limitación se le hace una ligera modificación que da lugar a la carga por tipo temporizada que se tiene en cuenta los desplazamientos temporales de la carga (intervalos).

El plan de carga también sufre modificaciones ya que ahora se basa en la carga por tipo temporizada.

El procedimiento antes descrito transforma un plan maestro detallado establecido para productos terminados en carga de taller. Sin embargo, la mayoría de los centros de trabajo para los cuales se estiman las necesidades, las cargas no actúan directamente sobre los productos terminados sino sobre los componentes, por lo que debe utilizarse una técnica más refinada para planificar la carga basándose en las órdenes planificadas (emisión) a esta técnica es a la que se le llama Plan de necesidades de capacidad.

PLAN DE NECESIDADES DE CAPACIDAD.

Para el establecimiento del Plan de Necesidades de Capacidad (Capacity Requirements Planning = CRP) la base la constituyen las órdenes planificadas (emisión).

Las órdenes planificadas en las que se basa este plan se generan automáticamente durante el proceso de MRP I, en el que se ha tenido en cuenta el stock, la obra en curso, los plazos y las reglas de lotificación.

Este plan nos da para cada intervalo (mes, semana), en que se divide el horizonte de planificación la carga de cada una de las instalaciones. Para la distribución en el tiempo de la carga existen diversas posibilidades, unas de las más utilizadas es una técnica de programación “ hacia atrás”, que toma la fecha en la que se debe estar disponible como punto fijo, y entonces determina la fecha en que cada operación (en que se descompone la orden) debe comenzar, utilizando unos plazos interoperaciones, estimación del tiempo que consumen normalmente los trabajos esperando el transporte, pasando de un centro de trabajo al siguiente esperando en cola a un procesador.

El plan de necesidades de carga puede utilizarse en dos situaciones:

- 1) A capacidad infinita: Esto significa que la carga requerida se asigna al centro de trabajo sin tener en cuenta si este tiene suficiente capacidad o no. Puede utilizarse una regla alternativa de planificación de forma que cuando la carga supere cierta magnitud, se asigne cierto porcentaje a la semana o mes correspondiente y el resto a la semana o al mes siguiente.
- 2) A capacidad finita: La carga requerida se asigna al centro de trabajo teniendo en cuenta un límite de carga, en caso de existir sobrecarga existen dos posibilidades, desplazar carga hacia atrás o hacia delante según sea el caso.

Consideraciones a tener en cuenta.

- n** La carga puede repartirse entre los intervalos que se analizan. Con la programación “ hacia atrás” se corre el riesgo de que la fecha programada de inicio de operación corresponda a semanas ya transcurridas.
- n** Con la programación “ hacia delante” hay peligro de superar la fecha de cumplimiento de la orden emitida por el sistema MRP I.

El riesgo de la programación “ hacia atrás” puede deducirse acumulando todas las horas en un intervalo ficticio pasado a fin de que se adopte a “ posteriori” algún mecanismo de solución.

Para evitar el peligro de la programación “ hacia adelante” puede reducirse los plazos interoperaciones y o solapamiento, aun así puede resultar órdenes atrasadas que debe quedar bien identificadas para que en un estrecho seguimiento puede garantizar, en la medida de lo posible un plazo de realización.

De manera general para el plan de necesidades de capacidad se necesitan las siguientes informaciones:

- n** Plan maestro detallado.
- n** Un sistema MRP I.
- n** La base de datos del MRP I, que incluye:

- * Lista de materiales
 - * Estado de stock
 - * Procedimiento de lotificación
 - * Plazos de fabricación
- n** Los ciclos (metas y tiempos estándar).
- n** Control de actividades productivas (estados de las órdenes abiertas, puestos de trabajo en que se encuentran: en cola, en proceso, esperando el traslado).
- n** Parámetros de programación.
- * Duración estimada media de cola en cada centro.
 - * Plazos de transferencia intercentros.

Para situaciones industriales normales la cantidad de información y de cálculo implicado por un CRP es grande, por lo que debe tratarse informáticamente, y aún así el trabajo es considerable.

Podemos afirmar que este sistema además de una herramienta útil para gestionar materiales y recursos ofrece la posibilidad de realizar un control integral que de modo interactivo lleva un plan único y común hasta todos los puestos de la empresa. La centralización de la información en una base de datos representa un importante logro ya que elimina el papeleo y por tanto posibles errores en la transmisión de órdenes, logra unidad de criterios en la toma de decisiones, mejora el servicio al cliente y da la posibilidad de una rápida intervención ante desajuste en los planes.

El MRP II es un desarrollo “ natural” del MRP I, pero existe mucha más disciplina y fiabilidad de los datos. Oliver Wight define cuatro clases o niveles de definición de los sistemas MRP:

Clase A.

Sistemas en bucle cerrado utilizados a la vez planificar materiales muy capacidad. El plan maestro se establece por niveles y lo utiliza la alta dirección para la conducción de la empresa. Se reciben la mayoría de los artículos en plazo, lo stock bajo control y no se utilizan expedidores o muy pocos.

Clase B.

Sistemas en bucle cerrado con posibilidades de planificación de materiales y de capacidad. Sin embargo, el PMP es de gran aproximación. La alta dirección no basa su actuación en el sistema. Se han obtenido reducciones de stock pero la capacidad se sobrepasa en ocasiones y se utilizan expedidores.

Clase C.

Las órdenes se determinan únicamente a partir de la planificación de necesidades de materiales. La planificación de capacidad se realiza informalmente con un plan maestro, probablemente de gran aproximación. Se utilizan expedidores para controlar el flujo de trabajo. Se han logrado modestas reducciones de stock.

Clase D.

El sistema MRP existe casi exclusivamente en el departamento de informática. Muchos datos son poco fiables. Para dirigir la empresa siguen utilizándose los métodos informales. Se han obtenido pocos beneficios del sistema MRP.

Una ventaja del sistema MRP II es que ofrece una metodología de planificación y control que proporciona una base de datos integrada. A través de la misma MRP II garantiza una comunicación flexible entre los módulos de ejecución y planificación.

Programa MRP - DSS.

MRP - DSS significa plan de necesidades de recursos - ayuda para la toma de decisiones . El programa se encuentra instalado en la red del centro de cálculo de la universidad.

El programa se activa con la palabra LOGIN. Posteriormente se especificará la torre de trabajo y parecerá en la pantalla : “ use id” y al lado derecho de esta frase, una franja blanca, en la cual s deberá escribir la palabra “ MANAGER” . Al presionar la tecla “ RETURN” aparecerá la palabra “ PASSWORD” tras la cual se volverá a escribir “ MANAGER” que esta vez no se hará visible en la pantalla o sea, se escribirá oculta. Al oprimir “ RETURN” aparecerá el menú principal y a partir de ahí se comienza a ejecutar este en dependencia de los pasos o procedimientos que vayan a ser realizados. El menú principal presenta cuatro módulos:

Módulos de recursos

n Módulo de control

n Módulo de planificación

n Módulo de utilidades

1.10 La integración de todo el sistema de fabricación. La solución actual al conflicto, la llegada del sistema MRP, ha cambiado el papel de los gerentes de control de producción e inventario en la industria. En forma tradicional había existido una división entre gerente de control y el de la producción.

El gerente de inventario estaba a cargo de la emisión de órdenes de compras de más material, generalmente por medio de sistemas de puntos de pedido o reorden, esto ocasionaba conjugar material a la fábrica.

El gerente de control de producción determina las prioridades reales mediante la expedición y la petición de material hasta el ensamblaje final.

El sistema MRP, favorece a la función de compras, pues genera fechas de vencimientos válidas y las mantiene actualizadas lo que permite ganar en creabilidad, pues el material es realmente necesario cuando se compra, por otra parte la expedición de órdenes puede ser realizada por compras permitiendo que la gerencia se centre en sus funciones primordiales (búsqueda de fuentes alternativas de suministro, mantenimiento de los costos bajos, estudio de sus proveedores).

El propósito del subsistema de control de piso del taller es descargar órdenes al taller y vigilar órdenes en su ruta a través de la fábrica para asegurarse de que se terminen a tiempo. El sistema de control de piso del taller ayuda a la gerencia a ajustar todas las cosas día a día que van mal en manufactura: abstencionismo entre los trabajadores, descomposturas de maquinarias, pérdidas de materiales, etc. Cuando surgen estas complicaciones no planeadas, se deben tomar decisiones de lo que hay que hacer enseguida. Las buenas decisiones requieren control de entrada salida e información acerca de las prioridades de trabajo de sistema de control de piso del taller.

El propósito del control entrada salida es asegurar la disponibilidad de materiales y que la fábrica no está sobrecargada. Las prioridades de trabajo se calculan frecuentemente por reglas de expedición (decisión o despacho).

Cuando se utilizan estas reglas como parte del sistema de control de piso del taller, es posible hacer ajustes para cambiar las condiciones y aún sacar el trabajo a tiempo de espera de la producción de un trabajo se puede acortar o alargar drásticamente. Esto es posible debido a que un trabajo normalmente pierde hasta el 90% de su tiempo esperando en la fila.

Debe descartarse la vieja noción de un tiempo de espera exacto o bueno. Los tiempos de espera pueden ser administrados expandiéndolos o contrayéndolos sobre la base de prioridad.

George Ploss ha expresado esto al decir " El tiempo de espera es lo que usted dice que es ". Esto es un concepto muy difícil de aceptar cuando los gerentes están acostumbrados a pensar en términos de tiempos de espera fijos o como variable aleatoria.

Es posible mediante un sistema de control de piso del taller no dejar que avancen rápidamente las órdenes, esto es retrasarlas. Esto no se hace en manufactura normalmente, donde las órdenes son expedidas pero nunca retrasadas. Las órdenes deben ser desaceleradas cuando se cambia el programa maestro o cuando otras partes no estarán a tiempo. Esto resulta en un inventario mínimo consistente con los requerimientos de tiempo del MRP.

De lo anterior podemos concluir que con la utilización de un sistema de control de piso del taller adecuado la incertidumbre del tiempo de espera se reduce y por lo tanto existe menos necesidad de contar con una reserva de seguridad, en concordancia plena con la filosofía del MRP.

El MRP es un sistema integral de la producción y de inventario. Sin embargo, no toma decisiones, las órdenes son descargadas por el gerente de control de inventario con base en las notificaciones del sistema MRP. Más importante todavía, el gerente de control de inventario es responsable de ver que las suposiciones y la información son exactas. Por ejemplo: Es correcto el tamaño del lote para una orden en particular o han cambiado de ingeniería de forma tal que se ordenen los nuevos materiales. A tenido efecto el tiempo de espera de un nuevo proveedor.

En tanto toda la información del sistema este al corriente, el sistema colocará las órdenes en el momento oportuno. Similarmente, el gerente de control de producción debe tener bastante

menos expeditación en el taller. Se debe invertir más tiempo en la programación maestra y en la planeación de la capacidad y el tener actualizado el sistema de control de piso del taller, todo esto por parte del gerente de control de producción.

Con la llegada del sistema MRP, los gerentes de control de inventarios se han convertido en planificadores y usuarios de sistemas de información, más emisores de órdenes cazadores de reservas y expeditadores. Oliver Wight planteó “ El trabajo de la gerencia de producción e inventario es generar planes que otras gentes pueden ser responsables de ejecutarlos. Los planes se hacen y el comportamiento se monitorea contra estos planes con objeto de administrar la producción y los inventarios. Este papel requiere de mucha más educación y de un cambio hacia el profesionalismo en el campo del control de la producción y del inventario.

En algunas organizaciones la aplicación del sistema MRP, ha conducido a una nueva posición gerencial llamada Gerencia de Materiales. En la jerarquía organizacional, compras, control de inventario y control de la producción reportan a la Gerencia de Materiales. La posición del gerente de materiales representa un intento de aplicar la filosofía de sistemas de integración a través del proceso completo de transformación de materiales (Miller y Gilmore). Por otra parte podemos hacernos la pregunta ¿ Quién toma las decisiones sobre qué entregas será realizadas o cuáles clientes ?. Veamos esta pregunta en términos de dos artículos que describen el uso práctico de los sofisticados sistemas MRP - DRP que incluyen consideraciones de marketing en sus operaciones (DRP: Distribution Resource Planning).

Aunque estos artículos no fueron escritos para explicar detalles de los sistemas, es revelador que uno se refiere al “ planificador” , como aquel que toma las decisiones sobre las cantidades de productos a entregar a los diversos almacenes de la compañía, según Fox M.L. 1988. El otro se refiere a pedidos a partir de un inventario que esta a mano o en tránsito en la red de distribución, partiendo de un abastecimiento de inventario planificado pero todavía no autorizado y programado mediante el sistema de distribución de recursos (DRP) o partiendo del trabajo en proceso (Wip: work in process) en la producción, vista de disponibilidad a través del MPS (MPS: Materials Process Scheduling).

La entrada del dependiente tiene la flexibilidad de prometer una fecha para cualquier combinación de canales debido a que él tiene visibilidad para todos los recursos, según Ling R.C. 1987.

Estas actividades, según Ormsby J.G. 1991, caen dentro de la responsabilidad de la Gestión de la Demanda, que incluye una aplicación sistemática de:

- n** Planificación de la demanda anticipada
- n** Ejecución de la demanda (la que va a ocurrir)
- n** Dirección y medición del proceso

La gestión de la demanda considera tanto las necesidades de marketing como la fabricación en todas las facetas de la gestión que va de la planificación inicial, pasando por la ejecución hasta el control.

La gestión de la demanda es importante en la aplicación de técnicas de producción, debido a que se centra en la planificación y este es el punto de comienzo para la integración de fabricación y marketing.

Muchas compañías están estableciendo un gerente de demanda como el nexo entre ventas, marketing y fabricación. Con ó sin gerente de demanda, los gerentes de fabricación tienen que estar conscientes de las decisiones de asignación de producto durante las operaciones. Las decisiones de asignaciones ejecutan directamente las operaciones de fabricación ya que los cambios en las necesidades del DRP pueden llevar a cambios en las asignaciones MRP. Esto puede provocar cambios adicionales y necesidades impuestas sobre los recursos de producción (personal y equipamiento). Las decisiones de asignación de productos tienen que ser realizadas sobre la base de continuidad y para ella pueden ser instituidas muchas reglas de decisión.

No obstante, la persona que hace las asignaciones (planificador, dependiente de entrada ó gerente de demanda) tendrá que consultar a los gerentes de fabricación sobre al menos algunas decisiones de asignación. Los gerentes de fabricación deben monitorear estos inputs en el sistema MRP de tal manera las decisiones de gestión de demanda reflejarán las realidades de la fabricación.

Las decisiones de asignación deben además considerar los asuntos del marketing, así como los de fabricación. La mayoría de los estudios de la demanda concuerdan con esta posición. La idea básica es considerar los deseos del marketing para asegurar niveles adecuados del servicio al cliente y emplea tal servicio como una herramienta competitiva, según Trinsley D.B. 1988.

Aunque el marketing no debe generalmente estar relacionado con los asuntos de fabricación ó MRP, existen varias razones por las cuales el DRP puede ser empleado para ayudar a los especialistas de mercado a comprender las posibilidades de distribución.

En efecto el DRP puede ser la mejor técnica para que se integre los gerentes de marketing en los sistemas MRP - DRP, de una compañía. Primero el DRP se centra en los procesos terminados sin la necesidad de considerar el WIP, u otros elementos de la fabricación. Las consideraciones son realizadas en términos de números que reflejan la demanda, tanto la pronosticada como la actual. También el se centra en los resultados que tienen que ver con los clientes y los analistas de mercado; es decir que productos son entregados, donde y cuando. Los factores que afectan directamente a los analistas de mercado, tales como: el nivel de los stock, los efectos y cambios en los niveles de stock de seguridad pueden ser analizados a través del DRP.

Los analistas de mercado deben mantener su atención sobre los programas DRP ya que la entrega son los resultados que determinan el éxito del marketing. Estas asignaciones de distribución requieren las opiniones de los analistas de mercado, si las opciones del marketing están tan severamente limitadas por las capacidades y costos de fabricación, pueden ser consideradas mejoras durante los amplios procesos de la planificación de la firma. Por razones como estas los programas DRP, pueden ser el mejor y más común terreno de reunión para

marketing, la fabricación y la distribución durante actividades conjuntas de planificación que son recomendables para reducir el conflicto.

La integración computarizada de la planificación de los requerimientos de materiales (MRP), con la planificación de las necesidades de distribución (DRP), pueden transmitir la información a través de todo el sistema de gestión de materiales sobre una base inmediata. Un sistema MRP - DRP integrado esclarece las variadas opciones para el servicio al cliente, así como el impacto de estas sobre el resto de la compañía, se facilitará así la elección de las alternativas que son mejores para la compañía como un todo, ver anexo # 8.

PUNTOS FUNDAMENTALES.

- n** La planeación de los requerimientos de materiales (MRP) se pasa en el concepto de demanda dependiente. Al explotar el programa maestro a través de la lista de materiales, es posible derivar la demanda de partes de componentes y de materia prima. El sistema MRP puede entonces planear y controlar la capacidad y puede extenderse hasta la planeación de recursos a través de toda la empresa manufacturera.
- n** La planeación de requerimientos de materiales es un sistema de información que se usa para planear y controlar los procesos de manufactura. Existen 3 tipos de sistema de MRP: Tipo I, un sistema de control de inventarios (emisión de órdenes); tipo II, un sistema de control de la producción y de los inventarios (ciclo cerrado) y tipo III, un sistema de planeación de los recursos de manufactura. Cada uno de estos sistemas aumenta el alcance y el uso de la planeación de requerimientos de materiales.
- n** El proceso de explosión de partes tiene 3 insumos principales: el programa maestro, la lista de materiales y los registros de inventarios. Existen dos resultados importantes: las órdenes de compra y las órdenes de talleres. La explosión de partes es el corazón del sistema MRP.
- n** El MRP usa una filosofía de requerimiento donde las partes se ordenan sólo conforme las requiere el programa maestro. La demanda anterior de los partes es irrelevante y los inventarios de componentes no se reponen cuando se alcanza un bajo nivel.
- n** Los programas maestros deben basarse tanto en consideraciones de mercadotecnia como de producción. Deben representar un plan realista de la elaboración dentro de las limitaciones de la capacidad de la fábrica, los altos dirigentes de la empresa deben usar el programa maestro para planear y controlar el desarrollo del negocio.
- n** La lista de materiales contiene una descripción de las partes que se usarían para elaborar un producto con el fin de mantener la exactitud en la lista de materiales se debe implantar un sistema de cambios de ingeniería en las órdenes (ECO).
- n** La exactitud de los registros de los inventarios debe mantenerse a través del sistema de conteo cíclico. Se puede usar un sistema de conteo cíclico diario en lugar del levantamiento físico anual de los inventarios.
- n** El control del área de los talleres se usa para vigilar el flujo de los materiales dentro de la fábrica. Esto se hace administrando en forma dinámica los tiempos de producción y de entrega a medida que se manufactura el producto. Si los tiempos de producción y de entrega se administran de forma adecuada, se puede eliminar una gran cantidad de inventario de seguridad.
- n** Un sistema exitoso de MRP necesita:
 1. Un adecuado apoyo computacional
 2. Datos exactos.

3. Apoyo administrativo.
4. Conocimientos por parte de l usuario.

Tanto los problemas de sistemas como de personal deben resolverse para tener éxito en la implantación del sistema de requerimientos de materiales, cuando se hace esto los beneficios que se obtienen incluyen un inventario reducido, un mejor servicio al cliente y una mayor eficiencia general de la empresa.

Todas las compañías manufactureras y de servicios pueden beneficiarse con el sistema MRP si se instala y opera en forma adecuada. Estos beneficios se refieren a compañías grandes que operan dentro de todos lo sectores industriales.

ANALICE Y RESPONDA

1. - ¿ Por qué se afirma que el proceso de explosión de partes es el corazón del sistema de planeación de requerimientos de materiales?
2. - ¿ Por qué los programas maestros son importantes para la planeación del MRP ?.
3. - Diga si los beneficios que provoca la planificación y requerimiento de materiales es la misma para grandes y pequeñas empresas.
4. El área de ingeniería tiene una lista de materiales, el área de manufactura tiene versión diferente y el área de contabilidad de costo tiene otra. ¿ Diga si es beneficioso este planteamiento para la empresa?.
5. La planificación de requerimientos de materiales es un sistema de computadoras, es en realidad un sistema de personas el cual ha sido hecho realidad gracias a la computadora. Esta no hace otra cosa que no sea generar papel o poner una imagen sobre cinescopio, lo que las personas hacen con esa información es lo que realmente origina que sucedan dentro de la fábrica. Responda si es correcto este planteamiento. Argumente.
6. ¿ Qué cantidad de inventarios de seguridad deben mantenerse en su sistema de planeación de requerimientos de materiales ?.

EJERCICIOS RESUELTOS 1.

Un taller de confecciones textiles “ Nueva Línea “ se dedica a la elaboración de diferentes piezas de mesclillas, debido a la alta demanda que ha adquirido una de ellas (Short) se ha especializado en esta. Estos productos son distribuidos en las tiendas del Cimex y Panamericanas. La fabricación de dicho producto es sencilla y de gran calidad, se utilizan moldes (pieza de fondo y pieza de frente, travillas, adornos, bolsillos, ojal, botones y zipper respectivamente ensamblado). El taller cuenta con un registro de información dentro del cual se encuentra:

- n Estructura del producto
- n Plan maestro (Tabla 1)
- n Plazos y procedimientos de lotificación (Tabla 2)
- n Existencia en el almacén (Tabla 3)

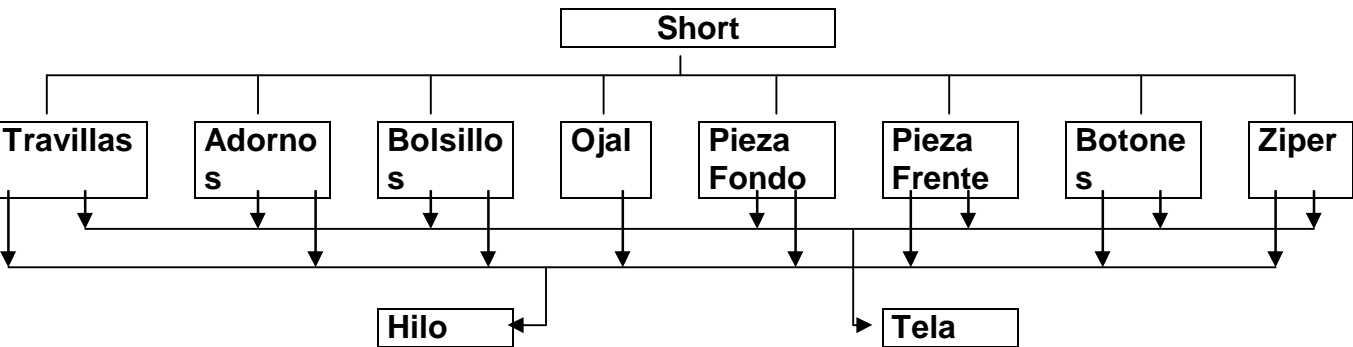


Tabla # 1

Prod/Semana	1	2	3	4	5	6	7	8
Short	60	65	70	80	65	75	60	60

Tabla # 2

	Proceso	Plazo	Tipo	Lote	Ped. Recib.
Short	Elaboración	1	1	100	10
Travillas	Elaboración	1	1	300	90
Adorno	Elaboración	1	1	40	10
Bolsillos	Elaboración	1	1	50	10
Pieza Frente	Elaboración	1	1	80	60
Pieza Fondo	Elaboración	1	1	80	
Ojal	Elaboración	Instant	1	36	
Botones	Aprovisión	2	1	60	30

Zipper	Aprovisión	2	1	3	
Hilo	Aprovisión	1	1	25 conos	
Tela	Aprovisión	1	1	100 mts	

Tabla # 3

Existencia en el almacén	
Short	50
Travillas	200
Adorno	80
Bolsillos	60
Pieza Frente	50
Pieza Fondo	40
Ojal	80
Botones	
Zipper	8
Hilo	8000 mts
Tela	1500 mts

q = 100 1 plazo

Short	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		50	65	70	80	65	75	60	60
En almacén pedidos pendiente a recibir	50								
Existencia prevista (EP)		0	35	65	85	20	45	85	25
Necesidades netas (NN)			65	35	15		65	15	
Ordenes plan recepción (RP)			10 0	10 0	10 0		10 0	10 0	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		10 0	10 0	10 0		10 0	10 0		

q = 300 1 plazo

Travillas	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		60 0	60 0	60 0		60 0	60 0		
En almacén pedidos pendiente a recibir	200	90							
Existencia prevista (EP)		29 0	29 0	29 0		29 0	29 0		
Necesidades netas (NN)		31 0	31 0	31 0		31 0	31 0		

Ordenes plan recepción (RP)		60 0	60 0	60 0		60 0	60 0		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		60 0	60 0		60 0	60 0			

q = 40 1 plazo

Adornos	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		10 0	10 0	10 0		10 0	10 0		
En almacén pedidos pendiente a recibir	80	10							
Existencia prevista (EP)		30	10	30		10	30		
Necesidades netas (NN)		10	70	90		70	90		
Ordenes plan recepción (RP)		40	80	12 0		80	12 0		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		80	12 0		80	12 0			

q = 50 1 plazo

Bolsillos	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		40 0	40 0	40 0		40 0	40 0		
En almacén pedidos pendiente a recibir	60	10							
Existencia prevista (EP)		20	20	20		20	20		
Necesidades netas (NN)		33 0	38 0	38 0		38 0	38 0		
Ordenes plan recepción (RP)		35 0	40 0	40 0		40 0	40 0		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		40 0		40 0	40 0				

q = 80 1 plazo

Pieza de frente	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		10 0	10 0	10 0		10 0	10 0		
En almacén pedidos pendiente a	50	60							

recibir									
Existencia prevista (EP)		10	70	50		30	10		
Necesidades netas (NN)			90	30		50	70		
Ordenes plan recepción (RP)			16 0	80		80	80		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		16 0	80		80	80			

q = 80 1 plazo

Pieza de fondo	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		10 0	10 0	10 0		10 0	10 0		
En almacén pedidos pendiente a recibir	40								
Existencia prevista (EP)		20	0	60		40	20		
Necesidades netas (NN)		60	80	10 0		40	60		
Ordenes plan recepción (RP)		80	80	16 0		80	80		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		80	16 0		80	80			

q = 60 2 plazo

Botones	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		20 0	20 0	20 0		20 0	20 0		
En almacén pedidos pendiente a recibir	80	30							
Existencia prevista (EP)		30	10	50		30	10		
Necesidades netas (NN)		90	17 0	90		15 0	17 0		
Ordenes plan recepción (RP)		12 0	18 0	24 0		15 0	18 0		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		24 0		15 0	18 0				

q = 36 Inst. plazo

Ojal	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		20 0	20 0	20 0		20 0	20 0		
En almacén pedidos pendiente a recibir									
Existencia prevista (EP)		20 0	20 0	20 0		20 0	20 0		
Necesidades netas (NN)		20 0	20 0	20 0		20 0	20 0		
Ordenes plan recepción (RP)		20 0	20 0	20 0		20 0	20 0		
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		20 0	20 0	20 0		20 0	20 0		

q = 3 2 plazo

Zipper	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		16 0	80		80	80			
En almacén pedidos pendiente a recibir	8								
Existencia prevista (EP)		1	2		3	1			
Necesidades netas (NN)		15 2	79		78	77			
Ordenes plan recepción (RP)		15 3	81		81	78			
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)			81	79					

Hilo	1	2	3	4	5	6	7	8
Travillas (0.6)	360	360		360	360			
Adornos (1)	80	120		80	120			
Bolsillos (1)	400		400	400				
Ojal (0.1)	20	20	20		20	20		
Pieza frente (2)	320	160		160	160			
Pieza fondo (2.5)	200	400		200	200			
Botones (0.6)	144		150	108				
Zipper (1)		81	78					
TOTAL	1164	1141	648	1308	860	20		

q = 25 conos 1 plazo
1 cono = 200 mts

Hilo	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		1164	1141	648	1308	860	20		
En almacén pedidos pendiente a recibir	8000								
Existencia prevista (EP)		1683 6	4305	365 7	1791	931	20		
Necesidades netas (NN)		6863	1569 5						
Ordenes plan recepción (RP)		1000 0	2000 0						
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		2000 0							

Tela	1	2	3	4	5	6	7	8
Travillas (0.3)	180	180		180	180			
Adornos (0.1)	8	12		8	12			
Bolsillos (0.2)	80		80	80				
Pieza frente (0.4)	40	80		40	40			
Pieza fondo (0.5)	64	32		32	32			
TOTAL	372	284	80	340	264			

q = 100 1 plazo

Tela	Si	1	2	3	4	5	6	7	8
Necesidades brutas (NB)		372	28 4	80	34 0	26 4			
En almacén pedidos pendiente a recibir	1500								
Existencia prevista (EP)		72	88	8	68	4			
Necesidades netas (NN)		112 8	21 2		33 2	19 6			
Ordenes plan recepción (RP)		120 0	30 0		40 0	20 0			
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)		300		40 0	20 0				

RTA/ El suministro de hilo se debe hacer de la siguiente forma:

. Semana 1 = 20000 mts.

El suministro de tela fue el siguiente:

- . Semana 1 = 300 mts.
- . Semana 3 = 400 mts.
- . Semana 4 = 200 mts.

EJERCICIO RESUELTO 2.

La Textilera Celia Sánchez Manduley ubicada en Santiago de Cuba suministra a la sastrería del municipio de Palma Soriano cortes de tela para confecciones masculinas, debido al déficit de telas se decide confeccionar camisas de hombre con igual tecnología para el consumo de la población, dicho producto tiene demanda dependiente y su producción es masiva. El administrador desea entregar su producción en la fecha establecida, el mismo cuenta con su ayuda para saber en qué cantidad y en que momento se debe fabricar para cumplir con el compromiso establecido.

Las partes de la camisa son: cuello, bolsillo, laterales, fondo, mangas, botón, ojal, las cuales dependen de la tela y/o del hilo utilizado.

INFORMACIONES GENERALES.

LISTA DE MATERIALES								
Partes	Camisa	Cuello	Bolsillo	Mangas	Laterales	Fondo	Botón	Ojal
Cuello	1							
Bolsillo	1							
Mangas	2							
Laterales	2							
Fondo	1							
Botón	5							
Ojal	5							
Tela		0.3	0.2	0.4	0.6	0.5		
Hilo		1.5	0.8	1.2	2.5	1.8	0.4	0.1

PROCEDIMIENTO DE LOTIFICACIÓN		
ARTICULOS	ELABORACIÓN	LOTE
Camisa	Ensamble	1000
Cuello	Ensamble	2000
Bolsillo	Ensamble	2000
Mangas	Ensamble	2000
Laterales	Ensamble	2000
Fondo	Ensamble	3000
Ojal	Ensamble	1000
Botón	Suministro	1500
Tela	Suministro	10 rollos
Hilo	Suministro	10 conos

ARTICULOS EN ALMACEN	
ARTICULOS	ALMACEN
Camisa	150
Cuello	200
Bolsillo	200
Mangas	150
Laterales	500
Fondo	200
Ojal	
Botón	7000
Tela	1 rollo
Hilo	10 conos

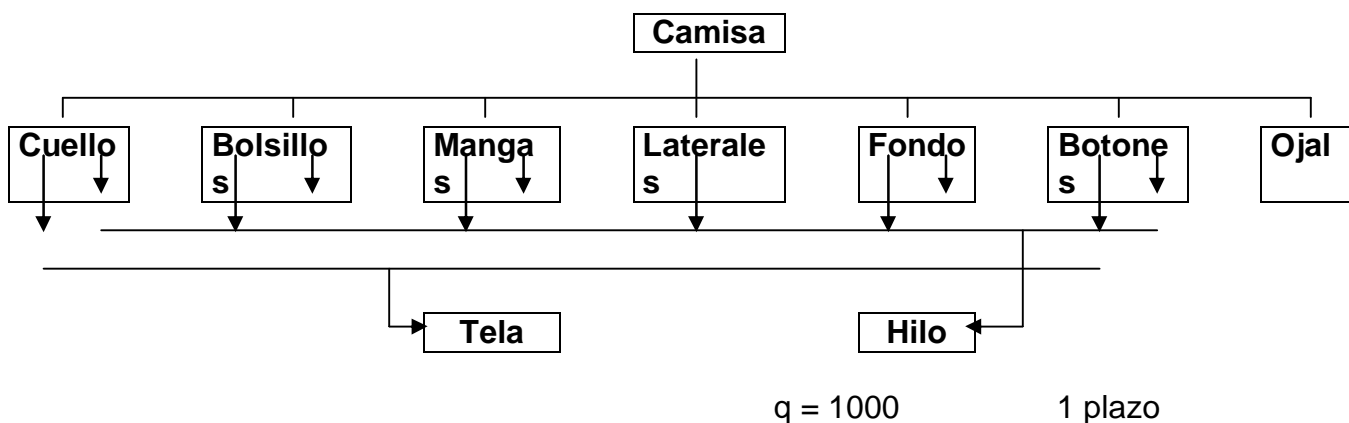
En las tablas siguientes aparecen representadas las demandas por períodos y los plazos de producción y aprovisionamiento de los artículos para las diferentes variantes. (var 1, 2 , 3).

DEMANDA POR PERÍODOS (SEMANAS)						
Variantes	01	02	03	04	05	06
1	1500	2000	3000	1100	1800	1000
2	1000	3000	8000	5100	2500	3400
3	2500	8000	5100	2500	1800	2000
4	2000	1500	3000	1100	2500	1800
5	1500	3000	1100	2000	1000	2300

PLAZOS DE PRODUCCIÓN Y APROVISIONAMIENTO										
Var.	Camis a	Cuell o	Bols. s	Mangas	Later .	Fond o	Botón .	Ojal	Tela	Hilo
1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	2
2	1	1	2	1	1	2	2	1	3	1
3	1	1	1	1	2	2	2	1	2	2
4	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
5	1	2	2	2	1	1	1	2	1	3

1 Plazo = 1 Semana

RESPUESTA



Camisa	Si	1	2	3	4	5	6
Necesidades brutas (NB)		1500	2000	3000	1100	1800	1000
En almacén pedidos pendiente a recibir	150						

Existencia prevista (EP)		650	650	650	550	750	750
Necesidades netas (NN)		1350	1350	2350	450	1250	250
Ordenes plan recepción (RP)		2000	2000	3000	1000	2000	1000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	2000	2000	3000	1000	2000	1000	

q = 2000

1 plazo

Cuello	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		2000	3000	1000	2000	1000
En almacén pedidos pendiente a recibir	200					
Existencia prevista (EP)		200	1200	200	200	1200
Necesidades netas (NN)		1800	2800		1800	800
Ordenes plan recepción (RP)		2000	4000		2000	2000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	2000	4000		2000	2000	

q = 2000

1 plazo

Bolsillo	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		2000	3000	1000	2000	1000
En almacén pedidos pendiente a recibir	200					
Existencia prevista (EP)		200	1200	200	200	1200
Necesidades netas (NN)		1800	2800		1800	800
Ordenes plan recepción (RP)		2000	4000		2000	2000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	2000	4000		2000	2000	

q = 2000

2 plazo

Mangas (2)	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		4000	6000	2000	4000	2000
En almacén pedidos pendiente a recibir	150					
Existencia prevista (EP)		150	150	150	150	150

Necesidades netas (NN)		3850	5850	1850	3850	1850
Ordenes plan recepción (RP)		4000	6000	2000	4000	2000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	6000	2000	4000	2000		

q = 2000

2 plazo

Laterales (2)	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		4000	6000	2000	4000	2000
En almacén pedidos pendiente a recibir	500					
Existencia prevista (EP)		500	500	500	500	500
Necesidades netas (NN)		3500	5500	1500	3500	1500
Ordenes plan recepción (RP)		4000	6000	2000	4000	2000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	6000	2000	4000	2000		

q = 3000

1 plazo

Fondo	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		2000	3000	1000	2000	1000
En almacén pedidos pendiente a recibir	200					
Existencia prevista (EP)		1200	1200	200	200	2200
Necesidades netas (NN)		1800	1800		1800	800
Ordenes plan recepción (RP)		3000	3000		3000	3000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	3000	3000		3000	3000	

q = 1500

1 plazo

Botón (5)	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		1000 0	1500 0	5000	1000 0	5000
En almacén pedidos pendiente a recibir	7000					

Existencia prevista (EP)				1000		1000
Necesidades netas (NN)		3000	1500 0	5000	9000	5000
Ordenes plan recepción (RP)		3000	1500 0	6000	9000	6000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	3000	1500 0	6000	9000	6000	

q = 1000

3 plazo

Ojal (5)	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		1000 0	1500 0	5000	1000 0	5000
En almacén pedidos pendiente a recibir						
Existencia prevista (EP)						
Necesidades netas (NN)		1000 0	1500 0	5000	1000 0	5000
Ordenes plan recepción (RP)		1000 0	1500 0	5000	1000 0	5000
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	5000	1000 0	5000			

Tela	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)	1200		600	600	
En almacén pedidos pendiente a recibir	800		400	400	
Existencia prevista (EP)	800	1600	800		
Necesidades netas (NN)	1200	2400	1200		
Ordenes plan recepción (RP)	1500		1500	1500	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	5500	4000	4500	2500	

q = 10 rollos

1 plazo

1 rollo = 350 mts

Tela	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		5500	4000	4500	2500	
En almacén pedidos pendiente a recibir	350					
Existencia prevista (EP)		1850	1350	350	1350	
Necesidades netas (NN)		5150	2150	3150	2150	
Ordenes plan recepción (RP)		7000	3500	3500	3500	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	7000	3500	3500	3500		

Hilo	1	2	3	4	5
Cuello (1.5)	6000		3000	3000	
Bolsillos (0.8)	3200		1600	1600	
Mangas (1.2)	2400	4800	2400		
Laterales (2.5)	5000	10000	5000		
Fondo (1.8)	5400		5400	5400	
Botón (0.4)	6000	2400	3600	2400	
Ojal (0.1)	1000	500			
TOTAL	29000	17700	21000	12400	

q = 1 cono 2 plazo
1 cono = 200 mts

Hilo	Si	1	2	3	4	5
Necesidades brutas (NB)		2900 0	1770 0	2100 0	1240 0	
En almacén pedidos pendiente a recibir	2000					
Existencia prevista (EP)		1000	1300	300	1900	
Necesidades netas (NN)		2700 0	1670 0	1970 0	1210 0	
Ordenes plan recepción (RP)		2800 0	1800 0	2000 0	1400 0	
Ordenes plan emisión lanzamiento (LP)	1800 0	2000 0	1400 0			

RTA/ Para cumplir con el compromiso establecido se debe fabricar:

n El suministro de tela se debe hacer de la siguiente forma:

- . Semana 1 = 3500 mts
- . Semana 2 = 3500 mts
- . Semana 3 = 3500 mts

n El suministro de hilo se hará de la siguiente forma:

- . Semana 1 = 20 000 mts
- . Semana 2 = 14 000 mts

BIBLIOGRAFÍA

- 1- Aramas, P; Ochoa, C y Zubillaga, F.G; Gestión de la Producción en Empresas Industriales: ¿Qué hay de nuevo en el mundo?. ¿Qué nos llega de España?. Ponencia al VII Congreso de la Asociación Española de Contabilidad y Administración de Empresas. 1995. España.
- 2- Artes R. Demand Management for a JIT Environment, Apics Annual Conference Proceedings. 1987. 30, p 263 - 265.
- 3- Comapnys , R. Nuevas Técnicas de Gestión de Stock. Marcombo S.A. 1989.
- 4- Cuervo, A y otros. Introducción a la Administración de la Empresa. Editorial Civitas. S.A. 1994. Madrid.
- 5- Díaz, A. Producción Gestión y Control. Editorial Ariel, Economía S.A. Barcelona.1993. España.
- 6- Everett, E; Adam Jr; Ronal J. Ebert. Adminsitación de la Producción y las Operaciones. Modelos y Funcionamiento. De Prentice - Hall Hispanoamericana S.A. 1991. México.
- 7- Fernández, E. Dirección de la Producción I. Fundamentos Estratégicos. De Civitas S.A. 1993. España.
- 8- Fox MI. Integrating Forecasting and Operating in Promotion - Driven Companies, Production and Inventory Monogement Review 8 (2), 42, 51. Ff 1988. p 50.
- 9- Harovitz, B. Why Corning is Sticking with MRP. Industry Week. Vol. 212, nom 3. 1982. Estados Unidos. p 44-48.
- 10- Ling, Rc and Palmatier, GE. Demand Management Integrating Marketing and Management. Apics anual Conference Proceeding. 1987. 30. p 266 -269.
- 11- Machuca, JA. El Subsistema Productivo de la Empresa. Problemas y Fundamentos Teóricos. Ediciones Pirámides S.A. Madrid.
- 12- Ormsby, JG and Tinsley. The Role of Marketing in Materials Requeriments Planning Sistem. Industrial Marketing Management, 20. Elsevier Science Publishingco. 1991. New York.
- 13- Orlicky, J. Materials Requeriments Planing. Mc Graw-Hill. 1975. New York.
- 14- Ochoa, C. El Flujo de Materiales como aspectos determinantes en el diseño e implantación de Sistemas de Gestión de la Producción de Plantas Industriales. Tesis Doctoral. Editorial Universidad del País Vasco. 1991. España.
- 15- Pérez, E. Economía de la Empresa. Editorial Centro de Estudio de Ramón Araces S.A. 1989. Madrid.
- 16- Salvendy, G. Handbook of Industrial Engineering (Parte IV). 1982.
- 17- Schroeder, G. Administración de Operaciones. 3era edición. Mc Graw-Hill. 1992. México.
- 18- González, O y Sánchez, Y. Trabajo Diploma.
- 19- Trinsley, DB and Ormsby, JC. Improving Marketing with DRP. Industrial Marketing Management 17. 1988. P 347-354.
- 20- Revista Manutención y Almacenaje. Sistema MRP, no son siempre la solución ideal. No. 274. 1993.
- 21- Voris, W. Control de la Producción. Instituto del libro. 3era edición. 1990. La Habana.