



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela Ingeniería Mecánica Industrial

**SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE
MATERIALES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

José Roberto Ramos Vásquez

Asesorado por Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste

Guatemala, mayo de 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE
MATERIALES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

**JOSÉ ROBERTO RAMOS VÁSQUEZ
ASESORADO POR ING. HERNÁN LEONARDO CORTÉS URIOSTE**

**AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, MAYO DE 2004

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
VOCAL I	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL II	Lic Amahám Sánchez Alvarez
VOCAL III	Ing. Julio David Galicia Celada
VOCAL IV	Br. Kenneth Issur Estrada Ruiz
VOCAL V	Br. Elisa Yazminda Vides Leiva
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Sydney Alexander Samuels Milson
EXAMINADOR	Ing. Alfonso René Aguilar
EXAMINADOR	Ing. Víctor Hugo García Roque
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado De León
SECRETARIO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

Cumpliendo con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

**SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE LOS REQUERIMIENTOS DE
MATERIALES EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial con fecha junio de 2002.

JOSÉ ROBERTO RAMOS VÁSQUEZ

ACTO QUE DEDICO A

DIOS	Por su infinita bondad y ayuda, porque nada es posible sin su voluntad
MIS PADRES	José Luis Ramos, por sus sabios consejos María Luisa Vásquez, por ayudarme siempre con mucho cariño paciencia y sacrificio
MIS HERMANOS	Flor de María, Brenda Marisol, Luis Rodolfo, Jackeline Yesenia y Byron Alexander, por su cariño, confianza y apoyo
MIS TÍOS	En especial a Julio Alberto por sus sabios consejos y su apoyo incondicional
A MI FAMILIA	Por el lazo que nos une
MIS AMIGOS	En especial José Jorge, José Francisco, Eric, Fernando Leonel, Mario, Luis Fernando, Luis Alberto, por su apoyo incondicional

Todas aquellas personas que de una u otra forma colaboraron para la realización de este trabajo.

AGRADECIMIENTO A

Dios, por permitir llegar a una de mis metas.

Mis padres, por sus esfuerzos y sacrificios para que lograra llegar a esta meta.

Mis hermanos, por su paciencia, amistad y apoyo.

Mis familiares, quienes me han dado fortaleza y ánimo.

Mis amigos, quienes me han brindado su ayuda en los momentos difíciles.

Ing. Hernán Leonardo Cortés Urioste, por su apoyo y colaboración para el desarrollo del presente trabajo de tesis.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	IV
LISTA DE SÍMBOLOS	VI
GLOSARIO	VII
RESUMEN	IX
OBJETIVOS	XI
INTRODUCCIÓN	XIII
1. GENERALIDADES	
1.1 Planificación de los requerimientos de materiales o MRP	1
1.1.1 Reseña histórica	1
1.1.2 Definición de planificación de los requerimientos de materiales	2
1.1.3 Beneficios de la planificación de los requerimientos de materiales	2
1.1.4 Entradas principales del sistema	3
1.1.4.1 Programa maestro de producción	3
1.1.4.2 Lista de materiales	4
1.1.4.3 Archivo de registro de inventarios	5
1.1.5 Evolución del sistema MRP	6
1.1.5.1 El sistema MRP II	7
1.1.5.2 Entradas del sistema MRP II	8
1.2 Aspectos generales de la empresa	10
1.2.1 Antecedentes de la empresa	10
1.2.2 Infraestructura	12
1.2.3 Distribución en planta	13

1.2.4	Descripción de los productos manufacturados	15
2.	SISTEMA ACTUAL	
2.1	La planificación de los requerimientos de materiales	17
2.1.1	¿Quién realiza la planificación de los requerimientos de materiales?	17
2.1.2	¿Cómo se realiza la planificación de los requerimientos de materiales?	17
2.2	Diagrama del proceso administrativo	18
2.3	Informes utilizados por el sistema	20
2.3.1	Informe del nivel de producción esperado	20
2.3.2	Informe del nivel de existencia en inventarios	21
2.4	Sistema de planificación de los requerimientos de materiales	22
2.4.1	Identificación de materiales	22
2.4.2	Explosión de materiales del producto	23
2.4.3	Requerimientos de materiales	23
3.	SISTEMA PROPUESTO	
3.1	Diagrama del proceso administrativo	25
3.2	Reportes utilizados por el sistema	28
3.2.1	Programa maestro de producción	28
3.2.2	Lista de materiales	30
3.2.3	Archivo legal de inventarios	31
3.3	Sistema de planificación de los requerimientos de materiales	32
3.3.1	Codificación de materiales	32
3.3.1.1	Familias	32
3.3.1.2	Tipos de materiales	33
3.3.1.3	Mercado de procedencia	33
3.3.2	Cálculo de los requerimientos de materiales	34
3.4	Cotización de compra	37

3.5 Orden de compra	38
4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO	
4.1 Cómo utilizar el diseño del sistema	41
4.1.1 Información que debe ingresar al sistema	43
4.1.2 Procesamiento de la información ingresada al sistema	45
4.1.3 Reportes generados por el sistema	48
4.2 Importancia de su implementación	51
5. CONTROL Y MEJORA DE LA PROPUESTA	
5.1 Mejora continua del sistema	53
5.1.1 Control del sistema	53
5.1.2 Mantenimiento del sistema	54
5.2 Actualización periódica del sistema de cómputo	54
5.2.1 Hardware	54
5.2.2 Software	54
5.3 Retroalimentación con el usuario del sistema de cómputo	55
5.4 Reuniones periódicas del personal involucrado en el sistema	55
5.5 Consideraciones para la implementación del sistema en red	56
CONCLUSIONES	61
RECOMENDACIONES	63
BIBLIOGRAFÍA	65
ANEXOS	67
Anexo 1 : Los pronósticos en las operaciones	68
Anexo 2 : Diagrama Entidad Relación	77

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Diagrama del proceso administrativo actual	19
2	Formato del informe del nivel de producción esperada	20
3	Formato del informe del nivel de existencia de inventarios	21
4	Diagrama del proceso administrativo propuesto	26
5	Formato de cotización de compra	37
6	Formato de orden de compra	38
7	Menú principal del sistema de planificación de materiales	42
8	Formulario de ingreso de datos referentes a los productos	43
9	Formulario de ingreso de la información referente al movimiento de materiales	45
10	Identificación en el sistema del programa maestro de producción	46
11	Identificación en el sistema de la lista de materiales	47
12	Existencia de materiales	49
13	Requerimiento total de materiales	50
14	Reporte de la lista de materiales para un producto	51

TABLAS

I	Programa maestro de producción de la línea de almuerzos	29
II	Materiales para la producción de 20 porciones de pollo 1	30
III	Materiales para la producción de 20 porciones de pollo 2	30
IV	Nivel de existencias en inventario de los materiales utilizados en la manufactura de pollo 1 y pollo 2	31
V	Cálculo del requerimiento de materiales para la producción de pollo 1	35
VI	Cálculo del requerimiento de materiales para la producción de pollo 2	35
VII	Requerimiento total de materiales	36

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Descripción
a	Intercepto con el eje vertical
b	Pendiente de la línea recta
MRP	Planificación de los requerimientos de materiales
ERP	Planificación de requerimientos empresariales
CRM _{ij}	Cantidad requerida del material i para la demanda del producto j
CUP _i	Cantidad requerida del material por lote de producción del producto i
D _j	Cantidad demandada del producto j

GLOSARIO

Almacenaje	Es cuando se guarda un objeto para retirarlo después.
Demanda	Cantidad de productos requeridos por un mercado.
Explosión de materiales	Técnica utilizada para identificar cada uno de los materiales utilizados en la manufactura de productos, así como las especificaciones de fabricación y montaje.
Hardware	Conjunto de elementos físicos del sistema de cómputo.
Inventario	Cantidad de productos que se mantiene para cubrir cualquier eventualidad que implique falta de los suministros necesarios para la manufactura de los productos.
Plan agregado de producción	Este plan contempla los niveles de producción esperados para el mediano y corto plazo.
Planificación de los requerimientos de materiales	También conocida como MRP, este sistema de planificación utiliza la dependencia que existe entre la demanda del producto final y la demanda de materiales para planificar la producción y establecer los niveles óptimos de inventario.

Planificación de recursos empresariales	Este sistema de planificación permite la integración y optimización de todos los recursos y procesos de la empresa; integrando procesos como logística, inventarios, compras, ventas, distribución, producción, recursos humanos, entre otros.
Programa maestro de producción	Utiliza como punto de partida los pedidos de los clientes o los pronósticos de demanda, determinando así la cantidad de producto final que será manufacturado en el corto plazo, definiendo el tiempo en que se fabricará cada producto.
Sistema productivo	Serie de operaciones necesarias para la manufactura de productos finales.
Software	Es el conjunto de programas, datos, diseño e instrucciones utilizados en los sistemas de cómputo.

RESUMEN

Es importante contar con un buen sistema de planificación de los requerimientos de materiales para el eficiente desarrollo de las operaciones en la industria de la manufactura, por lo que mantener un adecuado nivel de materiales es un factor determinante para lograr este objetivo. Por ello resulta indispensable estimar la cantidad de materiales que serán requeridos en el futuro, lo que debe partir de la demanda esperada de los distintos productos manufacturados por la empresa.

Actualmente la empresa cuenta con un sistema de planificación de materiales que no es lo suficientemente flexible, debido principalmente a que las especificaciones de los productos se encuentran únicamente en archivos físicos, situación que retrasa el cálculo de los materiales necesarios para cubrir cada una de las órdenes de producción.

Por estos inconvenientes, el sistema de planificación de materiales se ha visto relegado a segundo plano, ya que resulta más fácil monitorear continuamente el nivel de inventario de los distintos materiales utilizados en el sistema productivo y realizar los pedidos cuando sus existencias están por debajo del nivel de seguridad.

Sin embargo, el establecimiento de un sistema eficiente de planificación de los requerimientos de materiales es indispensable, ya que permite la reducción de los costos generados por los inventarios, debido a que determina las cantidades precisas de los materiales que se utilizarán en el futuro, valiéndose de los programas maestros de producción y las especificaciones de los productos contenidas en las listas de materiales.

La implementación de la metodología utilizada para la planificación de los requerimientos de materiales, permite contar con el nivel adecuado de los materiales necesarios para la manufactura de los productos en las cantidades especificadas para cada período.

El desarrollo de las herramientas de cómputo permitirá ejecutar de manera ágil los cálculos necesarios para realizar la planeación de los requerimientos de materiales, permitiendo también un mejor control de los materiales utilizados en el proceso de producción.

OBJETIVOS

- **General**

Desarrollar la metodología para la obtención de un adecuado sistema de planificación de los requerimientos de materiales que permita una reducción de costos.

- **Específicos**

1. Establecer un marco conceptual de referencia sobre planeación de los requerimientos de materiales.
2. Describir el sistema actualmente utilizado por la empresa para la planeación de los requerimientos de materiales.
3. Determinar mediante el estudio técnico un sistema efectivo para la planeación de los requerimientos de materiales.
4. Desarrollar las herramientas de cómputo necesarias para la planeación de los requerimientos de materiales.
5. Describir el proceso administrativo necesario para la implementación del sistema propuesto.
6. Desarrollar el formato de reportes que permita controlar y mejorar el sistema propuesto.
7. Establecer los requerimientos de soporte técnico necesarios para controlar y mejorar el sistema de cómputo propuesto.

INTRODUCCIÓN

En un mundo tan competitivo resulta indispensable cumplir con los tiempos de entrega establecidos con cada uno de los clientes de la organización, por ello, debe existir una buena planificación de la producción, lo que exige un adecuado abastecimiento de los insumos de materiales necesarios para cumplir con las órdenes de producción planificadas.

Por esto es importante planificar los requerimientos de materiales, ya que será posible contar en todo momento con la cantidad adecuada de cada uno de los materiales necesarios para la manufactura de los productos elaborados por la organización.

Para lograr este objetivo es preciso establecer una metodología que permita determinar la cantidad exacta de cada uno de los materiales utilizados en el sistema productivo y cuándo serán requeridos, además debe establecer el nivel de inventario óptimo para cada uno de estos materiales. El sistema de planificación de los requerimientos de materiales puede cumplir estas funciones.

Este sistema constituye uno de los elementos fundamentales para lograr el desarrollo eficiente de las operaciones en la industria de la manufactura, lo que permite la reducción de costos de inventarios de materiales, debido a la minimización de los costos derivados de las órdenes de compra de materiales y sus costos de almacenaje, considerando también los tiempos de abastecimiento.

Este sistema permite entonces contar con el nivel óptimo de materiales para que no existan paradas de producción derivadas de su mal manejo, evitando así costos indirectos elevados, los que pueden ser causados por dichos paros de producción, por la adquisición de materiales a un precio más alto, o bien por la pérdida de clientes por no cumplir con las entregas planificadas.

1. GENERALIDADES

1.3 Planificación de los requerimientos de materiales o MRP

1.3.1 Reseña histórica

Durante la Segunda Guerra Mundial el gobierno estadounidense utilizó programas especializados que se ejecutaban en enormes y complejas computadoras surgidas a principios de la década de los años cuarenta, los que controlaban la organización y logística de sus unidades bélicas.

A finales de los años cincuenta, los sistemas MRP dejaron de ser usados exclusivamente por el ejército y se integraron al proceso productivo, especialmente en los Estados Unidos de América. Las compañías que adoptaron el MRP observaron los beneficios de su implementación; el sistema permitía llevar el control de diversas actividades como control de niveles óptimos en inventarios, facturación, pago y administración de nóminas entre otras.

La adopción de estos sistemas en el sector productivo se vio favorecida por la evolución de las computadoras; a pesar de ser muy rudimentarias en sus inicios contaban con la capacidad de almacenar y recuperar datos, lo que facilitaba el procesamiento de transacciones, mejorando así la velocidad de respuesta con que podían ejecutarse las acciones necesarias para una buena planeación de requerimientos de materiales.

Durante los años sesenta y setenta los sistemas MRP evolucionaron para brindar a las empresas una reducción en el inventario de los materiales utilizados en el proceso productivo; al planear los insumos basados en la demanda real se obtuvo una reducción en los costos, ya que se compraba sólo los materiales necesarios.

1.3.2 Definición de planificación de los requerimientos de materiales

El sistema de Planificación de los Requerimientos de Materiales o MRP (por sus siglas en inglés *Materials Requirement Planning*), utiliza la dependencia existente entre la demanda del producto final y la demanda de componentes, subcomponentes y ensambles para planificar la producción y establecer los niveles óptimos de inventario.

Por lo tanto, el sistema MRP determina la cantidad de materiales que se demandarán en el futuro, además de establecer el momento en el que serán utilizados.

1.3.3 Beneficios de la planificación de los requerimientos de materiales

Este sistema permite la reducción de inventarios y su costo de manejo, debido a que mantiene únicamente las cantidades de materiales que se necesitarán para un período de manufactura establecido, reduciendo así el costo de oportunidad por el mantenimiento de altos niveles de inventario en bodegas. Además, el sistema asegura que los materiales estén disponibles en el momento en que se necesitan, reduciendo así los retrasos en el procesamiento de las órdenes de producción.

Al existir una adecuada coordinación entre los departamentos involucrados en la realización de esta actividad, es factible planificar y programar los requerimientos de materiales basándose en los pronósticos de demanda, los que se fundamentan en la evolución histórica de las ventas de los distintos productos manufacturados por la organización; en el anexo 1 se encuentran modelos de pronósticos que pueden ser utilizados para cumplir con esta función.

1.3.4 Entradas principales del sistema

En un sistema MRP son indispensables tres elementos fundamentales en el sistema de información:

- Programa maestro de producción
- Archivo de las listas de materiales para la estructura del producto
- Archivo del estado legal del inventario

1.3.4.1 Programa maestro de producción

El programa maestro de producción se inicia a partir de los pedidos de los clientes o de los pronósticos de demanda. Dicho programa determina la cantidad de producto final que será manufacturado, además de establecer el período de tiempo en que se fabricará cada uno de los productos.

Por ello, deben considerarse las necesidades netas de fabricación de cada producto final, esto implica que de las necesidades brutas de producción están descontados los productos en inventario y la producción en proceso.

El programa maestro de producción cumple con dos funciones básicas:

- a) Permite concretar un plan agregado de producción que contempla los niveles de producción esperados para horizontes de tiempo más amplios, lo cual es posible debido al detalle contenido en los programas maestros de producción. La consideración en conjunto de estos planes contribuye a la planeación de la producción de mediano y largo plazo.

- b) Facilita la obtención de un plan aproximado de la capacidad instalada requerida para cumplir con las órdenes de producción contenidas en el programa maestro de producción. Dicho plan aproximado de la capacidad permitirá entonces, determinar la viabilidad del programa maestro de producción, por ende, también podrá evaluarse el plan agregado de producción al considerar el conjunto de programas maestros de producción que lo conforman.

1.3.4.2 Lista de materiales

Es una descripción precisa de cómo se manufactura cada producto, especificando los componentes que lo integran, las cantidades necesarias de cada uno de ellos para obtener el producto final, la secuencia de integración y cuáles son los centros de trabajo que la ejecutan.

Esta información puede ser obtenida a partir de documentos de diseño del producto, del análisis de flujo de trabajo y de documentación estándar de manufactura. La información más relevante proporcionada por la lista de materiales al sistema MRP es la estructura del producto.

La estructura del producto puede realizarse en forma de árbol con diferentes niveles de fabricación y montaje. La codificación por niveles facilita la explosión de materiales, lo que facilita identificar cada uno de los materiales que componen cada producto manufacturado en el sistema productivo.

Estos niveles se pueden definir así:

- Nivel 0: productos finales no usados, como componentes de otros productos, es el nivel más complejo de la lista.
- Nivel 1: componentes unidos directamente a un elemento de nivel 0.
- En general, en el nivel i se ubicarán componentes que se relacionan directamente con otros de nivel $i - 1$, siguiendo el proceso hasta llegar a las materias primas y partes compradas en el exterior.

1.3.4.3 Archivo de registro de inventarios

El sistema debe incluir un archivo completamente actualizado del estado real del inventario de cada uno de los componentes que integran los distintos productos manufacturados; con ello se logra tener información precisa sobre la disponibilidad de cada uno de los componentes controlados por el sistema MRP.

El sistema debe contener también la identificación del componente (código de identificación), cantidad disponible, nivel de existencia de seguridad, cantidad asignada y el tiempo de espera de adquisición de cada uno de los artículos.

1.3.5 Evolución del sistema MRP

El sistema MRP fue el punto de partida de modelos más evolucionados, dicho sistema presentaba ciertas limitantes; una de ellas era la calidad del programa maestro de producción; debido a su obtención externa, no permitía conocer las actividades realizadas por las distintas unidades productivas en cada momento del tiempo, desconociendo si se tenía la capacidad suficiente para cumplir con la producción programada.

Para solucionar estos inconvenientes se desarrollaron técnicas de gestión de talleres y de planificación de capacidad, la integración de estos aspectos y el sistema original dio como resultado el sistema MRP de Bucle Cerrado, cuyos primeros intentos se registran en 1975.

En 1979 estas soluciones tecnológicas utilizaron otras siglas, MRP II, cuyo alcance permitió atender factores relacionados con la planeación de las capacidades de manufactura; a diferencia de los sistemas precursores, se reconocía la existencia de interrupciones en la operación, cambios súbitos y limitación en los recursos que van más allá de la disponibilidad de materiales.

En los años noventa existían dos soluciones tecnológicas para las empresas, el MRP y el MRP II, pero en un mundo tan cambiante, estas soluciones nacidas en el ambiente de manufactura ya no eran suficientes, por lo que en el mercado surge una alta variedad de organizaciones financieras, de servicios y comerciales, entre otras, las que necesitaban soluciones para controlar sus procesos y ser más competitivas.

Un factor indispensable para la creación de soluciones que pudieran satisfacer las nuevas necesidades, fue sin duda el crecimiento de la industria del software. Con el nacimiento de nuevas aplicaciones empresariales fue necesario controlar áreas como contabilidad, finanzas, administración de órdenes de venta y logística, entre otras.

El sistema capaz de cubrir estas necesidades es el ERP o Planificación de Requerimientos Empresariales, el cual proporciona alta precisión y elevada eficiencia en la cadena de abastecimiento a bajo costo, permitiendo a la compañía la automatización e integración de los procesos de negocios, compartir datos, producir y acceder a información en tiempo real.

El sistema ERP permite también determinar un plan de producción desfasado en el tiempo, así como el establecimiento de las cantidades necesarias de los recursos más importantes para el cumplimiento de las órdenes a tiempo; además, proporciona también un completo subsistema financiero que permite manejar desde la presupuestación hasta el correcto y eficiente procesamiento de pagos, facturas, cuentas por cobrar tanto a nivel nacional como internacional.

1.3.5.1 El sistema MRP II

Es un sistema integrado que mediante un proceso computarizado en línea, utiliza una base de datos única, participa en la definición de la planeación estratégica, programas de producción, planifica los pedidos de los distintos materiales requeridos por el proceso productivo, establece las prioridades y actividades de cada uno de los talleres involucrados, controla y planifica la capacidad necesaria y disponible y optimiza los inventarios.

Una vez que se han obtenido estos resultados, el sistema determina los costos y elabora los estados financieros, los que son utilizados para eliminar las posibles desviaciones existentes entre lo planificado y lo efectivamente realizado. Para visualizar los posibles escenarios pueden realizarse simulaciones al hacer modificaciones al valor de las determinantes del sistema, lo que permite definir posibles soluciones a los distintos problemas que podrían presentarse. El sistema MRP II debe considerarse entonces como una filosofía para los sistemas de información de planificación y control de los recursos de la empresa.

1.3.5.2 Entradas del sistema MRP II

Debido a la multiplicidad de las funciones que realiza el sistema MRP II, resulta ser muy complejo, por ello es necesario utilizar una gran cantidad de información. Las entradas principales del sistema la constituyen:

- El plan de ventas, punto de partida de el Plan Agregado de Producción
- La base de datos del sistema
- La retroalimentación desde las fases de ejecución a las de planificación

Plan de ventas

Dentro de la planeación estratégica es necesario realizar un plan de ventas a largo plazo, determinado por la demanda prevista y los objetivos empresariales establecidos para dicho horizonte temporal. Para alcanzar los objetivos establecidos en la planeación estratégica y el plan de ventas a largo plazo es necesario definir el plan financiero a largo plazo, el que puede modificar los planes anteriormente mencionados, debido a las posibles restricciones financieras.

En conjunto, estos planes constituyen la base del plan estratégico o plan de empresa, el que una vez sea aprobado, corresponde a la dirección de operaciones realizar el plan producción a largo plazo; para lograr su cumplimiento será necesario que éste sea planteado a nivel táctico y definido en el mediano plazo, mediante el plan agregado de producción.

En el plan agregado de producción se debe considerar la cantidad anual del plan de producción, desagregado en cifras mensuales o trimestrales; además, la demanda prevista de corto y mediano plazo, la cartera de pedidos y otras fuentes de demanda; con ello se determinará la necesidad total de producción agregada; su posterior desagregación hace necesario el establecimiento del programa maestro de producción.

Base de datos del sistema

La base de datos del sistema debe ser estructurada de tal manera que no exista duplicidad de información, lo que permite optimizar la cantidad de memoria utilizada y dar un mayor grado de confiabilidad al sistema; además, debe realizarse el mantenimiento necesario al sistema para que se encuentre en óptimas condiciones.

Retroalimentación desde las fases de ejecución a las de planificación

Para que el sistema sea dinámico y se ajuste a las necesidades reales de producción, debe existir una retroalimentación continua entre cada una de las etapas de ejecución y las de planificación, permitiendo así realizar los ajustes necesarios para corregir las desviaciones que pueden surgir en cualquier etapa del proceso productivo, reduciendo así la brecha entre lo planificado y lo realizado.

Esta revisión continua permitirá la optimización de los niveles de inventarios, reduciendo así los costos de almacenaje, los costos de capital derivados del mantenimiento de altos inventarios, la pérdida generada por paradas de producción por faltantes en inventario o el incremento de costos por la adquisición de éstos a precios elevados, lo que podría generar inevitablemente pérdida de competitividad en el mercado, ya sea por el nivel de precios de los productos o por el mayor tiempo de entrega de los mismos.

1.4 Aspectos generales de la empresa

1.4.1 Antecedentes de la empresa

La empresa actualmente es una corporación de tres organizaciones que incursionan en el área de alimentos; sin embargo, en sus inicios estas organizaciones operaban independientemente, no fue hasta el año 2001 cuando estas organizaciones se fusionaron y centralizaron sus operaciones productivas y administrativas en una sola planta.

La primera en realizar operaciones en Guatemala fue Donas Americanas en el año de 1964, la cual ha incursionado en el área de panadería. Posteriormente en el año de 1979 inició operaciones La Crepe, misma que se ha dedicado a la venta de alimentos en restaurantes ubicados en las distintas áreas comerciales de la ciudad de Guatemala. Finalmente en 1985 inicia operaciones Salisa, la cual provee de alimentos a las cafeterías de algunas industrias que operan dentro y fuera de la ciudad capital.

Inicialmente La Crepe contaba con un restaurante ubicado en la zona 13 de la ciudad de Guatemala, el proceso productivo se realizaba de principio a fin dentro del restaurante debido al bajo volumen de ventas que poseía; sin embargo, el creciente éxito experimentado por esta organización ha hecho que actualmente cuente con diez restaurantes ubicados en distintos puntos de la ciudad de Guatemala, mismos que son abastecidos desde la central.

Así mismo, Donas Americanas inició con bajos niveles de ventas, por ello en sus inicios contaba con dos tiendas, ubicadas en las zonas 7 y 9 de la ciudad capital. Debido al crecimiento en la demanda de sus diversos productos actualmente cuenta con siete tiendas ubicadas en las distintas zonas comerciales de la ciudad. Actualmente sus operaciones han sido concentradas en la planta central, la cual abastece los pedidos realizados por sus tiendas.

Desde sus inicios Salisa se ha dedicado a proveer de alimentos a las cafeterías del sector industrial guatemalteco, su posicionamiento en el mercado ha crecido paulatinamente y en la actualidad cubre la demanda de quince plantas industriales que tienen operaciones dentro del departamento de Guatemala y tres más en el interior de la república; tiene una amplia gama de menús que le permite dar dos opciones diarias que no se repiten en al menos un mes.

Además de cubrir la demanda de las distintas plantas industriales con las cuales Salisa tiene relaciones comerciales, debe tener la capacidad para suministrar alimentos a los empleados de la corporación, que actualmente son 85 personas.

La corporación cuenta con su propio sistema de distribución, el que consiste en una flotilla de paneles; dado que debe cubrir la distribución de las tres organizaciones que conforman la corporación, la ruta de cada una de ellas está programada de tal manera que puedan cumplirse eficientemente las entregas de los pedidos solicitados por cada uno de los restaurantes, tiendas o cafeterías que deben abastecer.

1.4.2 Infraestructura

El edificio industrial puede clasificarse como edificio de primera categoría, debido a que está compuesto principalmente de acero estructural y hormigón; debido a su bajo grado de inflamabilidad brinda mayor seguridad al personal que labora en cada una de las áreas de trabajo, así como a los materiales y productos almacenados dentro del edificio industrial. El edificio está dividido en dos áreas, el área de producción y el área administrativa.

El área de producción está compuesta por una nave industrial, cuyo techo es abovedado para aprovechar el espacio para el almacenamiento de materias primas, producto en proceso y producto terminado; el piso industrial es de concreto cubierto con una capa de cemento líquido, mismo que permite contar con las condiciones higiénicas necesarias para cumplir con los requerimientos establecidos por las buenas prácticas de manufactura; además, sus paredes interiores y exteriores son de block.

1.4.3 Distribución en planta

Dadas las características del proceso productivo, la distribución en planta que resulta adecuada es la distribución por proceso, debido a la existencia de operaciones productivas que pueden ser agrupadas en áreas de trabajo por realizar procesos similares. Dentro de las distintas áreas de trabajo puede mencionarse el área administrativa, recepción de materiales, bodega de materia prima, cuartos fríos, el área de cocina, panadería, enfriamiento, empaque, despacho, cafetería, etc.

Área administrativa

En esta área se encuentran las oficinas de cada una de las dependencias encargadas de planificar el adecuado desarrollo de la corporación, como lo es la Junta Directiva, el Departamento de Planeación de Producción, Administración de Personal, Contabilidad, Planeación Administrativa Financiera, Departamento de Ventas, etc.

Área de recepción de materiales

Debido al volumen de materiales que se maneja en el sistema productivo de la corporación, se cuenta con un área de carga y descarga, la misma que está dotada de una balanza para asegurarse de que el peso de los materiales comprados sea el correcto. En esta área se encuentra ubicada la oficina del asistente de compras, lo que facilita la verificación de cada uno de los pedidos realizados a los proveedores.

Bodegas de almacenamiento

La bodega de materia prima está dividida en dos áreas principales: el área de abarrotes que no necesitan refrigeración y el área de almacenamiento de material de empaque; la primera se encuentra ubicada en el primer nivel de la bodega, allí se encuentran los materiales organizados en estanterías para aprovechar mejor el espacio y evitar que puedan ser afectados por la humedad concentrada en los pisos. En el segundo nivel se encuentra ubicado el material de empaque de los distintos productos elaborados por la corporación, debido a que existe una restricción de la carga que puede soportar la estructura de manera segura.

Además, cuenta con dos cuartos en fríos en donde se almacenan los materiales y productos terminados que necesitan refrigeración; sin embargo, existen algunos productos como los lácteos, verduras, jaleas, aderezos, entre otros que necesitan permanecer a temperaturas más bajas, para ellos se utiliza un congelador.

Cafetería

La corporación está dotada de una cafetería que cubre la demanda de alimentación para los trabajadores que laboran dentro de las instalaciones, tanto en el área de producción como en el área administrativa.

Área de panadería

Esta área cuenta con un cuarto de mezcla, en el se encuentran mezcladoras mecánicas que trabajan por lotes de producción. Dentro de esta área existen también mesas que son utilizadas para refinar y troquelar la mezcla, además se cuenta con una cámara de fermentación, una freidora y el equipo necesario para el recubrimiento de los productos.

Área de cocina

El área de cocina utiliza varias mesas en donde son picados los distintos alimentos necesarios para la producción de los menús elaborados para los restaurantes y las cafeterías a las que se atiende. Debido a que los alimentos cocinados deben ser almacenados en los cuartos fríos para que su vida sea más prolongada, se cuenta con un sistema de enfriamiento que consiste en una pila dotada de ventiladores para agilizar el proceso.

1.4.4 Descripción de los productos manufacturados

La corporación maneja varias líneas de productos en cada una las organizaciones que la conforman, dentro de cada una de las cuales se elabora una amplia gama de productos, entre los que puede mencionarse aderezos, salsas, ensaladas, refrescos naturales, sopas y porciones de plato fuerte que puede ser pollo, carne de res, pescado y otros.

Actualmente su línea de almuerzos cuenta con aproximadamente 250 menús distintos, para ofrecer una amplia variedad a las cafeterías, tiendas y restaurantes que actualmente mantienen operaciones dentro y fuera de la ciudad capital, además, continuamente desarrollan productos nuevos para incursionar en otros nichos de mercado.

2. SISTEMA ACTUAL

2.5 La planificación de los requerimientos de materiales

2.5.1 ¿Quién realiza la planificación de los requerimientos de materiales?

La planeación de los requerimientos de materiales la realiza el gerente de logística y la persona encargada de compras, quienes son responsables del adecuado manejo de inventarios de los distintos materiales requeridos por el proceso productivo.

2.5.2 ¿Cómo se realiza la planificación de los requerimientos de materiales?

El sistema con el que cuenta la empresa es una aplicación en ASPEL SAE, la cual permite realizar informes sobre la demanda esperada de cada uno de los productos alimenticios manufacturados, mediante la utilización de una diversidad de métodos de pronósticos fundamentados en el comportamiento histórico de las ventas de dichos productos, para el horizonte de tiempo de interés.

La aplicación antes mencionada cuenta también con un sistema que controla el nivel de inventarios de cada uno de los materiales requeridos en el proceso productivo, lo que permite establecer en cualquier momento las existencias disponibles en bodega.

La interacción de estos sistemas permite determinar las necesidades netas de materiales requeridos para cumplir con la demanda de cada uno de los productos alimenticios elaborados por la empresa.

Sin embargo, algunos productos poseen fluctuaciones considerables en su demanda, es por ello que ocasionalmente el nivel de inventario existente no es el adecuado, lo que conlleva un incremento en el costo de producción.

El exceso en el nivel de existencia genera algunas veces la pérdida total de los materiales no consumidos, por ser perecederos; mientras que la falta de existencias en inventario se solucionan con la adquisición de materiales faltantes de manera inmediata, lo que generalmente incrementa los costos debido a la premura de su adquisición.

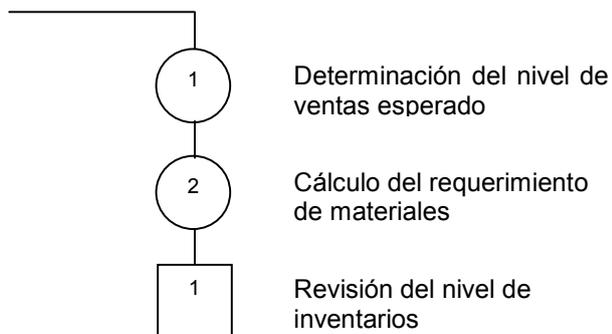
2.6 Diagrama del proceso administrativo

El gerente de ventas es el encargado de realizar periódicamente el informe del nivel de ventas esperadas de cada uno de los productos alimenticios elaborados por la empresa, utilizando para ello la aplicación antes mencionada, para el período de análisis.

Dicho informe es proporcionado al gerente de logística, quien es el encargado de realizar el cálculo de los requerimientos de materiales necesarios para cubrir la demanda; además, debe verificar si el nivel de inventario existente puede cubrir las necesidades establecidas en el plan de producción.

Cuando el nivel de inventarios es insuficiente para cubrir la demanda o los inventarios han llegado a su punto de reorden, la persona encargada de compras realiza el pedido al proveedor del insumo. El diagrama del proceso administrativo actual se presenta en la figura 1.

Figura 1. Diagrama del proceso administrativo actual



SÍMBOLOS	EVENTO	NÚMERO
	Operación	2
	Inspección	1

2.7 Informes utilizados por el sistema

La información utilizada por el sistema de planificación de requerimiento de materiales incluye la referente al nivel esperado de producción y el informe del nivel de existencia de materiales; el nivel esperado de producción permite establecer los requerimientos totales de materiales necesarios para cumplir con la demanda de ventas proyectada para el período de interés; sin embargo, es necesario complementar esta información con el nivel de existencia de materiales en inventario; su interrelación permite entonces determinar la cantidad neta de materiales requeridos por el sistema productivo.

2.7.1 Informe del nivel de producción esperado

El sistema ASPEL SAE contiene la información referente a las ventas históricas de cada uno de los productos manufacturados por la empresa, con esta información realiza un pronóstico del nivel de producción esperado para el período de análisis. En la figura 2 puede observarse el formato del informe del nivel de producción esperada.

Figura 2. Formato del informe del nivel de producción esperada

Empresa de Alimentos S. A.			
Período del:		Al	Página:
CodProducto	Producto	Pronóstico de ventas	Unidad de medida

2.7.2 Informe del nivel de existencia en inventarios

El sistema contiene la información referente al nivel de existencia en inventarios de los materiales requeridos para la producción de los distintos alimentos elaborados por la empresa. Entre los informes que pueden ser generados por el sistema se encuentran los materiales que poseen existencia mayor que cero unidades, cien unidades, el informe general contiene la información de todas las materias utilizadas en el proceso productivo. El formato del informe del nivel de existencia de inventarios se puede observar en la figura 3.

Figura 3. Formato del informe del nivel de existencia de inventarios

Empresa de Alimentos S. A.			
Fecha:		Página:	
CodMaterial	Material	Existencia	Unidad de medida

Para que el sistema esté actualizado en cada momento, se ingresa continuamente la información referente a las entradas y salidas de materiales de las bodegas de materia prima, las cuales son documentadas en formatos que permiten su adecuado control, permitiendo contar con archivos físicos que pueden ser confrontados con la información contenida en el sistema, facilitando así la determinación de las posibles desviaciones entre los inventarios físicos y el inventario registrado por el sistema.

Las entradas de materiales se controlan mediante las órdenes de recepción de materiales o las devoluciones de materiales de las áreas de producción mediante las órdenes de devolución, las que contienen la información referente a la descripción de la materia prima, código, cantidad, unidad de medida, precio total y unitario, proveedor y fecha de recepción.

Las salidas de materiales se controlan mediante las órdenes de requisición de materiales de las distintas áreas de producción y órdenes de devolución a los

proveedores, la información contenida en estos documentos es como la descrita en los documentos que registran las entradas de materiales.

2.8 Sistema de planificación de los requerimientos de materiales

2.8.1 Identificación de materiales

Cada uno de los materiales utilizados para la manufactura de los productos elaborados por la empresa posee una codificación alfanumérica, mediante la cual son identificados en el sistema que controla el nivel de inventarios.

Dicha codificación facilita el control de las existencias de los materiales utilizados y los movimientos de inventario que se realizan, ya sea recepción, requisición o devolución de las mismas.

2.8.2 Explosión de materiales del producto

Para cada uno de los productos alimenticios elaborados por la empresa existe un detalle de la cantidad de materiales requeridos por unidad de producción. Dichas cantidades son especificaciones contenidas en las recetas de cada uno de los productos alimenticios manufacturados por la empresa, las que se encuentran en archivos físicos, lo que dificulta que su consulta se realice ágilmente.

2.8.3 Requerimientos de materiales

El sistema contiene la información referente a las ventas históricas de cada uno de los productos manufacturados por la empresa, con dicha información se determina la demanda esperada, en función de la cual puede realizarse el requerimiento de materiales.

Debido a que el sistema no cuenta con la información referente a las recetas de los distintos alimentos, no es posible determinar rápidamente la cantidad de materiales que serán necesarios para cumplir con la demanda; sin embargo, este procedimiento se ha visto relegado a un segundo plano, debido a que resulta más fácil para el gerente de logística y su asistente de compras verificar continuamente el nivel de inventarios de cada uno de los materiales utilizados por el sistema productivo.

3. SISTEMA PROPUESTO

3.6 Diagrama del proceso administrativo

El sistema de planeación de materiales es una metodología con retroalimentación continua, derivado de la dependencia existente entre la demanda de los diversos productos manufacturados y la cantidad de materiales necesarios para cubrir efectivamente su producción.

Para determinar la producción demandada es conveniente considerar el pronóstico de las ventas, el cual se fundamenta en las series históricas de cada uno de los productos manufacturados, utilizando los modelos más apropiados.

Luego de conocer las cantidades a producirse en cada uno de los períodos en consideración es posible determinar la cantidad de materiales necesarios para cubrir la demanda, la cual constituye los requerimientos brutos de materiales. Sin embargo, debe considerarse también los niveles de existencia disponibles en bodega para determinar los requerimientos netos de materiales.

Una vez que se ha determinado la cantidad de materiales, bruta y neta, debe emitirse la documentación correspondiente para registrar la salida de los materiales necesarios para la manufactura de los productos demandados.

También debe analizarse si los niveles de existencia de materiales responden a un sub o sobre abastecimiento, para lo cual es suficiente verificar qué tan cerca está del nivel de reorden. Si existe sub abastecimiento debe realizarse una orden de cotización.

Después de evaluar las distintas propuestas de los proveedores, considerando para ello factores como economía, calidad, tiempo de entrega, garantía, entre otras, debe seleccionarse el proveedor más adecuado. Después de cumplirse con este requerimiento debe realizarse la orden de compra de los materiales en las cantidades demandadas.

Figura 4. Diagrama del proceso administrativo propuesto

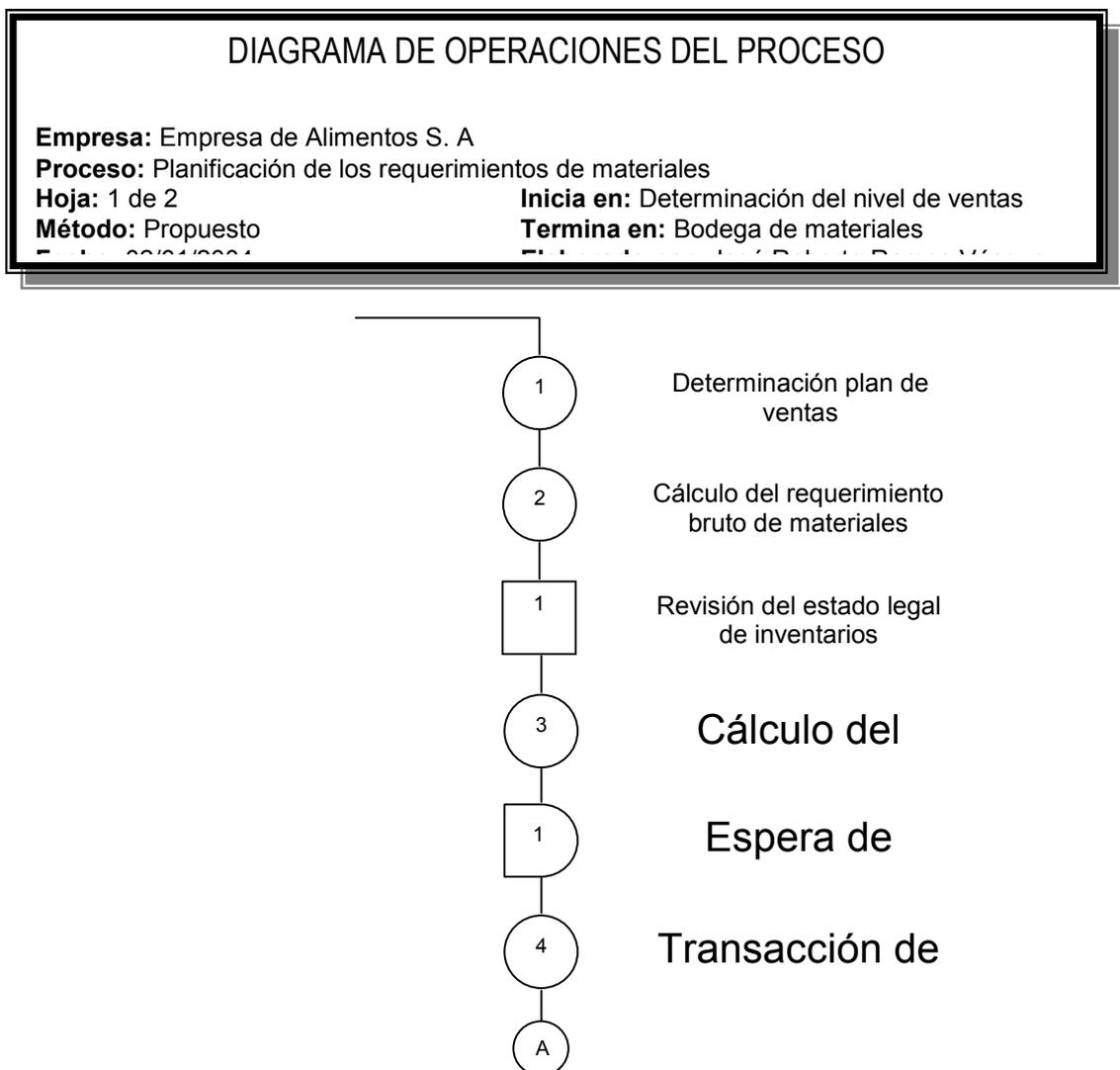


DIAGRAMA DE OPERACIONES DEL PROCESO

Empresa: Empresa de Alimentos S. A

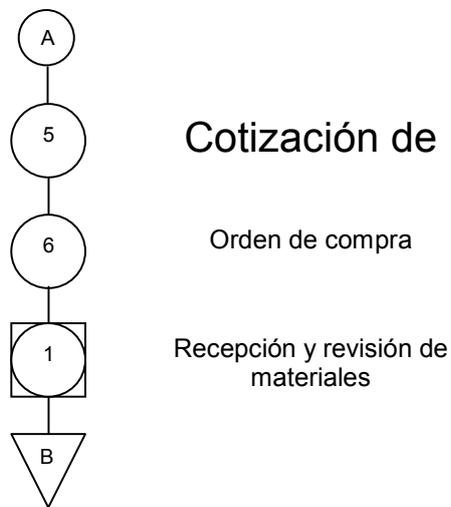
Proceso: Planificación de los requerimientos de materiales

Hoja: 2 de 2

Método: Propuesto

Inicia en: Determinación del nivel de ventas

Termina en: Bodega de materiales



SÍMBOLOS	EVENTO	NÚMERO
○	Operación	6
□	Inspección	1
◻	Combinada	1
D	Demora	1
∇	Almacenaje	1

3.7 Reportes utilizados por el sistema

Para el eficiente desempeño del sistema de planificación de los requerimientos de materiales se debe contar oportunamente con los insumos de información necesarios para su determinación. La obtención y actualización de esta información debe ser sencilla para que el sistema sea dinámico y pueda ajustarse a las necesidades cambiantes del sistema productivo; dicha información es la contenida en:

- El programa maestro de producción
- Las listas de materiales
- El estado del archivo legal de los inventarios

3.7.1 Programa maestro de producción

Debido a la naturaleza de los productos alimenticios manufacturados por la empresa, sus programas de producción deben ser detallados para períodos de corto plazo, por ser éstos perecederos. En el caso de la línea de producción de almuerzos, el programa debe contener las cantidades demandadas de los distintos menús para cada día de producción planificado.

El programa maestro de producción correspondiente al período de análisis, puede observarse en la tabla I, el mismo detalla las cantidades demandadas de cada uno de los menús incluidos en la línea de almuerzos; sin embargo, debido a la dinámica que se observa en esta línea de producción, el programa debe ser revisado continuamente, ya que pueden existir fluctuaciones en la demanda.

Tabla I. Programa maestro de producción de la línea de almuerzos

Programa maestro de producción
Línea: Almuerzos

Día	Pollo 1	Pollo 2
1	50	40
2	60	50
3	55	50
4	45	60
5	50	50
6	60	45
7	55	40
8	50	60
9	45	50
10	60	60
11	45	45
12	55	50
13	50	40
14	45	45
15	55	60
16	60	50
17	55	45
18	50	50
19	45	40
20	55	50
21	60	45
22	45	60
23	50	50
24	45	60
25	55	40
26	60	45
Total	1,360	1,280

3.7.2 Lista de materiales

Para hacer eficiente el sistema, se debe poseer un adecuado registro de los materiales utilizados en la elaboración de los diversos productos alimenticios, por ello es necesario asociar a cada producto la cantidad requerida de los materiales necesarios por unidad de producción. Las listas de materiales utilizados en la elaboración del pollo 1 y del pollo 2 se encuentran en las tablas II y III.

Tabla II. Materiales para la producción de 20 porciones de pollo 1

Material	Cantidad	Unidad de medida
Pollo limpio	15	Libras
Salsa base	3.5	Litros
Verdura mixta	1	Libras
Harina blanca	0.5625	Libras
Maicena	0.25	Libras
Consomé líquido	3	Litros
Consomé polvo	0.875	Libras
Vino blanco	0.5	Litros
Pellejo de pollo	2	Libras
Salsa inglesa	0.4	Litros
Crema	1.2	Litros
Bolsa de empaque	20	Piezas

Tabla III. Materiales para la producción de 20 porciones de pollo 2

Material	Cantidad	Unidad de medida
Pollo limpio	25	Libras
Cebolla limpia	2	Libras
Aceite vegetal	0.0625	Litros
Consomé líquido	1.5	Litros
Consomé polvo	0.125	Libras
Salsa base	5	Litros
Bolsa de empaque	20	Piezas

3.7.3 Archivo legal de inventarios

Con el auxilio del sistema de cómputo, puede determinarse el nivel de existencia de cada uno de los materiales que serán utilizados para la manufactura de los productos alimenticios de la línea de almuerzos. En la tabla IV puede observarse en detalle el nivel de existencia de materiales.

Tabla IV. Nivel de existencias en inventario de los materiales utilizados en la manufactura de pollo 1 y pollo 2

Descripción	Existencia	Unidad de medida
Aceite vegetal	0.220	Litros
Bolsa de empaque	85	Piezas
Cebolla limpia	7.031	Libras
Consomé líquido	15.317	Litros
Consomé polvo	2.596	Libras
Crema	2.797	Litros
Harina blanca	2.272	Libras
Maicena	0.939	Libras
Pellejo de pollo	7.510	Libras
Pollo limpio	91.509	Libras
Salsa base	30.987	Litros
Salsa inglesa	0.932	Litros
Verdura mixta	3.470	Libras
Vino blanco	1.735	Litros

La información referente al nivel de existencia en inventario de los distintos materiales utilizados en el sistema productivo es indispensable para la determinación del requerimiento neto, de allí la importancia de que el archivo legal de inventarios sea actualizado continuamente, logrando así la

optimización de inventarios y consecuentemente la reducción de los costos de su administración.

3.8 Sistema de planificación de los requerimientos de materiales

3.8.1 Codificación de materiales

Mediante la codificación de los materiales requeridos en el proceso productivo se logra que su identificación sea rápida, ordenada y eficiente; esta codificación reduce el espacio de memoria utilizado por transacción, además, elimina la posibilidad de duplicados, situación que podría darse si se utiliza el nombre completo del material, debido a que su estandarización resulta más compleja por la dificultad de utilizar siempre el mismo nombre de cada material utilizado en el sistema productivo, además se consumiría una mayor cantidad de recursos en el sistema.

Para que la codificación permita describir eficientemente los materiales a los que hace referencia, es conveniente que el código esté compuesto por sub-códigos, los que describirán las características generales y específicas del material. Esta codificación puede estar compuesta por sub-códigos que describan:

- La familia a la que pertenece
- El tipo de material que le corresponde
- El mercado de donde procede

3.8.1.1 Familias

La existencia de grupos de materiales con características similares permite que éstos sean agrupados en familias. Para facilitar su identificación puede utilizarse una combinación de letras que describan sus características generales, por ejemplo:

Sub - código 1	Descripción
AVE	Derivados de aves
EMB	Embutidos
ENL	Enlatados
MEM	Material de empaque

3.8.1.2 Tipos de materiales

Una vez que se ha determinado la familia a la que pertenece el material, es necesario identificarlo de manera única dentro del sistema, por lo que será conveniente asignarle una clave numérica a cada uno de los materiales que pertenecen a cada familia. Por ejemplo, dentro de la familia de embutidos pueden clasificarse los materiales de la siguiente manera:

Sub - código 1	Sub - código 2	Descripción
EMB	01	Jamón California
EMB	02	Jamón de pollo
EMB	03	Salami
EMB	04	Salchicha

3.8.1.3 Mercado de procedencia

El mercado de procedencia del material puede resultar importante para la elaboración de las políticas de inventarios, debido a que los tiempos de entrega establecidos por los proveedores extranjeros pueden resultar amplios y un retraso en el pedido de estos materiales podría ocasionar pérdidas significativas por las paradas de producción que esto generaría, por ello es oportuno contar con un sistema de control que permita identificar fácilmente estos materiales.

La clasificación que contribuye con el logro de este objetivo puede ser la siguiente:

Sub - código 3	Descripción
01	Mercado local
02	Mercado centroamericano
03	Mercado norteamericano

Una vez que se conoce este sistema de codificación, es muy sencillo identificar cualquier material con solo observar su código; por ejemplo, el código EMB0201 puede descomponerse en los tres sub-códigos que lo conforman, los primeros tres caracteres indican que el material pertenece a la familia de embutidos, los siguientes dos caracteres denotan que es jamón de pollo y los últimos dos indican que su mercado de procedencia es local.

3.8.2 Cálculo de los requerimientos de materiales

En este punto es necesario determinar la cantidad total de materiales requeridos para cumplir con el programa maestro de producción de la tabla I. Para realizar el cálculo de los requerimientos de materiales es necesario utilizar las especificaciones definidas en la lista respectiva, con lo que se logra determinar el requerimiento bruto de materiales necesario para cumplir con el programa antes mencionado.

De acuerdo con este programa el día 1 se requieren, 50 porciones de pollo 1 y 40 de pollo 2. Utilizando las listas de materiales definidas para cada uno de los productos alimenticios, tablas II y III respectivamente, puede realizarse el cálculo de la cantidad de materiales requeridos en el día 1 para cada uno de los productos, dicho cálculo puede observarse en las tablas V y VI.

Tabla V. Cálculo del requerimiento de materiales para la producción de pollo 1

Material	Cálculo de requerimiento	Total requerido
Pollo limpio	=50 Porciones * (15 Libras / 20 Porciones)	37.50 Libras
Salsa base	=50 Porciones * (3.5 Litros / 20 Porciones)	8.75 Litros
Verdura mixta	=50 Porciones * (1 Libra / 20 Porciones)	2.50 Libras
Harina blanca	=50 Porciones * (0.5625 Libras / 20 Porciones)	1.41 Libras
Maicena	=50 Porciones * (0.25 Libras / 20 Porciones)	0.62 Libras
Consomé líquido	=50 Porciones * (3 Litros / 20 Porciones)	7.50 Litros
Consomé polvo	=50 Porciones * (0.875 Libras / 20 Porciones)	2.19 Libras
Vino blanco	=50 Porciones * (0.5 Litros / 20 Porciones)	1.25 Litros
Pellejo de pollo	=50 Porciones * (2 Libras / 20 Porciones)	5.00 Libras
Salsa inglesa	=50 Porciones * (0.4 Litros / 20 Porciones)	1.00 Litros
Crema	=50 Porciones * (1.2 Litros / 20 Porciones)	3.00 Litros
Bolsa de empaque	=50 Porciones * (20 Bolsas / 20 Porciones)	50 Bolsas

Tabla VI. Cálculo del requerimiento de materiales para la producción de pollo 2

Material	Cálculo de requerimiento	Total requerido
Pollo limpio	=40 Porciones * (25 Libras / 20 Porciones)	50.00 Libras
Cebolla limpia	=40 Porciones * (2 Libras / 20 Porciones)	4.00 Libras
Aceite vegetal	=40 Porciones * (0.625 Litros / 20 Porciones)	0.125 Litros
Consomé líquido	=40 Porciones * (1.5 Litros / 20 Porciones)	3.00 Litros
Consomé polvo	=40 Porciones * (0.125 Libras / 20 Porciones)	0.25 Libras
Salsa base	=40 Porciones * (5 Litros / 20 Porciones)	10.00 Litros
Bolsa de empaque	=40 Porciones * (20 Bolsas / 20 Porciones)	40.00 Bolsas

De forma análoga se obtienen los resultados para cada uno de los días planificados en el programa maestro de producción de la tabla I. El requerimiento bruto de materiales necesarios para cumplir con dicho programa se encuentra en la tabla VII.

Tabla VII. Requerimiento total de materiales

Descripción	Acelle vegetal (Litros)	Bolsa de empaque (Piezas)	Cebolla limpia (Libras)	Consomé líquido (Litros)	Consomé polvo (Libras)	Crema (Litros)	Harina blanca (Libras)	Maicena (Libras)	Pellejo de pollo (Libras)	Pollo limpio (Libras)	Salsa base (Litros)	Salsa inglesa (Litros)	Verdura mixta (Libras)	Vino blanco (Litros)
Día 1	0.125	90	4.00	10.50	2.44	3.00	1.41	0.63	5.00	87.50	18.75	1.00	2.50	1.25
Día 2	0.156	110	5.00	12.75	2.94	3.60	1.69	0.75	6.00	107.50	23.00	1.20	3.00	1.50
Día 3	0.156	105	5.00	12.00	2.72	3.30	1.55	0.69	5.50	103.75	22.13	1.10	2.75	1.38
Día 4	0.188	105	6.00	11.25	2.34	2.70	1.27	0.56	4.50	108.75	22.88	0.90	2.25	1.13
Día 5	0.156	100	5.00	11.25	2.50	3.00	1.41	0.63	5.00	100.00	21.25	1.00	2.50	1.25
Día 6	0.141	105	4.50	12.38	2.91	3.60	1.69	0.75	6.00	101.25	21.75	1.20	3.00	1.50
Día 7	0.125	95	4.00	11.25	2.66	3.30	1.55	0.69	5.50	91.25	19.63	1.10	2.75	1.38
Día 8	0.188	110	6.00	12.00	2.56	3.00	1.41	0.63	5.00	112.50	23.75	1.00	2.50	1.25
Día 9	0.156	95	5.00	10.50	2.28	2.70	1.27	0.56	4.50	96.25	20.38	0.90	2.25	1.13
Día 10	0.188	120	6.00	13.50	3.00	3.60	1.69	0.75	6.00	120.00	25.50	1.20	3.00	1.50
Día 11	0.141	90	4.50	10.13	2.25	2.70	1.27	0.56	4.50	90.00	19.13	0.90	2.25	1.13
Día 12	0.156	105	5.00	12.00	2.72	3.30	1.55	0.69	5.50	103.75	22.13	1.10	2.75	1.38
Día 13	0.125	90	4.00	10.50	2.44	3.00	1.41	0.63	5.00	87.50	18.75	1.00	2.50	1.25
Día 14	0.141	90	4.50	10.13	2.25	2.70	1.27	0.56	4.50	90.00	19.13	0.90	2.25	1.13
Día 15	0.188	115	6.00	12.75	2.78	3.30	1.55	0.69	5.50	116.25	24.63	1.10	2.75	1.38
Día 16	0.156	110	5.00	12.75	2.94	3.60	1.69	0.75	6.00	107.50	23.00	1.20	3.00	1.50
Día 17	0.141	100	4.50	11.63	2.69	3.30	1.55	0.69	5.50	97.50	20.88	1.10	2.75	1.38
Día 18	0.156	100	5.00	11.25	2.50	3.00	1.41	0.63	5.00	100.00	21.25	1.00	2.50	1.25
Día 19	0.125	85	4.00	9.75	2.22	2.70	1.27	0.56	4.50	83.75	17.88	0.90	2.25	1.13
Día 20	0.156	105	5.00	12.00	2.72	3.30	1.55	0.69	5.50	103.75	22.13	1.10	2.75	1.38
Día 21	0.141	105	4.50	12.38	2.91	3.60	1.69	0.75	6.00	101.25	21.75	1.20	3.00	1.50
Día 22	0.188	105	6.00	11.25	2.34	2.70	1.27	0.56	4.50	108.75	22.88	0.90	2.25	1.13
Día 23	0.156	100	5.00	11.25	2.50	3.00	1.41	0.63	5.00	100.00	21.25	1.00	2.50	1.25
Día 24	0.188	105	6.00	11.25	2.34	2.70	1.27	0.56	4.50	108.75	22.88	0.90	2.25	1.13
Día 25	0.125	95	4.00	11.25	2.66	3.30	1.55	0.69	5.50	91.25	19.63	1.10	2.75	1.38
Día 26	0.141	105	4.50	12.38	2.91	3.60	1.69	0.75	6.00	101.25	21.75	1.20	3.00	1.50
Total	4.000	2,640	128.00	300.00	67.50	81.60	38.25	17.00	136.00	2,620.00	558.00	27.20	68.00	34.00

Cada una de las filas de esta tabla contiene el requerimiento total de materiales necesarios para cumplir con la demanda diaria establecida en el programa maestro de producción de la tabla I.

3.9 Cotización de compra

Una vez que se ha detectado la necesidad de adquirir materiales, será necesario determinar qué proveedores cuentan con la posibilidad de cubrir su demanda; debido a la relación existente entre los costos y la rentabilidad, éstos deben ser minimizados para obtener la mayor rentabilidad posible sin sacrificar el nivel de calidad, es por ello que es necesario obtener los precios más favorables del mercado que puedan satisfacer estas condiciones.

Para lograr este objetivo es necesario efectuar como mínimo tres cotizaciones, salvo casos especiales, como la existencia de proveedores exclusivos o líneas de crédito establecidas con proveedores. El formato para la cotización de compra puede observarse en la figura 5.

Figura 5. Formato de cotización de compra

COTIZACIÓN DE COMPRA		Fecha:	
		Cotización No.	
		S. C. No.	
Rogamos se sirvan cotizar a la mayor brevedad posible los siguientes artículos:			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Precio total
Firma y sello PROVEEDOR			

3.10 Orden de compra

Una vez que se ha determinado el proveedor que cumple con los requerimientos de calidad, tiempo de entrega y precio razonable, puede realizarse el pedido de los materiales requeridos por el sistema productivo; dicho pedido debe ser documentado mediante una orden de compra. El formato que puede utilizarse es el que se encuentra en la figura 6.

Figura 6. Formato de orden de compra

ORDEN DE COMPRA					No.
Proveedor		Fecha de solicitud		Requerido en	
		Cuenta		Recibido almacén	
		Uso o destino inmediato		Entero	Parcial
Condiciones de pago			Promesa de entrega		
Sírvasse enviar a _____ por conducto de _____ previa aceptación de las condiciones de este pedido, los siguientes artículos:					
Cantidad	Unidad	Descripción	Código	Precio	
				Unidad	Total
NOTA: le rogamos enviarnos su factura acompañada del original de este pedido.					
Sello		Revisado		Autorización	

La orden de compra debe ser confrontada al momento de la recepción de los materiales. La verificación de los pedidos recibidos debe ser registrada mediante una forma de recepción de materiales, la que debe contener información concerniente al pedido, el proveedor, la fecha en que se realizó la recepción de materiales, el código del material, la cantidad total de cada uno de los materiales adquiridos y el precio total de los mismos.

4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO

4.3 Cómo utilizar el diseño del sistema

Para obtener resultados oportunos y confiables, es importante considerar un adecuado sistema de cómputo que permita revisar continuamente las actividades de planeación de requerimientos de materiales, para lograr un sistema flexible que se adecue a las necesidades cambiantes del sistema productivo; esto permitirá contar con la cantidad precisa de los materiales necesarios en el proceso productivo en el momento oportuno.

Para que este sistema sea dinámico, es necesario que el mismo sea alimentado continuamente con la información generada en cada momento del proceso productivo, información que es procesada para realizar los cálculos necesarios para una adecuada planificación de los requerimientos de materiales.

El sistema tiene la capacidad de generar reportes que permitan la toma de decisiones, fundamentado en la información ingresada y el procesamiento que la misma ha tenido; dichos reportes pueden brindar una amplia gama de información que puede ser determinante para la toma de decisiones, como puede ser el nivel de existencia del total de materiales utilizados en el sistema productivo, el total de requerimientos de materiales para un pedido en particular, las cantidades requeridas por unidad de producción de un producto específico, etc.

Además, el sistema permite realizar consultas sobre el nivel de existencias de un material que sea de interés o los movimientos que se han realizado dentro del inventario, los pedidos que no han sido abastecidos total o parcialmente con los materiales necesarios para su producción; la cantidad de materiales pendientes de abastecer para estos pedidos, etc.

Para facilitar el acceso a cada una de las aplicaciones necesarias para el adecuado desempeño del sistema de planificación de materiales, se debe contar con un ambiente gráfico que permita al usuario realizar fácilmente cualquier actividad de las mencionadas anteriormente, por ello las mismas pueden ser agrupadas por el tipo de operación, las que pueden observarse en el menú principal del sistema de planificación de materiales de la figura 7.

Figura 7. Menú principal del sistema de planificación de materiales



4.3.1 Información que debe ingresar al sistema

Considerando que el sistema de cómputo tiene un diseño en su estructura, la información debe ser ingresada en un determinado orden para que la misma sea validada por el sistema; la información que debe ingresar inicialmente al sistema es la concerniente a los catálogos principales.

Dentro de los catálogos principales puede mencionarse el catálogo de productos, el de materiales, el de proveedores, el de clientes y el de vendedores. En el catálogo de productos debe ingresarse información referente al código del producto, el nombre, la presentación, la unidad de medida y el precio unitario como puede apreciarse en la figura 8.

Figura 8. Formulario de ingreso de datos referentes a los productos

CATÁLOGO DE PRODUCTOS	
CodProd	SS01
Nombre	Pollo en vino
Presentación	1
UnidadDeMedida	Porción
Existencia	1
PrecioUnitario	12

Registro: 4 de 5

En el sistema también debe ingresarse la información referente a los pedidos realizados por los clientes; la misma contiene el código del pedido, el código del cliente, el código del vendedor, la fecha del pedido, la fecha de entrega, la forma y el estatus del envío.

Luego de que se ha ingresado la información requerida por pedido, debe ingresarse también su detalle, con la información referente al código de pedido, el código del material, la cantidad solicitada y el monto total de la compra.

Debido a que el sistema es dinámico, el archivo legal de inventarios debe permanecer actualizado; para ello debe ingresarse al mismo todos los movimientos de materiales que surjan en el proceso productivo, en el sistema se identifican cuatro distintos tipos de movimiento; siendo éstos la recepción de materiales, devolución del taller, requisición del taller y devolución al proveedor; los primeros dos constituyen entradas al inventario, mientras que los últimos dos son salidas del inventario.

- **Recepción de materiales:** una vez que el proveedor ha cumplido con la solicitud de materiales realizada en la orden de compra, debe confrontarse la información referente a las cantidades y tipos de materiales entregados, esta transacción debe registrarse en una forma de recepción de materiales, la cual debe ingresar al sistema de cómputo después de ser aprobada.
- **Devolución del taller:** esta transacción se llevará a cabo si el personal de producción rechaza materiales por no cumplir con los requerimientos de calidad, o por la existencia de excedentes de materiales después de cumplir con el lote de producción procesado.
- **Requisición del taller:** es originada por el requerimiento de los materiales necesarios para cubrir cada orden de producción.
- **Devolución al proveedor:** al detectarse la existencia de materiales que no cumplen con las especificaciones de calidad, es necesario realizar la devolución de los mismos a los proveedores correspondientes.

Además del tipo de movimiento de materiales realizado, se debe ingresar información referente al número de documento, el código del pedido que cubre si se trata de una requisición del taller, la fecha de emisión del documento, el código del material solicitado, el código del emisor del documento, la cantidad de material requerido. En caso de ser una recepción de compra se debe ingresar el precio total de la compra realizada del material en cuestión. El formulario de ingreso de esta información puede observarse en la figura 9.

Figura 9. Formulario de ingreso de la información referente al movimiento de materiales

MOVIMIENTO DE MATERIALES	
IdMovimientoMateriales	1
Documento	d211
CodPedido	
TipoDeMovimiento	Recepción de Compra Devolución de Taller Requisición de Taller Devolución a proveedor
FechaDeEmisión	15-Ene-00
CodMateriaPrima	a1
CodEmisorDeDocumento	p1
Cantidad	15
Precio total	3185

Registro: 1 de 2

4.3.2 Procesamiento de la información ingresada al sistema

Una vez que se ha ingresado la información requerida por el sistema, su diseño permite determinar los requerimientos de materiales para una orden en particular o para el total de la producción programada. También puede determinar el nivel de inventarios, los movimientos de materiales realizados durante un intervalo de tiempo de interés, etc.

Para ello, el sistema de cómputo maneja un conjunto de códigos que permite identificar plenamente a cada uno de los productos, materiales, pedidos, etc. Si se considera el programa maestro de producción de la tabla I, el sistema lo identificaría como se muestra en la figura 10.

Figura 10. Identificación en el sistema del programa maestro de producción

CodPedido	CodCliente	CodVendedor	FechaPedido	FechaEntrega	EstatusEntrega	FechaEnvío																
12158	02	01	02-Ene-04	03-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	03-Ene-04																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>CodProd</th> <th>Cantidad</th> <th>DescuentoUnitario</th> <th>Estatus</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>SSS01</td> <td>50</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SSS02</td> <td>40</td> <td>0</td> <td></td> </tr> <tr> <td>*</td> <td>0</td> <td>0</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							CodProd	Cantidad	DescuentoUnitario	Estatus	SSS01	50	0		SSS02	40	0		*	0	0	
CodProd	Cantidad	DescuentoUnitario	Estatus																			
SSS01	50	0																				
SSS02	40	0																				
*	0	0																				
12159	01	02	03-Ene-04	04-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	04-Ene-04																
12160	02	01	04-Ene-04	05-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	05-Ene-04																
12161	01	02	05-Ene-04	06-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	06-Ene-04																
12162	01	01	06-Ene-04	07-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	07-Ene-04																
12163	02	01	07-Ene-04	08-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	08-Ene-04																
12164	01	02	08-Ene-04	09-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	09-Ene-04																
12165	01	01	09-Ene-04	10-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	10-Ene-04																
12166	02	01	10-Ene-04	11-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	11-Ene-04																
12167	01	02	11-Ene-04	12-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	12-Ene-04																
12168	02	02	12-Ene-04	13-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	13-Ene-04																
12169	01	01	13-Ene-04	14-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	14-Ene-04																
12170	01	02	14-Ene-04	15-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	15-Ene-04																
12171	02	01	15-Ene-04	16-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	16-Ene-04																
12172	02	02	16-Ene-04	17-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	17-Ene-04																
12173	01	01	17-Ene-04	18-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	18-Ene-04																
12174	02	02	18-Ene-04	19-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	19-Ene-04																
12175	01	02	19-Ene-04	20-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	20-Ene-04																
12176	02	02	20-Ene-04	21-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	21-Ene-04																
12177	01	01	21-Ene-04	22-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	22-Ene-04																
12178	02	02	22-Ene-04	23-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	23-Ene-04																
12179	02	01	23-Ene-04	24-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	24-Ene-04																
12180	02	01	24-Ene-04	25-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	25-Ene-04																
12181	01	02	25-Ene-04	26-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	26-Ene-04																
12182	02	01	26-Ene-04	27-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	27-Ene-04																
12183	02	01	27-Ene-04	28-Ene-04	<input checked="" type="checkbox"/>	28-Ene-04																
*					<input type="checkbox"/>																	

Registro: 1 de 2

Para realizar el cálculo de los requerimientos de materiales necesarios para cumplir el programa maestro de producción, el sistema cuenta con la información referente a la lista de materiales contenida en las tablas II y III, materiales necesarios para la manufactura de los productos pollo 1 y pollo 2, los que son identificados en el sistema como SSS01 y SSS02, respectivamente; la manera en que el sistema identifica esta información puede observarse en la figura 11.

Figura 11. Identificación en el sistema de la lista de materiales

LISTA DE MATERIALES DE UNA FAMILIA DE PRODUCTOS : Consulta de selección							
CodFamiliaProducto	NombreFamilia	CodProd	CodMaterial	NombreMaterial	Cantidad	UnidadDeMedida	UnidadesDeProduccion
SSS	Almuerzos	SSS01	AVE0101	Pollo limpio	15	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS01	ENV0101	Salsa base	3.5	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS01	VER0101	Verdura mixta	1	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS01	MEZ0101	Harina blanca	0.5625	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS01	MEZ0201	Maicena	0.25	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS01	CON0101	Consome líquido	3	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS01	CON0201	Consome polvo	0.875	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS01	VINO101	Vino blanco	0.5	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS01	AVE0201	Pellejo de pollo	2	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS01	ENV0201	Salsa inglesa	0.4	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS01	ENLD101	Crema	1.2	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS01	MEM0201	Bolsa de empaque (2 Lb)	20	Piezas	20
SSS	Almuerzos	SSS02	AVE0101	Pollo limpio	25	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS02	VER0401	Cebolla limpia	2	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS02	FRID101	Aceite vegetal	0.0625	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS02	CON0101	Consome líquido	1.5	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS02	CON0201	Consome polvo	0.125	Libras	20
SSS	Almuerzos	SSS02	ENV0101	Salsa base	5	Litros	20
SSS	Almuerzos	SSS02	MEM0201	Bolsa de empaque (2 Lb)	20	Piezas	20

El sistema identifica cada uno de los materiales necesarios para la manufactura de los productos pollo 1 y pollo 2 demandados en el programa maestro de producción de la tabla I, por ejemplo, el sistema identifica el material pollo limpio mediante el código AVE0101, el cual forma parte de los productos incluidos en dicho programa. De las listas de materiales contenidas en las tablas II y III se establece que se requieren 15 y 25 libras para la manufactura de un lote de producción de 20 porciones de pollo 1 y pollo 2 respectivamente.

Considerando únicamente la producción planificada para el día 1, el requerimiento total de pollo limpio será de 37.5 y 50 libras para la demanda de pollo 1 y pollo 2 respectivamente, tablas V y VI, para hacer un total de 87.5 libras y cumplir con la demanda del día en mención. En general, el requerimiento de materiales se obtiene al aplicar la formula siguiente:

$$CRM_{ij} = CUP_i * D_j$$

Donde:

CRM_{ij} = Cantidad requerida del material i para la demanda del producto j

CUP_i = Cantidad requerida del material por lote de producción del producto i

D_j = Cantidad demandada del producto j

El sistema de cómputo utilizado es un manejador de bases relacionales; por ello debe contener la manera en que los datos se relacionan entre sí, para poder realizar cualquier cálculo u operación, por ejemplo, en la lista de materiales es necesario asociar a cada producto los materiales necesarios para su manufactura, la combinación de sus códigos hace que cada registro sea único, evitando así cualquier posible duplicación.

4.3.3 Reportes generados por el sistema

Debido al alto grado de dinamismo con que se desarrollan las actividades en el proceso productivo, es sumamente importante obtener ágil y oportunamente la información necesaria para la toma de decisiones acertadas, lo que permitirá la optimización de los recursos disponibles en la organización.

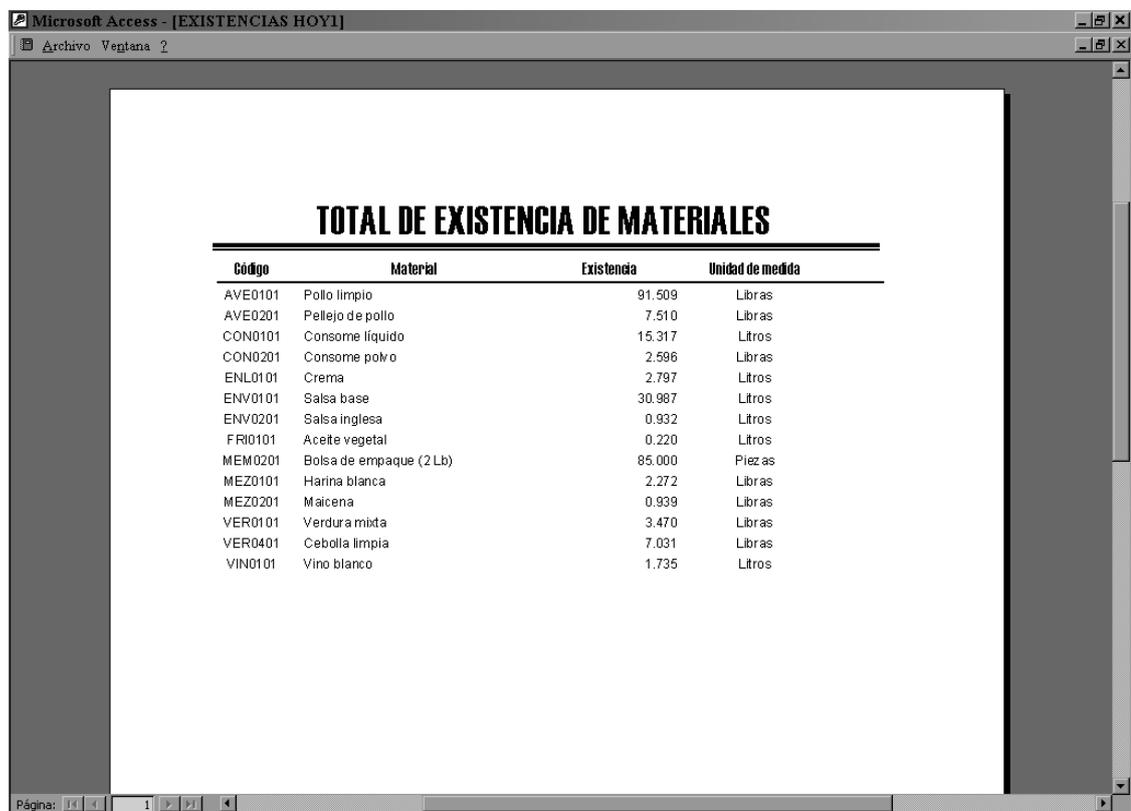
Una de las variables críticas que deben controlarse para reducir los costos innecesarios en el proceso productivo lo constituye el manejo de inventarios, ya que el exceso de materiales en inventario genera costos altos de almacenaje y costo de capital, debido a que los recursos podrían ser invertidos en el sistema financiero o en otros negocios que generen utilidad.

Así mismo, los faltantes en inventarios generan también pérdidas significativas, las paradas de producción pueden ocasionar la pérdida de

clientes por incumplimiento de los pedidos, aunque este problema podría solucionarse mediante la adquisición de los materiales faltantes a precios más altos, conduciendo inevitablemente a un incremento en los costos.

Para evitar estos inconvenientes es importante optimizar el nivel de inventarios de los materiales utilizados en el sistema productivo, por ello se debe conocer el estado real de inventarios, lo que permite realizar ajustes en la planificación de los requerimientos de materiales. Para facilitar esta tarea, el sistema genera un grupo de reportes que son útiles para su verificación. Los reportes que contienen esta información pueden observarse en las figuras 12, 13 y 14.

Figura 12. Existencia de materiales



The screenshot shows a Microsoft Access window titled "Microsoft Access - [EXISTENCIAS HOY1]". The main content area displays a report with the title "TOTAL DE EXISTENCIA DE MATERIALES". Below the title is a table with four columns: "Código", "Material", "Existencia", and "Unidad de medida". The table lists 15 different materials with their respective inventory quantities and units.

Código	Material	Existencia	Unidad de medida
AVE0101	Pollo limpio	91.509	Libras
AVE0201	Pellejo de pollo	7.510	Libras
CON0101	Consome líquido	15.317	Litros
CON0201	Consome polvo	2.596	Libras
ENL0101	Crema	2.797	Litros
ENV0101	Salsa base	30.987	Litros
ENV0201	Salsa inglesa	0.932	Litros
FRI0101	Aceite vegetal	0.220	Litros
MEM0201	Bolsa de empaque (2 Lb)	85.000	Piezas
MEZ0101	Harina blanca	2.272	Libras
MEZ0201	Maicena	0.939	Libras
VER0101	Verdura mixta	3.470	Libras
VER0401	Cebolla limpia	7.031	Libras
VIN0101	Vino blanco	1.735	Litros

Figura 13. Requerimiento total de materiales

Detalle de requerimiento de materiales

CodPedido 12158

CodProd	Nombre	Presentación
SSS01	Pollo en vino	1

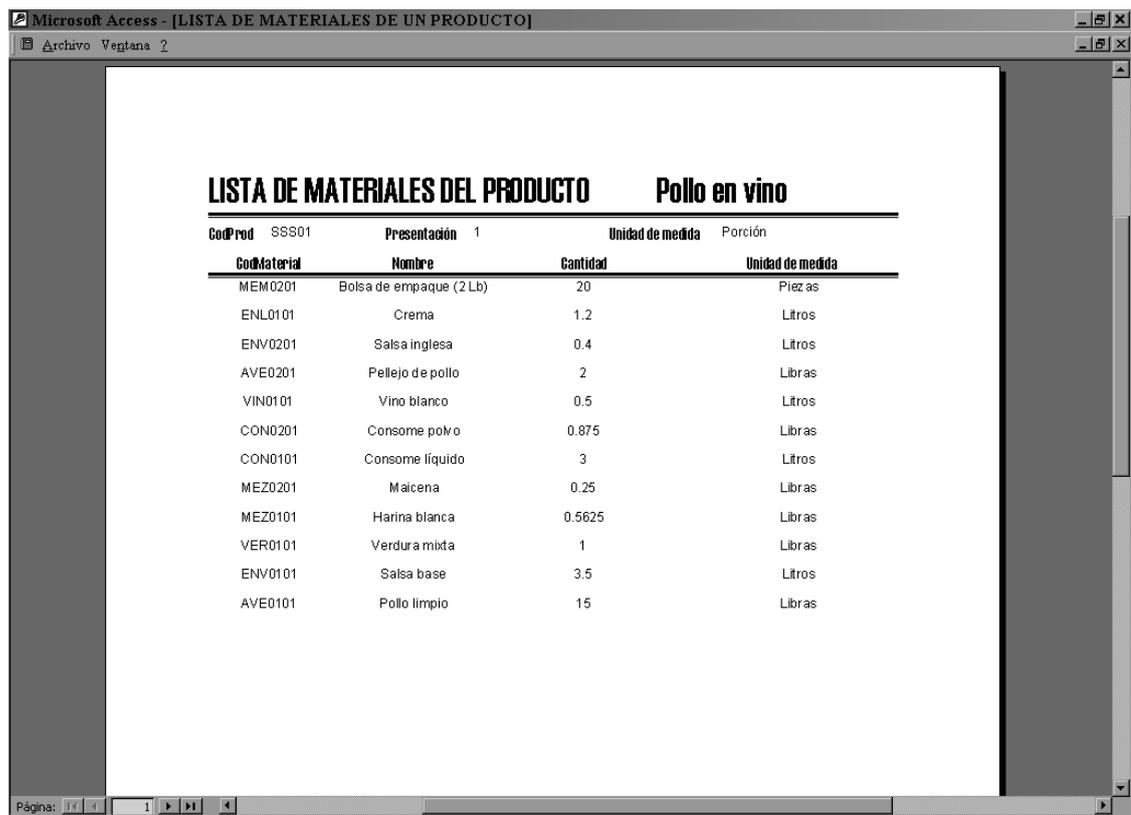
CodMaterial	Nombre	Cantidad	Unidad de medida
AVE0101	Pollo limpio	750.00	Libras
AVE0201	Pellejo de pollo	100.00	Libras
CON0101	Consome líquido	150.00	Litros
CON0201	Consome polvo	43.75	Libras
ENL0101	Crema	60.00	Litros
ENV0101	Salsa base	175.00	Litros
ENV0201	Salsa inglesa	20.00	Litros
MEM0201	Bolsa de empaque (2Lb)	1,000.00	Piezas
MEZ0101	Harina blanca	28.13	Libras
MEZ0201	Maicena	12.50	Libras
VER0101	Verdura mixta	50.00	Libras
VIN0101	Vino blanco	25.00	Litros

CodProd	Nombre	Presentación
SSS02	Pollo en mole	1

CodMaterial	Nombre	Cantidad	Unidad de medida
AVE0101	Pollo limpio	1,000.00	Libras
CON0101	Consome líquido	60.00	Litros
CON0201	Consome polvo	5.00	Libras
ENV0101	Salsa base	200.00	Litros
ENV0201	Salsa inglesa	20.00	Litros
MEZ0101	Harina blanca	28.13	Libras
MEZ0201	Maicena	12.50	Libras
VER0101	Verdura mixta	50.00	Libras
VIN0101	Vino blanco	25.00	Litros

Además, en ocasiones puede ser necesario conocer la lista de materiales que componen un producto, por ello, el sistema puede generar un reporte sobre las especificaciones referentes a las cantidades precisas requeridas para la fabricación de cualquier producto elaborado por la empresa. Dicho reporte puede observarse en la figura 14.

Figura 14. Reporte de la lista de materiales para un producto



Microsoft Access - [LISTA DE MATERIALES DE UN PRODUCTO]

Archivo Ventana ?

LISTA DE MATERIALES DEL PRODUCTO Pollo en vino

CodProd	SSS01	Presentación	1	Unidad de medida	Porción
CodMaterial	Nombre	Cantidad		Unidad de medida	
MEM0201	Bolsa de empaque (2 Lb)	20		Piezas	
ENL0101	Crema	1.2		Litros	
ENV0201	Salsa inglesa	0.4		Litros	
AVE0201	Pellejo de pollo	2		Libras	
VIN0101	Vino blanco	0.5		Litros	
CON0201	Consome polvo	0.875		Libras	
CON0101	Consome líquido	3		Litros	
MEZ0201	Maicena	0.25		Libras	
MEZ0101	Harina blanca	0.5625		Libras	
VER0101	Verdura mixta	1		Libras	
ENV0101	Salsa base	3.5		Litros	
AVE0101	Pollo limpio	15		Libras	

Página: 1

4.4 Importancia de su implementación

La implementación del sistema permitirá elevar la productividad del personal, debido a que el mismo cuenta con la información necesaria para realizar el cálculo del requerimiento de materiales. Con esto se evita realizar manualmente el proceso requerido para dicho cálculo; el sistema cuenta con la información referente a la lista de materiales y la determinación total de materiales para un pedido. De igual forma, el total de producción programada para un período dado será fácilmente realizada por el sistema.

El sistema permitirá también evaluar si se cuenta con los materiales necesarios para cubrir la demanda del departamento de producción, debido a que el archivo legal del inventario será actualizado permanentemente, mediante las formas utilizadas para dar seguimiento a las entradas y salidas de inventario de los distintos materiales utilizados en el sistema productivo.

Para verificar si el nivel de existencia en inventario de los distintos materiales es adecuado, bastará con determinar los requerimientos de materiales para el o los nuevos pedidos de producción y establecer si se pueden cubrir las necesidades de abastecimiento, lo que reduce los costos de inventario y los generados por una parada de producción.

5. CONTROL Y MEJORA DE LA PROPUESTA

5.6 Mejora continua del sistema

5.6.1 Control del sistema

Este proceso se realiza para determinar si el sistema diseñado cumple con los objetivos establecidos para el mismo. Si los resultados generados por el sistema difieren de los reales, debe establecerse la causa de dicha variación, y si el problema se relaciona con el sistema de aplicación, se modifica la estructura interna del sistema para que no genere más inconvenientes.

Como una medida efectiva de control se determinan los requerimientos de un pedido de producción, con lo que se obtendría los requerimientos brutos de materiales para dicho pedido; este resultado debe ser comparado con el generado por el sistema para determinar si existe alguna desviación, de ser así, debe determinarse la fuente de desviación para que la misma pueda ser corregida y el sistema tenga la confiabilidad requerida.

Además, será necesario verificar si el control de inventarios que efectúa el sistema es coherente con la realidad. Para lograr este objetivo debe realizarse periódicamente el inventario físico de una muestra o de la totalidad de los materiales utilizados en el proceso productivo, resultado que debe ser comparado con la información contenida en el sistema y la documentación concerniente a las entradas y salidas de materiales; si existe alguna diferencia entre el inventario físico y el registrado en el sistema, deben realizarse los ajustes necesarios para la actualización del sistema.

5.6.2 Mantenimiento del sistema

5.7 Actualización periódica del sistema de cómputo

5.7.1 Hardware

Debido a la acumulación de los registros históricos y al crecimiento de la producción que experimenta la empresa, debe considerarse la actualización periódica del *hardware* utilizado por el sistema, ello contribuirá a que la velocidad de respuesta del sistema se encuentre dentro de los parámetros deseados. Además, debe considerarse la realización periódica de *backups* de la información disponible en el sistema, los cuales deben ser almacenados en unidades externas al mismo, esto como una medida de seguridad en caso del colapso del sistema, ya que la pérdida total o parcial de información puede resultar perjudicial para la realización de un adecuado análisis de la evolución de los requerimientos de materiales necesarios para la manufactura de los distintos productos elaborados por la empresa.

5.7.2 Software

El *software* debe ser actualizado periódicamente para realizar las modificaciones necesarias a fin de que sus aplicaciones respondan a las necesidades cambiantes del sistema productivo. Sin embargo, no es suficiente con realizar la modificación del *software* existente, debe evaluarse la posibilidad de la adquisición de nueva tecnología que mejore las aplicaciones y la velocidad de respuesta del sistema, solamente así se logrará mantener el nivel de competitividad que actualmente exige el mercado en cuanto a la calidad, precio y tiempo de entrega de los pedidos.

5.8 Retroalimentación con el usuario del sistema de cómputo

Para determinar los problemas o inconvenientes que han tenido los usuarios del sistema se deben realizar encuestas y entrevistas, mismas que serán útiles para determinar las posibles mejoras que puedan realizarse a la aplicación del sistema.

Una vez que se ha determinado la existencia de algún problema en la aplicación del sistema, corresponderá al personal de desarrollo de software realizar las modificaciones necesarias a la estructura del programa para que satisfaga las necesidades del sistema productivo.

Las modificaciones realizadas al sistema deben ser evaluadas después de ser implementadas, con el propósito de establecer si las mismas solucionaron total o parcialmente los problemas o inconvenientes detectados y reportados por los usuarios del sistema; sin embargo, es conveniente dar un seguimiento continuo para verificar que el sistema se encuentra en óptimas condiciones.

5.9 Reuniones periódicas del personal involucrado en el sistema

Deben realizarse reuniones periódicas con el personal involucrado en el sistema para dar a conocer las modificaciones realizadas, logrando con ello la actualización continua del personal, lo que conducirá a la adecuada utilización y optimización de los recursos disponibles en el sistema.

Para tener una visión integral, el personal involucrado en el sistema expondrá los problemas que ha observado, las posibles soluciones que parecen factibles sobre las cuales se podrá trabajar para encontrar la óptima, la cual debe ser implementada en el sistema por el personal de desarrollo de *software*.

5.10 Consideraciones para la implementación del sistema en red

La facilidad de acceso a la información del sistema en tiempo real hace que las redes de cómputo logren beneficios adicionales, permitiendo que el sistema de planificación de los requerimientos de materiales alcance una mayor productividad y eficiencia, derivado de la reducción en la centralización de la información relevante para la toma de decisiones.

Una red de cómputo está formada de cuatro componentes indispensables, necesarios para un modelo de comunicación de datos básicos, siendo éstos:

- Dispositivos de redes
- *Software* para redes
- Medio de transmisión para redes
- Mensajes para redes

Los dispositivos para redes incluyen los servidores y las estaciones de trabajo, cada uno de los cuales puede ser emisor o receptor en la red de cómputo. Los servidores proporcionan acceso a los recursos y servicios del sistema; ya sea almacenamiento de datos y archivos, acceso a los recursos de impresión, y servicio de registro de usuarios.

La estación de trabajo es el medio por el cual se hacen requerimientos al servidor; además, puede hacer uso de sus recursos locales como pueden serlo aplicaciones instaladas en sus discos duros.

El *software* para redes sincroniza los diversos dispositivos que componen la red, constituyendo así el sistema operativo para la misma, es decir, que es el centro de comando que controla los dispositivos para redes. El medio de transmisión para redes conduce la señal de un dispositivo a otro, la que puede ser transportada por ondas electromagnéticas o pulsos de voltaje; generalmente se utilizan cables de par trenzado y coaxial; sin embargo, se acentúa la utilización de fibra óptica por su mayor capacidad y velocidad de transmisión de información, aunque su costo es más alto.

Los mensajes de redes pueden clasificarse en dos tipos, siendo éstos los datos y la información; aunque los términos parecieran sinónimos no es así, los datos son almacenados en la computadora como una serie de cargas eléctricas ordenadas en patrones para representar información, la cual está constituida por datos interpretados o decodificados.

Se debe considerar también que la velocidad de la interfaz de redes no es determinada únicamente por el servidor, ésta es limitada por la conexión más lenta entre el servidor y el cliente, por ello es conveniente que las computadoras de las estaciones de trabajo posean la velocidad de la interfaz de red del servidor.

Bajo este esquema, es necesario establecer las especificaciones de los distintos dispositivos de red para que la misma sea funcional, así como el software necesario para su implementación. Dentro del hardware requerido puede mencionarse el servidor, las estaciones de trabajo y el equipo adicional que puede mejorar el desempeño del sistema.

- Servidor

El servidor tendrá un procesador Intel® Pentium® 4 de 3.06GHz, 4GB de memoria ECC SDRAM, 550GB de memoria en el disco duro interno para grabar la información generada por el sistema productivo, un MODEM interno de 56K para las conexiones de red, un disco duro 40GB 7.2K RPM IDE para la realización de *backups* a la información contenida en el disco duro principal, unidad interna de grabación de *backups* PV100T, IDE, TR40 de 40GB y la unidad interna CD-RW/DVD ROM 48X IDE.

El número de usuarios del sistema puede ser de hasta 20 sesiones, idealmente utilizado para compartir aplicaciones, archivos y recursos de impresión disponibles en el sistema, además puede utilizarse para las comunicaciones del personal mediante el establecimiento de cuentas de *e-mail*, lo que contribuirá al alcance de una mayor productividad para la organización.

- Estaciones de trabajo

Computadora de escritorio con un procesador Intel® Celeron® de 2 GHz, 128 MB de memoria SDRAM DDR, disco duro de 40 GB, tarjeta de sonido y video integradas, CD-ROM 48X, MODEM de 56K y tarjeta de red integrada.

- Equipo adicional

Para la realización de informes resulta útil contar con impresoras disponibles en cada una de las estaciones de trabajo, al no ser esto posible una solución viable es que se encuentren algunas impresoras como recursos compartidos en la red, lo que contribuirá a disminuir en cierta medida los costos de implementación de la red.

Además puede resultar útil contar con al menos un escáner que permita capturar las imágenes incluidas en los informes. Otro elemento importante lo constituye una quemadora externa, la cual puede ser utilizada para realizar *backups* de los discos duros de las computadoras de escritorio instaladas en las estaciones de trabajo.

Dentro del *software* requerido para la implementación de la red se encuentra el sistema operativo, el cual puede ser *Windows 2003 Small Business Server, Standard Edition*. Además, se debe contar como mínimo con los programas de *Microsoft Office XP* para la realización de los informes utilizados para el seguimiento y control del sistema productivo.

Debido a que el servidor contará con un disco duro para la realización de *backups* a la información ingresada al sistema, será necesaria la adquisición de un *software* especial para que el mismo pueda operar eficientemente, siendo este el *Tape Ware Software*. Con el *hardware* y *software* descrito el sistema de cómputo podrá operar eficientemente utilizando todos los recursos disponibles en la red.

CONCLUSIONES

1. El sistema de planificación de los requerimientos de materiales utiliza la dependencia que existe entre la demanda de los productos y las especificaciones de fabricación para determinar la cantidad precisa de cada uno de los materiales que serán necesarios para cumplir dicha demanda.
2. El sistema utilizado por la empresa para realizar la planeación de los requerimientos de materiales es adecuado para cumplir con la tarea de la administración de inventarios, sin embargo, resulta poco dinámico por no existir una interrelación entre todos los departamentos participantes en el proceso productivo.
3. El modelo permite a la empresa ser más eficiente en el control de inventarios, ya que el manejo y administración de los materiales se lleva a cabo por medio de un sistema de cómputo, además permite que cada unidad que integra el proceso productivo pueda acceder a la información disponible en dicho sistema, lo que permite agilizar la obtención de información necesaria para la toma de decisiones en las distintas áreas del sistema productivo.
4. El volumen de producción demandado para un período específico permite conocer las cantidades de materiales que se requerirán para cubrir efectivamente las órdenes de producción, lo que permite realizar una adecuada planificación de los materiales requeridos por el sistema productivo.

5. El proceso administrativo propuesto permite involucrar a todo el personal que interviene en el proceso productivo, permitiendo así una mejor coordinación entre las unidades involucradas y un mejor control de la planificación de los requerimientos de materiales.

6. El programa maestro de producción constituye una herramienta fundamental para determinar los planes agregados de producción de mediano y largo plazo, además permite establecer las exigencias de capacidad instalada con que debe contarse para cubrir la demanda esperada para estos plazos de tiempo.

7. La utilización de documentación para el registro de los movimientos de materiales permite contar con un orden adecuado de los archivos físicos, además, permitirá una relativa facilidad para el ingreso de la información al sistema de cómputo.

RECOMENDACIONES

1. La implementación del sistema debe realizarse brindando una adecuada capacitación a todo el personal que será usuario del sistema de cómputo, así como al personal de bodegas para que utilice correctamente los formatos definidos para el registro de los movimientos de materiales utilizados en el sistema productivo.
2. Para brindar un adecuado mantenimiento al sistema resultará conveniente realizar evaluaciones periódicas del mismo, para ello será necesario comparar la información contenida en el sistema de cómputo con la información real, lo que permitirá corregir las desviaciones existentes entre éstas, brindando así un mayor grado de confiabilidad al sistema.
3. La información generada en el sistema productivo debe ser ingresada al sistema de manera inmediata, lo que permitirá que el mismo contenga la información completamente actualizada y la toma de decisiones basada en datos reales.

BIBLIOGRAFÍA

- Adam, Everett E. Jr. y Ronal J. Ebert. **Administración de la producción y las operaciones**. 4ª. ed. México: Prentice – Hall Hispanoamericana, S. A., 1991. 739 pp
- Álvarez Quisquinay, Edgar Leonel. Control de producción industrial en línea, análisis, diseño, desarrollo e implementación en computadora de herramientas para el control de la producción. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990. 115 pp
- Bedworth, David D. y James E. Bailey. **Sistemas integrados de control de producción**. México: Limusa S. A., 1992. 469 pp
- Domínguez Machuca, José Antonio y otros. **Dirección de operaciones**. España: Mc Graw Hill Interamericana de España S. A. U., 1995. 503 pp
- Gujarati, Damodar N. **Econometría**. 3ª ed. Colombia: Mc Graw Hill, 2000. 824 pp
- Hernández Arriaza, Francisco Arturo. Guía teórico-práctica de laboratorio del curso de control de la producción. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1990.
- Plossl, George W. **Control de la producción y de inventarios**. 2ª ed. México: Prentice - Hall Hispanoamericana, S. A., 1987. 489 pp
- Palacios López, Julio César. Implementación del método para la planificación de los requerimientos de materiales (MRP) en el sistema de control de manufactura, contabilidad y producción (MPICS/DB) en la división al cuidado del consumidor (Consumer Care) de Bayer de Guatemala, S. A. Tesis Ing. Industrial. Guatemala, universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1998. 143 pp

ANEXOS

ANEXO 1

Los pronósticos en las operaciones

La planeación y el control de las operaciones productivas se relacionan fundamentalmente con el futuro, por ello es necesario estimar lo que pasará de hoy en adelante. Estas estimaciones son importantes debido a que permitirán cubrir las necesidades de los clientes.

En general, toda actividad de planeación en una compañía dependerá de las necesidades futuras de los clientes, por ello la mayor parte de la organización funcionará basándose en los pronósticos de ventas. El departamento de control de materiales no es la excepción, el cual frecuentemente es llamado departamento de planeación. El pronóstico de la demanda es vital para planear cuánta materia prima debe adquirir, cuantos componentes debe comprar, y, lo más importante, cuándo debe hacer el pedido.

Modelos de pronósticos

Pronósticos para demanda estable

La demanda estable se caracteriza por tender a una línea recta horizontal, es decir, la demanda permanece prácticamente invariable en el tiempo. Para evaluar este tipo de demanda se utilizan los métodos que se describen a continuación.

a. Último período

Este método considera como pronóstico de la demanda, el nivel de ventas experimentado en el período anterior al período de interés.

b. Promedio aritmético

Este método consiste simplemente en sumar las ventas históricas que se dieron en cada período y luego dividir este resultado entre el número de períodos que fueron considerados.

c. Promedio móvil

En este método se promedian las ventas históricas de cierto número fijo de períodos, según se ha definido el ciclo, los períodos que integran el ciclo son los últimos valores históricos de ventas que preceden al período que se desea pronosticar, para determinar los nuevos pronósticos se va reemplazando el valor del período más antiguo y se agrega el valor del período más reciente.

d. Promedio móvil ponderado

En este método se ponderan los períodos considerados dentro del ciclo, dando mayor ponderación a los períodos más recientes, debido a la mayor credibilidad que poseen dichos períodos en comparación con los períodos más antiguos, ya que éstos pueden tener menor confiabilidad.

e. Ponderado exponencial

Este método utiliza un valor de ponderación α , el cual se encuentra entre 0 y 1. Esta ponderación no es más que el valor que debe considerarse del error obtenido del período anterior de evaluación. El factor de corrección α , empleado en la obtención del menor error acumulado, determina si las causas del error se deben al modelo o al azar. El pronóstico para el período de interés está dado por:

$$P_n = P_{n-1} + \alpha(V_{n-1} - P_{n-1})$$

Donde

α = Factor de corrección

P_n = Pronóstico en el período de interés

P_{n-1} = Pronóstico en el período anterior

V_{n-1} = Ventas en el período anterior

f. Ponderado exponencial con análisis de tendencia

Este método utiliza el factor de corrección α obtenido en el método anterior, el cual se aplica en las fórmulas de tendencia que se presentan a continuación:

$$T_i = \alpha(P_i - P_{i-1}) + (1 - \alpha)T_{i-1}$$

$$P_{it} = P_i + \frac{(1 - \alpha)}{\alpha} T_i$$

Donde

T_i = Tendencia en el período i

α = Mejor factor de corrección encontrado en el método ponderado exponencial

P_i = Pronóstico en el período i en el método ponderado exponencial

P_{i-1} = Pronóstico en el período $i - 1$ en el método ponderado exponencial

T_{i-1} = Tendencia en el período $i - 1$, en el arranque puede ser 0

P_{it} = Pronóstico con tendencia en el período i

Pronósticos para demanda ascendente o descendente

La demanda ascendente o descendente se caracteriza por tender a una línea recta, la primera es aquella en la cual las ventas se incrementan con el tiempo, mientras que en la segunda las ventas decrecen con el tiempo. Para evaluar este tipo de demanda se consideran los siguientes métodos.

a. Método de la línea recta

La recta está definida por $y_i = a + bx_i$

$$a = \frac{\sum y[\sum(x^2) - \sum(x)\sum(xy)]}{N[\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2} \quad b = \frac{N[\sum(xy)] - \sum(x)[\sum(y)]}{N[\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2}$$

b. Método geométrico

$y_i = ax^b$ aplicando logaritmos se tiene $Ln y_i = Lna + bLn x$ y asociada a la recta

$$Lna = \frac{\sum(Lny)[\sum(Lnx)^2] - \sum(Lnx)[\sum(LnxLny)]}{N[\sum(Lnx)^2] - [\sum(Lnx)]^2}$$

$$b = \frac{N[\sum(LnxLny)] - \sum(Lnx)[\sum(Lny)]}{N[\sum(Lnx)^2] - [\sum(Lnx)]^2}$$

c. Método semilogarítmico exponencial

$y_i = ab^x$ aplicando logaritmos se tiene $Lny_i = Lna + xLnb$ y asociada a la recta

$$Lna = \frac{\sum(Lny)[\sum(x^2)] - \sum(x)[\sum(xLny)]}{N[\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2}$$

$$b = \frac{N[\sum(xLny)] - \sum(x)[\sum(Lny)]}{N[\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2}$$

d. Método del logaritmo inverso

$Lny_i = a - b/x_i$ asociada a la recta

$$Lna = \frac{\sum(Lny)[\sum(1/x)^2] - \sum(1/x)[\sum(Lny)/(x)]}{N[\sum(1/x)^2] - [\sum(1/x)]^2}$$

$$b = \frac{N[\sum(Lny)/(x)] - \sum(1/x)[\sum(Lny)]}{N[\sum(1/x)^2] - [\sum(1/x)]^2}$$

e. Método hiperbólico

$y_i = 1/a + bx$ asociada a la recta

$$a = \frac{\sum(1/y)[\sum(x^2)] - \sum(x)\sum(x/y)}{N[\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2} \quad b = \frac{N[\sum(x/y)] - \sum(x)[\sum(1/y)]}{N[\sum(x^2)] - [\sum(x)]^2}$$

Pronósticos para demanda cíclica

Este tipo de demanda se caracteriza por tener un comportamiento muy similar de las ventas a lo largo del tiempo, las cuales pueden ser mayores en cierta época del año y luego disminuir, o viceversa. Para evaluar este tipo de demanda se consideran los métodos que a continuación se describen.

a. Método de índices

Las ventas similares dentro del ciclo se trabajan en forma paralela. Este método emplea un indicador "I" de la relación horizontal que poseen algunos períodos, respecto al valor medio de todos los datos de ventas. El pronóstico se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P_{(i)} = I_i V_i$$

El valor del índice está dado por:

$$I_i = P_{P(i)} / \bar{V}$$

El valor del promedio general se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\bar{V} = \sum_{i=1}^n V_i / n$$

Donde

$P_{(i)}$ = Pronóstico de ventas en el período i

$P_{P(i)}$ = Promedio mensual de ventas para el período i

V_i = Ventas del período i del último juego de datos

I_i = Índice correspondiente al período i

\bar{V} = Promedio general de las ventas

b. Método cíclico combinado

Este método se basa en la relación que existe entre el método cíclico y una tendencia extraída de algún método de regresión, posee un indicador similar al del método de índices, sin embargo, éste se calcula con los valores ajustados de ventas.

El valor de las ventas ajustadas se determinan mediante la siguiente ecuación:

$$V_A = V_i + bt_i$$

Sujeta a la siguientes ecuaciones:

$$\sum_{i=1}^n V_i = na + b \sum_{i=1}^n t_i$$

$$\sum_{i=1}^n (t_i V_i) = a \sum_{i=1}^n t_i + b \sum_{i=1}^n (t_i)^2$$

El valor promedio general de las ventas ajustadas está dado por:

$$\bar{V}_A = \sum_{i=1}^n V_{A(i)} / n$$

El índice está dado por:

$$I_i = P_{P(i)} / \bar{V}_A$$

El pronóstico se determina mediante la siguiente ecuación:

$$P_{(i)} = I_i \bar{V}_A + bt_i$$

Donde

V_i = Ventas en el período i

t_i = Valor del período i

V_A = Valor ajustado de ventas

\bar{V}_A = Promedio general del valor ajustado de ventas

I_i = Índice para el período i

$P_{(i)}$ = Pronóstico para el período i

$P_{P(i)}$ = Promedio mensual de ventas para el período i

b = Pendiente de la recta de ventas ajustadas

t_i = Valor del período en el tiempo i

Pronósticos mediante un modelo autorregresivo

En este modelo las ventas en el período t dependen de las ventas que se presentaron en el período $t - 1$ y de un error aleatorio no correlacionado μ_t con media cero y varianza constante σ^2 , es decir, un ruido blanco; dadas las características de esta variable aleatoria, se espera que en el largo plazo no afecte la evolución de las ventas, ya que algunas veces será positiva y otras será negativa. El modelo descrito es un proceso autorregresivo de primer orden, llamado también AR(1).

En otras palabras, el pronóstico de ventas dependerá simplemente del valor histórico del período anterior más un *shock* aleatorio. Dicho *shock* no es más que una variable estocástica que puede incrementar o reducir las ventas del período de análisis, en el largo plazo su efecto sobre el nivel de ventas es nulo. La exactitud del pronóstico dependerá del grado de correlación que exista entre las ventas del período t y las ventas del período $t - 1$. Para que la curva

de ventas se ajuste de mejor manera puede incluirse un término de intercepto en el origen, el cual puede ser determinado al definir la ecuación que describe la evolución histórica de las ventas. En general se tiene:

$$V_t = C + \alpha V_{t-1} + \mu_t$$

Donde

V_t = Ventas en el período t

C = Intercepto

α = Coeficiente de regresión

V_{t-1} = Ventas en el período t - 1

μ_t = Error aleatorio

Después de estimar los valores de \hat{C} y $\hat{\alpha}$, puede realizarse el pronóstico mediante la siguiente ecuación:

$$V_t = \hat{C} + \hat{\alpha} V_{t-1}$$

Donde

\hat{C} = Valor estimado del intercepto

$\hat{\alpha}$ = Coeficiente estimado de regresión

ANEXO 2

DIAGRAMA ENTIDAD RELACIÓN

