

T
658.503
TAYe



Escuela Superior Politécnica del Litoral

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Estructuración de un Modelo para el Mejoramiento de la Planeación de la Producción Basada en la Filosofía MRP en una Empresa con Procesos Termoplásticos”

TESIS DE GRADO

Previa a la Obtención del Título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Presentada Por:

Betty Jacqueline Tayo Zamora

Guayaquil - Ecuador

Año - 2004

AGRADECIMIENTO

Primeramente a Dios por su bendición para culminar con mi carrera, a mis familiares, profesores, amigos que han colaborado en el cumplimiento de este triunfo y especialmente al Dr. Gonzalo Páez Peñaherrera por su invaluable ayuda.

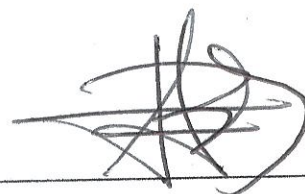
DEDICATORIA

A MI MADRE

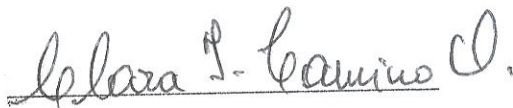
TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Ing. Mario Patiño A.
DELEGADO DEL DECANO
PRESIDENTE



Ing. Jorge Abad M.
DIRECTOR DE TESIS



Ing. Clara Camino O.
VOCAL



Dr. Kléber Barcia V.
VOCAL

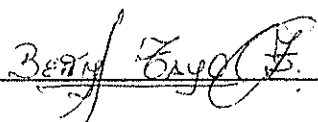


POLITECNICA DEL LITORAL
BIBLIOTECA 'GONZALO ZEVALLOS'
F.I.M.C.P.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)


Betty Jacqueline Tayo Zamora

RESUMEN

La presente Tesis de Grado se desarrolla en una empresa de procesos Termoplásticos de la Provincia del Guayas, la misma que enfrenta problemas internos que no le permiten ofrecer al mercado un producto de calidad, a un precio asequible y en el momento que este lo requiera, sus principales problemas son:

Perdida de clientes por retrasos en entrega de productos, pérdidas de capacidad por falta disponibilidad de materiales, Incumplimientos de programación, por falta de conocimiento de la capacidad real de la planta, desperdicios de tiempo, material, mano de obra y fabricación de productos de baja calidad, por la falta de estandarización de los procesos, costeo tradicional que asigna ineficiencias del proceso a los productos y originan la pérdida de su competitividad.

Se plantea como objetivo general de esta Tesis contribuir al mejoramiento de la productividad y competitividad de esta empresa mediante la



estructuración de un modelo para el mejoramiento de la planeación y la programación de la producción basada en la filosofía de la Planeación de los Recursos de Producción(MRP)"

Los objetivos Específicos son:

- Analizar la Filosofía MRP
- Estructurar un modelo general de aplicación del MRP que mejore la Planeación y programación de producción tradicional, con el fin de incrementar el rendimiento productivo y aumentar la competitividad de la empresa.

La Metodología empleada es:

En el capítulo 1 se realiza el análisis de la situación actual de la empresa y se da una introducción a la Filosofía MRP.

En el capítulo 2 se analiza el programa maestro de producción que sirve de enlace con los planes complementarios de fabricación.

En el capítulo 3 con la Planificación de materiales en cantidad y oportunidad garantizando el éxito de la programación de producción.

En el capítulo 4 se trata la planeación de capacidad y rutas, eliminando las promesas irreales de entrega y el desperdicio de los recursos.

En el capítulo 5 se argumenta la necesidad de elaborar el sistema de costeo estándar del producto.

En el capítulo 6 se analizan los principios de la medición de desempeño y los sistemas de incentivos para el mejoramiento del desempeño.

En el capítulo 7 se presentan los costos de inversión, la relación costo beneficio, y el análisis de sensibilidad para la implantación de esta filosofía.

El beneficio final a obtener es un modelo de la aplicación del MRP para esta empresa y otras afines.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	VI
INDICE DE FIGURAS.....	IX
INDICE DE TABLAS.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFIA MRP.....	3
1.1 Análisis de la Situación Actual de la Empresa.....	3
1.2 Objetivos.....	5
1.3 Planeación de los Requerimientos de Producción.....	6
1.4 Fabricación de Tuberías.....	13
1.5 Descripción de los Productos de Análisis	19
1.6 Plan de Producción.....	22

CAPITULO 2

2. PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN.....	33
2.1 Requisitos del Programa Maestro.....	34



2.2	Determinación de los Estándares de Producción.....	35
2.3	Análisis del Diagrama de Flujo del Proceso Producción Tuberías...	44
2.4	Definición del Nivel de Productividad de la Empresa	47
2.5	Elaboración del Programa Maestro.....	51

CAPITULO 3

3.	PLANEACIÓN DE MATERIALES	61
	Introducción.....	61
3.1	Listas de Materiales Estandarizadas.....	67
3.2	Elaboración de las Listas de Materiales.....	69
3.3	Explosión de Materiales.....	75
3.4	Inventarios.....	80
3.5	Planeación de Materiales Comprados.....	97

CAPITULO 4

4.	PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD Y RUTAS.....	102
4.1	Planeación de Capacidad	102
4.2	Determinación de la Capacidad de Planta.....	104
4.3	Equilibrio entre la Capacidad y la Carga.....	109
4.4	Propuesta para Incrementar la Capacidad de Planta.....	113
4.5	Rutas	116
4.6	Diseño de la Ruta de Producción	122

4.7 Control de Producción.....	133
--------------------------------	-----

CAPITULO 5

5. COSTEO ESTÁNDAR DEL PRODUCTO.....	137
5.1 Definición	138
5.2 Uso de los Costos Estándares.....	141
5.3 Tipos de Estándares.....	145
5.4 Costos de la Calidad.....	148
5.5 Elaboración del Costeo Estándar.....	151

CAPITULO 6

6. MEDICION DEL DESEMPEÑO Y SISTEMAS DE INCENTIVOS.....	172
6.1 Medición del Desempeño a Nivel Ejecutivo.....	176
6.2 Medición del Desempeño a Nivel Dirección de Operaciones.....	181
6.3 Medición del Desempeño en Ejecución de Programas de Operaciones.....	191
6.4 Sistemas de Incentivos.....	195

CAPITULO 7

7. INVERSIÓN DEL PROYECTO.....	204
7.1 Costos.....	205
7.2 Beneficios.....	207

7.3	Análisis Costo Beneficio.....	210
7.4	Análisis de Sensibilidad.....	213

CAPITULO 8

8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	220
----	-------------------------------------	-----

APENDICES

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Funcionamiento de un Turbo Mezclador Convencional.....	16
Figura 1.2	Tubomezclador Amut.....	16
Figura 1.3	Partes de Extrusora Monotornillo.....	18
Figura 1.4	Vista Frontal Planta de PVC.....	18
Figura 1.5	Sistema de Corte y Botador de Tuberías.....	19
Figura 1.6	Tubería Tipo I con Unión Elastomérica.....	20
Figura 1.7	Tubería Tipo II con Unión Espigo Campana.....	21
Figura 1.8	Sistema Cerrado MRP.....	28
Figura 2.1	Diagrama del Proceso de Producción de Tuberías de PVC....	45
Figura 2.2	Proceso Extrusión-Enfriamiento- Rotulado.....	46
Figura 2.3	Proceso Enfriamiento y Rotulado.....	46
Figura 3.1	Componentes del Costo.....	62
Figura 3.2	Componente del costo en Plásticos del Guayas.....	65
Figura 3.3	Material Almacenado en Bodegas.....	82
Figura 3.4	Inadecuado Almacenamiento en Bodegas.....	83
Figura 3.5	Personal Instruido en Transporte y Manejo de Materiales.....	94
Figura 3.6	Almacenamiento volumétrico	95
Figura 3.7	Identificación de Materiales.....	95
Figura 4.1	Desperdicio por Falla en Formulación.....	117
Figura 4.2	Desperdicios por Pesaje de Materias Primas.....	118
Figura 4.3	Desperdicios por Inadecuado Manejo de Materiales.....	118
Figura 4.4	Desperdicio por Fallas de Proceso.....	119
Figura 4.5	Productos no Conformes Tipo II.....	120
Figura 4.6	Productos Defectuosos.....	120
Figura 4.7	Productos no Conformes Tipo I.....	121
Figura 7.1	Flujo de Caja Inversión del Proyecto de Implantación.....	213

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Plan de Ventas en Unidades de Productos.....	26
Tabla 2	Plan de Ventas Tubería Tipo II (Mezcla e Productos).....	27
Tabla 3	Tasa de Producción del Primer Período Tubería Tipo I.....	31
Tabla 4	Tasa de Producción del Primer Período Tubería Tipo II.....	32
Tabla 5	Formato del Programa Maestro.....	52
Tabla 6	Programa Maestro para Tubería 110 mm Tipo I.....	55
Tabla 7	Mezcla de Productos Tubería Tipo II Enero.....	57
Tabla 8	Mezcla de Productos en Unidades Tubería Tipo II.....	58
Tabla 9	Programa Maestro Tubería de 75 mm.....	58
Tabla 10	Programa Maestro Tubería de 110mm.....	59
Tabla 11	Programa Maestro Tubería de 160mm.....	59
Tabla 12	Programa Maestro Tubería de 200mm.....	60
Tabla 13	Componentes del Costo (Tuberías Tipo I y Tipo II).....	64
Tabla 14	Lista de Materiales Tubería Tipo I.....	73
Tabla 15	Lista de Materiales Tubería Tipo II.....	74
Tabla 16	Calculo de la Cantidad de Materiales Tubería Tipo I.....	76
Tabla 17	Explosión de Materiales Tubería tipo I	77
Tabla 18	Calculo de la Cantidad de Materiales Tubería Tipo II PVC.....	78
Tabla 19	Explosión de Materiales Tubería tipo II.....	79
Tabla 20	Capacidad Nominal Instalaciones de Tubería Tipo I.....	105
Tabla 21	Capacidad Nominal Instalaciones de Tubería Tipo II.....	106
Tabla 22	Capacidad Real Semanal de Planta.....	108
Tabla 23	Datos de Demanda Tubería I y II.....	110
Tabla 24	Programa de Planeación de Capacidad.....	111
Tabla 25	Motivos de Parada de Máquina.....	113
Tabla 26	Promedio Paradas de Máquina.....	114
Tabla 27	Desperdicios por Rubro	121
Tabla 28	Estándares de Preparación y Producción.....	125
Tabla 29	Hoja de Ruta 001 (Tubería Tipo I).....	128
Tabla 30	Hoja de Ruta 002 (Tubería 50 mm Tipo II).....	128



Tabla 31	Hoja de Ruta 003 (Tubería 75 mm Tipo II).....	129
Tabla 32	Hoja de Ruta 004 (Tubería 110 mm Tipo II).....	130
Tabla 33	Hoja de Ruta 005 (Tubería 160 mm Tipo II).....	131
Tabla 34	Hoja de Ruta 006 (Tubería 200 mm Tipo II).....	132
Tabla 35	Costeo Estándar de Materiales Tubería Tipo I.....	156
Tabla 36	Costeo Estándar de Materiales Tubería Tipo II.....	157
Tabla 37	Costeo Estándar de Materiales Directos Tubería Tipo II 75 mm.....	157
Tabla 38	Costeo Estándar de Materiales Directos Tubería Tipo II 110 mm.....	158
Tabla 39	Costeo Estándar de Materiales Directos Tubería Tipo II 160 mm.....	158
Tabla 40	Costeo Estándar de Materiales Directos Tubería Tipo II 200 mm.....	159
Tabla 41	Costeo Estándar de las Tuberías Tipo I Y Tipo II.....	167
Tabla 42	Medición del Desempeño del Plan Comercial.....	177
Tabla 43	Medición del Desempeño del Plan de Ventas.....	179
Tabla 44	Medición del Desempeño del Plan de Producción.....	180
Tabla 45	Medición del Desempeño de la Programación Maestra.....	182
Tabla 46	Medición del Desempeño de la Planeación de Materiales.....	183
Tabla 47	Medición del Desempeño de la Planeación de Materiales.....	185
Tabla 48	Medición del Desempeño de las Listas de Materiales.....	187
Tabla 49	Medición del Desempeño de la Posición de Inventario.....	188
Tabla 50	Medición del Desempeño de los Registros de Rutas.....	189
Tabla 51	Medición del Desempeño de la Planeación de Compras.....	192
Tabla 52	Medición del Desempeño del Control de Piso.....	193
Tabla 53	Medición de Desempeño del Servicio al Cliente.....	194
Tabla 54	Costos de Implantación del MRP.....	207
Tabla 55	Costo Promedio Mensual del Desperdicio de Materiales.....	212
Tabla 56	Ingresos por los Beneficios de la Implantación del MRP.....	213
Tabla 57	Análisis de Sensibilidad del Proyecto.....	219

INTRODUCCIÓN

Para que cualquier empresa pueda ser competitiva dentro del ambiente industrial, es indispensable que este en capacidad de ofertar a los clientes productos de calidad, a un precio razonable y a tiempo; condiciones necesarias para que se obtengan los beneficios monetarios que los inversionistas, accionistas, socios o dueños de la misma esperan tener sobre sus inversiones, es decir es un círculo en que si se desea tener un rendimiento aceptable sobre inversión, la organización debe ofrecer al mercado consumidor un buen producto, a un precio asequible y en el momento que este lo requiera; solamente al cumplir con estas condiciones se puede esperar la obtención de beneficios monetarios que justifiquen de inversión. Con esta realidad como punto de partida, se procede a analizar los problemas que durante años las empresas alrededor del mundo han vivido, y que impiden cumplir con estas expectativas.

Algunos de los problemas más comunes e importantes son por ejemplo: Los desperdicios en material, tiempo y recursos periféricos, que repercuten en dinero y encarecen el producto; al igual que la falta de una acertada programación de producción que asegure entregas puntuales, ha disminuido la calidad del servicio de atención al cliente. La falta de comunicación inter-departamental, da como resultado que,



cada departamento se plantee sus propios objetivos y metas poniendo en acción planes que muchas veces no están en concordancia con los objetivos empresariales, por ejemplo la típica situación entre ventas y producción en la que el departamento de ventas vende lo que producción no produce, y por el contrario, producción produce lo que no se vende; dado lugar a altos niveles de inventario de productos terminados que han perdido demanda dentro del mercado y que constituyen una pérdida financiera; Otro error común es el realizar compras ineficientes sin ningún tipo de planeación, obliga a llenar las bodegas de materias primas (que origina altos costos de almacenamiento y mantenimiento, así como altos intereses bancarios), bajo el pretexto de no correr el riesgo de escasez. Las anteriores circunstancias constituyen decisiones y posturas que no se pueden sostener en la actual economía global.

El Ecuador no se ha salvado de estas situaciones, que se repiten en mayor o menor grado en la mayoría de las empresas. En esta Tesis de Grado, se analiza la situación particular de una empresa ecuatoriana, la que presenta los síntomas arriba indicados, a la que se pretende mejorar a través de la estructuración de un modelo de planeación de la producción basado en la filosofía MRP y determinar los beneficios y la factibilidad de aplicación de la misma.

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN A LA FILOSOFÍA MRP

1.1 Análisis De La Situación Actual De La Empresa.

La presente Tesis de Grado se desarrollara en una empresa ubicada en la Provincia del Guayas, dedicada hace 17 años a la fabricación de tuberías de PVC mediante procesos Termoplásticos, el presente estudio se centra específicamente en la línea de tubería de drenaje y tubería de conducción telefónica, sus principales productos de comercialización. La empresa cuenta con un espacio físico de 6192.68 m² y una construcción de 5435.46 m² de los cuales 326 m² corresponde al área administrativa, y el resto propiamente a la planta. Cuenta

además con un laboratorio de calidad donde se realizan las pruebas requeridas según las normas de calidad INEN.

Por motivos de confidencialidad y a petición expresa de los accionistas de la empresa el nombre quedará en el anonimato y para referirse a ella se utiliza el nombre ficticio de **“PLÁSTICOS DEL GUAYAS”**.

En la actualidad Plásticos del Guayas, presenta concretamente los siguientes problemas:

- ❖ Pérdida de clientes por incumplimientos o retrasos en fechas de entrega de productos terminados.
- ❖ Pérdidas de capacidad por continuas paradas de producción, debido a la falta de disponibilidad de materiales necesarios.
- ❖ Incumplimientos de programación, que son originados por el desconocimiento o falta de planificación de la capacidad.
- ❖ Al no priorizar las ordenes en función de entregas, sino al azar, causa el incremento de los niveles de desperdicio por paradas de ciclo cortos de producción que no justifican los gastos del CIF.

- ❖ La falta de estándares de producción y altos porcentajes de tiempos improductivos, originan un bajo índice de productividad y altos costos de manufactura.

- ❖ El no contar con una programación flexible hace que exista una gran cantidad de stock de materiales de baja rotación en producto terminado.

- ❖ Fabricación de productos no conformes con los requisitos de calidad, debido a la falta de standardización de los procesos, lo cual causa la insatisfacción de los clientes.

Todos estos problemas unidos a un costeo tradicional, en el que asigna las ineficiencias del proceso a los productos, generan una baja competitividad de los mismos y altas pérdidas financieras a la empresa.

1.2 Objetivos

Objetivo General

Contribuir al mejoramiento de la Productividad y Competitividad de esta empresa, mediante la estructuración de un modelo para el



mejoramiento de la Planeación y la programación de la producción basada en la filosofía (MRP.)

Objetivos Específicos

- Analizar los fundamentos de la Filosofía MRP.
- Elaboración de un modelo general de aplicación del MRP que mejore la planeación de producción tradicional, con el fin de incrementar el rendimiento productivo y aumentar la competitividad empresarial.

Como se había mencionado al inicio de esta tesis, una exitosa administración debe estar orientada a satisfacer a los directivos e inversionistas, en cuanto a ganancias y a los clientes en cuanto a calidad, precio y servicio. Por esto se ha planteado el mejorar la Competitividad y Productividad de esta empresa a través la filosofía MRP (**Manufacturing Resource Planning**), que da las pautas y derroteros para conseguir estos objetivos, a continuación se da una breve introducción a esta Filosofía.

1.3 Planeación De Los Requerimientos De Producción

La filosofía MRP, nace como una solución de inventarios que da respuesta a las necesidades de abastecimiento de las tropas en

las guerras de Corea y Vietnam, donde era imprescindible que los soldados en el combate contaran con todos los recursos de supervivencia, agua, alimentos, medicinas y municiones suficientes para hacer frente al enemigo, es decir que hubiesen sido necesarias grandes bodegas para almacenamiento y grandes cantidades de inventario. El llenar las bodegas de grandes cantidades de inventario fue por años el sistema que emplearon las empresas para no quedarse sin abastecimiento de materias primas, incluso las entidades bancarias efectuaban préstamos con montos que dependían de cuanto inventario tuviesen.

En los años sesenta la aparición del computador abre las puertas al MRP (Planificación de las necesidades de Materiales), siendo esta más que una simple técnica de gestión de Inventarios. El MRP no es un método sofisticado surgido del ambiente universitario, sino que, por el contrario, es una filosofía sencilla, que procede de la práctica y que, gracias al computador, funciona y deja obsoletas las técnicas clásicas.

La popularidad creciente de esta filosofía es debida no sólo a los indiscutibles éxitos obtenidos por ella, sino también a la labor publicitaria realizada por la A.P.I.C.S. (American Production and

Inventory Society), que ha dedicado un considerable esfuerzo para su expansión y conocimiento, encabezado por profesionales como J. Orlicky, O. Wight, G. Plossl y W. Goddard. Todo ello ha propiciado que el número de empresas que la utilizan haya crecido en forma rapidísima.

Los sistemas MRP han estado evolucionando en forma continua. Inicialmente se usaba el MRP para programar inventarios y producción comúnmente conocido como MRP I. En múltiples aplicaciones se considera como MRP II a todos los avances posteriores al MRP I es decir, planeamiento de capacidad de recursos, e integración de todas las áreas funcionales de la empresa eficientemente y con bajos niveles de inventarios ya que hoy en día el producir para inventarios no es rentable.

Introducción a la Filosofía MRP

El MRP de circuito cerrado, es una filosofía que trata sobre la Planeación de los Recursos de Manufactura y representa los procesos necesarios para dirigir una empresa fabril con éxito, ya que está comprende las técnicas administrativas vigentes internacionalmente como TQM, Bajo nivel de Inventarios, JIT, etc.



El MRP es un sistema cerrado que inicia con un plan general empresarial en que se ha planteado objetivos claros y metas reales, a largo, mediano y corto plazo. Este Macro plan, es apoyado por pequeños planes, los mismos que analizados y actualizados periódicamente no permiten que el plan empresarial se vuelva obsoleto.

Los planes a su vez están apoyados en procesos sucesivos, donde cada proceso se usa como base para el siguiente, de tal forma que se tiene que completar cada nivel antes de iniciar el siguiente y de esta forma la información va actualizándose cuando se realizan cambios o decisiones en alguna parte del proceso, siendo consistente con el plan empresarial de acción y controlado por la retroalimentación.

Niveles de Planeación del MRP

El sistema cerrado completo MRP tiene 3 niveles

- ❖ Planeación a nivel Ejecutivo
- ❖ Planeación a nivel de la dirección de operaciones
- ❖ Ejecución de los programas de operaciones.

punto de partida de la planeación de los recursos adicionales para cumplir con las entregas a tiempo.)

Se parte generalmente de un programa maestro de producción que precisa que artículo se va a producir cada semana, el mismo proporciona adicionalmente los datos necesarios para la elaboración de la planeación de materiales e indica la fecha en que deben ser adquiridos para cumplir con el programa de producción, a sí como también que capacidad de recursos se necesitan y los niveles de inventario de producto terminado y en proceso.

Esta información se mantiene y actualiza en un sistema computarizado, siendo de suma importancia que sea exacta y oportuna para la toma de decisiones gerenciales acertadas, estos planes se actualizan y revisan una vez a la semana.

Ejecución de los Programas de Operaciones

Después de haber revisado, verificado y concluido la planeación a nivel de la dirección de operaciones puede iniciarse la ejecución de los programas de operaciones, que incluye una planeación de compras (para la obtención de las piezas o materiales conque se



fabrican los productos) y el control del piso o de producción, control de capacidad, las secuencias, prioridades de la ordenes de producción, fabricación de los productos, y la retroalimentación a través de la medición del desempeño del sistema.

Hasta aquí se ha visto en términos muy generales lo que abarca la filosofía MRP, pero antes de elaborar el modelo de aplicación paso a paso; se da una breve descripción del proceso de producción de los productos escogidos.

1.4 Fabricación De Tuberías

Las tuberías de PVC se fabrican mediante el proceso de extrusión, el mismo para los dos productos de nuestro análisis.

Materiales

El PVC (cloruro de polivinilo) es el resultado de la reacción del cloro con el etilenc, obteniéndose en una primera etapa los monómeros de cloruro de vinilo, los cuales, al serles adicionados agua y catalizadores producen la reacción de polimerización, a partir de la cual tenemos la resina de PVC.



El PVC para tuberías es de tipo rígido, el cual ocupa una posición, única en el campo de los termoplásticos, ya que es considerado como un plástico de Ingeniería de bajo costo, con excelentes propiedades físicas, rigidez, resistencia química y alto esfuerzo al impacto.

Mezclado

Estos materiales son sometidos a un proceso de mezclado el que se realiza en una mezcladora intensiva, también conocida como turbo mezcladoras, estas se utilizan principalmente para el premezclado de materia prima del PVC, son generalmente construidas con tanques verticales o cilindros horizontales.

Dentro del tanque, la herramienta de mezclado por lo general opera a velocidades entre 20 y 50 m/seg dependiendo del trabajo de mezclado o del fabricante. El tanque de mezclado esta usualmente provisto con una chaqueta para el control del calentamiento, y puede ser equipado con accesorios de desgasificación. Los más recientes modelos han sido contruidos provistos de tanque, rotor, herramienta de mezclado y un motor.

El modo de operación para el mezclado del PVC es el siguiente: Las partículas el material son aceleradas tan rápidamente por la herramienta de mezclado que estas exceden la velocidad de aeración y comienzan a fluir. La alta velocidad de la herramienta de mezclado imparte impacto y fuerza de fricción al material en la dirección tangencial y fuerza centrífuga en la dirección radial. El material es llevado hacia las paredes del tanque de una manera que solamente se va hacia arriba chocando con la tapa y cayendo al centro del tanque, el cual esta vacío de material, el resultado es el flujo espiral del material, la resina absorbe los aditivos necesarios para su uso posterior, tales como:

- Plastificantes
- Estabilizantes térmicos
- Lubricantes y
- Pigmentos.

Al producto resultante se lo conoce como compuesto de PVC.

En las siguientes figuras se aprecia el funcionamiento del turbomezclador convencional y una fotografía del turbomezclador de la empresa



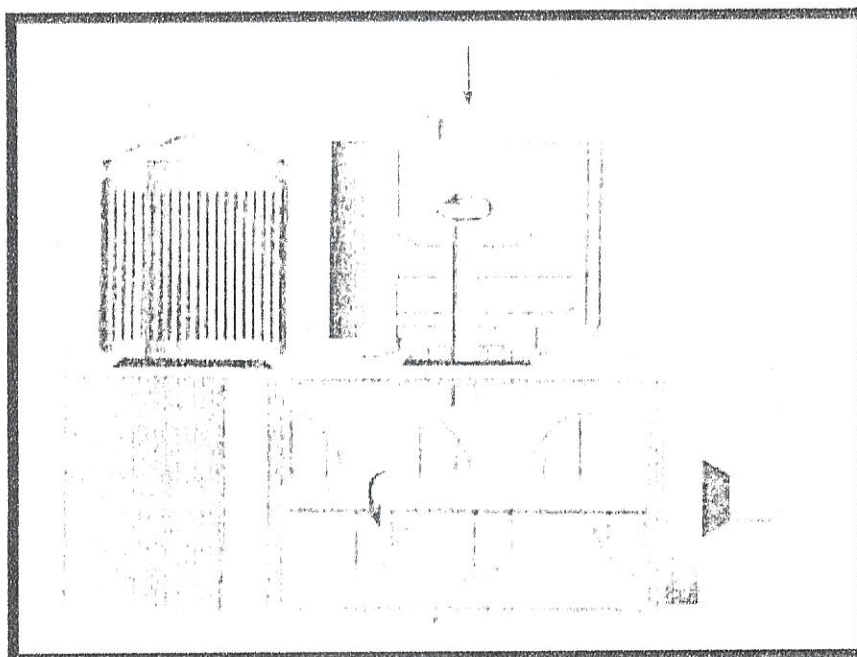


FIGURA 1.1. FUNCIONAMIENTO DE TURBOMEZCLADOR CONVENCIONAL

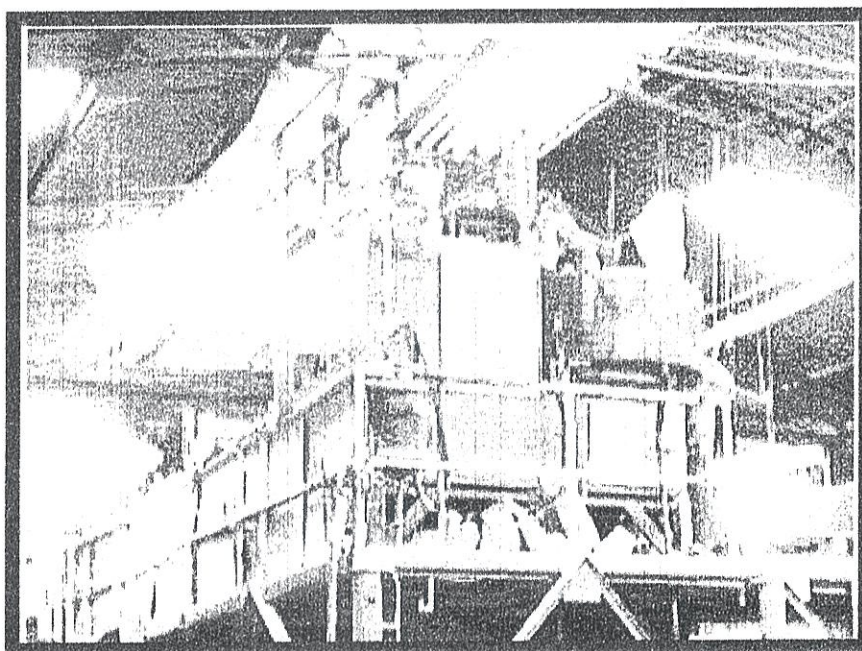


FIGURA 1.2 TURBO MEZCLADOR AMUT

Proceso de Fabricación

El proceso de transformación del compuesto de PVC se denomina extrusión, mismo que es un proceso continuo con el cual se obtiene un producto de configuración definida, forzando el material fundido a través de un dado. El compuesto de PVC es cargado dentro de la tolva, y éste pasará a la sección de alimentación del tornillo a través de una sección abierta del barril. El material es empujado hacia adelante por el tornillo en un cierto estado de masa fundida y homogeneizada. El material es moldeado y forzado a salir a través de un dado formador.

Para el proceso de extrusión de tubería se utiliza la siguiente maquinaria: una extrusora, cabezal, tina de vacío, tina de enfriamiento, elemento de tiro constante y unidad de corte y botador.

Para poder tener una mejor idea sobre la maquinaria utilizada para la producción de tubería de PVC, se muestran en la figura 1.3. las partes de una extrusora común. En la Figura 1.4 se aprecia la vista frontal de la planta de PVC, y en la figura 1.5 se observan el sistema de corte y botador de tuberías

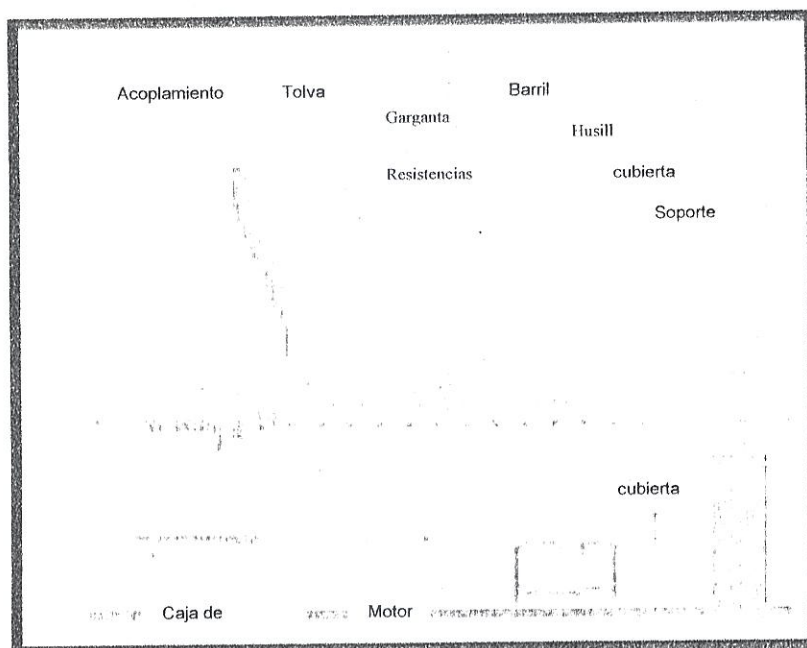


FIGURA 1.3. PARTES DE EXTRUSORA MONOTORNILLO

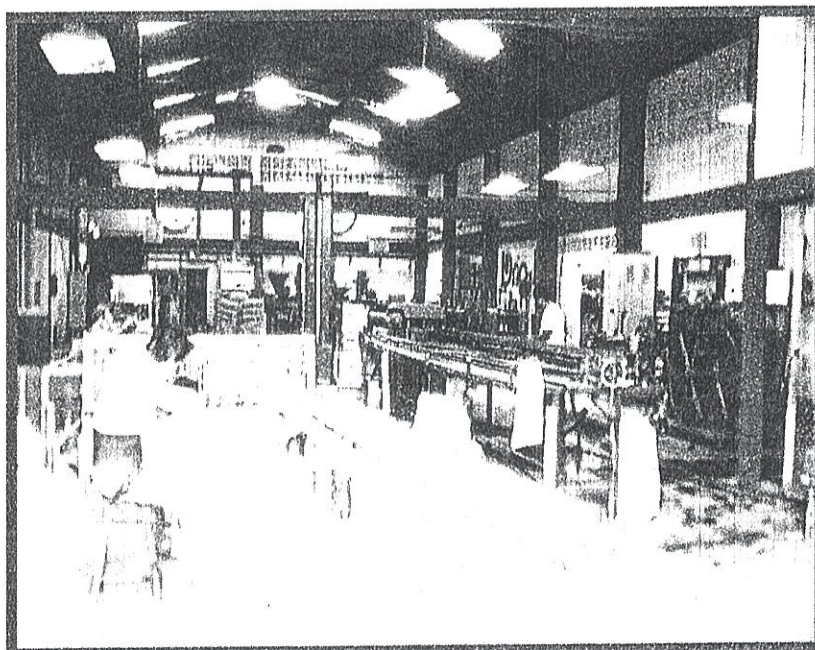


FIGURA 1.4. VISTA FRONTAL DE PLANTA DE PVC

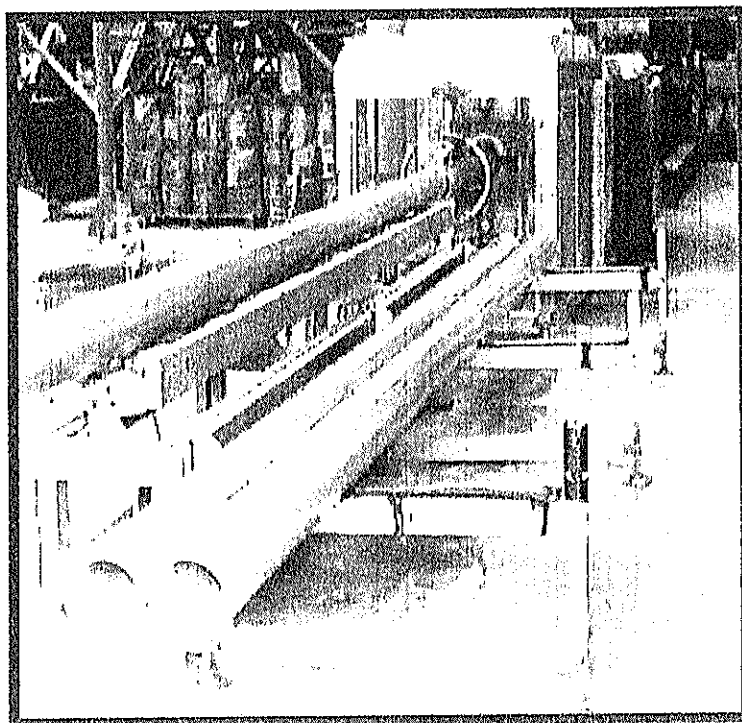


FIGURA 1.5 SISTEMA DE CORTE Y BOTADOR DE TUBERÍAS.

1.5 Descripción de los Productos de Análisis

Se han escogido dos productos de la empresa Plásticos del Guayas que son líderes de ventas, específicamente en la línea de PVC para la estructuración del modelo y dependiendo de los beneficios obtenidos en esta línea se estudiaría la posibilidad de extender su aplicación a toda la organización.

Tubería Tipo I: Tubería destinada al uso en conducción de cableado telefónico, se produce en un solo diámetro de 110 mm, 6 m de longitud, color gris, con unión elastomérica,

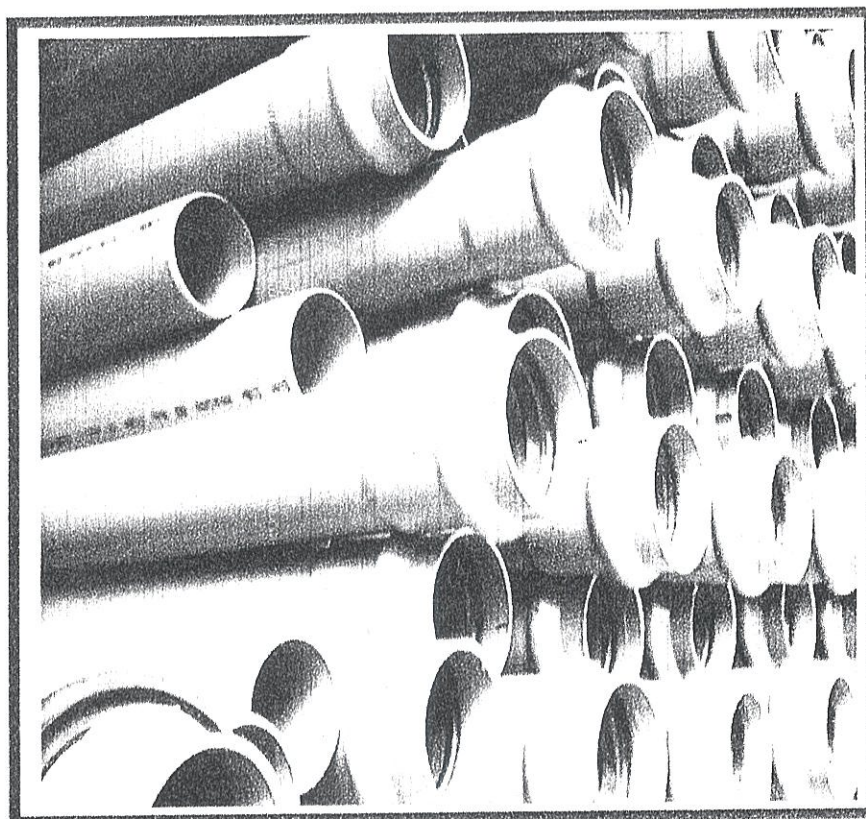


FIGURA 1.6. TUBERÍAS TIPO I CON UNIÓN ELASTOMERICA.

Tubería Tipo II: O tubería de drenaje, destinada al uso en desagües, para aguas servidas; y para los sistemas de ventilación, se la produce en Longitudes de 3 y 6 metros, en diversos

diámetros de 50 mm, 75 mm, 110mm, 160mm y 200 mm, color blanco, con unión espigo campana.

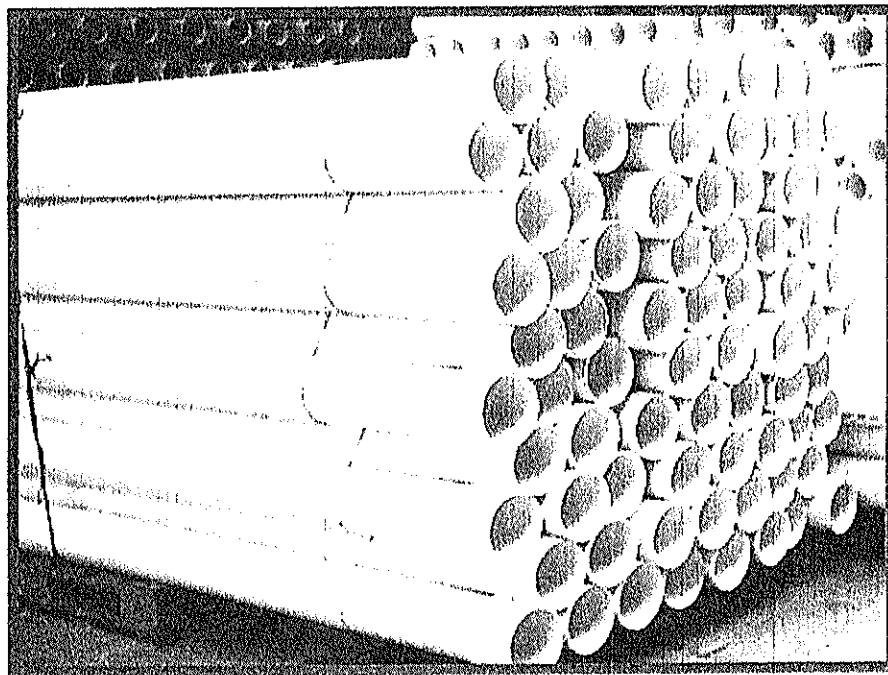


FIGURA 1.7. TUBERÍAS TIPO II CON UNIÓN ESPIGO CAMPANA

La planeación y programación de producción al igual que los planes complementarios que se detallan a continuación se basan en el plan de ventas de esta empresa, el mismo que esta de acuerdo con los objetivos del plan empresarial razón por lo que no se entra en detalles sobre la elaboración de estos planes pero si se da una breve descripción de ellos, para luego iniciar con la Planeación de la producción que es el objeto de este estudio.

Esta tesis abarca solamente dos niveles de planeación de la Filosofía MRP, el nivel de la planeación de la dirección de Operaciones y el nivel de ejecución de la programación de Operaciones, pero sustentado en la planeación ejecutiva.

1.6 Plan de Producción

El Plan de producción esta basado en el plan empresarial y el de ventas.

La formulación del plan empresarial se inicia por una articulación clara y bien orientada de los objetivos empresariales que se han puesto como meta alcanzable dentro de un determinado periodo de tiempo, entre los objetivos generalmente se encuentran el incrementar los beneficios a los accionistas, para justificar su inversión de capital en la empresa; la calidad de los servicios y productos que se brindan a los clientes; y el proporcionar un buen ambiente de trabajo a los empleados; para asegurar la consecución de los objetivos planteados.

Existen 2 tipos de planes Empresariales

- ❖ Plan macro o plan empresarial a largo plazo: abarca una planificación de 3-5 años, se lo revisa y actualiza cada año; esté

plan esta orientado en la visión de donde quiere ubicarse la empresa dentro de este periodo de tiempo con relación al mercado, ingresos, servicios, etc.

- ❖ El plan de Empresarial anual conocido a veces como plan de operación, es parte del anterior y comprende los presupuestos de operación además de las utilidades anuales proyectadas, se somete a revisión mensual y actualización trimestral. Aquí se incluyen los planes de Productos para cada línea de productos específicos y los planes funcionales para cada departamento (Mercadeo, Ingeniería, Fabricación, Control de calidad, etc.)

Después de elaborado el plan empresarial anual, se elabora el plan de ventas, quien sustentara los objetivos planteados por el primero.

El plan de ventas es parte esencial de la planeación del nivel ejecutivo ya que además de apoyar los objetivos del plan empresarial, los planes posteriores dependen de que tan acertado sea este. El plan de ventas es una proyección de lo que se espera vender, en términos monetarios, unitarios y de mezcla de

productos, línea por línea. Su formulación se basa en tres elementos:

- a) **Datos históricos:** Son valores estadísticos sobre los niveles de demanda que se han presentado en la empresa en años anteriores.
- b) **Pronósticos Económicos:** Son valores sobre las ventas que se realizarán, determinados sobre la base de las investigaciones de mercado.
- c) **Planes de Mercadeo de la Empresa:** Son los planes para difundir el producto, su uso, sus características, aquí también se abarca lo referente a promociones y publicidad.

Generalmente el plan de ventas está cimentado en estos tres elementos, siendo de suma importancia su exactitud, que debe estar ubicada en por lo menos 95% en unidades monetarias y 90% en cuanto a unidades de producto y un 85 % en cuanto a mezcla de productos. El plan de ventas así como los demás planes deben estar en constante revisión con objeto de ser actualizado.



A continuación se presenta el plan de ventas anual de la empresa en unidades de Producto y plan de mezcla de producto para los 3 primeros meses, los que constituyen datos necesarios para iniciar la planeación de producción, no se incluye el plan de ventas en unidades monetarias por petición de la empresa.

Aunque en la tabla 1 siguiente se detalla las unidades proyectadas a venderse para todo un año estos valores, se deben revisar para poder introducir cualquier cambio que pudiera darse en el mercado.



TABLA 1
PLAN DE VENTAS EN UNIDADES DE PRODUCTOS

PLAN DE VENTAS 200X		
MES	TIPO I (Tubos)	TIPO II Tubos
ENERO	15.470	35.689
FEBRERO	14.500	33.532
MARZO	12.689	22.748
ABRIL	15.354	26.137
MAYO	20.000	29.343
JUNIO	16.874	27.726
JULIO	16.890	39.991
AGOSTO	19.875	52.339
SEPT EMBRE	16.548	46.295
OCTUBRE	12.879	58.286
NOVIEMBRE	15.898	53.209
DICIEMBRE	18.974	6.982
TOTAL	195.951	432.278

Plan de mezcla de productos: En el plan de mezcla de productos se establece el porcentaje de producción de los modelos para cada línea de productos, se analizan solamente un plan de mezcla para la tubería de drenaje o Tubería tipo II, ya que como se menciona antes se produce en una gran variedad de diámetros.



TABLA 2
Tubería Tipo II
PLAN DE VENTAS (MEZCLA DE PRODUCTOS)

TUBERÍA TIPO II	Medidas	Mezcla	Mezcla	Mezcla
	mm	Enero	Febrero	Marzo
	%	%	%	%
	75	0.3	0.18	0.2
	110	0.52	0.55	0.55
	160	0.15	0.2	0.2
	200	0.03	0.07	0.05

Una vez que se ha formulado el plan de ventas el siguiente paso, como se observa en el sistema cerrado de la figura 1.8, es la elaboración del plan de producción, que es el inicio del modelo para aplicación de la Filosofía MRP.



CIRCUITO CERRADO DE LA PLANEACIÓN DE LOS RECURSOS DE MANUFACTURA

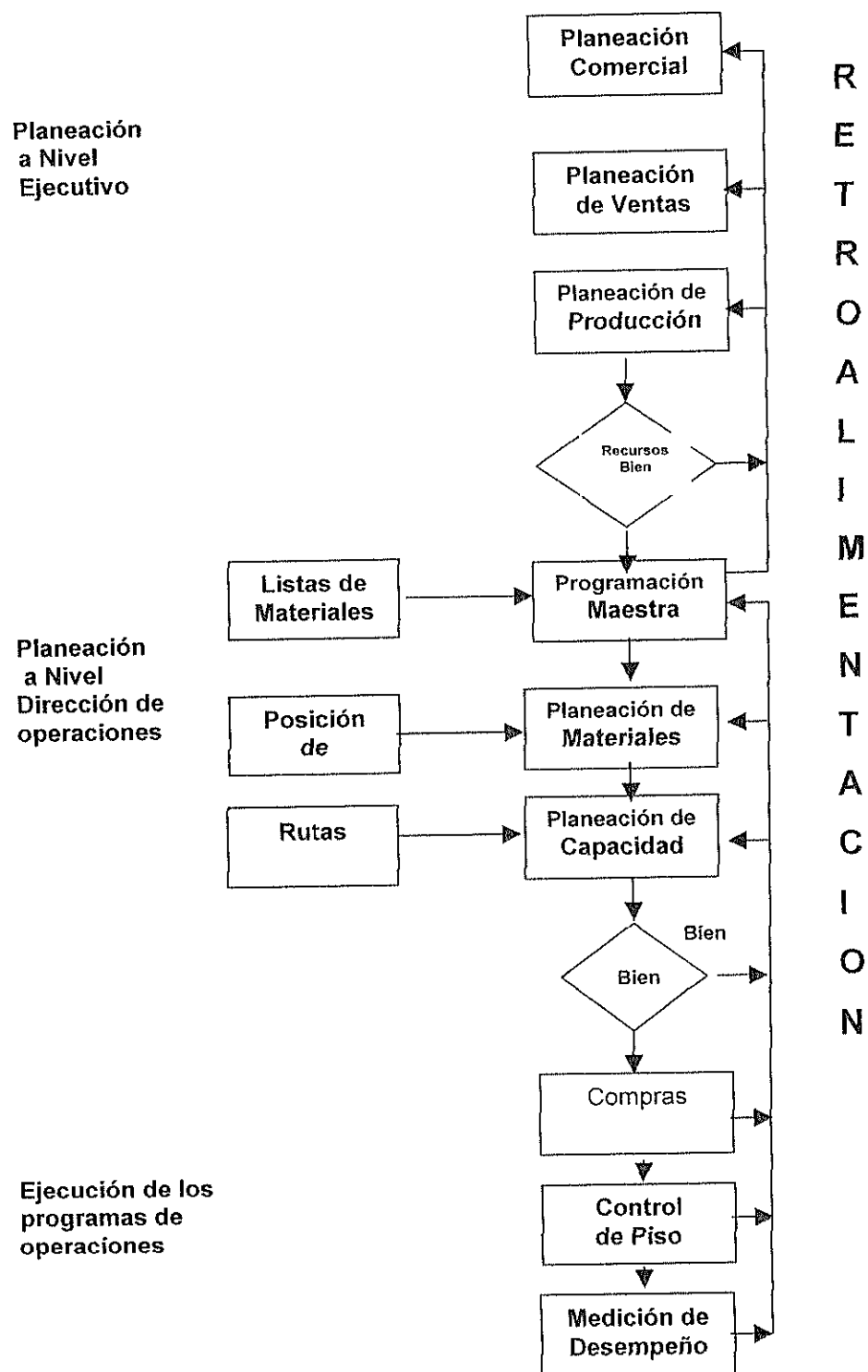


Fig. 1.8 CIRCUITO CERRADO MRP

Una vez que se conoce, a través del plan de ventas lo que se proyecta vender en determinado periodo, se formula el plan de producción que tiene como objetivo equilibrar la demanda de los pedidos firmes de los clientes (pedidos reales) y lo proyectado en el plan de ventas, contra los recursos (materiales, mano de obra, instalaciones) y la capacidad. El plan de producción debe asegurar el uso eficiente de los recursos de manufactura de la planta y garantizar que se puedan cumplir los objetivos del plan de ventas. Este Plan asigna los recursos de fabricación de la empresa para captar las oportunidades más ventajosas del mercado, cabe recalcar que el éxito del MRP radica en que al ser un sistema cerrado se cuenta con planes departamentales que apoyan el plan general de producción enlazados mediante la Programación Maestra de Producción, mismo que se actualiza periódicamente (una vez al mes) para evaluar las metas u objetivos versus los resultados obtenidos replanteando estos y sobre todo comunicándolos a los departamentos involucrados. Los productos escogidos para ejemplo son: Conducción telefónica o tipo I y drenaje o Tipo II.



Los dos son de fabricación contra inventario, para abastecer los 7 locales de la empresa y atender los requerimientos de clientes directos de la planta, el inventario es de periodo corto por la naturaleza del producto. Para poder formular el plan de producción, es necesario conocer si se ha decidido incrementar el plan de inventario antes de calcular la tasa de producción.

Se han programado incrementos en el nivel de inventario solamente para la tubería tipo I, el que se aprecia a continuación, calculado en función del incremento de la demanda y la capacidad de almacenamiento de los locales de distribución de la empresa. Para el ejemplo se utiliza un periodo de 4 semanas.

Datos

Plan de inventario Tubería Tipo I: 400 unidades

Plan de Inventario Tubería 110 mm Tipo II: 0 unidades

La formula para obtener el plan de producción es(3):

Plan de Producción = Plan de Inventario Final + Plan de Ventas

Cálculo del plan de producción

Aplicando la formula anterior nos queda

$$\text{Plan de Producción} = 400 + 15470$$

$$\text{Plan de Producción} = 15.870 \text{ tubos}$$

La formula para encontrar la tasa de producción es:

$$\text{Tasa de Producción} = \frac{\text{Plan de Producción}}{\text{Periodos}}$$

Aplicando fórmula

$$\text{Tasa de Producción} = \frac{15870}{4}$$

$$\text{Tasa de Producción} = 3968 \text{ tubos / semana}$$

Periodos de planificación: 4 semanas

En la tabla 3 se presenta en plan de Producción para las primeras 4 semanas del año correspondientes a enero para la tubería de tipo I

TABLA 3
TASA DE PRODUCCIÓN DEL PRIMER PERIODO
TUBERÍA TIPO I

TUBERÍA TIPO I	INVENT. INICIAL	1	2	3	4	Total
PLAN DE VENTAS		3868	3868	3868	3868	15470
PLAN DE PRODUCCIÓN		3968	3968	3968	3968	15870
PLAN DE INVENTARIO	200	100	100	100	100	(200+400) = 600

Como se observa inicialmente se contaba con un inventario de 200 unidades y se incrementan a 600 unidades por medio de la tasa de producción, al final de la 4 semana. En el caso de la tubería de tipo II el plan de producción, sería igual al plan de ventas, ya que no se ha contemplado un incremento en el plan de inventarios. Para ilustración se ha calculado el plan de producción del primer periodo, correspondiente a la tubería de 75 mm de tipo II (tabla 4.)

TABLA 4
TASA DE PRODUCCIÓN DEL PRIMER PERIODO
TUBERÍA TIPO II

TUBERÍA TIPO II	INVENT. INICIAL	1	2	3	4	Total
PLAN DE VENTAS		4907	4907	4907	4907	19628
PLAN DE PRODUCCIÓN		4907	4907	4907	4907	19628
PLAN DE INVENTARIO	1000	0	0	0	0	(1000+0) = 1000

Una vez calculada la tasa del plan de producción se inicia la programación maestra de producción.



CAPITULO 2

2. PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN

Para cumplir los objetivos de la planificación de producción es necesario contar con una buena programación de producción, la Filosofía MRP tiene como el eje de la planeación al programa maestro de producción. El programa maestro equilibra la demanda cambiante del mercado y la capacidad de producción, es este el indicador de lo que se va a producir, en que cantidades y cuando, es decir da las pautas para la planeación de materiales y capacidad, mediante la asignación de:

- La demanda en tiempo para un numero determinado de jornadas.
- El requerimiento de máquinas.

- Requerimiento de los recursos de producción (servicios, materiales, mano de obra).
- El soporte periférico (ventas, distribuidores, compras, mercadeo, finanzas, etc).

2.1. Requisitos del Programa Maestro

Para que el programa maestro tenga éxito, es necesario el establecimiento de estándares y la determinación del nivel de productividad.

Los estándares de Producción son un requisito indispensable para cualquier planta industrial que se ha impuesto una meta de rendimiento superior al 65%, con los estándares de producción se lograr bajar los costos, se tiene una dimensión real de la capacidad de la planta, se administran mejor los recursos, se pronostica el equipo de apoyo e instalaciones que se requieren para cumplir la programación general de la producción, se logra el manejo de inventarios apropiados para satisfacer la demanda, se mejora el control de la producción, se cumple con promesas de entrega lo que unido a la calidad del producto lleva a brindar un buen servicio al cliente por todos estos beneficios el contar con estándares constituye una ventaja competitiva ya que las

empresas que los poseen generalmente tienen un índice de productividad o rendimiento del 85%.

Adicionalmente se logra un mejor cálculo del costo considerando la magnitud de los costos indirectos de fabricación que se requieren para soportar un volumen de producción dado, es decir que se puede calcular el costo exacto de cualquier volumen de producción en cualquier parte del proceso que este se encontrara.

Plásticos del Guayas. no tiene estándares de producción, no realiza mediciones de eficiencia ni de utilización y en consecuencia no se conoce la productividad, todos estos datos importantes para que la programación maestra pueda ser llevada a cabo; por lo que antes de iniciar con la programación maestra propiamente dicha se establecen los estándares de producción y se determina el nivel de productividad.

2.2. Determinación De Los Estándares De Producción.

Los estándares de producción se definen como la cantidad de tiempo que se requiere para ejecutar una tarea o actividad cuando un operador capacitado trabaja a un ritmo normal con un método pre establecido.

Operador capacitado: El tiempo en un determinado cargo, es lo que hace que un operador sea considerado calificado y capacitado para realizar determinada tarea, el tiempo necesario para considerar calificado a un operador, varía según la persona y la tarea.

Un error común e importante que se comete por lo general al inicio de los estudios de tiempos, es medir pronto los tiempos de alguien que prácticamente acaba de iniciar el aprendizaje de las labores a realizar en su cargo. Es recomendable que se realicen las tomas de tiempos a personas calificadas y totalmente capacitadas, o darle por lo menos dos semanas en el trabajo antes del estudio.

En trabajos nuevos, se utilizan los llamados sistemas de estudios de tiempo predeterminados(2).

Ritmo normal:

El ritmo normal de operación está dado por el trabajador que ejecuta su trabajo a un ritmo no muy rápido y tampoco muy lento(2).

Método pre-establecido: Es una descripción detallada de las operaciones que deben ejecutarse dentro de un proceso productivo.

Importancia y uso de los estándares

La importancia de los estándares de tiempo, radica principalmente en el nivel de rendimiento que se ubica entre el 60% y 85% como ya se había mencionado además de ser uno de los elementos de información de mayor importancia en el departamento de manufactura, ya que ayuda a determinar con anticipación:

- ❖ El numero horas-máquina, Horas-hombre y herramientas necesarias para la producción. Cálculo del costos de manufactura y los precios de venta.
- ❖ Programar máquinas balanceando carga, capacidad, operaciones, personal para hacer el trabajo y entregarlo a tiempo, usando menos inventario.
- ❖ Determinar el rendimiento de los trabajadores y la utilización de las instalaciones, (identificación y mejora de las operaciones que tienen problemas).

- ❖ Pagar incentivos por rendimiento extraordinario por equipo o individual.
- ❖ Evaluación de factibilidad de nuevos proyectos o adquisiciones de equipo, ideas de reducción de costos.

Técnicas de estándares de Tiempo

Para determinar los estándares de una operación se cuentan con los siguientes métodos(2):

- **Sistemas Predeterminados (PTSS)**

Se utiliza el método de los sistemas predeterminados en instalaciones nuevas o antes de iniciar la fabricación de un nuevo producto, ya que en esta etapa no se cuenta con mucha información para determinar los recursos necesarios y los costos de producción; la utilidad del PTSS radica en que estos sistemas cuentan con tablas en las que se tiene registrado el movimiento básico para todo trabajo y a cada movimiento se le ha asignado una duración específica. Primeramente se realiza el diseño de las estaciones de trabajo y se establecen los patrones de movimientos para cada una de las operaciones a realizarse en la fabricación del producto

nuevo, luego se busca el tiempo de cada movimiento en una tabla PTSS y se anota el tiempo que la tabla asigna a cada movimiento en el formulario PTSS para totalizar el tiempo de cada elemento de trabajo y determinar el estándar de cada operación(2).

- **Muestreo del trabajo**

En la técnica de muestreo de trabajo se basa en las leyes de probabilidad, se califica su desempeño y finalmente se le agregan las unidades producidas y las tolerancias.

Para poder determinar los sistemas de estándares primeramente se debe realizar un estudio de razones y proporciones elementales, luego un muestreo del desempeño del trabajo(2).

- **Datos estándares**

Es la técnica más rápida y económica de obtener datos estándares, se trata de analizar las causas de la variación en los tiempos anteriores(2).

- **Estándares de tiempo de opinión experta y de datos históricos.**

Son los establecidos por una persona que ha tenido mucha experiencia en el trabajo(2).

- **Estudio de Tiempo con cronómetro**

Es la medición directa del tiempo que se toma para elaborar una determinada operación, a la que se le añade un factor de normalización y tolerancia.

La aplicación de estos estudios dependerá de las condiciones y la información de cada fábrica. Para determinar los estándares de producción en plásticos del Guayas se utiliza el estudio de tiempos con cronómetro por ser el más adecuado, ya que no se contaba con datos estándares, no se trataba de un nuevo producto y los estándares de expertos no eran muy confiables (2).

Estudio de tiempos con cronómetro.

En el estudio de tiempo con cronómetro hay que tomar en cuenta que el estándar de tiempo de una operación no es, solamente la toma directa del tiempo promedio de todas las

mediciones que se realizan, sino que hay que introducirle un factor de normalización y un factor de tolerancia(2).

Factor de Normalización: Es el proceso de ajustar el tiempo que tarda un operador al tiempo que le toma realizar la operación a un operador normal. La formula de normalización es la resultante de dividir un factor de calificación que corresponde a la opinión de la persona que realiza la medición sobre la rapidez con que se desenvuelve el operador para 100 y a este resultado multiplicarlo por el tiempo promedio cronometrado. El factor de calificación depende de 4 factores: destreza , consistencia, condiciones de trabajo y esfuerzo(2).

El Tiempo Normalizado TI se lo calcula por:

$$TI = \text{Tiempo Promedio} \times \left[\frac{\text{calificación \%}}{100} \right]$$

Tolerancias: Son periodos de tiempo adicionales que ajustan el estándar a la realidad de la jornada de trabajo.



Finalmente el cálculo del estándar quedaría:

$$\text{Estándar} = \text{Tiempo Normalizado} + \text{Tolerancias}$$

Antecedentes al establecimiento de estándares

Antes de iniciar la toma de tiempos se requiere normalizar la operación, esto es(2):

- La operación sea ejecutada por un operador calificado (adiestrado y con experiencia de por lo menos 1 mes en el puesto).
- Probada definición del proceso.
- Que el producto se encuentre cumpliendo los requisitos de calidad, delineados por el cliente y el mercado (producto debe contar con el visto bueno del departamento de calidad sobre el proceso).
- La operación se realice a un ritmo usual.

Alcances de la Toma de Tiempos

- La toma de Tiempos se realizó en los dos turnos de la planta, para eliminar cualquier variación en los tiempos de ejecución de cada una de las operaciones.
- El estudio abarcó a todos los productos que se fabrican en la empresa, las tomas de tiempo se realizaron por 4 meses.
- Se adiestró a los supervisores de la planta en la toma de tiempos y el control del cumplimiento de los estándares una vez establecidos.
- Además se entrenó a los supervisores en la buena observancia de los procesos y las operaciones.
- Se definieron las operaciones que se van a cronometrar.
- Se utilizó un formato de toma de tiempo pre establecido según prácticas de ingeniería industrial.

Se realizó un diagrama de flujo para el proceso de cada producto y se estableció un estándar para las operaciones

de preparación de máquinas mismas que son comunes para todos los productos y otro estándar para las operaciones que varían según el producto a fabricarse.

2.3. Análisis del Diagrama de Flujo del Proceso Producción Tuberías

Del análisis del diagrama de flujo del proceso general de extrusión de Tuberías de PVC (figura 2.1) se concluye que:

1. El proceso de producción se divide en operaciones con tiempos estándar comunes:
 - Encendido y calentamiento
 - Ajuste y calibración

Operaciones que difieren según el tipo de producto son:

- Recepción de materiales.
- Pesaje de materiales.
- Mezclado.
- Almacenamiento de Producto terminado.
- Extrusión.

Acampanado

Al realizar un análisis de los tiempos del proceso se concluye que el tiempo que domina o limita el proceso de producción es el tiempo de extrusión – enfriamiento - rotulación y corte (mismo que

se realiza en un montaje en línea), ya que los otros tiempos son menores y tales tareas podían ser ejecutadas dentro de los tiempos anteriores. En las figuras 2.2 y 2.3 se aprecia el montaje en línea

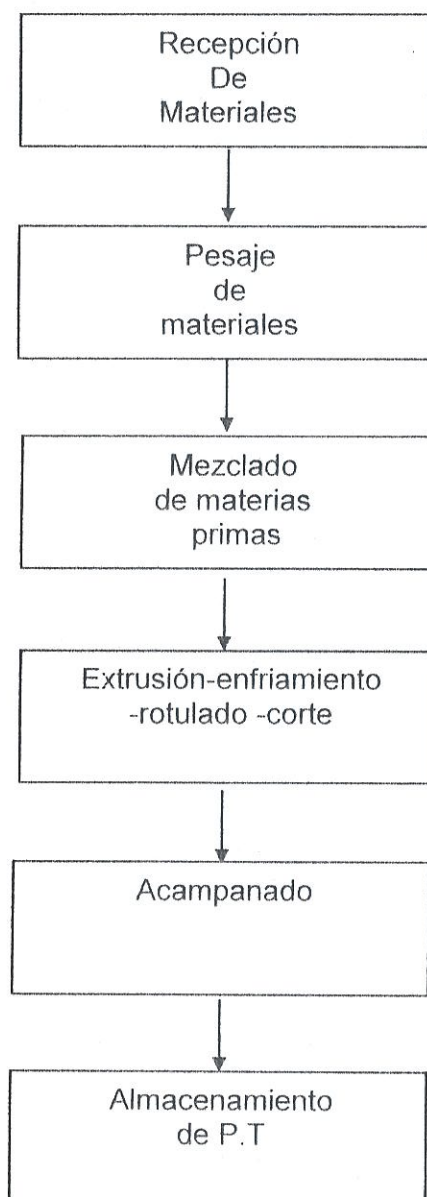


Figura 2.1 Diagrama del Proceso de Producción de Tuberías de PVC

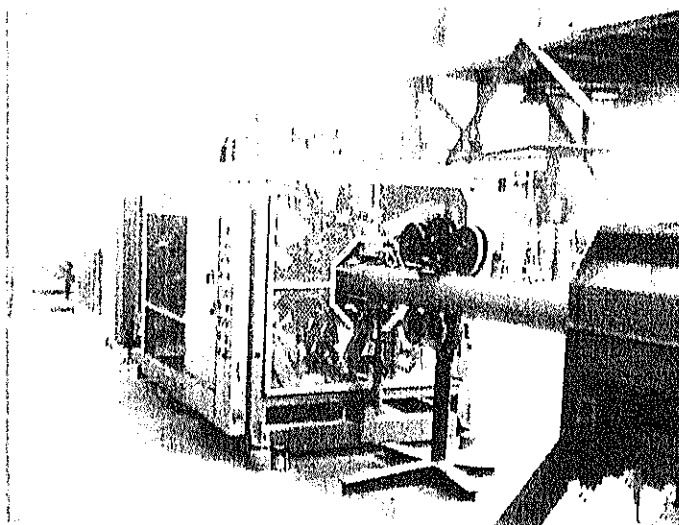


Figura 2.2 Proceso extrusión-Enfriamiento- Rotulado

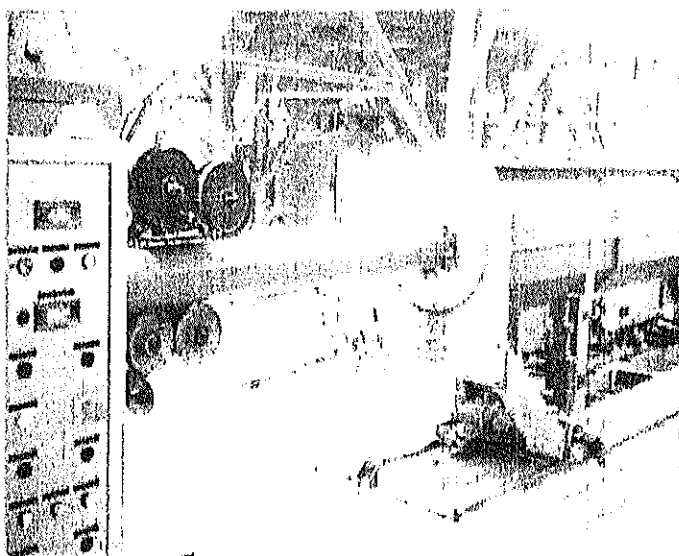


Figura 2.3 Proceso Enfriamiento y Rotulado

En el apéndice A se muestran los estándares de operación que se han determinado para los dos productos objetos de este estudio.

2.4. Definición del Nivel de Productividad de la empresa Plásticos del Guayas.

La forma en que una empresa genera ganancias es mediante la venta de sus productos, podemos concluir entonces que mientras la empresa esta transformando las materias primas en productos terminados para cumplir con las entregas a los clientes se están obteniendo ganancias, pero como es de suponerse no siempre los empleados están trabajando, ni las máquinas están transformando las materias en productos terminados el 100% del tiempo, siempre tendremos paradas como son, horas esperando por mantenimiento, esperando repuestos, falta de material, fallas eléctricas, apagones, esperas por despachos de material, falta de personal, fallas de proceso, desperdicios de material, etc, estas paradas de producción no aportan ningún valor pero si agregan un costo.

La productividad esta en función de la eficiencia y la utilización de las instalaciones y los recursos; la productividad se define como el índice o grado de eficiencia con que se utilizan los recursos puestos a disposición de quien los administra, por lo que la productividad se calcula por medio de(4):



$$\text{Productividad} = \text{Eficiencia} \times \text{Utilización}$$

Para la determinación del nivel de utilización se empieza por dividir el tiempo de producción en tiempos productivos y tiempos improductivos.

Tiempos Productivos.- Son aquellos en que ocurre transformación de materia(4).

Tiempos Improductivos.- Son los tiempos en que las maquinas están paradas, si los tiempos improductivos solo generan costos los esfuerzos deberán estar orientados entonces a reducir estos tiempos inactivos o improductivos, que van en desmedro del nivel o grado de utilización. Por lo que es suma importancia para cualquier empresa la medición de los tiempos, su correspondiente división en productivos e improductivos y la aplicación de correctivos.

El nivel de utilización se lo calcula como(4):

$$\text{Utilización} = \frac{\text{Horas Reales trabajadas}}{\text{Horas de Jornada laboral}}$$

Donde las horas donde hubo transformación de materias en productos (horas reales trabajadas durante la jornada laboral), son los tiempos productivos.

Para nuestro estudio se utilizan la jornada laboral de 12 horas en dos turnos de producción por día; en la empresa Plásticos del Guayas se recogieron datos de tiempos improductivos de 8 meses para encontrar, disminuir o eliminar las causas de los tiempos improductivos, plantear como incrementar la capacidad de la planta y por consiguiente el índice de productividad, esto se analiza con más detalle en el capítulo 4.

Tan importante como eliminar al máximo los tiempos improductivos, es también utilizar el tiempo y los recursos productivos con eficiencia.

El cálculo del nivel de eficiencia se lo realiza por(4):

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Horas Ganadas}}{\text{Horas Reales trabajadas}}$$

Para el cálculo de las horas ganadas utilizamos los estándares de producción, las horas ganadas son las horas en que se generan transformación de producto en concordancia con los estándares, se calcula multiplicando las unidades producidas por el estándar de producción(4).

$$\text{Hrs. ganadas} = \frac{\text{Unidades producidas}}{\text{Estándar de Producción}} \times$$

Y luego a estas horas ganadas las dividimos para las horas reales trabajadas o tiempos productivos para obtener el nivel de eficiencia, finalmente se obtiene el nivel de productividad multiplicando el índice de utilización por el índice de eficiencia.

Es conveniente que se lleve un registro de estos datos y que sean analizados semanalmente por todas las personas involucradas para tomar los correctivos necesarios que ayuden a elevar el nivel de productividad, en Plásticos del Guayas se ingresaron estos datos a un programa de computación que realiza los cálculos automáticamente, permitiendo determinar el nivel de productividad semanal, mensual y diario, en la actualidad el índice de

productividad es del 60%, contra el 46% con el que se iniciaron las mediciones.

El conocimiento del nivel de productividad es de suma importancia por que este afecta al programa maestro al realizar la asignación de recursos (materia prima, máquinas y servicios periféricos), modifica directamente el tiempo necesario para cumplir con la producción y los planes de entrega, razón principal de la existencia del programa maestro.

2.5. Elaboración del Programa Maestro

Se inicia en la reunión mensual de los ejecutivos quienes determinan las tasas del plan de producción de cada línea de productos para el mes siguiente en base a lo proyectado por ventas y las demandas reales de los clientes. El programador maestro junto con mercadeo determinan la mezcla exacta de productos para cada uno de los modelos (en este caso tipos de tubería) que se van a producir. La planta que nos ocupa tiene una estrategia de fabricación contra inventario como ya se había mencionado para poder abastecer sus locales en el Ecuador.

Por lo general el formato y los elementos del programa maestro son como el siguiente(3):

TABLA 5
FORMATO DEL PROGRAMA MAESTRO

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN									
A la mano =	0	PERIODOS							
Tamaño de Lote=		Enero				Febrero			
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRONOSTICO DE VENTAS									
DEMANDA REAL									
DISPONIBLE PARA PROMESA									
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN									

El programa maestro según se puede apreciar en la figura anterior consta de casilleros para la planeación semanal de la producción de acuerdo con la demanda cambiante del mercado.

Cada casillero guarda información que alimenta el programa, los nombres no son muy conocidos por lo que se detalla la información que debe incluirse en cada uno(3):

A la mano: Inventario anterior del producto.

Pronostico de Ventas: Lo que ventas a pronosticado en pedidos de tubería para ese periodo.

Demanda Real: Pedidos firmes de parte de los clientes

Disponible para promesa (DP): Es la cantidad que tenemos disponible para comprometer a despacho (cantidad programada para fabricación – demanda real). La ventaja del casillero DP es que nos da la cantidad exacta de cuanto puedo comprometer para despachar a un pedido que acaba de ingresar o que no ha sido planificado (inventario de PT).

La ventaja adicional que aporta el programa maestro dentro de la programación de producción además de que sirve de enlace con los otros programas de planeación dentro de la empresa como son el de compras, inventario, capacidad, materiales, financiero, es que permite realizar las simulaciones de planeación alterna, para visualizar las diversas situaciones que se pueden presentar dentro de la planta de producción al realizar un cambio.



El cambio dentro de la programación de producción tiene ciertas implicaciones, ya que dependiendo del momento en que se lo realice afectará a la empresa en mayor o menor grado.

Dentro del MRP se utiliza el método de cambios en función de las barreras de tiempo (avance del proceso).

Tipos de cambio y barreras de tiempo

Cambio de Tasa: Es el que se realiza en el periodo de planeación y programación maestra(3).

Cambio de Mezcla: Es el que se realiza cuando ya se han comprado los materiales necesarios para la producción(3).

Cambios de Tiempo Firme: Son los que se realizan solo en casos de emergencia por los altos costos, cuando el producto ya se esta fabricando en planta(3).

En nuestro caso se ha tomado como base del modelo del mes de Enero, para la aplicación de todo el sistema cerrado MRP a los dos tipos de tubería objetos de este estudio.



Para la elaboración del programa maestro se realiza una simulación con datos de mezcla de productos. El programa maestro da las cantidades a producir y su utilidad es que permite registrar los pedidos que van ingresando para dar una idea de cuanta producción aun queda para ofrecer despachos.

Para el caso de la tubería Tipo I, la cual es una tubería de uso especial que solo se la fabrica de 110mm, el programa maestro quedaría como se observa en la tabla 6

TABLA 6
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PARA TUBERÍA
110 mm. TIPO I

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN (Tub.I)					
A la mano =	200	PERIODOS			
Tamaño de Lote =	4000	Enero			
		1	2	3	4
PRONOSTICO		3968	3968	3968	3968
DEMANDA REAL		3800	4000	4300	3980
DISPONIBLE PARA PROMESA		400	400	100	120
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN		4000	4000	4000	4000

El programa maestro de producción para este producto tiene un tamaño de lote de 4000 tubos (cantidad de producción semanal), el inventario de periodo anterior 200 tubos, en la columna de Pronostico se ubica la tasa de producción calculada en el capítulo 1 de 3968 unidades por semana.

En la casilla de demanda real se ubican simulaciones de pedidos semanales, reales recibidos.

En disponible para promesa (inventario) al final del mes es de 120 tubos. Es decir que en este punto solamente se podría comprometer para una entrega nueva los 120 tubos como se observa en la casilla disponible para promesa.

Para la tubería tipo II se detalla la mezcla de productos en porcentaje (en la tabla 7) y unidades (tabla 8) que los ejecutivos decidieron producir el mes de Enero

TABLA 7
MEZCLA DE PRODUCTOS TUBERÍA TIPO II ENERO

TUBERÍA TIPO II	Medidas mm	Mezcla Enero %
	75	0,55
	110	0,15
	160	0,11
	200	0,19

El pronóstico de ventas con respecto a la tubería de tipo II para el mes de enero era de 35689 tubos. De los cuales con ayuda de la mezcla de productos del cuadro anterior nos queda en unidades de producto por cada modelo (medida en nuestro caso, como se muestra en la tabla 8).



TABLA 8

MEZCLA DE PRODUCTOS EN UNIDADES TUBERÍA TIPO II

Tubería	Programa semanal (unid.)
Tubería Tipo II mm	35689
75 mm	19629
110 mm	5353
160 mm	3926
200 mm	6781

El programa maestro para la tubería de Tipo II según la mezcla de productos anterior quedaría:

TABLA 9

Tubería de 75 mm tipo II

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN					
A la mano =	1000	PERIODOS			
Tamaño de Lote=	5000	Enero			
		1	2	3	4
PRONOSTICO		4907	4907	4907	4907
DEMANDA REAL		4500	4800	5000	4900
DISPONIBLE PARA PROMESA		1500	1700	1700	1800
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN		5000	5000	5000	5000

TABLA 10

Tubería de 110 mm tipo II

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN					
A la mano =	0	PERIODOS			
Tamaño de Lote=	3000	Enero			
		1	2	3	4
PRONOSTICO		1338	1338	1338	1338
DEMANDA REAL		1500	1300	1300	1600
DISPONIBLE PARA PROMESA		1500	200	1900	300
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN	3000			3000	

TABLA 11

Tubería de 160 mm tipo II

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN					
A la mano =	0	PERIODOS			
Tamaño de Lote=	2000	Enero			
		1	2	3	4
PRONOSTICO		981	981	981	981
DEMANDA REAL		850	960	950	1000
DISPONIBLE PARA PROMESA		1150	190	1240	240
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN	2000			2000	

TABLA 12

Tubería de 200 mm tipo II

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN					
A la mano =	0	PERIODOS			
Tamaño de Lote=	1800	Enero			
		1	2	3	4
PRONOSTICO		1695	1695	1695	1695
DEMANDA REAL		1650	1650	1800	1690
DISPONIBLE PARA PROMESA		150	300	300	410
PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN		1800	1800	1800	1800

Con los datos del Programa Maestro se inicia la planificación de materiales a través de proveedores, nivel de inventarios y capacidad real de la producción.

CAPITULO 3

3 PLANEACIÓN DE MATERIALES

INTRODUCCIÓN

Una vez que el programa maestro proporciona la información sobre las cantidades, tipos de tubería y mezclas de productos (tuberías en nuestro caso); el siguiente paso es realizar la planeación de materiales, la cual consiste en un plan desfasado en tiempo, que programa la disponibilidad de los materiales para poder cumplir con el programa maestro.

La planeación de materiales es de suma importancia dentro de cualquier actividad industrial, ya que cualquier exceso de materiales

redundara automáticamente en inventarios innecesarios con su correspondiente costo y demanda financiera.

Para entender la importancia de la buena administración de los materiales, se realiza un análisis de la estructura del costo que permite observar como los materiales constituyen una significativa porción del mismo. El costo generalmente suele dividirse como se muestra en la grafica siguiente(5):

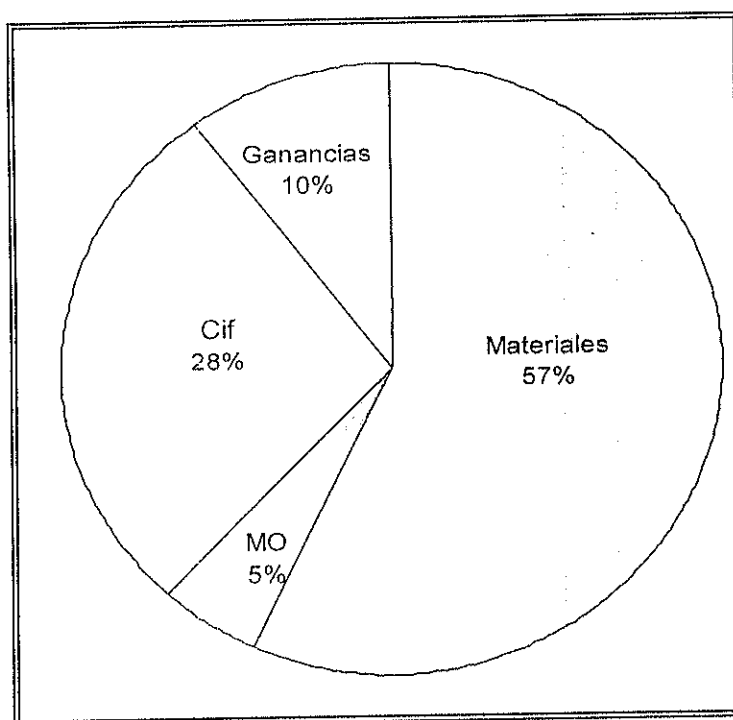


Figura 3.1 Componentes del Costo

Donde el CIF: lo constituyen los Costos Indirectos de Fabricación.

En la mayor parte de los procesos de producción los materiales suelen ocupar un 57% de los costos, lo que unido a la acumulación de inventarios innecesarios constituyen un agujero negro por donde se fuga el dinero, encareciendo los productos, y por ende perdiendo competitividad en el mercado.

Este análisis se elabora en plásticos del Guayas para una mejor visualización de los componentes del costo

Análisis de los componentes del costo

Para determinar los componentes del costo en Plásticos del Guayas, se siguieron los siguientes pasos:

- ❖ Determinación del costo de los materiales para cada producto.
- ❖ Precio de venta al público con el máximo descuento.
- ❖ Costo de mano de obra x tiempo estándar de producción
- ❖ Cif x tiempo estándar de producción.



Cálculo

Para el cálculo del porcentaje de cada recurso se utiliza la siguiente fórmula(5):

$$\text{Costo (recurso)/Costo Total} = \%$$

Se realizó la determinación de los componentes del costo de los productos fabricados por Plásticos del Guayas, con los siguientes resultados:

TABLA 13

COSTEO ESTANDAR DE LAS TUBERÍAS TIPO I Y TIPO II

Descripción	Tiempo Estándar horas	Costo de Materia Prima	Cif	M.O.D	Costo Total	% Mat.	% Cif	% M.O
Tubería Tipo I								
110 mm	0,17	\$4,05	\$1,04	\$0,27	\$5,36	75%	19%	5%
Tubería Tipo II								
50 mm	0,05	\$0,68	\$0,29	\$0,08	\$1,05	65%	28%	7%
75 mm	0,07	\$1,17	\$0,43	\$0,11	\$1,71	68%	25%	7%
110 mm	0,09	\$1,88	\$0,55	\$0,14	\$2,57	73%	21%	6%
160 mm	0,16	\$3,95	\$0,98	\$0,26	\$5,18	76%	19%	5%
200 mm	0,68	\$12,38	\$4,16	\$1,09	\$17,63	70%	24%	6%
Total						70%	23%	6%

En el caso que nos ocupa por ser una fabricación que compromete compuestos químicos en sus materiales la porcentualidad

correspondiente a este rubro excede la media anteriormente ilustrada. Como se observa los materiales constituyen el 70.5% del costo del producto, por lo que la planeación de materiales es un proceso clave para la disminución de los costos de manejo de inventario. Para una mejor apreciación de estos resultados se los muestra en el siguiente grafico.

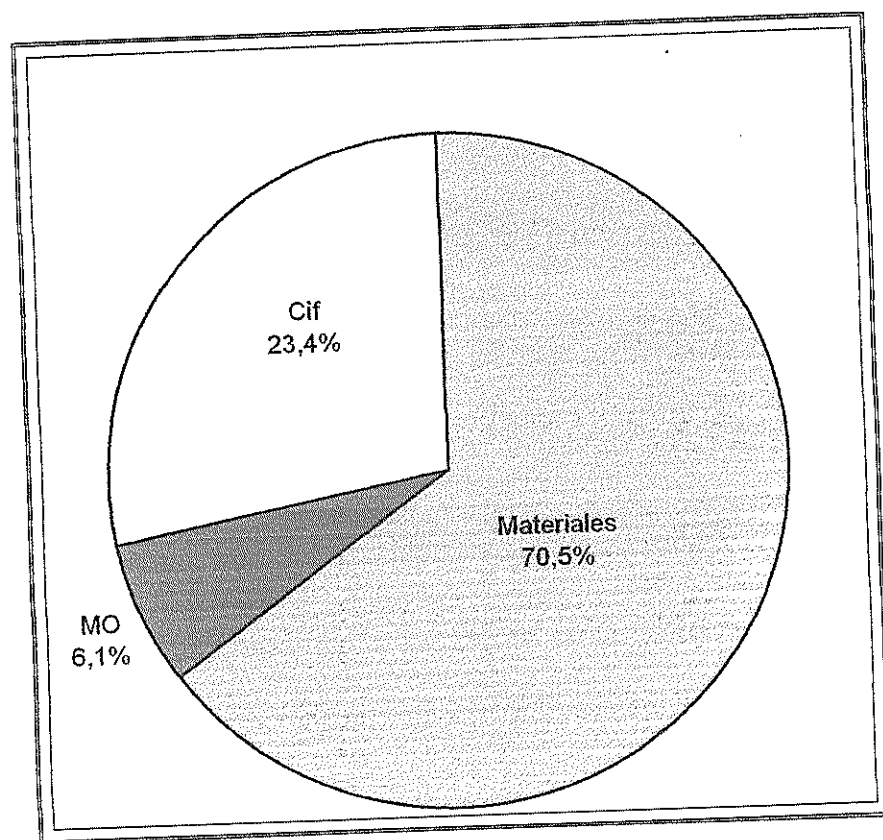


Figura 3.2 Componente del costo en plásticos del Guayas

Las fuentes de información para la planeación de materiales son(3):

- El Programa Maestro (tipo, fecha y cantidad a producir.)

- Las Listas de Materiales (Componentes y cantidades totales y parciales requeridas para producción.)
- Los Inventarios (Materiales en existencia.)

La Planeación de compras también forma parte de la planeación de materiales, por lo que se analiza en la última parte de este capítulo algunos puntos importantes sobre el proceso de compras.

Generalmente el sistema de planeación de materiales tiene la siguiente secuencia(4):

1. Primeramente los tipos y cantidades exactas de material para fabricar un producto se las obtiene de las llamadas listas de materiales.
2. Se realiza la comparación de los requerimientos con los materiales en inventario.
3. Finalmente con esta información se formula el plan de compras, el cual tienen como objetivo adquirir solamente las cantidades necesarias de los materiales requeridos, a tiempo y en concordancia con la programación maestra de producción. El plan de compras también se basa en los tiempos estándares



para determinar las fechas en que deben llegar los materiales a la planta, permitiendo un mejor manejo del flujo financiero.

La información necesaria que proporciona el programa maestro se presenta en el capítulo 2 mientras que las otras fuentes son analizadas a continuación.

3.1 Listas de Materiales Estandarizadas

Todos los productos fabricados en talleres, líneas de ensamble, líneas de proceso o producción repetitiva, tienen una lista de materiales, mismas que son documentos emitidos y controlados por el departamento de ingeniería de procesos donde se define con exactitud, los componentes, materiales utilizados para fabricar un producto, su identificación ó nombre técnico, código, cantidades exactas y la secuencia en que se utiliza cada componente en el proceso de producción, una lista de materiales abarca desde materias primas a producto terminado, pudiendo compararla con una receta de cocina.

El éxito de la existencia y uso de las listas de materiales radica en que luego de que el programa maestro indica cuantos productos, que tipo de productos y para que fecha deben producirse los

mismos, son las listas de materiales las que ayudan al planificador a determinar, que materiales, en que cantidad (explosión de materiales) y en que fecha todos los materiales necesarios deben estar en la planta, el mismo que debe ser lo más cercano al inicio de la producción (planificación de compras), esto solo se consigue si las listas son únicas y estandarizadas para cada producto, con respecto a los elementos que la integran, ya que listas de materiales múltiples ocasionan inexactitudes y confusión.

Las ventajas de su utilización no esta limitada a la planta de producción, si no que es útil para varios departamentos como por ejemplo a (4):

- **Mercadeo:** Le permite el chequeo de los requisitos de los materiales utilizados, para la fabricación de los productos, en el momento de ofertarlos a los clientes.
- **Materiales:** Garantiza una planeación eficiente y oportuna de la programación del abastecimiento de materiales para fabricación.

- **Bodega de materias primas:** Generación de listas de surtido de materiales.
- **Ingeniería:** Diseño de Productos.
- **Finanzas:** Para determinación de costos de los productos.

Las listas de materiales pueden ser sencillas o complejas dependiendo de cada producto, características especiales o componentes adicionales del acabado.

En la empresa Plásticos del Guayas, se realizó un análisis de las listas de materiales de los dos productos de nuestro estudio aplicado los siguientes criterios

3.2 Elaboración de las listas de materiales

Criterios para la elaboración de las listas de materiales

Las listas de materiales deben:

- ❖ Ser únicas para el producto.
- ❖ Seguir la secuencia de operación dentro del proceso.
- ❖ Contener un código de identificación claro.

- ❖ Ser completas (abarcar los materiales utilizados desde el inicio hasta el fin del proceso de producción.)
- ❖ Servir de base para el costeo del producto.
- ❖ No tener duplicados de componentes.

En la empresa Plásticos del Guayas se encontró los siguientes errores en las listas de materiales:

1. Las listas no estaban estandarizadas en la dosificación de sus componentes con una base experimental, ocurría generalmente que al emitir una orden de producción para un determinado producto, se turbo mezclaba una cantidad aleatoria tratando de que al final del proceso de extrusión la tubería cumpliera con las especificaciones de calidad, y si esto no sucedía, durante el proceso se jugueteaba aleatoriamente con las cantidades de determinados componentes agregándole o quitándole un “poco” de esto o aquello hasta que se estabilizaba la formula y la producción de efectuaba con esa formulación, misma que, según

variaciones del clima y humedad no funcionaba para la siguiente producción causando el consiguiente desperdicio de materiales y la elevación de los costos de producción.

2. También sucede que al terminarse un componente principal se lo reemplaza con otro de diferente proveedor que, según hoja técnica tiene similares propiedades plásticas, pero tampoco se han determinado las proporciones de este material ni los cambios dentro del proceso que ocasiona este cambio, MRP aconseja que cuando existen componentes de las listas de materiales que se compran a varios proveedores o sustitutos de los componentes (utilizados por no estar disponibles en el mercado los componentes principales), es importante que se tenga una lista de materiales alternativa, con un proceso alternativo; aunque en términos generales es recomendable para una empresa tener proveedores fijos, confiables, con altos niveles de calidad y con un buen record de entregas puntuales de materiales.



Cuando se tienen listas alternativas o productos sustitutos, las listas de materiales deben estar clasificadas sobre la base de su costo.

Las listas se elaboran por los responsables de formulación de procesos, luego se prueban en el laboratorio de calidad el cual cuenta con una pequeña extrusora en la que se determinan las dosificaciones para los dos tipos de tubería, después esta formulación se prueba en la planta, en una producción en serie, se corrigen y documentan.

A continuación se presentan las listas de materiales estandarizadas (tabla 14) para los dos productos del estudio, con la sugerencia adicional de que las listas de materiales deben revisarse y reformularse para cada producto de la empresa, siguiendo los criterios antes mencionados.

TABLA 14

Lista de Materiales

Producto: Tubería Tipo I PVC 001-03 Máquinas: 5001-5002-5003-
5004-5005-5006

Color: Gris

Dimensiones: 110mm

Materiales	Cantidad	Unid.	Temperatura de Proceso
Resina	100	Kg.	
Pigmento Negro	0,045	Kg.	55 °C
Pigmento Azul	0,012	Kg.	55 °C
Pigmento amarillo	0,001	Kg.	55 °C
Lubricante	0,400	Kg.	60 °C
Estearato de calcio	0,800	Kg.	65 °C
Cera Parafínica	1,200	Kg.	70 °C
Dióxido de Titanio	0,600	Kg.	75 °C
Carbonato de Calcio	7,000	Kg.	90 °C
Total	110,058	Kg.	



La lista de materiales para el segundo tipo de tubería es:

Una vez que la lista de materiales (exacta), nos dice **que** materiales se necesitan para los productos, se calcula luego **que** **cantidad** de estos materiales cubrirá la programación maestra mediante la explosión de materiales.

3.3 Explosión de Materiales

La explosión de materiales es realizada por el computador; consiste en el cálculo de las materias primas totales o parciales de todos los productos, necesarias para cubrir un pedido total o la programación mensual, programando la compra global de materiales con despachos parciales, para aprovechar el espacio en bodegas, evitar intereses y costos financieros innecesarios.

Obsérvese en la tabla 17 un ejemplo de la explosión de materiales obtenida a partir de la lista de materiales para cada uno de los productos que se estudian.

Para el producto tipo I de la lista de materiales, los Kilogramos totales corresponden a la carga que ingresa al turbo- mezclador, el peso del tubo es 8.7 Kg. Es decir que por cada carga turbo mezclada se pueden obtener 13 tubos extruidos, según se muestra en el programa maestro del capítulo anterior las unidades

a fabricar para cada una de las semanas de enero son 4000 unidades que al multiplicarse por el peso del tubo da como resultado los kilos totales para producción 34800, al dividirlos para el peso de cada carga, misma que es de 110.208 Kg. da un total de 316 cargas pero se turbo mezclan 317 para descartar el material consumido en arranques de máquina, la cantidad a turbomezclar total es de 34910.2 kilos en la tabla 16 se resumen estos cálculos.

TABLA 16

CALCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES TUBERÍA TIPO I	
# de Tubos	4000
Kg./Tubo	8,7
Kg. Totales	34910.2
# de Cargas	317
Color	Gris

TABLA 17

**Explosión de Materiales Tubería tipo I correspondientes
al mes de Enero**

EXPLOSIÓN DE LISTA DE MATERIALES (TUBERÍA TIPO I)						
Periodo	Base de Carga	Enero				
MATERIA PRIMA		1	2	3	4	Total
Resina	100,000	31676,7	31676,7	31676,7	31676,7	126706,6
Pigmento Negro	0,045	14,3	14,3	14,3	14,3	57,0
Master azul	0,012	3,8	3,8	3,8	3,8	15,2
Pigmento Amarillo	0,001	0,3	0,3	0,3	0,3	1,3
Estabilizante	0,400	126,7	126,7	126,7	126,7	506,8
Estearato de Calcio	0,800	253,4	253,4	253,4	253,4	1013,7
Cera tipo 1	1,200	380,1	380,1	380,1	380,1	1520,5
Cera tipo 5	0,150	47,5	47,5	47,5	47,5	190,1
Dióxido de Titanio	0,600	190,1	190,1	190,1	190,1	760,2
Carbonato de Calcio	7,000	2217,4	2217,4	2217,4	2217,4	8869,5
Total	110,208	34910,2	34910,2	34910,2	34910,2	139640,8

todo el mes lo cual nos permite tener una visión clara de todas las pautas a considerar para esta producción, en cuanto a capital, almacenamiento, y producción.

En la tabla 18 se aprecian los resultados de los cálculos de la simulación de una explosión de materiales para todas las dimensiones de la tubería tipo II, en ella se incluyen además los pesos.

TABLA 18

CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE MATERIALES TUBERÍA TIPO II PVC

Total Tubos		50 mm	75 mm	110 mm	160 mm	200 mm
# de Tubos	35639,0	0,0	19629,0	5353,4	3925,8	6780,91
Total Tubos / programa maestro		0,0	20000,0	6000,0	4000,0	7200,0
Kg./Tubo		1,4	2,4	3,8	8,1	25,4
% mezcla		0,0	0,55	0,15	0,11	0,19
Kg./carga	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0	128,0
Kg. Totales	286874,0	0,0	48128,0	23210,0	32528,0	183008,0
# de Cargas	2241,0		376,0	181,0	254,0	1430,0
Color	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco

Una vez que se conocen los requerimientos de materiales se procede a contrastarlos con los inventarios existentes, por lo que es de vital que los registros de inventario sean exactos, lo que constituye un reto no solo para plásticos del Guayas si no para la gran mayoría de empresas.

En este capítulo primeramente se da una definición de inventarios, luego se presenta la situación inicial de la empresa y las mejoras mediante la aplicación de la Filosofía MRP.

3.4 Inventarios

Se denomina inventario a todos los materiales y artículos comprados para ser utilizados en el proceso de producción mismos que adoptan este nombre tan pronto llegan a la plataforma de recibo de la fabrica; también se incluyen en esta categoría (4, 6):

- Los productos en proceso y
- Los productos terminados en espera de ser despachados a los clientes.



- **Estado Inicial Bodegas:** En la empresa Plásticos del Guayas, se detecto los siguientes problemas en el manejo de inventarios:
 - Las bodegas de almacenamiento carecian de señalización y alumbrado.
 - Los materiales ingresaban a la bodega y se ubicaban aleatoriamente desperdiciando las instalaciones destinadas para almacenamiento.
 - Se mantenía en bodega materiales que no intervienen en el proceso de producción.
 - Los procedimientos para ingreso y salida de materiales de bodega para planta eran obsoletos lo que conlleva a una perdida de tiempo, materiales y dinero. Cuando se entrega a planta un requerimiento para producción de tuberías, el registro se lo realizaba por medio de un kardex, el encargado de bodega firmaba la orden de requisición de materiales, se la entrega a un auxiliar administrativo de bodega para que esté realice la salida de inventario en el sistema de computación, esto se



realiza en ocasiones hasta después de 96 horas de salida del material, es decir que era imposible tener el dato exacto del nivel de inventario de cualquiera de los materiales que intervienen en el proceso productivo, mismo que es un requisito indispensable para poder llevar a cabo con éxito la planeación de materiales.

- El personal de bodega no estaba capacitado para manejar o estibar los materiales en forma correcta, lo que presenta un peligro dentro de las bodegas (pudiendo causar accidentes a los distintos trabajadores o perdidas de material en polvo por rupturas de empaques.)

En las fotos adjuntas se observan el estado inicial de las bodegas

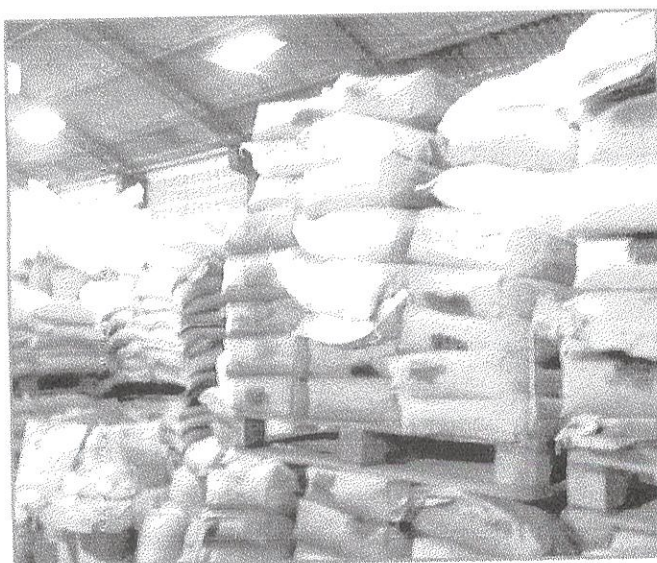


Figura 3.3 MATERIAL ALMACENADO EN BODEGAS

del computador tan pronto se reciben, se embarcan o se trasladan los materiales ó productos. Las transacciones deben registrarse en el momento en que se mueven los inventarios, ya que los retrasos pueden dar lugar a:

- Errores en la programación de los materiales.
- Escasees de materiales en la fábrica.
- Reducción en el servicio a los clientes.

La filosofía MRP define 10 pasos que se deben cumplir para mantener la exactitud de los registros de inventario (9):

1. Dar instrucción a los miembros de la empresa (con acciones, políticas y procedimientos adecuados para manejar los materiales y mantener el registro del nivel de inventario.)
2. Definir responsabilidades.
3. Mantener un sistema de transacciones (definir procedimientos y registros para los ingresos y egresos de bodega.)



4. Subdivisión de depósito en zonas controladas (con un sistema de transacciones de zona a zona; recomendado para bodegas grandes con varios productos.)
5. Adecuada disposición física de los materiales en bodega (se debe seguir el movimiento de los materiales, ubicación accesible; alumbrados; delimitados por: contenedores, estantes, recipientes; contar con equipos de manejo de materiales adecuados; básculas; zonas de recibo y despacho; sistemas de localización.)
6. Desarrollo de políticas y procedimientos (definir alcances de obligaciones y responsabilidades de los cargos.)
7. Capacitación de personal.
8. Establecimiento de un programa de conteo cíclico.
9. Verificación de transacciones.
10. Medición de desempeño.

La empresa inicia el proceso de mejora en el mantenimiento de inventarios basándose en los puntos de la Filosofía MRP, mediante:

A. La entrega de un manual con las políticas y procedimientos para las bodegas (en el que se define claramente: responsabilidades, transacciones para ingreso y egreso de materiales o productos a las bodegas.)

B. Establecimiento de un programa de conteo cíclico

Programa de conteo cíclico

La exactitud de los registros del inventario se comprueban mediante el proceso de contar físicamente (pesar para el caso de materias primas) uno por uno todos los materiales o artículos almacenados en un deposito controlado y comparar la cuenta con la cantidad de inventario del mismo artículo que se mantiene en el computador.

Antiguamente la exactitud del inventario se media con frecuencia en unidades monetarias con el objeto de verificar las cifras contenidas en los estados financieros, pero la dificultad de la utilización de unidades monetarias es que las

inexactitudes ocultas en los conteos de artículos específicos desaparecen por completo en la evaluación monetaria total, los superávits de ciertos artículos tienden a contrarrestar los déficits de otros, las unidades monetarias pueden representar fielmente el valor total del inventario, pero no proporcionan un conteo cíclico de artículos suficientemente exacto para establecer la debida planeación de los materiales, las discrepancias en el conteo cíclico de los artículos deben ser esclarecidas artículo por artículo, ya que la única forma de fabricar un producto es disponiendo de todas sus materiales cuando se necesitan y sabiendo donde se encuentran. Por consiguiente, la evaluación de la exactitud de los registros de inventario debe basarse en la exactitud de los conteos o pesos de los artículos y no en la exactitud de su valor monetario total.

Tolerancia

Tolerancia es el margen de error permitido dentro de la definición de exactitud. Si el conteo cíclico real de un artículo, comparado con el conteo cíclico en el computador, se sitúa dentro de un margen aceptable, el conteo cíclico del artículo se considera exacto. La tolerancia se establece en base al

artículo y se utiliza principalmente para los artículos baratos, o cuando se utiliza el peso de los artículos para determinar sus cantidades.

Medición de la exactitud del inventario

La medición de la exactitud del inventario es un proceso que comprende dos etapas(9):

La primera consiste en determinar los kilogramos reales de cada material, se efectúa pesando cada material en inventario almacenado en un lugar específico.

La segunda es comparar los datos obtenidos de la primera etapa con los registros que se mantiene en el computador, si los totales se sitúan dentro de las tolerancias admisibles, el conteo cíclico se denomina como "acierto", a los conteos que se sitúan fuera de los márgenes de tolerancia se denominan errores, la exactitud del inventario de una empresa es el porcentaje que representa la relación entre los "aciertos" y el número total de conteos.

$$\text{Exactitud del registro de inventario} = \frac{\text{Total de aciertos}}{\text{Total de conteos}}$$

Inventario = 100%

Tolerancia = 5%

Margen = (95-105)%

El objetivo del conteo cíclico es demostrar un nivel de exactitud que haga que la planeación de materiales sea eficaz y que elimine la necesidad de hacer un inventario anual.

El método de conteo cíclico emplea una técnica de muestreo, seleccionando un número reducido de artículos a ser contados o pesados diariamente. Los métodos siguientes se emplean para seleccionar los números de los materiales de la muestra, estos son(6 y 9):

- Método de selección ABC.
- Método de selección por repetición de ordenes.
- Método de conteos libres.

Los programas de conteo cíclico se establecen y mantienen para garantizar que el sistema de transacciones represente el registro exacto del movimiento de los materiales a través del proceso de fabricación.

La exactitud de inventarios aporta beneficios como:

- La disponibilidad de materiales a tiempo, facilitando el cumplimiento de los programas de producción.
- La eliminación de las demoras por falta de material.
- El establecimiento del monto en dinero de los inventarios.
- Disminución de los niveles de inventario de seguridad de ciertos materiales lo que constituye un dinero muerto para las empresas hasta que esté pasa a transformarse en producto vendido.



C. La Capacitación al personal sobre bodegas de almacenamiento y manejo de materiales

Manejo de Materiales

El manejo de materiales abarca el movimiento, almacenamiento, transacción, control, protección materiales y /o productos dentro del proceso de producción y distribución.

Un sistema de manejo de materiales para cliente interno (dentro de la planta) y externo (fuera de planta) debe entregar materiales o productos, al mínimo costo, a tiempo, en buenas condiciones y en la cantidad correcta, con lo que se consigue disminuir los costos, reducir el inventario e incrementar el servicio al cliente.

De la capacitación de personal se obtuvieron notables beneficios y una de las partes más importantes fue la forma como se debe operar una bodega de almacenamiento en general.

Operación de una bodega

Las bodegas son mucho más que deposito para poner o sacar productos, una bodega es clave dentro del proceso

productivo, ya que del buen manejo, control y organización de la misma depende en gran medida el cumplimiento de los pedidos de los clientes.

Las principales operaciones de una bodega son:

Recepción de productos (recepción, chequeo, control y ubicación de productos.)

Al llegar los materiales a la plataforma de recepción, los operadores de bodega deben chequear que los materiales se encuentren en buen estado, que la cantidad recibida concuerda con la cantidad solicitada, que las especificaciones del producto sean correctas, así como también la calidad; una vez que se reciben, estos materiales se los almacena en zonas debidamente identificadas y de acuerdo con la rotación de los mismos.

El registro de los movimientos de entradas o salidas de inventario deben realizarse en el momento de ocurrencia, para que así los niveles de inventario sean exactos.

Abastecimiento de materiales a planta (Abastecimiento en cantidad y con el mayor aprovechamiento del espacio de reserva temporal.)

Los materiales que son requeridos para la producción deben solicitarse a bodega respetando los procedimientos y políticas de operación, deben ser despachados en la cantidad solicitada y almacenada en los espacios temporales sin que se obstaculice el tránsito de los materiales. Para el traslado de materiales se debe contar con los equipos adecuados en cada caso, lo que disminuye el tiempo de ejecución de esta operación y asegura no solamente la integridad de los materiales, si no también la de los operadores.

Almacenamiento de Productos Terminados (Almacenamiento, cuidado y control de productos terminados.) En general todos los productos en nuestro caso las tuberías deben ser almacenadas en estanterías adecuadas, que aseguran el cuidado de la integridad de las mismas, la ubicación se la realiza según la rotación de los despachos.



FIGURA 3.6 ALMACENAMIENTO VOLUMÉTRICO



Figura 3.7 IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

Con la aplicación correcta de los procedimientos se obtienen notables beneficios en el manejo de bodegas e inventarios, entre los que resumen los siguientes:

- Disminución de los desperdicios de tiempo.
- Disminución del desperdicio de materiales.
- Aprovechamiento de espacio de bodegas.
- Seguridad en manejo de materiales.
- Disminución de errores en la programación de materiales.
- Mejoras de servicio a cliente interno (planta.)
- Exactitud de inventarios.

Finalmente se contribuye a elevar la productividad de la empresa. Una vez que se cuenta con inventarios exactos, se consulta la existencia de los materiales necesarios y la diferencia entre lo requerido por el programa maestro con lo

existente en el stock de inventario se cubre con una orden de compra. La planeación de los materiales a comprar se la debe realizar en base a las cantidades necesarias, los tiempos de llegada y de respuesta de los proveedores.

3.5 Planeación de Materiales Comprados

Una compra de materiales, no puede ser hecha al azar, sino en base a una correcta planificación y programación. En la filosofía MRP el departamento de compras es el encargado de(4):

- La selección de proveedores.
- La negociación de precios.
- La adquisición de materiales y servicios.
- Controlar la capacidad y prioridades de los proveedores.
- Expedir el estado de las ordenes de compra.
- El cumplimiento de los objetivos de entregas, calidad y costo.

En la empresa plásticos del Guayas, no existe una adecuada planeación de compras, ya que el departamento se encarga solamente de la negociación y adquisición de materiales, esta última sin ningún tipo de planeación, para poner una orden de compra el termómetro del momento oportuno, es el encargado de bodega, mismo que no tiene idea de cual es el tiempo de respuesta del proveedor o cuando poner una orden de requisición a sí que la medida de reposición de los materiales es cuando ya queda "muy poco material", pero no hay una medida exacta de cuando generar la requisición de materiales, eso causa que las materias primas que en su gran mayoría son de importación, se retrasen en sus llegada a la planta, lo que causa por consiguiente que se pare la producción y la demora en la entrega del producto al cliente. El método de compras en la empresa Plásticos del Guayas es por punto de re orden, lo que genera que mientras se tiene cierto tipo de materiales en exceso, en ocasiones hasta para un año calendario de producción, la planta se quede sin otro producto, causando la parada de máquinas, generando altos intereses por la adquisición de los materiales y el incumplimiento del programa de producción.



Luego de que el sistema de planeación de materiales establece la falta de materias primas o secundarias para producción, se recomienda a compras el emitir una nueva orden de compra, reprogramar una existente, o según el caso cancelarla.

La pregunta más importante antes de iniciar el proceso de compras de cualquier material es ¿A qué proveedor se realizará el pedido?, este asunto es clave, ya que no solo cuenta el precio, si no también la calidad, la capacidad de respuesta a los requerimientos y la puntualidad de las entregas.

Determinación de los proveedores de Materiales

Los puntos clave del proceso evaluación de los proveedores son(9):

- **Cumplimiento de entrega:** Este punto se refiere al cumplimiento en la fecha de entrega del producto.
- **Calidad:** El mantener el nivel de calidad en los productos depende en gran manera de la calidad de los materiales utilizados para producción, por lo que al elegir el proveedor es de suma importancia que este en

capacidad de cumplir los requerimientos de calidad de la empresa.

- **Costo:** Los costos del producto dependen de los costos de los materiales, pero se debe tratar siempre de mantener un equilibrio entre el costo de estos, la calidad y la capacidad de entrega.

Elementos para planeación de la compra de un producto en la filosofía MPR

Antes de iniciar la planeación para la compra de un producto se deben considerar las siguientes indicaciones:

- Los requisitos de los materiales que se necesitan deben estar correctamente definidos.
- Se debe conocer la cantidad exacta a ordenar.
- Costo de adquisición.
- Fecha de requerimiento.



Siguiendo con el ejemplo para los productos de nuestro análisis, Primero se deben definir las características de las materias primas, cantidades a ordenar, luego se procede a la negociación de los costos de los mismas y se pacta con el proveedor la fecha de llegada a planta.

Las ordenes de compra de los productos se deben realizar considerando la velocidad de respuesta de los proveedores, hay varios tipos de despacho cada empresa debe analizar la más conveniente, en Plásticos del Guayas se opto por la llegada parcial del producto según el programa maestro de producción.



CAPITULO 4

4 PLANEACIÓN DE LA CAPACIDAD Y RUTAS

4.1 Planeación de la capacidad

Planear la capacidad de una planta consiste en equilibrar la producción demandada (unidades que se van a producir) con los recursos de fabricación disponibles; la cantidad de producción demandada la da el programa maestro de producción y la planeación de capacidad es la estrategia para poder cumplir dicho programa, utilizando las instalaciones y /o mano de obra según el tipo de producción de la planta, con eficiencia y eficacia(5).



Capacidad

La capacidad es una medida de la disponibilidad del esfuerzo de transformación de la materia prima ya sea en forma manual o a través del uso de maquinaria y/o equipo, generalmente la capacidad se la expresa en horas. Todas las plantas industriales tienen dos tipos de capacidad, la capacidad nominal y la capacidad real. La capacidad nominal esta en función del total de las horas disponibles de las instalaciones y /o el personal de producción, para cada uno de los productos, mientras que la capacidad real esta en función de la productividad de la planta(4).

Por el tipo de proceso, la unidad básica de la medida de la capacidad de los recursos de la planta Plásticos del Guayas era de Kilos/ hora promedio de transformación por máquina, lo que no da una visión real de la capacidad de producción de la misma, dado que como las tuberías tienen diámetros y por ende pesos diferentes, los tiempos de los ciclos de transformación también son diferentes y en consecuencia no era apropiado el promediar los kilos por hora para todos los productos. Lo más adecuado para la medición de la capacidad de producción es expresarla en función de la restricción tiempo, por lo que, para que el programa maestro



tenga éxito es necesario que la capacidad se evalué en horas-máquina.

4.2 Determinación de la capacidad de planta

Debido a las condiciones prevalecientes, Plásticos del Guayas se ve en la necesidad de operar los 7 días de la semana para cumplir con las entregas, dentro de los cuales se observan paradas frecuentes principalmente por: falta de mantenimiento y falta de materiales, de los 7 días la planta permanece parada 3 o 4 días, es decir que existe gran cantidad de horas improductivas, tema que analizamos más adelante como parte de la propuesta para ampliación de la capacidad real de la planta. En condiciones normales se debería trabajar solamente 5 días a la semana y dedicar los fines de semana a mantenimiento, por lo que para nuestro modelo se considera la operación de la planta de lunes a viernes, es decir que trabaja 5 días por semana, con 12 máquinas, en dos turnos de 12h, lo que nos da un total de 1440 horas por semana de capacidad nominal para la producción de las tuberías Tipo I y II.

Para el cálculo de la capacidad nominal se consideran todas las máquinas que están en funcionamiento.

Cálculos de Capacidad Nominal

de máquinas = 12

días laborables = 5

turnos / día = 2

horas/ turno = 12

$$12\text{maq.} \times 12\text{ hrs.} \times 2\text{ turnos} \times 5\text{ días} = 1440\text{ hrs.}$$

TABLA 20

CAPACIDAD NOMINAL SEMANAL (Tubería tipo I)		
COD.	NOMBRE	HORAS
5001	Extru 110	120
5002	Extru 110	120
5003	Extru 110	120
5004	Extru 110	120
5005	Extru 110	120
5006	Extru 110	120
TOTAL		720

De estas 1440 horas se han dividido en 720 horas para las tuberías tipo y 720 horas para las tuberías tipo II. Máquinas 6001-

6002-6003-6004-6005-6006.

TABLA 21

CAPACIDAD NOMINAL SEMANTAL Tubería Tipo II		
COD.	NOMBRE	HORAS
6001	Extru 113	120
6002	Extru 113	120
6003	Extru 113	120
6004	Extru 113	120
6005	Extru 113	120
6006	Extru 113	120
TOTAL		720

La capacidad total nominal de la planta en horas es 1440 horas por semana disponibles de producción para la línea de PVC.

Cálculo de la Capacidad Real de Planta

La capacidad real de planta esta en función de la productividad de la misma, ya que las máquinas no funcionan o producen lo 60



minutos que tiene cada hora, ni las 120 h/semana con cada máquina.

Para establecer este ajuste es necesario entonces multiplicar la capacidad nominal por el índice de productividad, que conjuga el nivel de utilización y el nivel de eficiencia con el que se operan las máquinas.

Si esta práctica la aplicamos a la tabla anterior al multiplicar los datos por el índice de productividad 0.6 o 60% nos queda:

Cálculos de Capacidad Real

de máquinas = 12

días laborables = 5

turnos / día = 2

horas/ turno = 12

índice de productividad de la plata = 0.6

$$12\text{maq.} \times 12 \text{ hrs.} \times 2 \text{ turnos} \times 5 \text{ días} \times 0.6 = 864\text{hrs.}$$

TABLA 22

CAPACIDAD REAL SEMANAL DE PLANTA		
COD.	NOMBRE	HORAS
5001	Extru 110	72
5002	Extru 110	72
5003	Extru 110	72
5004	Extru 110	72
5005	Extru 110	72
5006	Extru 110	72
6001	Extru 113	72
6002	Extru 113	72
6003	Extru 113	72
6004	Extru 113	72
6005	Extru 113	72
6006	Extru 113	72
TOTAL		864

Como se observa el nivel de productividad afecta drásticamente la capacidad de producción de las plantas industriales, por lo que es importante su medición, su monitoreo y su mejoramiento continuo.

4.3 Equilibrio entre la capacidad y la Carga

Carga: La carga son las horas de transformación asignadas a un proceso de transformación o producción.

Para cumplir exitosamente la programación de producción, el requerimiento de ventas, así como el tiempo entrega a clientes es vital que la capacidad y la carga asignadas a una máquina estén equilibradas entre sí, ya que si la carga supera a la capacidad no se podría cumplir con los tiempos de entrega ni los programas de producción, tornándose por ende la programación de producción en irreal o inalcanzable.

Para evitar estos problemas, se realiza una planeación de capacidad mediante la cual se busca equilibrar el trabajo que se debe realizar con los recursos de fabricación realmente disponibles, determinando la cantidad y el momento propicio para colocar ordenes de producción futuras y proporcionando también a compras un tiempo para que los proveedores puedan manejar, controlar sus recursos y sus correspondientes entregas de material

a la planta en el tiempo requerido, el cual debe ser lo más cercano al momento de uso para evitar la generación de inventarios innecesarios además de las demandas económicas para pagar a los proveedores por materiales que no serán usados de inmediato.

Para nuestro ejemplo se toma la información del programa maestro y se transforma las demanda de unidades a demanda en horas de capacidad real, con la ayuda del tiempo estándar de producción de las tuberías tipo I y Tipo II y se contrasta con las 864 horas disponibles de capacidad real de planta.

TABLA 23

Datos de Demanda Tubería I y II

	Demanda (unidades)	Demanda (horas)	Semanas	Estándar
Tubería tipo I (110 mm)	4000	240	1-2-3-4	0,06
Tubería tipo II				
50mm	0	0	0	0,01
75 mm	5000	100	1-2-3-4	0,02
110 mm	3000	90	1-3	0,03
160 mm	2000	120	1-2-3-4	0,06
200 mm	1800	378	1-3	0,21

TABLA 24
Programa de Planeación de Capacidad

	Extrusión de Tuberías				
	Atrasadas	1	2	3	4
Liberadas	0		64	0	64
Planeadas		192	192	192	192
Carga Total		928	718	917	765
Capacidad Disponible		-64	82	-64	82
Variación		64	0	64	0
Variación acumulada		64	0	64	0

Como se observa en la tabla 24, la capacidad disponible no es suficiente para las semanas 1 y 3 teniendo una producción negativa de 64 unidades, mismas que pueden ser recuperadas en la siguiente semana, las 82 horas disponibles de capacidad pueden ser asignadas a la fabricación de los otros productos de la empresa. Para el caso de este estudio la capacidad disponible de la planta es suficiente para producir las tuberías de tipo I y tipo II, pero plásticos del Guayas no solo fabrica estos dos tipos de tuberías, extendiendo nuestro estudio, se calcularon 350 horas/semana adicionales para cumplir con la producción de los otros

productos de la empresa, por lo que se recomienda tomar las siguientes acciones para incrementar la capacidad y mantener el equilibrio de productividad.

Dependiendo de la productividad empresarial, el desequilibrio entre los recursos varían, y las opciones para equilibrarla serían incrementar la capacidad real de la planta mediante: utilización de maquilas, creación de turnos adicionales, horas extras de trabajo, traslado de personal de un área a otra, tercerización.

Otra posibilidad es reducir la carga asignada para producción (productos o horas demandadas en el programa maestro), reprogramar las cantidades pedidas o en última instancia modificando el programa maestro. Esto traería como consecuencia el sacrificar utilidades de la empresa al cohibirse de aceptar nuevos pedidos de clientes, lo cual no es la mejor manera de manejar u operar una planta.

Para nuestro caso concreto se plantea incrementar la capacidad de la planta mediante el mejoramiento del nivel de Productividad, ya que así se recuperan 576 horas de producción, que en la actualidad están siendo perdidas.



4.4 Propuesta para incrementar la capacidad de planta

Para poder plantear un incremento de la Productividad y por ende la capacidad de la empresa, primero se realizo una recolección de datos estadísticos acumulados durante 8 meses, como se menciona en el capítulo 2 y relacionados con los motivos de las paradas de la planta, los mismos que se han agrupado en los siguientes motivos significativos (tabla 25):

TABLA 25

Motivos Paradas de Máquina

Motivo de Parada	Horas	%
Falta de disponibilidad de Materia Prima	6896	37,4%
Mantenimiento	6400	34,7%
Fallas de proceso	4496	24,4%
Material contaminado	360	2,0%
Apagones	160	0,9%
Investigación y desarrollo (Pruebas)	72	0,4%
Falta de Personal	40	0,2%
Total	18424	100%

Con base a la información antecedente y para poder hablar en términos semanales, se cálculo el siguiente promedio (tabla 26):

TABLA 26
Promedio de los Motivos de Paradas de Máquina

Motivo de Parada	Promedio/ semana (h)
Falta de disponibilidad de Materia Prima	216
Mantenimiento	200
Fallas de proceso	141
Material contaminado	11
Apagones	5
Investigación y desarrollo (Pruebas)	2
Falta de Personal	1
Total	576

Por lo que, si se eliminan las paradas por mantenimiento y se realiza un mejor planeamiento de los materiales como se indica en el capítulo 3 se recuperan una 416 horas disponibles para producción con lo que tendríamos suficiente capacidad para cumplir con la programación de producción de las otras tuberías de la fabrica. Pudiendo dedicar los fines de semana a mantenimiento,

y solamente en caso de requerirlo utilizar la capacidad adicional de fin de semana.

Esta decisión no solo sería beneficiosa para las maquinas, sino también para los trabajadores, que contarían con un tiempo más prolongado de descanso, permitiéndoles un mejor rendimiento durante su jornada en los 5 días de la semana.

Si adicionalmente se logra eliminar las fallas de proceso, serían 141 horas más de capacidad disponible para producción, las fallas durante el proceso suelen darse cuando no se cuenta con procesos correctamente probados y documentados con los que se asegure un producto que cumpla con los requisitos de calidad que el cliente requiera (este punto se trata más adelante en el diseño de ruta de producción), parte del problema de las fallas de proceso se corrige aplicando las listas de materiales especificadas en el capítulo 3, pero para eliminar o minimizar en cuanto sea posible este problema se necesita de una ruta de producción valida, ya que además de ser parte de la capacidad perdida también constituye un alto grado de desperdicio de materiales como se aprecia en el 4.5.

4.5 RUTAS

La ruta es una lista de la secuencia de operaciones dentro del proceso de producción con definición de: máquinas, equipos, herramientas, condiciones operativas (velocidad, temperatura, tiempos estándar y frecuencia en control de calidad), en muchos casos la ruta se interpreta también como hoja de proceso, las rutas son sumamente importantes para una empresa que desea ser competitiva, ya que son vitales para el mantenimiento de la calidad, la uniformidad del producto, elevar la satisfacción del cliente, eliminar productos defectuosos, perdidas por reproceso y desperdicios de material que como se aprecia en el capítulo 3 constituyen el 70.5% del costo del producto.

Solamente las empresas de éxito están en capacidad de fabricar productos estandarizados en modelos, diseños, colores y calidad conforme a los requerimientos del cliente.

La empresa Plásticos del Guayas, no cuenta con rutas debidamente probadas y documentadas para ningún producto de la empresa, razón por la cual presenta gran cantidad de desperdicio de materiales y producto no conforme. Lo que sucede es que las rutas se ajustan y modifican sobre la marcha por disposición del supervisor y/o los operadores de las máquinas,

causando como consecuencia estragos en la calidad del producto y en los tiempos de transformación. La inestabilidad operativa, falta de arresto de los procesos o apego a las rutas trae como consecuencia un alta generación de productos inconformes con las normas de calidad y por la naturaleza de este proceso específicamente no se los puede reprocesar o reparar, convirtiéndose automáticamente en desperdicios. Los desperdicios se producen en todas las operaciones del proceso de producción como se aprecia la figura 4.1, donde se observan los desperdicios de material por errores de formulación, mismos que son eliminados porque no pueden ser reprocesados.

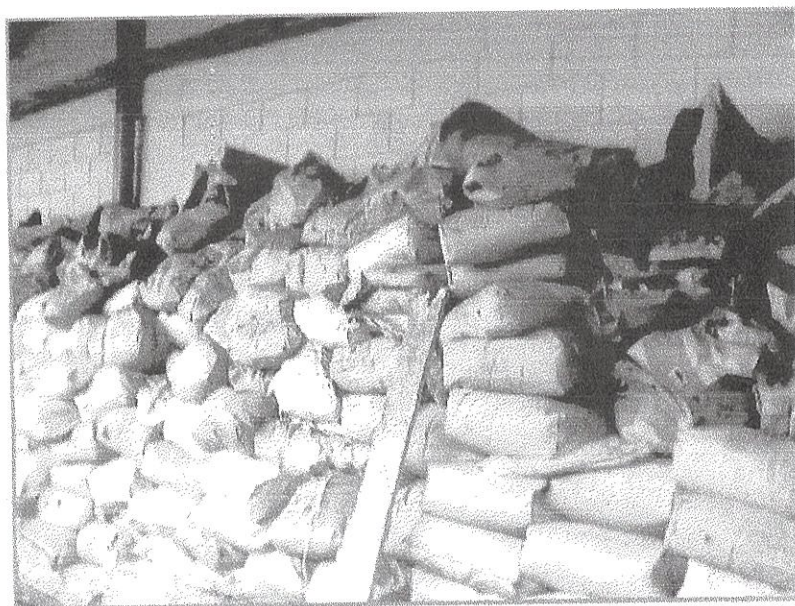


Figura 4.1 DESPERDICIO POR FALLA EN FORMULACIÓN



Figura 4.2 DESPERDICIOS POR PESAJE DE MATERIAS PRIMAS



Figura 4.3 DESPERDICIOS POR INADECUADO MANEJO DE MATERIALES

El inadecuado manejo de los materiales ocasiona pérdidas de los mismos y altos niveles de contaminación. En las siguientes figuras se observan los desperdicios de material por fallas de proceso



Figura 4.4 DESPERDICIO POR FALLAS DE PROCESO

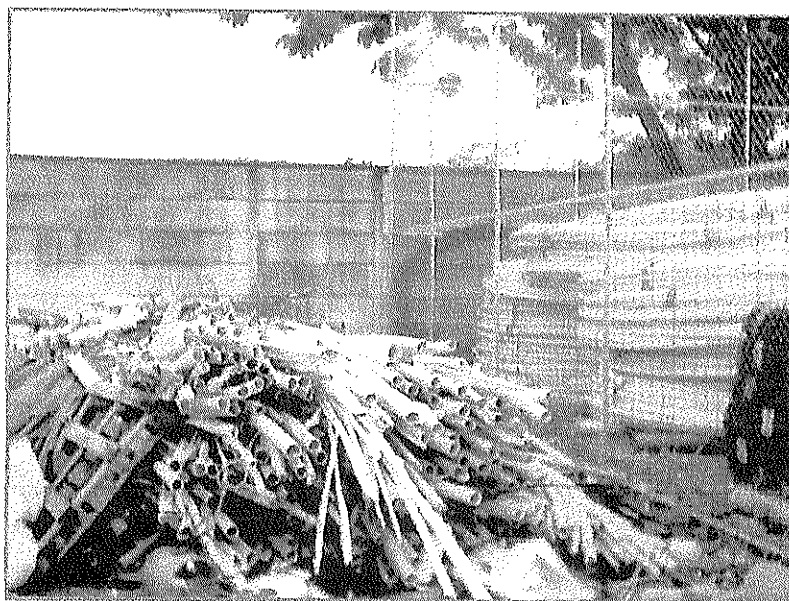


Figura 4.5 PRODUCTOS NO CONFORMES TIPO II

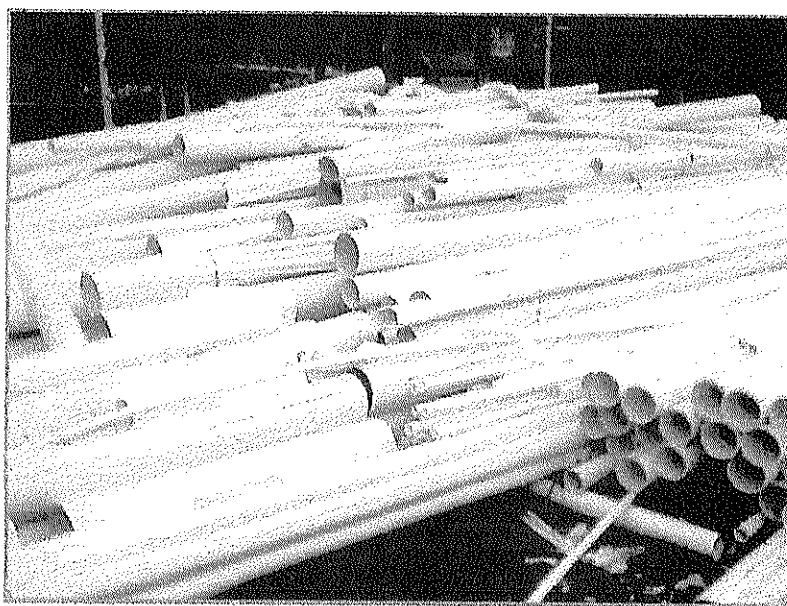


Figura 4.6 PRODUCTOS DEFECTUOSOS

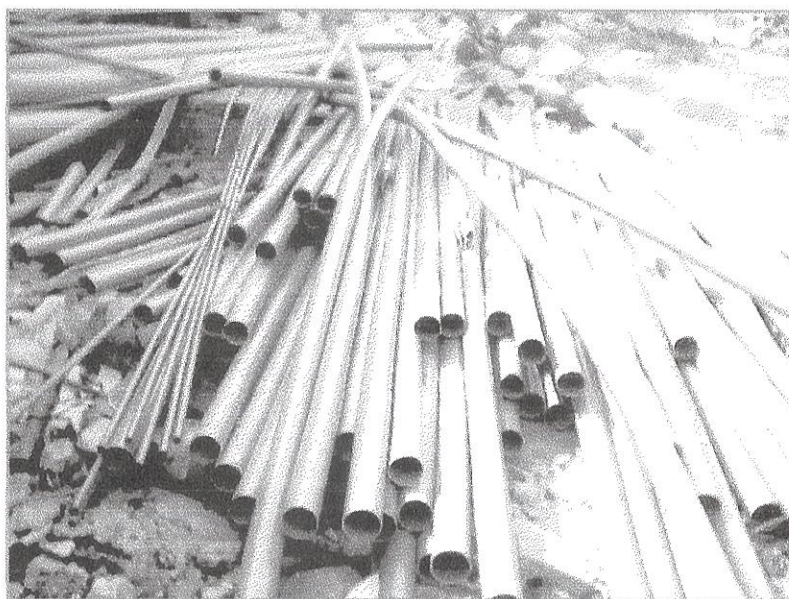


Figura 4.7 PRODUCTOS NO CONFORMES TIPO I

Se establecieron registros de las causas de los desperdicios de material originados en la empresa y posteriormente se analizo su magnitud y frecuencia.

TABLA 27

Desperdicios por Rubro

Motivo del Desperdicio	Kg
Fallas de prcceso	19879
Mantenimiento	4000
Material contaminado	1250
Apagones	45
Total	25174

Como se aprecia las causas que ocasionan el más alto desperdicio de materiales son las fallas de proceso, seguido de la falta de mantenimiento de las máquinas y el material contaminado, todos estos desperdicios de materiales se disminuirían de gran manera si se contara con una buena ruta de producción para cada uno de los productos de la empresa.

Los impactos económicos de estos desperdicios se analizan en el capítulo 7.

4.6 Diseño de la Ruta de Producción

Como esbozamos anteriormente la hoja de ruta es una lista de la secuencia de operaciones que describe los pasos que se siguen para fabricar un producto y generalmente incluye los siguientes elementos(9):

a. **Secuencia de la operación:** Describe la relación sucinta de varias operaciones en un proceso de producción.

b. **Descripción del Trabajo:** Trabajo a realizar.



- c. **Centro de trabajo:** Área en que se efectúa el trabajo.
- d. **Tiempo de Producción:** Tiempo de ejecución del trabajo.
- e. **Tiempo de preparación:** Lapso que se requiere para poner la máquina a punto de producción.
- f. **Instrumentos o dispositivos de control de calidad:**
Elementos con los cuales se verifica la calidad técnica del producto que se procesa en cada una de sus operaciones.
- g. **Frecuencia de control de calidad:**
Que expresa cada cuantas unidades de producción o a cada que periodo de tiempo se verifica la existencia o no de las condiciones de calidad que impone el proceso a la culminación de la operación.
- h. **El tiempo Total de producción de una orden de trabajo:**
Se determina multiplicando el tiempo estándar de producción de cada tubo por el número de tubos a producir y se le suma el tiempo de preparación de la orden.

Para la elaboración del sistema de rutas se siguen los siguientes pasos:

Pasos para el diseño e implementación del sistema de rutas.-

Definición de las etapas del proceso de fabricación, secuencia de operaciones, definición del área del proceso, generación de estándares de producción, generación de estándares de preparación, generación de estándares de calidad, validación o prueba de la ruta, generación de prototipo, producción piloto, registros de mejoras del proceso, generación y aprobación de rutas definitiva, ciclo de mejoramiento continuo de proceso y producto.

Elaboración de Hoja de Ruta para la Tubería Tipo I y II de PVC

La Definición y secuencia de las etapas del proceso de fabricación

Las etapas del proceso de fabricación se obtienen del diagrama de proceso que se observa el capítulo 2, las cuales son: Pesaje de Materias Primas, Mezclado, Extrusión- enfriamiento-rotulado-corte, acampanado.

Definición del Area el Proceso

La disposición de la planta es de acuerdo con el flujo del proceso por lo que las áreas que comprenden el proceso son 2: área de Mezclado, área de Extrusión.

Obtención de estándares de producción y preparación.

Los estándares ya fueron calculado en el capítulo 2 y se resumen en la tabla 28:

TABLA 28
ESTÁNDARES DE PREPARACIÓN Y PRODUCCIÓN

Tubería	Tiempo Estándar (horas)	Pesaje de M.P.	Mezclado	Extrusión	Acampanado
110 Tipo I	Prep.	0	0,01	0,00	0,03
	Produc.	0,02	0,04	0,06	0,02
50 tipo II	Prep.	0,00	0,00	0,00	0,00
	Produc.	0,02	0,01	0,01	0,01
75 tipo II	Prep.	0,00	0,01	0,00	0,01
	Produc.	0,01	0,01	0,02	0,01
110 tipo II	Prep.	0,00	0,00	0,00	0,01
	Produc.	0,02	0,02	0,03	0,01
160 tipo II	Prep.	0,00	0,02	0,00	0,02
	Produc.	0,02	0,02	0,06	0,02
200 tipo II	Prep.	0,00	0,06	0,00	0,09
	Produc.	0,15	0,10	0,21	0,07

Prototipo

Luego de haberse establecido el proceso es necesario validar el proceso, es decir probar que los lineamientos, demandas, restricciones establecidas en el proceso y ruta dan como consecuencia el producto deseado. Esta prueba se la realiza en el laboratorio, en una extrusora de prueba y en condiciones controladas por los ingenieros de proceso.

Corrida piloto

Mediante una corrida piloto se intenta probar que la producción experimental (prototipo) es posible masificarla siguiendo los pasos especificados en la ruta, esto es comprobar que el proceso y la ruta utilizada en condiciones experimentales son susceptibles de aplicación en condiciones de planta con la participación de obreros en lugar de ingenieros de proceso. Esta prueba se la realiza en la producción de un lote, con la participación de control de calidad que ira monitoreando los resultados de la misma.

Análisis de resultados para mejoras al proceso

De las observaciones de la corrida piloto se realizan las mejoras para la obtención del producto bajo todas las especificaciones de calidad en la planta y se introducen los correctores necesarios.

Aprobación y Generación de Rutas definitivas

Una vez que se han introducido los correctivos y que el producto es aprobado por el departamento de control de calidad, se registran las hojas de ruta en una base de datos para todos los productos.

Ciclo de mejoramiento continuo de proceso

Todo proceso es susceptible de mejoramiento y más aun se debe consistentemente buscar el mejoramiento continuo que se produce como consecuencia de nuevos y mejores materiales, mejor y más adecuado uso de los materiales, innovaciones tecnológicas que permiten mejorar el uso de maquinarias y equipos, consecuentemente nuevos tiempos estándar y de preparación de máquinas, etc. Cabe recalcar que una hoja de ruta no contiene toda la información referente al proceso en ella, es más bien un resumen de las operaciones a efectuarse, pero si hace referencia al lugar donde esta detallada la información requerida para cada paso del proceso de fabricación.

Finalmente presentamos las hojas de ruta elaboradas para los productos de este análisis:



TABLA 29

HOJA DE RUTA N°.- 001
TUBERÍA TIPO I 110 mm

Sec. de Oper.	Descrip. De la Operación	Centro de operación	Tiempo de Prepar.	Tiempo de producc.	Instr. De Control de calidad	Frec. control
10	Pesaje de M.P*	Área de Compuesto	0,000	0,015	Balanza	1
20	Mezclado**	Área de Compuesto	0,010	0,036	color-olor	1
30	Extrusión***	Área de Extrusión	0,000	0,060	color-balanza	1
40	Acampanado	Área de Acampanado	0,030	0,020	Calibrador pasa - no pasa	1

TABLA 30

HOJA DE RUTA N°.- 002

TUBERÍA TIPO II 50 mm

Sec. de Oper.	Descrip. de la operación	Centro de Operación	Tiempo de Prepar.	Tiempo De Producc.	Instr. De Control de calidad	Frec. control
10	Pesaje de M.P *	Área de Compuesto	0,004	0,020	Balanza	1
20	Mezclado**	Área de Compuesto	0,000	0,010	color-olor	1
30	Extrusión	Área de Extrusión	0,000	0,014	color-balanza	1
40	Acampanado	Área de Acampanado	0,000	0,010	Calibrador pasa - no pasa	1

TABLA 31

HOJA DE RUTA N°.- 003

TUBERÍA TIPO II 75 mm.

Sec. de Oper.	Descrip. De la Operación	Centro de operación	Tiempo de Prepar.	Tiempo de producc.	Instr. De Control de calidad	Frec. control
10	Pesaje de M.P*	Área de Compuesto	0,000	0,010	Balanza	1
20	Mezclado**	Área de Compuesto	0,010	0,010	color-olor	1
30	Extrusión***	Área de Extrusión	0,000	0,024	color-balanza	1
40	Acampanado	Área de Acampanado	0,010	0,010	Calibrador pasa - no pasa	1

TABLA 32

HOJA DE RUTA N°.- 004

PRODUCTO: TUBERÍA TIPO II 110 mm

Sec. de Oper.	Descrip. De la Operación	Centro de operación	Tiempo de Prepar.	Tiempo de producc.	Instr. De Control de calidad	Frec. control
10	Pesaje de M.P	Área de Compuesto	0,000	0,020	Balanza	1
20	Mezclado	Área de Compuesto	0,000	0,020	color-olor	1
30	Extrusión	Área de Extrusión	0,000	0,038	color-balanza	1
40	Acampanado	Área de Acampanado	0,016	0,011	Calibrador pasa - no pasa	1

TABLA 33
PLÁSTICOS DEL GUAYAS

HOJA DE RUTA N°.- 005

PRODUCTO: TUBERÍA TIPO II 160 mm

Sec. de Oper.	Descrip. De la Operación	Centro de operación	Tiempo de Prepar.	Tiempo de producc.	Instr. De Control de calidad	Frec. control
10	Pesaje de M.P	Área de Compuesto	0,000	0,020	Balanza	1
20	Mezclado	Área de Compuesto	0,020	0,020	color-olor	1
30	Extrusión	Área de Extrusión	0,000	0,060	color-balanza	1
40	Acampanado	Área de Acampanado	0,020	0,023	Calibrador pasa - no pasa	1

TABLA 34

HOJA DE RUTA N°.- 006

PRODUCTO: TUBERÍA TIPO II 200 mm

Sec. de Oper.	Descrip. De la Operación	Centro de operación	Tiempo de Prepar.	Tiempo de producc.	Instr. De Control de calidad	Frec. control
10	Pesaje de M.P	Área de Compuesto	0,000	0,150	Balanza	1
20	Mezclado	Área de Compuesto	0,060	0,100	color-olor	1
30	Extrusión	Área de Extrusión	0,000	0,210	color-balanza	1
40	Acampanado	Área de Acampanado	0,090	0,071	Calibrador pasa - no pasa	1

* Refiérase al proceso y las listas de materiales

** Consultar manual de preparación de maquinas

*** Refiérase al manual del proceso de producción

proceso, cuando se pone en marcha la producción en la planta es necesario que el sistema cuente con un sondeo y vigilancia diaria de la marcha de la misma, a la que se denomina control de producción para asegurar el cumplimiento de la programación maestra es

4.7 Control de producción

El control de producción es conocido generalmente en MRP como control de piso, por ser la traducción de su nombre en Inglés "Control of floor" o control de planta. La planta es controlada mediante las ordenes de fabricación o producción, las que autorizan el inicio de producción, detallando el área y el trabajo a realizarse en cada una de ellas.

Las ordenes de producción son emitidas según la programación maestra, de acuerdo con la prioridad de fabricación y plan de entrega de productos a los clientes, al ingresar una nueva orden de producción a la planta, se realiza el seguimiento de la misma a través del sistema de producción, mediante la verificación del cumplimiento de los tiempos, rutas, procesos y la calidad de la producción de la tubería en nuestro caso, de modo que de

presentarse un problema se puedan tomar los correctivos a tiempo, para cumplir con la programación de producción.

El control de producción esta a cargo de los Jefes y/o supervisores de las plantas industriales, estos son responsables por el cumplimiento del programa de fabricación en apego a procesos, rutas y estándares establecidos y de corregir los problemas que se presenten en la planta que atenten contra la programación maestra, comunicar los retrasos al programador maestro y los cambios en la programación o anulación de ordenes al personal de la planta.

Plásticos del Guayas, utiliza para el control de planta un programa en donde la prioridad de las ordenes dependen de la "Urgencia" que le asigne el Gerente de Producción, este programa no guarda relación con el requerimiento de materiales, ni considera las cargas de capacidad, solamente es una medida empírica de cuando se debe iniciar la producción, causa principal del incumplimiento de las fechas de entrega, mismo que ha originado perdidas de clientes, que al no ser atendidos en las fechas pactadas buscan otro proveedor.

Es importante que en la planta se realice el reporte de la producción, en forma adecuada, evitando los reportes innecesarios, duplicados, incorrectos y fuera de tiempo. Los ejecutivos de la empresa, se hallaban más preocupados al revisar los reportes de producción en los kilos hora promedio a los que una máquina puede trabajar, sin preocuparse de la cantidad de tiempos improductivos (paradas por mantenimiento, paradas por falta de material, reprocesamiento, etc.); Las paradas por falta de información (nadie sabía que orden elaborar luego de terminada una producción) o los niveles de desperdicio de material.

Es primordial que todo el personal involucrado con el proceso de producción este en capacidad de detectar un problema mediante la asistencia a un programa de capacitación estructurado con cursos o charlas, no solamente a nivel técnico si no también humano, ya que no se puede exigir a un trabajador no calificado que saque un producto de calidad o que reporte correctamente las novedades del proceso durante su turno, cuando en ocasiones ni siquiera conocen los principios básicos del trabajo que ejecutan o en el peor de los casos no están en capacidad de leer una simple instrucción, además se debería tener reuniones con los operadores por lo menos una vez al mes en la que se analicen los

resultados obtenidos, perdidas, demoras y que se lo haga participar del proceso de mejora, ya que hay reconocer que es el obrero quien vive con su máquina 12h diarias acumulando un caudal de información sobre el comportamiento de las máquinas y materiales que debe ser tomado en cuenta por los administradores para involucrar a los obreros dentro de un proceso de mejoramiento continuo, por el que se sentirán motivados a velar por ser algo que ellos mismo han planteado. Dentro de cualquier industria es de suma importancia la medición del desempeño de la planta de producción, la que se evalúa comparando los resultados obtenidos con los objetivos o programas planificados. Por lo que es vital la clara asignación de responsabilidades, ya que si no se corre el riesgo de que nadie se sienta responsable y todos incurran en descuidos de trabajo, que darían origen a baja productividad, entregas a destiempo y desperdicios de todo tipo dentro de la organización.



CAPITULO 5

5. COSTOS ESTÁNDAR DE PRODUCCIÓN

Para que una empresa sea competitiva y productiva adicionalmente a la aplicación de la filosofía MRP (con respecto al uso eficiente de todos los recursos), es muy importante que sepamos a que costo se realizan las operaciones dentro de la empresa, de aquí la importancia de los costos estándar de producción, que ayudan a un mejor control de los recursos y predicen presupuestos de producción.

Antes de iniciar con los costos estándar, se da una definición general de costos y se establecen las diferencias con los sistemas tradicionales.

5.1. Definición

El Costo se define como un recurso que se sacrifica o que se renuncia para alcanzar un objetivo específico(8).

Al determinar el costo de manufacturar un producto, sea el costeo por ordenes de trabajo o por procesos; puede predeterminarse antes de comenzar la producción de las unidades o a medida que se van produciendo o calcularse una vez que se haya completado la producción con los datos de los costos reales (sistema de acumulación de costos.)

Costeo Real

La National Association of Accountants define los costos reales o históricos como el costo que se acumula durante el proceso de producción de acuerdo con los métodos usuales de costeo histórico, en contraste con el costo que se determina con anticipación al proceso de producción, sin que el termino "costos reales" no tiene ninguna implicación de la exactitud con la que se miden los costos.

En un sistema de costeo real, los costos de los productos se registran solo cuando estos se incurren, esta técnica por lo

general es aceptable para el registro de materiales directos y mano de obra directa porque pueden asignarse con facilidad a órdenes de trabajo específicas (costeo por órdenes de trabajo) o departamentos (costeo por procesos), en cambio el componente de costo indirecto de un producto, por lo regular no puede asociarse fácilmente a una orden de trabajo o departamento específicos. Puesto que los costos indirectos de fabricación no representan un costo directo de producción, comúnmente se utiliza una modificación de un sistema de costo real, denominado costeo normal. Los costos de materiales directos y de mano de obra directa se acumulan a medida que se incurren, con una excepción, los costos indirectos de fabricación se aplican a la producción con base en los insumos reales (horas, unidades, etc.) medidos por una tasa de aplicación predeterminada de los costos indirectos de fabricación.

Costeo Estándar

En el costeo estándar, todos los costos asociados a los productos se basan en cantidades estándares o predeterminadas, representan los costos "planeados" de un producto y con frecuencia se establecen antes del inicio de la producción, el establecimiento de estándares proporciona a la gerencia metas



por alcanzar (es decir, planeación) y bases para comparar con los resultados reales (es decir, control.)

Los costos estándares son aquellos que esperan lograrse en determinados procesos de producción en condiciones normales, se relaciona con el costo por unidad y cumple básicamente el mismo propósito de un presupuesto, sin embargo, los presupuestos cuantifican las expectativas gerenciales en términos de costos Totales, más que en términos de costos por unidad. Cabe recalcar sin embargo que los costos estándares no reemplazan los costos reales en un sistema de acumulación de costos, por el contrario, se acumulan los costos estándares y los costos reales(8).

Los costos estándares se conocen también como costos planeados, costos pronosticados, costos programados y costos de especificaciones, los costos estimados se omitieron de esta lista, porque la palabra "estimado" no debe utilizarse indistintamente con la palabra "estándar". Los costos estimados históricamente se han empleado como proyecciones de lo que serán los costos unitarios para un periodo, mientras que los costos estándares representan lo que debe ser el costo unitario

de un producto, por tanto, mientras los costos estimados son simplemente una anticipación de los resultados reales, los costos estándares son objetivos fijados por la gerencia, que funcionan como controles para supervisar los resultados reales, además, los costos estándares hacen parte de un sistema de costos mientras que no ocurre así con los costos estimados.

5.2. Uso De Los Costos Estándares

La información de costos puede emplearse para muchos propósitos diferentes, pero debe tenerse en cuenta que la información de costos que cumple un propósito puede no ser apropiada para otro, por tanto, el propósito para el cual va a emplearse la información de costos debe definirse claramente antes de desarrollar los procedimientos para acumular los datos de control de costos.

Generalmente los costos estándares pueden emplearse para(8):

- 1) El control de costos
- 2) El costeo de inventarios
- 3) La planeación presupuestaria
- 4) La fijación de precios de los productos
- 5) El mantenimiento de registros.



Control De Costos

El objetivo del control de costos es ayudar a la gerencia en la producción de una unidad de un producto o servicio utilizable, al menor costo posible y de acuerdo con los estándares predeterminados de calidad. Los estándares permiten que la gerencia realice comparaciones periódicas de costos reales con costos estándares, con el fin de medir el desempeño y corregir las ineficiencias.

Costeo De Inventarios

Los contadores sostienen dos puntos de vista con relación al costeo de inventarios, un grupo sostiene que el inventario debe establecerse en términos del costo estándar y que el costo causado por la ineficiencia y la producción ociosa debe cargarse como costos del periodo. El otro grupo afirma que todos los costos incurridos en la producción de una unidad deben incluirse en el costo del inventario.

El Committee on Accounting Procedures, en el ACCOUNTING RESEARCH BULLETIN No. 43, adopto la siguiente posición: Los costos estándares son aceptables si se ajustan a intervalos



razonables para reflejar las condiciones corrientes, de tal manera que a la fecha del balance general estos se aproximen en forma razonable a los costos calculados bajo una de las bases reconocidas. En tales casos, debe usarse un lenguaje descriptivo que expresara esta relación, por ejemplo el siguiente modo: "aproxime los costos determinados sobre una base de primeros en entrar, primeros en salir", o si se desea mencionar el costo estándar, "a costos estándares, los cuales se aproximan a los costos reales".

Por tanto, para propósitos de elaboración de estados financieros extremos, los inventarios costeados a costos estándares deben ajustarse, si es necesario, para aproximar los costos reales.

Planeación Presupuestaria

Los costos estándares y los presupuestos son similares, puesto que ambos presentan los costos planeados para un periodo específico y son muy útiles cuando se elabora un presupuesto, ya que conforman los elementos con los que se establece la meta del costo total o presupuesto. Los presupuestos son costos estándares multiplicados por el volumen o nivel esperado de actividad.



Fijación De Precios De Los Productos

Por lo general el precio de venta de una unidad y el costo por unidad están estrechamente relacionados, en la mayor parte de los casos un cambio en el precio de venta de una unidad generará una modificación en la cantidad de unidades vendidas y por consiguiente en la cantidad de unidades que deben producirse, y a medida que cambia la cantidad de unidades producidas también se modificara el costo unitario, pues los costos indirectos de fabricación fijos se distribuirán sobre una cantidad diferente de unidades, por ejemplo, una disminución en el precio de venta de una unidad usualmente ocasionara una mayor cantidad de unidades vendidas, en la medida en que se vendan mas unidades, los costos unitarios disminuirán, puesto que el costo indirecto de fabricación fijo se distribuirá sobre un mayor volumen de unidades.

La tarea de la gerencia es lograr la mejor combinación de precio y volumen en determinado periodo y así maximizar las utilidades, los costos estándares ayudan a la gerencia con el proceso de decisiones, suministrando costos estándares proyectados para varios niveles de utilidad.

Mantenimiento De Registros

El mantenimiento detallado de registros puede reducirse cuando los costos estándares se usan en conjunto con los costos reales. Por ejemplo, cuando los inventarios se mantienen al costo estándar, los libros mayores de inventarios necesitan mantener solo un registro de las cantidades.

5.3. Tipos De Estándares

Existen tres tipos básicos de estándares que pueden emplearse(8):

- a. Fijo (básico)
- b. Ideal
- c. Alcanzable.

Estándar Fijo.- Es el estándar que una vez que se establece, es inalterable, tal estándar puede ser ideal o alcanzable cuando se establece inicialmente, pero nunca se altera una vez que se ha fijado. Los estándares fijos rara vez se utilizan para las empresas manufactureras, debido a su poca utilidad luego de un determinado lapso de tiempo por la búsqueda constante del mejoramiento en los procesos (8).

Estándar Ideal.- Un estándar Ideal se calcula usando condiciones utópicas para determinado proceso de manufactura, los estándares ideales suponen que los elementos de materiales directos, la mano de obra directa y los costos indirectos de fabricación se adquirirán al precio mínimo en todos los casos(8). Los estándares ideales se basan también en el uso óptimo de los componentes de material directo, mano de obra directa y de costos indirectos de fabricación a un 100% de la capacidad de manufactura, en realidad, los estándares ideales no pueden satisfacerse y generaran variaciones desfavorables(8).

Estándares Alcanzables.- Son estándares que se basan en un alto grado de eficiencia, pero difieren de los estándares ideales en el sentido en que pueden ser satisfechos o incluso excedidos por la utilización de operaciones eficientes, en los estándares alcanzables se considera que las partes o componentes (material directo, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación), pueden adquirirse a un buen precio global, no siempre el precio mas bajo, pero muy por debajo del precio esperado mas alto.

Los estándares alcanzables también consideran que(8):

- 1) La mano de obra directa no es 100% eficiente

- 2) Cuando se utiliza el material directo existirá un deterioro normal y
- 3) Un fabricante no puede producir al 100% de su capacidad.

Los estándares alcanzables se fijan por encima de los niveles promedio de eficiencia, pero pueden ser satisfechos o sobrepasados con una producción eficiente.

Aunque la mayor parte de las empresas actualmente utilizan los estándares alcanzables, se esta creando un nuevo ambiente de manufactura que hace énfasis en los estándares ideales, el establecimiento de cierta cantidad de ineficiencia en los estándares ya no se considera como un resultado deseable. La meta del mejoramiento continuo se ha convertido en un asunto imperioso.

El personal que labora en una empresa muchas veces no aprecia las dimensiones verdaderas de los desperdicios, o fallas que suelen incurrirse en un proceso de producción, por eso se considera importante incluir un sub. Capítulo, donde se trate la importancia de los costos de la calidad y la importancia de su determinación en dólares.



5.4. Costos De La Calidad

El costo de la calidad se lo podría definir, como el costo asociado a la no conformidad de los productos con los estándares de la calidad. Los costos de la calidad no son considerados importantes dentro de las empresas, por que estos no son evaluados en unidades monetarias (dólares), por ejemplo en plásticos del Guayas, los gerentes no entendían la trascendencia del desperdicio diario de 5 Kg de un pigmento, les parecía irrelevante, pero se calculó que al mes se desperdician alrededor de 100 Kg. De este pigmento, aun precio en dólares de \$18.98 el Kg, lo que representa una pérdida de \$1.898, sin considerar el resto de material, esta cifra si llamo la atención de la gerencia que se preocupo de eliminar el causal del desperdicio.

Algunos expertos han estimado que el costo de la calidad representa una parte significativa del costo de producción, aunque los costos varían de empresa a empresa, Se ha estimado que el costo común de la calidad para las compañías a nivel mundial fluctúa entre un 20% y un 40% de las ventas.



El costo de la calidad, se divide en dos o grupos:

- Costos de Control (costos de prevención, costos de evaluación) y
- Costos de falla o fracaso (interna y externa.)

En los dos primeros se incurren por que puede haber una falta de conformidad de los productos, mientras que los dos últimos porque existe una falta de conformidad de un producto.

Los tipos de costo dentro de cada categoría se dividen en:

- 1) Costo de prevención, incluye el costo de:
 - a) Planeación global de la calidad y fijación de la calidad.
 - b) Diseño y operación de un sistema de garantía de la calidad.
 - c) Capacitación sobre la calidad para los empleados
 - d) Mantenimiento preventivo de herramientas y equipos
 - e) Capacitación y evaluación del proveedor
 - f) Estudios de ingeniería para mejorar el desempeño de la calidad.
- 2) Costos de evaluación, incluye el costo de:
 - a) Procedimientos de control estadístico del proceso

- b) Inspección
 - c) Prueba
 - d) Auditorias de la calidad
- 3) Costos del fracaso interno. Incluye los costos incurridos antes de que el producto salga de la fabrica para:
- a) Volver a hacer el trabajo
 - b) Desecho
 - c) Tiempo durante el cuando un empleado o una máquina no está operando.
- 4) Costos del fracaso externo. Incluye los costos incurridos después de que el producto sale de la fabrica para:
- a) Reparaciones de garantía
 - b) Manejo de las quejas de clientes
 - c) Reempaque y fletes
 - d) Reclamos de responsabilidad del producto.

Por lo tanto el costo de la calidad se podría expresar como:

Costo de la Calidad = Costo de Control + Costo de Falla

Algunos de los costos enumerados anteriormente pueden determinarse a partir del sistema existente de contabilidad de costos. Sin embargo, algunos deberán estimarse.

El papel del departamento de control de calidad en las empresas manufactureras es detectar productos defectuosos y suministrar información estadística sobre la cantidad producida de unidades defectuosas, sin embargo, esta información rara vez se traduce en una medición del costo en dólares de tal manera que se reflejen en la medición del desempeño financiero del gerente responsable por los costos.

5.5. Elaboración del Costeo Estándar

Para elaborar el costeo estándar de las tuberías tipo I y II se necesita conocer como determinar o establecer los estándares para cada uno de los elementos de los sistemas de costeo.

Establecimiento De Estándares Para Un Sistema Por Ordenes De Trabajo

En un sistema de costeo por órdenes de trabajo, cada una de las órdenes de trabajo consta de una sola unidad compleja o un pequeño lote de unidades complejas, ya que estas unidades se producen a la medida y por tanto, se adaptan a las especificaciones

Estándares De Materiales Directos

Los estándares de materiales directos se dividen en estándares de precio (tasa) y estándares de eficiencia (uso.)

Estándares De Precio De Los Materiales directos

Los estándares de precio, son los precios unitarios con los que se compran los materiales directos, aunque los costos estándar se expresan sobre una base por unidad, la gerencia debe estimar las ventas totales para el próximo periodo, antes de que puedan fijarse los estándares individuales. El pronóstico de ventas es de suma importancia porque determinara primero el total de unidades de artículos terminados que tendrán que producirse, y luego la cantidad total de materiales directos que se adquirirán durante el siguiente periodo. La mayoría de los proveedores ofrecerán descuentos sustanciales por cantidad, basados en el incremento de cantidades de materiales directos que se espera ordenaran para todo el periodo, una vez determinada la cantidad que va a comprarse, el proveedor puede establecer el precio neto de compra, la gerencia debe fijar estándares de calidad y entrega antes de que puedan determinarse los precios estándar por unidad.

Los departamentos de contabilidad de costos y compras normalmente son responsables de fijar los estándares de precio de los materiales directos, puesto que tienen rápido acceso a los datos de precio y podrán conocer las condiciones del mercado y otros factores relevantes, el departamento de compras es el responsable de examinar cual proveedor otorgar el mejor precio al nivel de calidad deseado y dentro de las exigencias de entrega, y otros requerimientos.

La mayoría de los proveedores desearan la opción de cambiar sus precios durante el periodo para reflejar los aumentos en sus costos, si existe este convenio, la gerencia debe considerar el incremento del precio estándar inicial por unidad a un precio promedio estándar ponderado por unidad, para reflejar los incrementos de precio proyectados para el periodo. Como una alternativa preferible en condiciones de modificaciones esperadas en los precios de compra, el departamento de contabilidad de costos y/o el de compras, puede alterar de manera periódica el precio estándar por unidad en respuesta a los cambios reales en los precios de compra.

El proceso de fijación de estándares para materiales directos puede demandar mucho tiempo, especialmente en las grandes compañías

manufactureras que deben establecer estándares para cientos de proveedores diferentes, cuando se utiliza más de un material directo en un proceso de producción, debe calcularse un precio estándar unitario para cada uno de los materiales directos. Muchas compañías manufactureras han designado gerentes de diferentes departamentos, a quienes se los asigna la única responsabilidad del establecimiento de estándares.

Estándares De Eficiencia (Uso) De Materiales Directos

Los estándares de eficiencia (cantidad o uso) son especificaciones predeterminadas de la cantidad de material directo o materiales directos que se necesitan para completar una unidad, los estándares individuales deben calcularse para cada material directo que se utiliza en la producción de una unidad terminada. Esto generalmente se lo realiza en el momento del diseño del producto, y la cantidad de material directos diferentes y las cantidades relacionadas de cada uno para completar una unidad, son lo que denomina MRP como listas de materiales.

El departamento de ingeniería, debido a que diseña el proceso de producción, esta en la mejor posición para fijar en forma realista los estándares de cantidad alcanzables.

El departamento de ingeniería, debido a que diseña el proceso de producción, esta en la mejor posición para fijar en forma realista los estándares de cantidad alcanzables. Con base en las listas de materiales que se elaboraron en el capítulo 2 se han obtenido los estándares de materiales directos en tasa y uso, los mismos que se presentan a continuación en las tablas adjuntas:

TABLA 35

Plásticos del Guayas			
Costeo Estándar Materiales			
Producto	Tubería Tipo I		
Fecha de costeo: 2003	110 mm		
Materias primas			
Descripción	Costo Unit. (\$)/Kg.	Cantidad Kg.	Costo Total (\$)
Resina	0,490	7,894	3,868
Pigmento Negro	1,800	0,004	0,006
pigmento azul	18,980	0,001	0,018
Pigmento Amarillo	3,770	0,000	0,000
Estabilizante	2,200	0,032	0,069
Estearato de Calcio	1,370	0,063	0,087
Cera tipo 1	0,950	0,095	0,090
Cera tipo 5	0,530	0,012	0,006
Dióxido de Titanio	2,600	0,047	0,123
Carbonato de Calcio	0,310	0,553	0,171
Total materias primas		8,700	4,049

TABLA 36

Plásticos del Guayas			
Costeo Estándar Materiales			
Producto	Tubería Tipo II		
Fecha de costeo: 2003	50 mm		
Materias primas			
Descripción	Costo Unit. (\$)/Kg.	Cantidad Kg.	Costo Total (\$)
RESINA	0,490	1,094	0,536
ESTABILIZANTE	2,200	0,005	0,012
ESTEARATO DE CALCIO	1,370	0,007	0,009
CERA PARAFINICA	1,480	0,012	0,018
DIOXIDO DE TITANIO	2,600	0,009	0,023
CARBONATO DE CALCIO	0,310	0,273	0,085
Total materias primas		1,400	0,682

TABLA 37

Plásticos del Guayas			
Costeo Estándar Materiales Directos			
Producto	Tubería Tipo II		
Fecha de costeo: 2003	75 mm		
Materias primas			
Descripción	Costo Unit. (\$)/Kg.	Cantidad Kg.	Costo Total (\$)
RESINA	0,490	1,875	0,919
ESTABILIZANTE	2,200	0,009	0,021
ESTEARATO DE CALCIO	1,370	0,011	0,015
CERA PARAFINICA	1,480	0,021	0,031
DIOXIDO DE TITANIO	2,600	0,015	0,039
CARBONATO DE CALCIO	0,310	0,469	0,145
Total materias primas		2,400	1,170

TABLA 38

Plásticos del Guayas			
Costeo Estándar Materiales Directos			
Producto	Tubería Tipo II		
Fecha de costeo: 2003	110 mm		
Materias primas			
Descripción	Costo Unit. (\$)/Kg.	Cantidad Kg.	Costo Total (\$)
RESINA	0,490	3,008	1,474
ESTABILIZANTE	2,200	0,015	0,033
ESTEARATO DE CALCIO	1,370	0,018	0,025
CERA PARAFINICA	1,480	0,033	0,049
DIOXIDO DE TITANIO	2,600	0,024	0,063
CARBONATO DE CALCIO	0,310	0,752	0,233
Total materias primas		3.850	1.876

TABLA 39

Plásticos del Guayas			
Costeo Estándar Materiales Directos			
Producto	Tubería Tipo II		
Fecha de costeo: 2003	160 mm		
Materias primas			
Descripción	Costo Unit. (\$)/Kg.	Cantidad Kg.	Costo Total (\$)
RESINA	0,490	6,328	3,101
ESTABILIZANTE	2,200	0,032	0,070
ESTEARATO DE CALCIO	1,370	0,038	0,052
CERA PARAFINICA	1,480	0,070	0,103
DIOXIDO DE TITANIO	2,600	0,051	0,132
CARBONATO DE CALCIO	0,310	1,582	0,490
Total materias primas		8.100	3.947



TABLA 40

Plásticos del Guayas			
Costeo Estándar Materiales Directos			
Producto	Tubería Tipo II		
Fecha de costeo: 2003	200 mm		
Materias primas			
Descripción	Costo Unit. (\$)/Kg.	Cantidad Kg.	Costo Total (\$)
RESINA	0,490	19,844	9,723
ESTABILIZANTE	2,200	0,099	0,218
ESTEARATO DE CALCIO	1,370	0,119	0,163
CERA PARAFINICA	1,480	0,218	0,323
DIOXIDO DE TITANIO	2,600	0,159	0,413
CARBONATO DE CALCIO	0,310	4,961	1,538
Total materias primas		25,400	12,379

Estándares De Mano De Obra Directa

Los estándares de costo de la mano de obra directa al igual que los materiales directos, pueden dividirse en estándares de precio (tarifa de mano de obra) y estándares de eficiencia (horas de mano de obra.)

De Tarifa

Los estándares (tarifas) de precio son pagos predeterminados para un periodo de trabajo, el pago esta usualmente basado en el tipo de trabajo a realizar y en la experiencia que la persona ha tenido en el trabajo. Usualmente, la tarifa salarial por lo general la determinara la gerencia de acuerdo con el departamento de personal, actualmente se maneja el pago promedio ponderado estándar por hora, los factores como pago de vacaciones y compensación por enfermedad no se incluyen en la tarifa estándar de pago, porque normalmente se contabilizan como pago de los costos indirectos de fabricación. Al dividir el valor total de sueldos de mano de obra directa y beneficios que se pagan a los trabajadores para el número total de los mismos se obtiene el costo promedio para cada empleado de mano de obra directa. el costo promedio de cada empleado por hora se obtiene dividiendo esta cantidad para el total de horas trabajadas.

$$\frac{\$}{h} = \frac{\text{dólares por empleado}}{\text{total horas MOD}}$$



A continuación se presenta un resumen de los costos de mano de obra directa

Costos de Personal Mano de Obra Directa

Sueldos.....	\$ 5064,36
Décimo tercer sueldo.....	\$ 226,48
Décimo cuarto sueldo.....	\$ 7,33
Fondo de Reserva.....	\$ 226,48
Aporte Patronal.....	\$ 330,21
Servicios prestados.....	\$ 1500,00
Bono de Producción.....	\$ 1549,78
Bonificaciones Especiales.....	\$ 800,00
Vacaciones.....	\$ 354,00
Bono de eficiencia.....	\$ 560,00
Total Mano de Obra Directa	\$10618,64

Datos

Horas / turno	12
Días de Trabajo ..	25
Empleados	22

$$\text{Dólares / empleado} = \frac{\text{Total M.O.D}}{\# \text{ empleados}} = \frac{10618,64}{22} = \$ 482,7$$

Las horas totales de MOD = 12 x 25 = 300 horas

$$\$/h = \frac{\$}{h} = \frac{\text{dólares por empleado}}{\text{total horas MOD}} = \frac{482.7}{300} = 1.6 \$/h$$

Eficiencia

Son estándares predeterminados de la cantidad de horas de mano de obra directa que se debe utilizar en la producción de una unidad terminada. Los estudios de tiempo y movimientos son útiles en el desarrollo de estándares de eficiencia de mano de obra directa.

Cuando una compañía introduce un nuevo producto o proceso de manufactura, la cantidad de mano de horas de mano de obra directa que se requiere para producir una unidad generalmente disminuye en una tasa porcentual constante desde el primer trabajo o unidad, hasta que se realiza el aprendizaje y puede mostrarse de manera visual en lo que técnicamente se conoce como curva de aprendizaje, que se basa en hallazgos estadísticos que indican que a medida que se duplica la cantidad acumulada de unidades producidas, el tiempo promedio de mano de obra directa que se requiere por unidad disminuye a un porcentaje constante (normalmente en un rango del 10% al 40%), conocidos como % de reducción de costos.



Los estudios de tiempos y movimientos pueden usarse para determinar el porcentaje que se aplicara a determinado proceso de producción, el porcentaje de reducción de costos designado sobre la curva es el complemento (uno menos la tasa de aprendizaje); por tanto, si el tiempo promedio de mano de obra directa que se requiere por unidad disminuye en un 30% después de que se duplica la producción.

Pero existe un límite, tanto físico como mecánico, que estará fuera del alcance de cualquier mejoramiento adicional en la producción por hora y que solo puede mejorarse cambiando la naturaleza del proceso de producción o mejorando el equipo que se usa. Siempre y cuando el proceso de producción no este totalmente automatizado hay que tener en cuenta la curva de aprendizaje para no generar estándares erróneos, que conducirán a decisiones equivocadas

Cuando hay una modificación en la situación o en los procedimientos, debe desarrollarse un nuevo estándar.

Los estándares de MOD ya fueron calculados en el anexo a

Estándares De Costos Indirectos De Fabricación

El establecimiento de estándares para los costos indirectos de fabricación es similar al de estándares para materiales directos y mano de obra directa. Sin embargo, aunque el concepto básico es similar, los procedimientos utilizados para calcular los costos estándares para los costos indirectos de fabricación son completamente diferentes.

Los costos indirectos de fabricación incluyen materiales indirectos, mano de obra indirecta y los demás costos indirectos de manufactura como arriendo de fabrica, depreciación del equipo de fabrica, etc. Los costos individuales que forman el total de costos indirectos de fabricación se afectan de manera diferente por los aumentos o disminuciones en la actividad de la planta.

Los costos indirectos pueden ser:

1. costos indirectos de fabricación variable
2. costos indirectos de fabricación mixtos
3. costos indirectos de fabricación fijos



Los costos indirectos de fabricación fijos comprometidos que no se afectan con la producción, cuando se preparan los estimados de los

costos indirectos de fabricación para el próximo periodo, los supuestos también deben hacerse acerca de los cambios en los costos como resultado de la inflación, avances tecnológicos, decisiones de políticas con respecto a los estándares y objetivos de producción.

Un costo variable cambia en proporción directa con el nivel de producción, el costo indirecto de fabricación variable por unidad permanece constante dentro del rango relevante.

El total de los costos indirectos de fabricación fijos permanecerá, a medida que se expande la producción, los costos indirectos de fabricación fijos se distribuyen sobre más unidades, de tal manera que decrecen los costos unitarios. Como consecuencia de esta característica en el comportamiento de los costos indirectos de fabricación fijos estándares para cada producto se convierte en un problema cuando varían los niveles de producción.

Para encontrar el valor del cif en \$/ hora es necesario que se calculen las horas totales disponibles de la planta

Total Máquinas de planta = 12 máquinas

Días laborables/ mes = 25 días



Horas / día = 24 horas

Total horas máquina disponibles = 7200 horas

Y también el total de los gastos indirectos de fabricación (CIF)

Costo de Mano de Obra Indirecta.....7200.35

Gastos Generales27890.25

Depreciación.....8980.97

Total Costos Indirectos de Fabricación **\$44.071.57**

Y aplicar la siguiente formula:

$$CIF / hora = \frac{CIF}{Horas disponibles} = \frac{44.071.57}{7200} = \$6.12/h$$

Una vez que se tiene todos los estándares de MOD, Materiales y Cif el costo estándar esta dado por:

Costo unitario Tubo = Costo estándar de materiales + (costo estándar de MOD* tiempo estándar de producción) + (cif estándar /hora* tiempo estándar de producción.)



TABLA 41
COSTEO ESTANDAR DE LAS TUBERÍAS TIPO I Y TIPO II

DESCRIP.	Tiempo Estándar horas	COSTO MAT. PRIMA \$	CIF \$	MOD \$	COSTO TOTAL \$	% MAT.	% CIF	% MOD
TUBERÍA TIPO I								
110 mm	0,17	4,05	1,04	0,27	5,36	75	19	5
TUBERÍA TIPO II								
50 mm	0,05	0,68	0,29	0,08	1,05	65	28	7
75 mm	0,07	1,17	0,43	0,11	1,71	68	25	7
110 mm	0,09	1,88	0,55	0,14	2,57	73	21	6
160 mm	0,16	3,95	0,98	0,26	5,18	76	19	5
200 mm	0,68	12,38	4,16	1,09	17,63	70	24	6
Total						70	23	6

Para acumular los resultados reales de periodos anteriores para material directo (MD), mano de obra directa (MOD) y costos indirectos de fabricación (CIF), se utilizan sistemas computacionales antes de la revisión de los estándares de productos existentes, se suministran los informes anteriores de precios y usos reales a las personas indicadas, como el ingeniero

productos existentes, se suministran los informes anteriores de precios y usos reales a las personas indicadas, como el ingeniero de métodos, al gerente del departamento de compras. Los informes sobre la evaluación del desempeño, por lo general, comparan los estándares de MD, MOD y CIF con los resultados reales.

Los sistemas computacionales son expertos en el cálculo de variaciones independientemente de la complejidad de los componentes de múltiples materiales, operaciones de mano de obra y amplios costos indirectos variables y fijos.

A medida que se establecen nuevos estándares con frecuencia se introducen a un modelo desarrollado usando una hoja electrónica. Los pronósticos de venta, la producción planeada, los niveles deseados de inventario, se incluyen en el modelo, junto con muchos otros factores. Así, el Software:

- Presentara los estándares de precio para los estándares de cantidad.
- Combinara los componentes en costos del producto.

- Multiplicará los costos estándares del producto para los volúmenes planeados para generara presupuestos flexibles.

Los costos del producto, las utilidades y otras cifras resultantes del resumen presupuestado se compararán con las metas de la gerencia. Las revisiones de los estándares pueden ser necesarias para reflejar los costos del producto y las utilidades que desee alcanzar la gerencia.

Adicionalmente los sistemas computacionales se utilizan para combinar nuevos estándares aprobados y calcular los costos del nuevo producto. Estos costos se introducen automáticamente en los sistemas computacionales facilitando de esta forma el control de los costos, costeo de inventario, planeación presupuestaria, fijación de precios del producto y mantenimiento de registros.

Los fabricantes pueden emplear cientos de cantidades y precios estándares de materiales, mano de obra y costos indirectos de fabricación para todos sus productos y procesos. Se requiere mucho tiempo para revisar manualmente los cientos de estándares existentes y decidir cuales necesitan revisión. Los sistemas computacionales ayudan a resaltar los estándares que necesitan

cambio, para así poder tomar las medidas correctivas necesarias o analizar la necesidad de un nuevo establecimiento de dicho estándar.



CAPITULO 6

6. MEDICIÓN DE DESEMPEÑO Y SISTEMAS DE INCENTIVOS

La medición de desempeño es un elemento de suma importancia dentro del proceso gerencial para la consecución de los objetivos y metas planteadas, mismos que se logran a través de planes de acción, asignación de recursos y responsabilidades; la medición de desempeño proporciona la retroalimentación necesaria para poder tomar las correspondientes medidas correctivas(4).

Si una empresa no realiza mediciones del nivel de desempeño, no sabe

dónde se encuentra competitivamente hablando, o que debe hacer para mejorar, en MRP la medición del desempeño se enfoca en la evaluación de la operación total de la empresa, expresando el resultado obtenido en términos de porcentaje entre el desempeño logrado y lo planeado, permitiéndole a la empresa saber con exactitud el grado de éxito alcanzado en la ejecución de sus planes.

Para realizar las mediciones de desempeño no se necesita un nuevo computador ni elaborar nuevos informes de lo que se produce, pues la mayor parte de la información necesaria para realizar estas mediciones se encuentra a la disposición de la mayoría de las empresas, el problema no es la información, es la gerencia. Lo que se necesita muchas veces es una gerencia que comprenda la importancia del proceso de medición del desempeño para conseguir los objetivos planteados, cerrando el sistema de planeación con la retroalimentación de la medición del desempeño. enfocada a la totalidad de la empresa si se quiere obtener buenos resultados de su aplicación.

Para que una empresa establezca el proceso de medición de desempeño se deben considerar los siguientes pasos a seguir:

Pasos del Proceso de Medición del desempeño(4).

1. Establecer los objetivos del desempeño

Son las responsabilidades claves de la empresa, objetivos claros, fáciles de medir y comprender, los mismos que se evalúan con regularidad para determinar el desempeño de la empresa.

2. Medir el desempeño comparándolo con los objetivos

3. Identificación de los sectores donde se presentan los problemas o debilidades de la empresa.

4. Desarrollar un plan de acción utilizando recursos y responsabilidades para la resolución de problemas.

Un punto importante dentro del proceso de medición de desempeño y que muchas veces no es tomado en consideración, es la asignación de responsabilidad, la que consiste en encargar a alguien de cada uno de los sectores o departamentos de la empresa la consecución de los objetivos no con el propósito de culpar a este ultimo de los problemas,



si no para identificar y resolver los problemas que impiden alcanzar el desempeño deseado

5. Medición regular del desempeño y aplicación de medidas necesarias para el mantenimiento del mismo.
6. Informar al personal involucrado sobre el nivel de desempeño obtenido.

La información de los resultados de la medición de desempeño debe ser difundida en todos los niveles de la organización, el objetivo de su publicación es que cumpla con su misión de alertar sobre la marcha de la planificación, al permitir que todo el personal pueda ver hasta donde se han alcanzado los objetivos planteados.

7. Registro histórico de la evolución del nivel de desempeño.

La información sobre los niveles de desempeño además de ser difundida es recomendable adicionalmente que sea registrada en una base de datos que permita observar las mejoras a lo largo del tiempo, y realizar comparaciones de desempeño con años anteriores.



Luego de la publicación y registro de la información obtenida, se forma un grupo de trabajo decidido a aportar su experiencia, conocimiento y energía para mejorar el desempeño, a través del análisis de los puntos que constituyen una debilidad en la organización con el objetivo de encontrarles soluciones, practicas e inmediatas.

E transmitir la información sobre el desempeño en la empresa asignar responsabilidad sobre él, eleva el desempeño generalmente en un 15%, pero para lograr un nivel de desempeño clase A, las empresas deben lograr un nivel de éxito por lo menos un 90%; sin embargo con una buena planificación, ejecución y evaluación de las operaciones muchas empresas han elevado sus metas al 95%(3).

Como se ha indicado ya esta tesis no abarca el sistema cerrado completo de MRP ya que no se han detallado la elaboración de la planificación comercial y de ventas pero ya que su desarrollo esta basado en dichos planes, se da a manera de conocimiento general los parámetros de la medición del desempeño de los mismos.

6.1. Medición de desempeño a nivel ejecutivo

Planeación Comercial

El plan comercial establece los objetivos generales y la orientación de la empresa. Las medidas de desempeño del plan comercial consisten en los porcentajes logrados de los objetivos de ingresos, inversión y rendimiento de la inversión comparados con los objetivos definidos en el plan. El responsable del desempeño del plan comercial es el gerente general de la empresa.

El plan comercial fija el marco del plan de ventas y el plan de producción, los tres planes están relacionados y deben ser coordinados a medida que se practican modificaciones o actualizaciones en cualquiera de ellos

El elemento de medición clave del plan comercial es el rendimiento de la inversión (RI.) la ecuación del rendimiento de la inversión calcula los ingresos producidos por la inversión hecha para sustentar las oportunidades del producto y el mercado. El rendimiento de la inversión es un método para evaluar el éxito de los mercados y los productos actuales de la empresa, así como el potencial de nuevos mercados y productos. El resultado del plan



comercial es el rendimiento real de la inversión expresado en términos del porcentaje de rendimiento perseguido por el plan.

La medición del desempeño del plan comercial se calcula por medio de la siguiente ecuación(4):

$$\text{Desempeño del Plan Comercial} = \frac{\text{RI real}}{\text{RI planeado}} \times 100\% = \%$$

En la siguiente tabla se aprecia un resumen de la medición de desempeño del plan comercial.

TABLA 42

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DEL PLAN COMERCIAL		
Función	Objetivo	Medida
Plan Comercial	Ingresos	Ingresos = Plan
Responsable	Inversión	Inversión = Plan
Gerente General		
	Rendimiento de la inversión	Rendimiento de la inversión = Plan

El Plan de Ventas

El plan de ventas pronostica el nivel de demanda de los productos de la empresa. Toma en cuenta la experiencia, los pronósticos económicos y los planes de mercadeo de la empresa.

La persona responsable del plan de ventas suele ser el gerente o el vicepresidente de ventas de la empresa. Las medidas de desempeño generalmente incluyen: la equivalencia entre el plan de ventas y el plan comercial; la relación en unidades monetarias, de unidades, de mezcla de los productos, de los pedidos recibidos versus los pronosticados; la relación entre el inventario de productos terminados y el planeado.

El objetivo del plan de ventas es formular un plan de pedidos recibidos y/o embarques de los productos de la empresa y entonces realizar los pedidos según el plan. El plan de ventas debe establecer unidades monetarias y unidades por línea de productos por mes o por año, su desempeño se calcula por:

$$\text{Desempeño del Plan Ventas} = \frac{\text{Ventas reales}}{\text{Ventas planeadas}} \times 100\% = \%$$



TABLA 43

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DEL PLAN DE VENTAS		
Función	Objetivo	Medida
Plan de Ventas	Revisión del Plan de Ventas	Plan de Ventas = Plan comercial X unidades monetarias X unidades de productos/ mes
Responsable	Desempeño del Plan de Ventas	Plan de Ventas = Plan comercial X unidades monetarias X unidades de productos mes
Ventas		
	Inversión de Productos terminados	Inventario de Productos terminados = plan /mes

El Plan de Producción

Los objetivos del Plan de Producción son equilibrar la demanda total con los recursos existentes, el elemento de medición clave lo constituye el desempeño del plan de producción. Una vez que el nivel ejecutivo establece el plan de producción, fabricación es responsable de producirlo. La medición del desempeño de la planeación de producción incluye los siguientes elementos:

- Equivalencia entre el plan de producción y el de ventas,

- Tasas de producción situadas dentro de los límites de capacidad.
- Producción mensual real igual a la planeada.

El desempeño del plan de producción se expresa en términos de la producción real expresada como un porcentaje de producción perseguida por el plan.

$$\text{Desempeño del Plan Producción} = \frac{\text{Producción real}}{\text{Producción planeada}} \times 100\% = \%$$

TABLA 44

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DEL PLAN DE PRODUCCIÓN		
Función	Objetivo	Medida
Plan de Producción	Revisión del Plan de Producción	Plan de Producción = Plan de ventas $\pm$ variaciones de inventario por mes
Responsable	Revisión de la capacidad de Producción	Tasas de Producción = Límites de capacidad (horizontes de planeación)
Fabricación	Desempeño del Plan de Producción	Producción real = plan por mes

6.2. Medición de desempeño a nivel dirección de Operaciones

La medición de desempeño a nivel de la dirección de Operaciones indica hasta que punto el programa maestro y los planes de materiales, y capacidad que lo apoyan funcionan de acuerdo a lo planeado. Como se ha indicado anteriormente el éxito del sistema cerrado depende de velar para que la planificación a todo nivel se cumpla y estar atentos a cualquier cambio o inconveniente que modifique la planeación es parte primordial de este objetivo. Si la planeación falla en alguna etapa podría crear un caos a todo el sistema, si no se le introducen a tiempo los correctivos necesarios.

Programación Maestra

Los elementos de evaluación del programa maestro son:

- Unidades monetarias del plan de producción equivalente a las unidades monetarias del programa maestro.
- Modificaciones Oportunas del programa maestro.
- Producción real equivalente a la producción planeada por semana. Ver tabla 45

TABLA 45

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PROGRAMACIÓN MAESTRA		
Función	Objetivo	Medida
Programa Maestro de Producción	Revisión del Programa Maestro de Producción	Programa Maestro de Producción = Plan de producción + Plan de demandad total
Responsabilidad	Política del Programa Maestro de Producción	Política de barrera de tiempo del PMP Revisión del cambio del PMP Revisión del Consumo del PMP
Materiales Fabricación	Desempeño del Programa Maestro de Producción	Producción real = Programa Maestro de Producción por unidad y mezcla de productos por semana

El elemento clave de medición del programa maestro de producción (PMP) es la producción real del programa maestro de producción expresada en términos de un porcentaje de la producción planeada en dicho programa por modelo, característica y opción o mezcla de productos.

$$\text{Desempeño del PMP} = \frac{\text{Producción real del PMP}}{\text{Producción planeada del PMP}} \times 100\% = \%$$



Planeación de Materiales

El departamento de planeación de materiales es responsable del plan de materiales. Logra su objetivo mediante la formulación y administración de los programas detallados de materiales o componentes necesarios para cumplir el programa maestro. Todos los programas del plan de materiales guardan relación con los requisitos que resultan del programa maestro. Si el programa maestro ha de cumplirse en la forma programada, todos estos programas deben ser implementados en la forma sugerida por Planeación de materiales.

TABLA 46

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PLANEACIÓN DE MATERIALES		
Función	Objetivo	Medida
Planeación de los Requisitos de Materiales	Confiabilidad Del envío	Envíos a tiempo contra el total de pedidos enviados
Responsabilidad	Disponibilidad de Materiales	Pedidos con materiales disponibles contra el total de pedidos enviados
Materiales		Pedidos con fechas actuales contra el total de pedidos abiertos

El elemento de medición clave es el desempeño de la confiabilidad del programa. La confiabilidad del programa muestra si las ordenes están siendo programadas o reprogramadas a fechas de entrega corrientes para mantener prioridades validas que permitan cumplir el programa de producción maestro.

La confiabilidad del programa mide la confiabilidad del plan que está en vías de ser entregado a Compras o Fabricación. La confiabilidad del programa es el número de pedidos con fechas de entrega corrientes expresado en términos de un porcentaje del número total de pedidos.

$$C_{PM} = \frac{\text{Pedidos con fechas de entregas actuales}}{\text{Número total de pedidos}} \times 100\% = \%$$

C = Confiabilidad

PM = Programa de Materiales

Planeación de Capacidad

El último sector de la planeación al nivel de la dirección de operaciones es la planeación de los requisitos de capacidad. El plan de capacidad determina la disponibilidad de suficientes

recursos de fabricación para cumplir los requisitos del programa maestro.

TABLA 47

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PLANEACIÓN DE CAPACIDAD		
Función	Objetivo	Medida
Planeación de los Requisitos de Capacidad	Revisión del Plan de capacidad	Plan de capacidad - Por centro de carga - Por departamento - Por planta
Responsabilidad	Desempeño de entrada	
Fabricación		Horas liberadas contra el plan de capacidad

El elemento de medición clave consiste en el desempeño del plan de capacidad. El plan de capacidad debe ser formulado por centro de trabajo, departamento y fabrica con el objeto de determinar la capacidad que se necesita para cumplir el plan. El desempeño del plan de capacidad lo representa el número de horas liberadas. Expresado como un porcentaje de las horas planeadas por centro de trabajo, departamento y planta.

$$\text{Desempeño del Plan de capacidad} = \frac{\text{Horas liberadas}}{\text{Horas planeadas}} \times 100\% = \%$$

Medición del desempeño de Manejo de información

Como sabemos el MRP se apoya en un sistema computarizado, el mismo que debe ser manejado eficientemente, pero no se puede determinar si la información almacenada en él es exacta si no se le han fijados objetivos y asignando un responsable. La información manejada en el sistema computarizado incluye:

- Listas de materiales
- Posición de inventario
- Rutas

Listas de Materiales

Ingeniería es responsable de las listas de materiales. Estas listas deben tener por lo menos un 99% de exactitud para que el sistema de planeación de materiales funcione eficazmente. Las medidas de desempeño típicas son: exactitud de las listas de materiales en cuanto a piezas y cantidades, nivel por nivel para ensamblaje (si el proceso es de ensamblaje), control de las fechas planeadas y reales de la entrada en vigor de los cambios de ingeniería y el porcentaje del inventario total que es obsoleto o que representa un superávit.



TABLA 48

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA LISTAS DE MATERIALES		
Función	Objetivo	Medida
Listas de Materiales	Estructura del Producto	Cantidad de material para fabricación
Responsabilidad	Control de cambios de ingeniería	Fechas de efectividad planeadas y reales
Ingeniería	Inventario obsoleto y excelente	Inventario obsoleto = 5% del inventario total

La medida clave es la exactitud de las listas de materiales. Esta medida indica si la lista de materiales representa el producto en la forma en que se produce. La exactitud de las listas de materiales se expresa en términos del porcentaje de las listas de materiales medidas que son exactas.

$$\begin{array}{l} \text{Exactitud de la Lista de} \\ \text{Materiales} \end{array} = \frac{\text{Núm de listas exactas}}{\text{Núm de listas medidas}} \times 100\% = \%$$

Posición de Inventario

La posición de inventario es el seguimiento del inventario a medida que se mueve a través del proceso de la fabricación, comienza con

el recibo de los materiales comprados y termina con el envío del producto terminado al cliente. Todas las transacciones de transferencias de inventario se ingresan en el computador en el momento que se efectúan, el objetivo es mantener constantemente en el computador un saldo exacto de la cantidad de materiales en stock, que se tienen disponibles para producción.

TABLA 49

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA POSICIÓN DE INVENTARIO		
Función	Objetivo	Medida
Control de Inventario	Exactitud de inventario	Cantidad de material para fabricación
Responsabilidad	Administración de Inventarios	Inversión de Inventarios = Plan de Inventarios
Materiales		

El Gente de materiales generalmente es responsable de la posición de inventario, a través del jefe de bodegas, la medida típica del grado de exactitud de la posición de inventario es la comparación de conteo cíclico de Kg de inventario por totalidad con el registro del computador.

$$\text{Exactitud de Inventarios} = \frac{\text{Cantidades de materiales registradas}}{\text{Cantidades de materiales pesados}} \times 100\% = \%$$

Rutas

Las rutas describen los procesos de fabricación y la secuencia en que se deben realizar estos para elaborar un producto. Las instrucciones de fabricación se mantienen en un documento de registro del diseño para cada producto. Estos documentos son generalmente responsabilidad de ingeniería de fabricación, se registra en el archivo de rutas la información contenida en ellos, sobre la secuencia de las Operaciones, el centro de trabajo y el tiempo necesario.

ver tabla 50

TABLA 50

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LOS REGISTRO DE RUTAS		
Función	Objetivo	Medida
Rutas	Exactitud de los centros de trabajo	Definición de los centros de trabajo
Responsabilidad	Exactitud de la secuencia de las operaciones	Secuencia de las operaciones
Ingeniería	Exactitud de los métodos y los estándares	Métodos y estándares

La exactitud de las rutas se mide de tres maneras distintas, como se observa en el cuadro anterior:

- Se compara el centro de trabajo necesario para fabricar con la definición del centro de trabajo en la ruta.
- La exactitud de la secuencia operaciones se mide contra las secuencias planeadas en la ruta.
- En las rutas también se miden exactitud de los métodos, estándares o normas utilizados y se los comparan con los del plan.

$$\text{Exactitud de rutas} = \frac{\text{Rutas exactas}}{\text{Rutas utilizadas para productos conformes}} \times 100\% = \%$$

La medida clave es el grado en que la ruta representa las operaciones y las secuencias que realmente se efectúan en el taller, la exactitud de la ruta es el cumplimiento de los métodos, estándares, que dan origen de productos conformes con la calidad.

En resumen, las listas de materiales, las posiciones de inventario y las rutas son los tres elementos principales del manejo de la base de datos que deben ser medidos, los que constituyen información de importancia vital en el computador y suministran los datos necesarios para administrar la planta.

6.3. Medición de desempeño en ejecución de programas de operaciones

Compras

A este nivel, el gerente de compras y los compradores son responsables de cumplir el programa diario de materiales comprados. Las medidas típicas del desempeño son las fechas de entrega real comparadas con las programadas, los despachos programados comparados en cantidad con los recibidos en plan (tabla 51.)

TABLA 51

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DE LA PLANEACIÓN DE COMPRAS		
Función	Objetivo	Medida
Compras	Desempeño del Programa de compras	Fecha de entrega contra fecha de vencimiento
Responsabilidad	Liberación de Orden de Compra	Instrucciones de envío contra pedidos por compras en cantidad
Compras	Recibos por cantidad comprada	Recepción de materiales contra requerimiento de planta

La medida clave de la planeación de compras es el grado en que los proveedores efectúan las entregas de los materiales comprados en las fechas programadas, el nivel de desempeño del programa es la cantidad de material comprado que fue entregado a planta expresado en términos de porcentaje de los materiales comprados que se debían entregar a la planta.

Control de piso

Generalmente el gerente de la fabrica, el gerente de producción o el supervisor de la planta son los responsables del control de piso, midiendo diariamente, área por área, el nivel de cumplimiento del

programa maestro. El funcionamiento del programa se mide comparando la fecha de terminación de la orden de trabajo con la fecha planeada.

TABLA 52

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO CONTROL DE PISO		
Función	Objetivo	Medida
Control de Piso	Desempeño del Programa maestro	Fecha de terminación contra fecha de vencimiento
Responsabilidad	Desempeño de producción	Producción real contra producción planeada
Fabricación	Nivel de productividad	Productividad real contra productividad planeada

La medida clave de la medición de desempeño del control de piso es si las ordenes de producción están o no siendo terminadas a tiempo. El desempeño del programa se expresa en términos del porcentaje del total de las ordenes terminadas, el control de piso se debe medir en términos del desempeño del programa por área de línea de producción.

$$\text{Desempeño del Programa de Producción} = \frac{\text{Productos terminados}}{\text{Productos a entregar}} \times 100\% = \%$$



Desempeño de Servicio a clientes

El desempeño del servicio a clientes, consiste en comparar la fabricación real con el plan de fabricación diario y los despachos reales con los planeados, es decir que se mide en función de las entregas realmente efectuadas que fueron prometidas a los clientes.

TABLA 53

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO DEL SERVICIO AL CLIENTE		
Función	Objetivo	Medida
Desempeño del programa de entregas	Desempeño del Producción	Producción real contra planeada
Responsabilidad	Desempeño de despachos	Despachos reales contra plan
Gerente General	Desempeño de entregas	Entrega contra plan de entrega

La medida clave es si la entrega del pedido al cliente fue en base al plan de ventas y si producción elaboró la cantidad establecida en el plan de producción, finalmente si el producto estar disponible para ser entregado al cliente en la fecha prometida, el responsable del mismo es el gerente general.

El Desempeño del servicio al cliente esta expresado en:

$$\text{Desempeño del Programa de Entregas} = \frac{\text{Unidades entregadas}}{\text{Unidades prometidas}} \times 100\% = \%$$

Para tener un buen desempeño empresarial, no es suficiente que se realicen mediciones de este, si no que además, hay que buscar formas para estimular al personal de la empresa al continuo mejoramiento del mismo, una manera de incrementar notablemente el desempeño es mediante la aplicación de planes o sistemas de incentivos salariales.

6.4. Sistemas de Incentivos

Los sistemas de incentivos y la participación de beneficios, son instrumentos de compensación que tratan de estimular logros concretos por parte de los empleados. Estos incentivos están vinculados directamente a la calidad o desempeño del trabajo y no del tiempo que se haya estado trabajando (antigüedad), los incentivos se pueden conceder a personas o grupos de trabajo. Se parte de la idea de repartir con los trabajadores las ganancias que



se han conseguido, gracias a que han desempeñado bien su trabajo.

Los incentivos son un complemento a los sueldos y salarios, haciendo que los empleados se sientan incentivados, sin que dejen de sentirse parte de la organización, si no mas bien, fomentando y fortaleciendo la idea de que ellos cooperan con el éxito de la misma.

En cada empresa se deber establecer una política de remuneración, que constituye la compensación que la empresa otorga a los empleados por su trabajo, pero adicionalmente se debe considerar dentro de la misma un sistema de incentivos(7).

La política de salarios deberá también incluir un sistema adecuado de incentivos que aumente la eficiencia de los empleados. Deberá ser suficiente como para permitir a los trabajadores eficientes ganar mas y por lo mismo motivar con esto al trabajo correcto y esforzado.

En el anexo b se amplía el concepto de Políticas de Remuneración

Incentivos y participación de beneficios

Antes de la aplicación de un sistema de incentivos se deben considerar y analizar los siguientes puntos(7):

- Los objetivos perseguidos.
- La extensión del sistema.
- Importe de los incentivos.
- Frecuencia y condiciones.
- Los aspectos administrativos y de gestión
- Los incentivos son la compensación más directa del esfuerzo y del nivel de desempeño del trabajador, donde las remuneraciones se elevan cuando a la empresa le van mejor las cosas y se reducen cuando le van peor. Este es un efecto que se aprecia claramente en la participación de beneficios, pero también en otros tipos de incentivos como los porcentajes de comisión de los vendedores.

- El principal objetivo es reforzar de una manera rápida y frecuente la labor de aquellos que realizan mejor su trabajo.
- La organización se beneficia ya que se remunera en función de la productividad, en lugar de hacerlo en función de la antigüedad, logrando de esta manera los costos de la misma queden compensados.
- Los incentivos pueden ser individuales (cuando los resultados dependen más de la actividad personal), mientras que los incentivos por grupos y la participación en beneficios (cuando los resultados dependen de la cooperación y del trabajo en equipo.)
- El sistema debe abarcar a aquellas personas cuyos trabajos tiene efectos sobre los objetivos perseguidos.
- Es conveniente la elaboración de un reglamento sobre la aplicación de incentivos donde se especifiquen: el importe de los incentivos, su periodicidad y sus condiciones,

procurando que estos sean conocidos por todos los afectados.

Clasificación de los sistemas de incentivos

Los sistemas de incentivos se clasifican en(7):

Incentivos Negativos: Multas y castigos por malos desempeños con relación a un nivel esperado.

Incentivos Directos: Pagos proporcionales a la producción.

Incentivos Indirectos: Pagos de vacaciones, promociones, estímulos morales, etc.

Incentivos Positivos: Recompensa por mejoras en el desempeño.

Los incentivos más utilizados son los Positivos, entre los que tenemos:

Incentivos según las unidades o el tiempo de producción

Los sistemas de incentivos según las unidades o el tiempo de producción pueden ser sistemas a:

Destajo, Halsey, Rowan, York, Barth, Bedaux, Taylor, Gantt ,
Merrick, Emerson

Planes de reducción de costos

En los planes de reducción de costos se incentiva a los trabajadores para que aporten con sugerencias e ideas (formación de comités de empleados) que permitan reducir los costos, a cambio de una participación.

Los más aplicados en el sector industrial son:

El plan Scanlon, Rucker, Improshare.

Scanlon: Se centra en la reducción de los costos laborales y en la mejora de la calidad.

Rucker: Se centra en la reducción de costos laborales, de desgastes de equipos y de materias primas.

Improshare: Se centra en la reducción de costos de manera indirecta reduciendo las horas de trabajo aplicadas.

- **Sistemas alternativos de incentivos**

Comisiones

Es usado especialmente para los vendedores, son un porcentaje del precio de venta de cada uno de los artículos vendidos.

Incentivos para adquirir conocimientos

Estos incentivos se basan en lo que puede llegar a hacer el potencial del empleado, y los beneficios que este aportara a la organización, a través de su conocimiento.

El accionariado obrero

El accionariado obrero se da cuando los trabajadores participan en la propiedad de las empresas, por medio de acciones de la misma.

Incentivos a niveles directivos

Uno de los procedimientos más utilizados en la práctica es la entrega anual de un número de acciones de la empresa, de acuerdo al nivel de desempeño y a los resultados obtenidos en su labor.

Para que el sistema de incentivos cumpla con éxito sus objetivos hay que considerar los siguientes factores:

Especificaciones claras del trabajo: El sistema funcionara cuando el trabajador conoce claramente lo que de él se espera.

Definición de la base para el pago en grupo: Análisis para determinar cuando es mas conveniente un pago en grupo que el sistema de incentivo individual

Variación del pago de incentivos en relación al nivel de desempeño, con base a un estándar preestablecido.

Los sistemas de incentivos deben siempre estar sometidos un proceso de revisión y evaluación del cumplimiento de los objetivos con que este se aplico en un principio, ya que estos podrían llegar a deteriorarse debido generalmente las siguientes causas:

- Cambios inesperados en los requerimientos de trabajo.
- Métodos no reflejados en los tiempos estándares.
- Engaño por parte de los empleados.

- Medición de desempeño pobre.
- Reducción de la calidad.
- Establecimiento de tiempos estándares que exceden al estándar real.
- Planeación de costos en mayor medida que los beneficios
- Aumento de lesiones y accidentes laborales.

La expectativa de la implementación de un sistema de incentivos en cualquier empresa es que eleve el nivel de desempeño de las operaciones que está realiza, ya que como se sabe con el tiempo, el trabajo tiende a ser rutinario y desemboca en un pobre desempeño de las labores.

La decisión del tipo de sistema de incentivos a implementarse en Plásticos del Guayas queda en manos de sus directivos.

CAPITULO 7

7. INVERSIÓN DEL PROYECTO

Todo proyecto que se pretende implementar en las empresas, tiene que ser analizado no solamente por los beneficios que aporta, si no que adicionalmente hay que conocer y evaluar que tan factible es con respecto a las inversiones monetarias necesarias que acarrearía.

En este capitulo se pretende analizar si la magnitud de los benéficos que genera la aplicación de la filosofía MRP dentro de Plásticos del Guayas, justifica los costos en que se debe incurrir.



7.1 Costos

La aplicación del MRP otorga a la empresa beneficios por los que se incurre en los siguientes tipos de costos(9):

Capacitación del Personal

La capacitación varía según el tamaño de la empresa y la situación de la misma pero generalmente alcanza un promedio del 15% del costo total de implementación, la capacitación se debe realizar a todo nivel; los ejecutivos necesitan asistir a cursos externos preparados especialmente para ellos, los mandos medios que dirigen la planeación a nivel de la dirección de operaciones se deben capacitar mediante actividades sobre la marcha, la educación del resto del personal es realizada internamente con videos, charlas, etc.

Para la capacitación específicamente de Plásticos del Guayas se necesitarían 2 cursos informativos de por lo menos 60 horas para todo el personal clave y un curso de 12 módulos para los ejecutivos, con un costo de \$24.000.



Consultores

El costo de contratar consultores industriales puede alcanzar el 5% del costo total, variando según el tamaño de la empresa. Pero la asesoría de un consultor industrial para la implantación del MRP en plásticos del Guayas se ha estimado en unos \$ 25.000.

Programas y equipos de computación

Los costo de adquirir equipos y programas de computación suelen ocupar el 50% del costo total de la inversión, pero en el caso concreto de Plásticos del Guayas, no implicaría mayor gasto que el costo del software, porque esta bien provista de equipos suficientes para soportar la implementación.

El costo del Software varía según el proveedor para esta empresa sería conveniente la operación del sistema BIPIX sistema colombiano, que tiene un costo promedio de \$25.000.

Personal

En ciertas empresas no se cuenta con el personal necesario que se responsabilice de la implantación del MRP, y se ha estimado que de ser así, el costo del personal encargado del proyecto constituyen el 30% del costo total.

En plásticos del Guayas no se necesitaría personal adicional para la implementación; por lo que el costo total de la implantación de la Filosofía MRP sería:

TABLA 54

COSTOS DE IMPLANTACIÓN DEL MRP	
Descripción	Costo(\$)
Capacitación de Personal	24.000
Software	25.000
Consultor Industrial	25.000
Costo Total	74.000

El costo total es de 74.000 aproximadamente, pero a cambio de esta inversión se obtendrían los siguientes beneficios

7.2 Beneficios

Teóricamente los beneficios de implantar la filosofía MRP en una empresa como la que se esta analizando serían(4 y 9):

- Reducción de un 25% a un 50% de los inventarios
- Reducción de 2-5 % del costo de material
- Mínimo 20% de aumento en la productividad
- Mínimo 10% de Reducción de CIF.

Pero adicionalmente a estos beneficios se demostrara otros que son posibles por la situación particular de Plásticos del Guayas como por ejemplo:

- 95 % en disminución de desperdicios de material
- **Reducción de un 25% a un 50% de los inventarios**
El nivel de inventario de Plásticos del Guayas se ha estimado en: \$97600.
Si se considera que la reducción de inventario estaría en una proporción del 25%, se tendría un ahorro de \$23.200 .
- **Reducción de 5-10 % del costo de material**
El costo de material para el año en vigencia es de \$1'147.288.72; la reducción de material aquí en el Ecuador podría ser hasta de 10%; pero para ejemplos del análisis de costo- beneficio, solo se

considera una reducción del 5% que corresponde a un valor en dólares de \$57.364. por una mejor planeación de compras evitando compras intempestivas no planeadas para soluciones puntuales que generalmente obligan a comprar a minoristas o distribuidores locales, en lugar de adquirirlos directamente de fabricantes o distribuidores mayoristas de los fabricantes.

- **Mínimo 20% de aumento en la productividad**

La implantación del MRP tendría una duración de 12 meses, pero desde el inicio de su implantación se comenzarían a observar mejoras en su productividad. Para que la empresa tenga una productividad del 100% se debería aprovechar las 1440 horas de capacidad real, quiere decir que el 1% de productividad corresponden a 14.4 horas de producción adicional, si cada hora de producción proporciona a la empresa una contribución de \$23, el crecimiento de un punto de productividad corresponde a \$331 dólares adicionales.

Durante los primeros 6 meses en que se iniciaron las definiciones y arresto de procesos, tomas de tiempos para fijación de estándares de producción, cálculos de capacidad, utilización, eficiencia y productividad. Una vez que el personal de

operaciones esta capacitado en la importancia que reviste el manejo de una buena utilización y una buena eficiencia, se inicio una concientización en la planeación de la producción, al poder contar ya con estándares de tiempo e índices de utilización y eficiencia la productividad se incremento de 46% a 60%. Es decir que durante los primeros 6 meses de la implantación, se percibe un ingreso mensual adicional de \$4.634.

Partiendo con una productividad del 60%, la empresa se plantea como objetivo incrementar la productividad en 25% en el primer año de la implantación, con un nivel de Productividad del 85% se percibirían ingresos mensuales adicionales de \$8.624, es decir que por aumento de productividad a partir del primer año de la implantación se tendría un ingreso total de \$103.488, sin inversiones de capital, sin contratación de personal, sin expansiones físicas y de horario, si no aprovechando de mejor manera los recursos disponibles y reduciendo significativamente su despilfarro y mal uso.



Mínimo 10% de reducción de costos indirectos de fabricación CIF

El CIF para soportar la producción de un año esta estimado en \$494.217, al incrementarse la productividad se tendría una mejor distribución del CIF sobre una mayor cantidad de productos, por lo que se considera una reducción de \$49.422 al año.

Ahorros por la eliminación de los desperdicios del material.

En la tabla 24 del capítulo 4 se mostraron los niveles de desperdicio de material, para poder darle valor en dólares aproximado a estos desperdicios se ha calculado un costo promedio en función de los costos de los materiales.

El costo promedio de los materiales es de \$ 4/ kg., por lo que el costo del material desperdiciado por causal sería(tabla55):

TABLA 55
COSTO PROMEDIO MENSUAL DEL DESPERDICIO DE
MATERIALES

Causal del Desperdicio	Kg.	Costo Total	Costo Promedio mensual
Fallas de proceso	19879	\$ 79.516	\$ 9.940
Mantenimiento	4000	\$ 16.000	\$ 2.000
Material contaminado	1250	\$ 5.000	\$ 625
Apagones	45	\$ 180	\$ 23
Total	25174	\$ 100.696	\$ 12.587

Si se aplican los pasos para el diseño de rutas de producción (capítulo 4), se podrían conseguir importantes ahorros en materiales, al disminuir el desperdicio de los mismos, ahorros de por lo menos \$11.958 mensuales (95% del total de desperdicios).

Los benéficos económicos a partir del primer año de estar implantado el proyecto se presentan en la tabla 56



TABLA 56
INGRESOS POR LOS BENEFICIOS DE LA
IMPLANTACIÓN DEL MRP

Descripción	Beneficio (\$)
Ahorro por reducción de inventario	23.200
Ahorro por reducción en el costo del material	57.364
Aumento de productividad	131.292
Ahorro por reducción del CIF	49.422
Ahorro en desperdicios de materiales	151.044
Total	412.322

7.3 Análisis Costo-Beneficio

El flujo de efectivo para el proyecto quedaría:

Inversión inicial = \$74.000

Número de periodos = 2 años

Valor neto beneficios = \$412.322

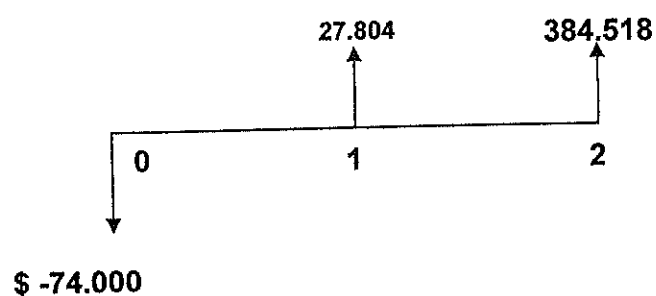


Figura 7.1 FLUJO DE CAJA INVERSIÓN DEL PROYECTO DE IMPLANTACIÓN

Para determinar la rentabilidad de proyectos de inversión de la empresa privada se utilizan dos métodos para tomar decisiones:

- Método del valor actual neto (VAN) y
- Método de la Tasa Interna Retorno (TIR)

El valor actual neto(VAN).- Es el valor monetario que resulta de la diferencia de la suma de los flujos descontados a la inversión inicial(10).

$$VAN = \frac{FNE_i}{(1+i)^n} - P$$

Donde:

FNE: Flujo neto de efectivo para el año $i = \$412.322$

n: horizonte del proyecto en años = 2

P: inversión = 74.000

I: Tasa mínima atractiva de retorno (TMAR).

TMAR es el valor mínimo que generaría la inversión en un banco que es de 12%. (1) recomienda la aprobación del proyecto si el VAN > 0 ;

El valor actual neto es:

$$VAN = 257.360 > 0$$



Al obtener el $VAN > 0$; se concluye que el proyecto es rentable, pero para decidir si invertir o no, es necesario conocer el nivel de rentabilidad que ofrece, lo cual se determinan a través de la tasa interna de retorno.

Tasa Interna de Retorno

El criterio de la tasa interna de retorno evalúa el proyecto en función de una tasa de rendimiento por periodo con la cual la totalidad de beneficios son exactamente iguales a los desembolsos expresados en moneda actual. O lo que es igual haciendo 0 el valor actual neto. El proyecto se acepta solamente si $TIR > TMAR(10)$.

Aplicando la fórmula:

$$0 = \frac{FNE_i}{(1+i)^n} - P$$

$$TIR = 148\% > TMAR$$

Por la tasa interna de retorno calculada se concluye que el proyecto es sumamente rentable para Plásticos del Guayas.



Todos estos beneficios se obtendrán siempre que el manejo de la filosofía MRP se cumpla a cabalidad, ya que su correcto manejo conlleva ineludiblemente a la fabricación de productos de calidad, que cumplen con los requisitos establecidos por el cliente; la disminución de los costos de producción, que permite ofrecer un precio de venta asequible y la entrega oportuna de los mismos.

Una vez que MRP haya sido eficientemente implementado, una segunda etapa constituirá la implementación de MRP con cobertura total a la planta, con lo cual los beneficios anteriormente indicados crecerán significativamente.

7.4 Análisis de Sensibilidad

Un análisis de sensibilidad ayuda a evaluar el proyecto con base a ciertas circunstancias que se podrían presentar para saber hasta que punto sería rentable la aplicación del mismo.

Los tipos de variaciones que podrían presentarse son(10):

Variaciones por inversión y por ingreso de beneficios.

Variaciones por inversión inicial

Si la inversión inicial no se produce en el volumen o tiempo previsto se generarían variaciones de orden financiero por el encarecimiento del capital a futuro, al igual que variaciones en costos por cuanto los valores comerciales de los materiales y los costos de mano de obra pueden variar en función del tiempo.

Variaciones por ingreso de beneficios

Estos dos valores se calculan manejando auditorias operativas que permitirán conocer las variaciones en el manejo económico de los costos, a sabiendas que estas variaciones genéricamente son:
Variaciones de tasa y variaciones de uso

Variaciones de inversión

Como se puede observar el proyecto es rentable cuando la inversión es de \$74.000 dependiendo del momento en tiempo en el cual se inicia el proyecto,

La inversión inicial podría verse afectada negativamente, si el proyecto no se lleva a cabo en el periodo programado, por cuanto los costos indirectos seguirán estando presentes aun en ausencia de progreso del proyecto conforme a una grafica Pert.



Como se observa en la formula, para aprobar un proyecto el valor actual neto debe ser mayor que cero. Dicho en otras palabras el flujo de efectivo que ingresa a final de periodo n expresado en valor actual, debe ser mayor que la inversión que se realiza.

$$VAN = \sum \frac{FNE_i}{(1+i)^n} - P > 0$$

Con un TMAR de 12%, hasta cuanto se podría invertir para esperar ganancias?

Despejando P de la ecuación quedaría:

$$P = \sum \frac{FNE_i}{(1+i)^n}$$

$$P \leq 257.360$$

El valor de la inversión inicial no debe ser mayor a 257.360, para tener un rendimiento de por lo menos 12% equivalente a lo que se podría obtener en una inversión bancaria sin hacer el proyecto propuesto.

Variaciones por ingreso de beneficios

Otra variación podría presentarse por los beneficios a obtener.

TABLA 57

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DEL PROYECTO				
Inversión	Utilidad año 1	Utilidad año 2	VAN	TIR
-74000	\$ 27.804,00	\$ 384.518,00	257360	148%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 272.196,00	167818	111%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 222.196,00	127958	93%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 172.196,00	88099	72%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 122.196,00	48239	49%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 72.196,00	8379	19%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 67.196,00	4393	16%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 65.000,00	2643	14%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 62.696,00	806	13%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 61.685,00	0	12%
-74000	\$ 27.804,00	\$ 52.477,00	-7341	5%

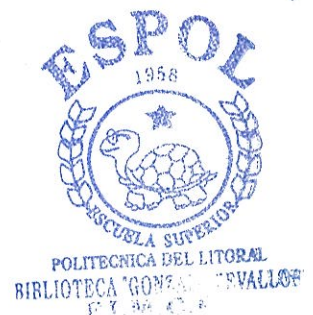
Como se desprenderá de las comparaciones anteriores solo el incremento de productividad que se logra aplicación de MRP más que justifican la pronta implementación de esta filosofía y la rápida decisión a favor de esta técnica por parte de los empresarios.

CAPITULO 8

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que se ha terminado la estructuración del modelo y se han analizado los beneficios que se obtendrían de la aplicación de la Filosofía MRP en Plásticos del Guayas se concluye que:

- A través de su aplicación se observa un aumento de la productividad debido a la optimización en la administración los recursos de tiempo, materiales, instalaciones y mano de obra .
- Existe una mejor distribución de los gastos indirectos de fabricación CIF, aumentando la Competitividad de los productos.



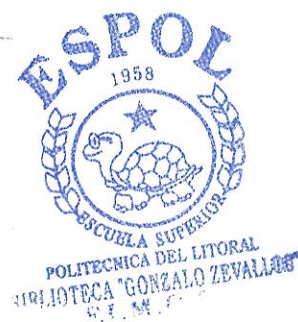
- Otro de los beneficios de la aplicación de esta filosofía es el aumento del servicio a los clientes a través del programa maestro donde se planifican todos los recursos que apoyan el cumplimiento de las entregas.
- La Filosofía MRP permite controlar la eficiencia de las actividades empresariales a través de la medición de desempeño.
- Además se ha demostrado su factibilidad económica y su excelente capacidad de recuperación de la inversión.

Adicionalmente se da las siguientes recomendaciones:

- La revisión de las formulaciones de todos los productos de la empresa, el arresto de procesos donde se consideren la estandarización del tipo y la cantidad de material, maquinaria, equipo y tiempos estándares permisibles, a fin de disminuir al máximo el desperdicio a todo nivel.
- La eliminación de las paradas de máquinas mediante la implementación de un plan de mantenimiento preventivo.



- Se recomienda también un cambio en la forma del manejo de la información en el área de almacenamiento, podría ubicarse una computadora en bodegas, para que los materiales sean dados de baja en el inventario en el momento que salen de las bodegas o depósitos, lo que permitirá una mejor planeación de materiales.
- Es importante también el mejorar el sistema de los reportes de producción, para que no se duplique la información, pero más que nada es importante que la información reportada sea analizada para tomar los correctivos oportunos.
- La capacitación del personal en el área técnica que le permita colaborar en la solución de problemas.
- La implementación de un plan de incentivos que estimule el mejor desempeño de obreros y empleados en general.
- Por ser un modelo, los costos y beneficios del estudio de factibilidad han sido estimados en base a los resultados obtenidos por los expertos en la aplicación del MRP, por lo que se recomienda que los mismos sean determinados según la situación de cada empresa en la que se pretenda implantar esta filosofía y se los incluya en la evaluación de factibilidad.



APÉNDICE A

ESTÁNDARES DE OPERACIÓN

Etapa de Proceso	STANDARES(h)					
	Tubería Tipo I	Tubería Tipo II				
	110 mm	50 mm	75 mm	110 mm	160 mm	200 mm
Encendido y Calentamiento	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50
Ajuste y Calibración	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Transporte	0,08	0,01	0,02	0,03	0,07	0,22
Pesaje	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,15
Mezclado	0,05	0,01	0,02	0,02	0,04	0,16
Extrusión- enfriamiento- rotulación- corte	0,06	0,0	0,02	0,03	0,06	0,21
Acampanado	0,05	0,01	0,02	0,02	0,04	0,16
Total	0,17	0,05	0,07	0,09	0,16	0,68

Los tiempos de encendido y calentamiento, ajuste y calibración, así como el tiempo de transporte se lo emplea una sola vez durante la producción total del lote de no existir paradas de máquina.

APÉNDICE B

Políticas De Remuneración

Se conoce como remuneración, a la compensación que la organización otorga a los empleados por sus servicios prestados de trabajo. Las políticas de remuneración difieren entre organizaciones. Sin embargo esta debe ser suficiente como para atraer las unidades de trabajos necesarias para el correcto desempeño de la empresa.

Para elaborar la política de Remuneración de una empresa se deben considerar los siguientes factores:

- ♦ La capacidad de pago de la organización
- ♦ La oferta y demanda de trabajo
- ♦ El índice salarial del mercado
- ♦ El costo de la vida
- ♦ El salario mínimo vital



- ♦ Productividad
- ♦ Poder de negociación de los sindicatos
- ♦ Requerimientos laborales
- ♦ Capacidad Administrativa
- ♦ Factores Sociológicos y Psicológicos

Adicionalmente una política de remuneración bien estructurada debe tener las siguientes características:

- ♦ **Conectado con la productividad:** Una política de salarios debe estar conectada directamente con la productividad de los trabajadores. Sino, ésta no será sostenible, ni equitativa con los distintos desempeños de cada trabajador
- ♦ **Conectado con los requerimientos del puesto:** La política de salarios debería estar íntimamente ligada a los requerimiento laborales y las habilidades. O sea se debería tomar en cuenta factores tales como: las habilidades del empleado, tiempo de aprendizaje, versatilidad requerida, etc.
- ♦ **Flexibilidad:** Deberá ser flexible para permitirle una rápida y fácil confrontación a los cambios que en el entorno pudieren presentarse.

- ♦ **Simplicidad:** Deberá ser simple para que este pueda ser entendido por cualquier empleado y así evitar las sospechas, que traen consigo efectos perniciosos como las huelgas.
- ♦ **Comunicación:** El salario esta en el centro de todas las disputas para mantener una correcta relación laboral e industrial.
- ♦ **Equivalente o similar al pagado por otras firmas del área:** El salario pagado deberá estar a la par de aquel ofrecido por otras firmas.
- ♦ **Diferencial apropiado en la remuneración:** Los salarios pagados deberán tener un adecuado diferencial basado en la evaluación de puestos de trabajo y en una correcta categorización de los mismos.
- ♦ **Garantizar el salario mínimo:** El salario deberá cubrir por lo menos el mínimo para proteger al trabajador en contra de las condiciones fuera de su control.
- ♦ **Bajo Costo de Producción:** La política de remuneración deberá ser establecida tomando en cuenta 3 objetivos esenciales: la reducción de los costos de producción, precios de venta bajos y altos

niveles de utilidades. Para esto se necesita la participación tanto de la administración como de los trabajadores y consumidores, sin olvidar que esto deberá estar unido también a un concepto de aumento de la productividad.

- ♦ **Sistema de incentivos:** La política de salarios deberá también incluir un sistema adecuado de incentivos que aumente la eficiencia de los empleados. Deberá ser suficiente como para permitir a los trabajadores eficientes ganar mas y por lo mismo motivar con esto al trabajo correcto y esforzado.



BIBLIOGRAFÍA

1. SCHROEDER ROGER G., Administración de Operaciones, Tercera Edición, Editorial Mc. Graw - Hill.
2. MEYERS FRED E., Estudio de Tiempos y Movimientos, Segunda Edición, Editorial Prentice Hall.
3. BUKER DAVID W., Management Education and Consulting MRP, Second Edition.
4. LANDVATER DARRYL- GRAY CRISTOPHER, Manufacturing Resource Planning (MRP II), Oliver Wight Editions.
5. DOMINGUEZ MACHUCA JOSE ANTONIO, Dirección de Operaciones, Cuarta Edición, Mc Graw – Hill.
6. HEIZER JAY, Dirección de la Producción, Sexta Edición.

7. SORNOZA ANA MARÍA, "El Sistema de Incentivos como Herramienta de la Productividad Empresarial"(Tesis Facultad de Ciencias Humanísticas y Económicas, Escuela Superior Politécnica del Litoral,2003.)
8. ROLMA ANTONIO, Contabilidad de Costos, Tercera Edición
9. WALLACE THOMAS F., Standard Systems (MRP). Oliver Wight Editions.
10. SAPAG CHAIN, NASSIR - REYNALDO, Preparación y Evaluación de Proyectos, Tercera Edición, Mc. Graw – Hill.

