

55
281



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN**

**“ EL ENFOQUE DE INGENIERIA EN LA
EXCELENCIA DE MANUFACTURA ”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**

P R E S E N T A :

GABRIEL VAZQUEZ CASTILLO

**ASESORES: ING. ENRIQUE RUSTRIAN MARTINEZ
ING. JOSE LUIS BUENROSTRÓ RODRIGUEZ**

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. MEXICO

1895

FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AVENIDA DE
MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES CUAUTITLAN

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DR. JAIME KELLER TORRES
DIRECTOR DE LA FEG-CUAUTITLAN
P R E S E N T E .

AT'N: Ing. Rafael Rodríguez Ceballos
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la F.E.S. - C.

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la TESIS TITULADA:
" El Enfoque de Ingeniería en la Excelencia de Manufactura ".

que presenta el pasante: Gabriel Vázquez Castillo
con número de cuenta: 8230957-0 para obtener el TITULO de:
Ingeniero Mecánico Electricista.

Considerando que dicha tesis reúne los requisitos necesarios para ser discutida en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E .

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuatitlán Izcalli, Edo. de Méx., a 21 de Septiembre de 1995.

PRESIDENTE Mar. Francisco Javier Rojas Espinosa

VOCAL Ing. José Buenrostro Rodríguez

SECRETARIO Ing. Gloria Villanueva Aguilar

PRIMER SUPLENTE Ing. Jorge de la Cruz Trejo

SEGUNDO SUPLENTE Ing. Antonio Trejo Lugo

Por Francisco Rojas
P
[Firma]
17
[Firma]

UAE/DEP/VAP/02

FALLA DE ORIGEN

AGRADECIMIENTOS

A MIS PADRES:

Fernando y Amparo

Por encaminarme hacia el camino correcto del triunfo en la vida.

Por depositar la confianza y apoyo para el logro de metas.

Por estar presentes en todo momento.

Por todo el inmenso esfuerzo día con día para alcanzar el objetivo común de sus metas.

Por sembrar en todos sus hijos la más valiosa herramienta....

Por saber comprender, escuchar y aconsejar en los momentos difíciles.

Por predicar el bien, la superación y el desarrollo de toda la gente.

A MI ESPOSA E HIJA:

Angela y Cynthia

Por motivarme para alcanzar una de las metas que nos hemos propuesto.

Por la comprensión, ayuda y apoyo en todo momento.

Por atender las diferentes matices de tu persona; Esposa, Madre y Mujer.

Por saber aprovechar los momentos en el tiempo.

Por contagiarme de esa seguridad y éxito para los nuevos retos.

Por que al saber que llegarías a este mundo fue la pauta para terminar esta meta.

Por robarles un poco de su tiempo para el culmino de la presente.

A MIS HERMANOS:

Silvia, Yolanda, Fernando, Cecilia, Santa

Por contribuir a la formación de mi persona.

Por demostrar que no existen límites si uno se lo propone.

Por el apoyo que me han brindado para lograr mi objetivo.

A MIS FAMILIARES:

Por la motivación que depositaron en un servidor para lograr la primer meta... Terminar la carrera.

A LA FAMILIA ARANDA SALGADO:

Pompeyo, Antonio, Esperanza, Pepe y Columba

Por transmitir las experiencias y confianza de éxito.

Por el apoyo y consejos que contribuyeron a la culminación del objetivo.

A LA FAMILIA RUSTRIAN FLORES:

Loren y Enrique

Por el apoyo y dedicación que me han brindado.

Por transmitir confianza, éxito y seguridad en los momentos más oportunos.

Por tomarles un poco de su tiempo.

A MIS DIRECTORES DE TESIS:

Por haber depositado los conocimientos, experiencias y motivación para la realización de la presente.
Por la dedicación y el tiempo invertido.
Por todo el apoyo que me han brindado.
Por haber contribuido al logro de esta meta.

A TODOS LOS PROFESORES DE LA F.E.S.C. :

Por transmitir los conocimientos y experiencias en todo el transcurso de la carrera.

A TODOS MIS AMIGOS:

Hugo, Rubén, Benito, Mario's, Sabas, Jorge, Enrique, Carlos D., Cesar, Herminio, Javier H., Paco, Armando, Claudia, Emy, Maru, Rocío y Elena.

Por el convivio, apoyo, unión y compañerismo que demostraron en todo momento.
Espero que todos ustedes sigan por el mismo camino.

A DIOS NUESTRO SEÑOR :

Por prestarme la vida para llevar a cabo mis mejores deseos.
Por estar siempre junto a mí librándome de todo peligro.
Mil Gracias.

***"EL ENFOQUE DE INGENIERIA
EN LA EXCELENCIA DE MANUFACTURA"***

ÍNDICE

	PÁG.
Introducción.....	1
Marco Teórico.....	4
Capítulo 1. DISEÑO Y MODULARIZACIÓN DE INGENIERÍA.	
1.1 Diseños de Ingeniería.....	11
1.2 Modularización de Diseños.....	13
1.3 Estructura del Producto.....	15
1.4 Lista de Materiales.....	17
Capítulo 2. ALTERNATIVAS DE MANEJO DE INVENTARIO Y SU INTERRELACIÓN CON LA INFORMACIÓN DE INGENIERÍA.	
2.1 Unidades de Medida de Materiales.....	22
2.2 Control Visual de Materiales.....	24
2.3 Aplicación de la Técnica "Francesas".....	28
2.4 Contenedores de Materiales.....	30
Capítulo 3. INFORMACIÓN DE INGENIERÍA EN LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS DE MANUFACTURA.	
3.1 Alternativas de Simplificación en los Procesos Administrativos.....	34
3.2 Datos de Planeación y Cantidad Económica de Producción (CEP).....	38
3.3 Ventajas y Desventajas de las Alternativas.....	42
Capítulo 4. OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS DE MANUFACTURA TOMANDO EN CUENTA LA DISPOSICIÓN DE LA FABRICA.	
4.1 Tiempos de Manufactura.....	48
4.2 Disposición de Plantas Industriales.....	50
4.3 Reducción en los Tiempos de Preparación y Operación, auxiliándose con dispositivos y maquinaria.....	53
Capítulo 5. CAMBIOS DE INGENIERÍA.	
5.1 Tipos, Efectividad e Impacto de los Cambios de Ingeniería.....	56
5.2 El Rol del Comité de Cambios.....	63
5.3 Procedimiento para Realizar un Cambio de Ingeniería.....	66
Capítulo 6. MEDICIÓN DE DESEMPEÑO.	
6.1 En que consiste la Medición de Desempeño.....	70
6.2 Exactitud en la Información Técnica de Ingeniería.....	72
Conclusiones.....	76
Anexo 1.....	79
Anexo 2.....	85
Anexo 3.....	94
Anexo Fotográfico.....	104
Bibliografía.....	106

INTRODUCCIÓN

Desde la educación del hombre en la tierra, éste no ha cesado su esfuerzo por modificar el medio hostil que lo rodea e intenta dominarlo permanentemente como una lucha por la existencia; según Darwin, "lo dominan los más aptos".

El hombre para neutralizar y superar sus limitaciones, ha tenido que adaptarse gradualmente al progreso, a los conflictos socioeconómicos y a las contradicciones por él mismo engendradas, adquiere compromisos con sus semejantes dando pauta a un proceso intelectual que favorece la integración de sí mismo con su medio y con su trabajo.

El ser humano al modificar sus actitudes y modos en un constante proceso evolutivo a través del tiempo desarrolla sus capacidades potenciales lo que le conduce a superarse a sí mismo, guiado por su sentido común y biológico, permitiéndole elevarse a su medio, que ha sabido dominar y transformar, pasando del mundo bárbaro a la civilización.

El afán del hombre por su superación, por razones filosóficas, económicas y sociales, la búsqueda de nuevos modelos productivos y de relaciones, deben estar bajo los principios de eficacia como un camino para alcanzar las cuotas de máximo rendimiento y productividad que proporciona el progreso de la sociedad. Por su parte, los empresarios, auxiliados por la técnica, deben asumir por el mismo medio hostil y complejo que evoluciona a un fuerte ritmo, en el que cada día se exigen más procesos adecuados que generen empleos para todo el hombre y que se favorezca con un medio de trabajo.

Como se ha visto desde la segunda Guerra Mundial, las estrategias de administración de algunas empresas de ese tiempo se enfocaban a estrategias de producción burocráticas, que su única misión era suministrar el abasto como consecuencia del equilibrio entre la oferta y la demanda; así, el área de Mercadotecnia tomó una gran importancia. Alrededor del mundo por regla general, la administración fue autárctica y algunos administradores tomaban un estilo masculino dominante y no participativo dentro de las industrias.

Al desarrollarse las empresas exponencialmente posterior a la guerra, el estilo autárctico paso a ser más burocrático con líderes de departamentos que administraban con un estilo feudal; ejecutivos de alto nivel que no tenían congruencia en sus decisiones estratégicas y mucho menos en las decisiones importantes, ya que siempre tenían el temor de ser apabullados por sus jefes.

Desde hace 4 décadas, algunas empresas japonesas se preocuparon por la excelencia de los procesos productivos y por mejorar la calidad de los productos, estudiaban un proceso para reducir costos e influir mayormente en el mercado. Por otro lado existían empresas en el Occidente, donde su visión no eran las mismas que las japonesas, sino que se enfocaban más a analizar, segmentar y re-analizar el mercado; como consecuencia se decía que la Mercadotecnia se encontraban en una etapa de madurez. Las pocas empresas

que manejaban las estrategias, no contemplaban dentro de sus objetivos, alcanzar una excelencia operativa, se esperaba que la fabricación sirviera como apoyo y continuara el liderazgo de la manufactura.

En el año de 1980 muchas de la empresas empezaron a darse cuenta de que cualquier operación implicaba un proceso y que el mejorarlo favorecería a incrementar la competitividad. La historia nos relata que desde el año 1960 existían algunas técnicas, conceptos y métodos, que se dedicaban a la mejora en los procesos productivos, calidad, costos, etc., y que por lo general eran las empresas japonesas quienes las utilizaban.

En México, existen muy pocas empresas "Mexicanas" que se dedican a mejorar sus procesos. Las técnicas existen desde hace un tiempo considerable, sin embargo, por motivos de cualquier índole no han podido implementarse satisfactoriamente.

Con el Tratado de Libre Comercio (TLC), los dueños de Industrias Mexicanas están preocupados de esta situación, ya que existen productos de otros países compitiendo con los suyos, con un precio considerablemente más bajo y de mejor calidad para el consumidor que los productos nacionales, lo anterior está provocando deseos por incrementar la competitividad.

Hoy en día, la necesidad de implementar alguna técnica que mejore, incremente y optimice los procesos tanto administrativos como de fabricación y sobre todo, que sea redituable para los empresarios, asegurando la permanencia en el mercado, se vuelve indispensable.

Como toda disciplina todo debe de llevar un orden, así que para poder adoptar una técnica o filosofía, se tiene que seguir una secuencia ordenada para la implantación de las mismas y poder adoptar otras técnicas más avanzadas.

De las técnicas o filosofías más conocidas en la manufactura industrial se pueden citar: MRP, MRPII, JIT, TQM, KAN BAN, ETC. Pero bien, se sabe que para llevar a cabo con éxito cualquiera de ellas, se requiere el apoyo de toda la organización de la empresa, así como el compromiso y responsabilidad de la parte Gerencial, aunque se tiene presente que existen diversos programas de computación que sirven como una herramienta, facilitando aún más el funcionamiento de las técnicas mencionadas anteriormente, es importante señalar que de la gente depende si se lleva a cabo o no la implantación de dichas técnicas.

Una de las áreas que participa activamente y tiene interacción con las primeras fases de los procesos es Ingeniería, que colabora con mercadotecnia proporcionándole productos de alta calidad, funcionalidad y a un costo reducido, sin olvidar las exigencias del cliente. Así mismo su intervención en la elaboración del producto, trabajando conjuntamente con Fabricación y Programación Maestra principalmente. Ingeniería debe tener presente las capacidades de la empresa, proporcionando diseños fáciles de producir acordes a los requerimientos del cliente.

La tarea no sólo termina en la Ingeniería de Diseño sino que interviene la llamada Ingeniería de Manufactura, también conocida como Ingeniería Industrial y de Procesos; sus objetivos están enfocados a la mejora continua en los procesos, estudio de tiempos-movimientos y capacidades, es decir, proporciona herramientas, métodos, maquinaria, dispositivos y distribución de recursos de manufactura, que facilitan la fabricación del producto y que están incluidos en esta obra.

En un inicio se mencionan aspectos sobre la calidad y exactitud, que deben contener los diseños de los productos a las aportaciones que se tienen referentes al diseño por módulos. Las estructuras del producto y lista de materiales contienen una serie de datos importantes que facilitan el trabajo del resto de los departamentos, siempre y cuando cuenten con una exactitud confiable que es precisamente de lo que se hablará en el último capítulo.

La información técnica de Ingeniería es manejada por la mayoría de las áreas de la organización, por lo cual, también se habla de la colaboración que se tiene con la Planeación de Materiales. Por medio de las listas de materiales se recomiendan ciertas políticas de Planeación para simplificar los lotes económicos de producción, aplicando la técnica "Francesas" y utilizando maquinaria moderna. Un buen manejo de material asegura la calidad de ellos; el capítulo 2 hace mención de las alternativas para el control y manejo de materiales, entre ellas se tiene el control visual por medio de tarjetas de continuidad (Kan Ban).

Los excesivos cambios de ingeniería provocan una serie de problemas graves, que provocan en muchas ocasiones retrabajos en la información y en los productos, agregándole costo. Aquí se comenta la necesidad de realizar un cambio, así como el orden que se debe seguir para implementarlo.

La intención de esta tesis es exponer el papel que juega Ingeniería dentro de las Industrias y colaborar tanto con los empresarios como con los Ingenieros, comentando acerca de algunas limitaciones que se presentan para el desarrollo de la Industria y del nivel profesional de los mismos.

MARCO TEÓRICO

"El objetivo de una empresa industrial es muy simple, se trata de vivir y de prosperar. La empresa para ello deberá saber responder a las expectativas del mercado fabricar los productos que los clientes desean, en los plazos y con el nivel de calidad que requieren, por un precio mínimo.

Pero la industria tradicional no tiene suficiente capacidad para ello. Sus fabricas están faltas de agilidad y de rapidez de acción; son poco eficaces derrochan hombres, tiempo, materiales, equipos productivos y locales; no consiguen una producción de calidad.

Para recuperar su competitividad en un universo industrial más agresivo, las empresas deben de luchar contra tales desventajas. Eliminar la causa de un problema exige mucho más rigor que acomodarse a sus efectos." (Pierre Berange, pág. 55, 1).

Tomando lo anterior como una verdadera preocupación se han desarrollado en los diferentes capítulos de esta tesis ciertas técnicas, métodos y filosofías que favorecen enormemente a la situación actual que guardan las empresas industriales.

El desarrollo de dichas técnicas y métodos se realizó tomando en cuenta los requerimientos que dicta la filosofía de MRPII (del Inglés Manufacturing Resource Planning, Planeación de Recursos de Manufactura). Se decidió por esta filosofía debido a que:

- Su objetivo es proporcionar las herramientas necesarias para implementar o mejorar sus procesos operativos con un fin en común que es la satisfacción del cliente, rentabilidad para los empresarios y colocar a la empresa en una posición de alta competitividad.

- Involucra a todas las áreas de la empresa de tal forma que establece una estrecha comunicación, realizando actividades bien definidas eficazmente y en el momento oportuno.

- Participa toda la gente de la organización, llevando consigo motivación e interés por superación por parte de los mismos.

Y bien, en si que es y en que consiste MRPII? Cual es su origen? Que relación tiene con la Ingeniería? Cuales son las contribuciones que proporciona el departamento de Ingeniería para lograr estos objetivos?. Para responder estas preguntas es necesario acudir primeramente a la definición de MRPII y posteriormente atender las aportaciones de Ingeniería, que es el interés de ésta tesis.

"MRPII es un sistema (formal) para el manejo de todos recursos de una Compañía Manufacturera. Este es soportado por programas de computadora referentes a la planeación y sirve como una herramienta de programación diseñada para el control de la producción, flujo de efectivo, mano de obra, planeación de capacidad, posición de inventarios, distribución y materiales de compra. Así mismo contempla las áreas de Mercadeo, INGENIERÍA y servicio; teniendo ademas la particularidad de proporcionar reportes financieros de gran utilidad" (sobre todo para conocer la situación financiera de la compañía) (Just-In-Time: Making it Happen, pág. 199, 2).

"MRPII es un método efectivo de planeación de todos los recursos de una compañía manufacturera" (David W. Buker, Inc. pág. I-510).

"Las compañías manufactureras requieren de la Planeación de Recursos de Manufactura para operar eficientemente sus negocios, una metodología para la planeación y control total de todos los recursos de la compañía y enfocar eficientemente estos recursos en las mejores oportunidades del mercado. MRPII contempla todas las funciones de la compañía: Mercadeo, Manufactura, Ingeniería y Finanzas, así como Aseguramiento de Calidad y Recursos Humanos. Ellos deben trabajar conjuntamente para desarrollar y ejecutar el plan total de la compañía si es que se desean alcanzar los objetivos de la misma." ("Class A" MRPII Performance Measurement, David W. Buker Inc. pág. 3, 20)

Se quiere hacer notar la diferencia que existe entre MRP y MRPII. Lo primero se refiere únicamente a la planeación de los materiales; mientras que lo segundo se refiere a la planeación global de todos los recursos de manufactura.

Es importante mencionar que inicialmente en 1970 se desarrolló la técnica MRP (del Inglés Materials Requirements Planning, Planeación de Requerimientos de Materiales) en ciertas compañías manufactureras. Ésta se dedica al abastecimiento de materiales de tal forma de que no fallaran en ningún momento, tomando como apoyo los listados de materiales del producto, elaborados por el departamento de Ingeniería y comparándolos con las existencias del inventario.

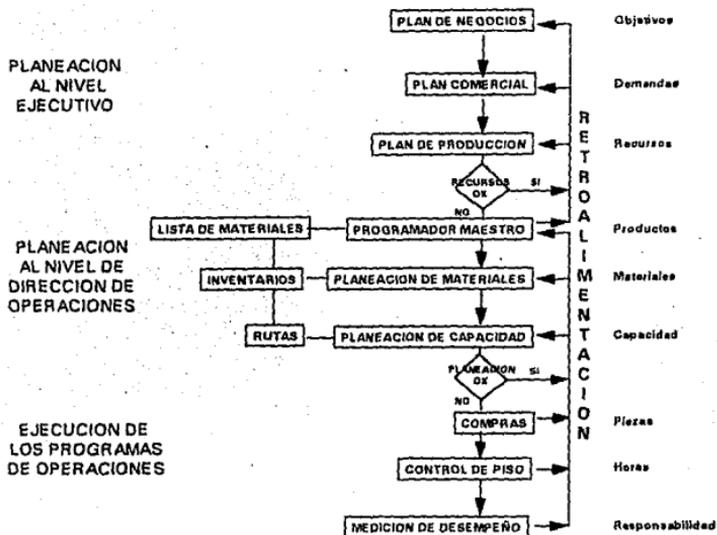
Una década más tarde surgió la filosofía de MRP II, que como ya se mencionó anteriormente, contempla todas las funciones de la compañía incluso MRP; desafortunadamente son contadas las compañías que han podido implementar esta filosofía. Por ejemplo en algunas industrias de los Estados Unidos de Norte América es tan dinámico el cambio que se tiene con respecto a la aparición de nuevas técnicas (MRP, MRP II, JIT, TQM, ETC.), que desde el momento de conocer cual de ellas es la que se está utilizando en las industrias japonesas, inmediatamente se desea implantar en sus propias compañías. Lo que ocasiona lo anterior es de cuidado, ya que es muy probable que ni siquiera se tenga el dominio de cierta técnica cuando de inmediato se quiera cambiar a otra más "moderna". Las repercusiones son para todo el personal de la compañía, debido a que no se ven los frutos obtenidos por la técnica anterior cuando ya se está dentro de una nueva "moda", causando cierto desconcierto en la misma compañía.

Sin embargo no quiere decir que implantar técnicas nuevas sea imposible. En ciertas industrias brasileñas se trabaja en sistemas para eliminar el exagerado control dentro de sus procesos, acompañados de la capacitación y las herramientas necesarias para no provocar confusión a los usuarios ajenos de esa actividad, mejorando con ello el tiempo de respuesta en los procesos.

Por lo anterior se recomienda primeramente saber cuales son los objetivos, la visión y los requerimientos de la compañía para poder seleccionar el método, técnica, o filosofía de trabajo. Una vez definido el método de trabajo se deberá dominarlo y así poder buscar mejoras al mismo ya sea con un nuevo estilo que apoye al anterior o simplemente un cambio total en la forma de operación aplicando la Re-ingeniería de procesos. Pero independientemente del sistema de operación que se halla elegido se requerirá implantar controles, estos deberán ser sencillos, fáciles de interpretar y con la información necesaria.

Refiriéndose a lo que es la filosofía de MRP II, David W. Buker recomienda un proceso formal de operación que se debe de seguir para garantizar el buen funcionamiento de la compañía llamado ciclo cerrado de manufactura (ver figura M1). Este se divide en 3 niveles que son; dirección, planeación y ejecución.

CICLO CERRADO DE MANUFACTURA



Tomado de David W. Buker, pag. U56, 17

Figura M1

El primer nivel se refiere a los planes estratégicos de alto nivel donde se definen los objetivos de la compañía, la planeación de ventas y la planeación de producción.

El segundo nivel se dedica a detallar y hacer más específicos los planes, obteniendo de ellos los artículos específicos a producir, cuales son los materiales que se necesitan y que capacidad se requiere. Este nivel se favorece con la ayuda de los programas y equipos de cómputo en donde se introduce específicamente los datos correspondientes a la lista de materiales, la situación del inventario y el proceso de fabricación (rutas).

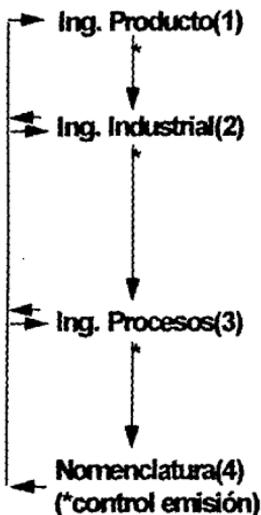
Por último en el tercer nivel se lleva a cabo los planes establecidos en el segundo nivel, obteniendo las piezas o materiales para fabricar los productos, desempeñando la labor de fabricarlos y la medición de desempeño; verificando con ello la ejecución de los planes establecidos, así como también las posibles diferencias que existan entre los planes y la ejecución real de los mismos.

Es indispensable la colaboración de todos y cada una de las áreas que conforman la compañía, todas tienen funciones específicas y todas son importantes, ya que con el mal funcionamiento de una de ellas no se obtendrán los resultados deseados y como consecuencia la competencia se hará dueña del mercado. Para ello podemos compararlo con la analogía del "barril de tablas", en donde la cantidad de agua que puede contener el barril depende de que todas las tablas sean de la misma longitud. Si una sola tabla es más corta, aunque otras tablas sean más largas el agua se sale por la más corta. Así mismo en una compañía, todos los esfuerzos de las áreas más eficientes se derrochan y se pierden con las áreas más débiles o menos eficientes.

Sin embargo, se debe tener presente que en alguna de las áreas se inicia una de las primeras actividades que contribuyen directamente con los intereses de la compañía, esta es el área de Ingeniería. Muchas personas son de la opinión que la Ingeniería es muy independiente de las actividades operativas, pero en realidad es un error el pensar de esa forma ya que Ingeniería interviene desde las primeras etapas de proceso.

Diagrama del Proceso Interno de Ingeniería

Flujo de Información



Actividades realizadas

Elaborar diseños en CAD o manualmente, análisis de cambios cambios a los diseños, especificaciones, prototipos y pruebas listas de partes de ingeniería por grupo-opción (normalmente incluida en los dibujos).

Validación de consumos y aprovechamientos. Realiza balanceo de líneas, estudio de tiempos y movimientos. Definición de rutas, layout, maquinaria, racks, unidades de medida, materias primas, mano de obra, localización de material y capacidad de manufactura. Realiza medición de desempeño a capacidad y rutas. Da seguimiento a las emisión de contami- nantes (EPA). Trabaja conjuntamente con el resto de las área utilizando la misma lista de partes.

Define métodos, proceso de fabricación (Rutas), materiales indirectos, equipo, referencias de proceso. Realiza hojas d proceso, ayudas visuales, diseños de herramientas. Trabaja conjuntamente con el resto de las áreas proporcionando ayuda específicamente a Fabricación y Calidad, utiliza la misma lista de partes.

Realiza el control de números de parte, captura y actualiza la estructura del producto (1); Calcula las materias primas se capturan al igual que unidades de medida, se valida las rutas(2) Se captura los materiales indirectos y referencia de proceso (3) control de emisión (1,2,3), control del configurador de opciones revisión de leyes gubernamentales; control de CI's, comité de cambios, distribución de información; Audita las listas de parte administra dibujos, desviaciones de material, boletín d correcciones y cambio a listas de partes.

La participación del área Ingeniería se hace presente desde el primer nivel del ciclo cerrado de manufactura.

En el primer nivel (Dirección)

- Se desarrollan los diseños de los productos de acuerdo a las expectativas del cliente, no sólo diseños que estén acordes a las demandas actuales del cliente, sino a diseños de productos a futuro que permitan definir las características, opciones y el perfil de nuevos productos. Con ello se establece una estrecha comunicación entre el Cliente, Ventas e Ingeniería. La tarea no termina en diseñar los productos que los clientes demandan, sino que inicia la tarea de elaborar diseños que en un futuro puedan servir para los nuevos productos, ya sea estandarizando partes o modularizando sus diseños.

- Se proporciona la estructura del producto (lista de partes) de acuerdo a las características y opciones que contempla el artículo, contribuyendo a facilitar la configuración del producto.

- Se proporciona un configurador de opciones para la generación de órdenes de venta. Dicho configurador contiene la variedad de opciones disponibles de un mismo producto y las descripciones específicas de cada opción.

- Se determina la capacidad instalada con respecto a los recursos de manufactura (mano de obra, distribución, maquinaria y equipo) sirviendo de base para determinar la factibilidad de producción, tomando en cuenta los requerimientos brutos.

En el segundo nivel (Planeación)

- Se captura y se mantiene actualizado (manualmente) las listas de materiales obtenidas de las estructuras del producto.

- Se apoya a la Programación Maestra proporcionando de las estructuras del producto las características y opciones por producir.

- Se determina en los listados de materiales las cantidades exactas de las partes que se requieren para fabricar el producto terminado. Así como también se calculan los aprovechamientos de materia prima para determinar los tamaños de lote económico de producción (CEP) y materiales indirectos. Planeación de Materiales consulta los datos anteriores al igual que las existencias en el inventario para determinar lo que se necesita, en que cantidad y en que momento se requiere ya sea material de compra y/o partes a fabricar.

- A cada componente del artículo se le asigna un código, una descripción, una unidad de medida y una línea de producto, entre otras características; con el objeto de:

a.-) Identificar el tipo de material en los almacenes.

b.-) Facilitar el surtimiento de los materiales.

c.-) Clasificarlos según el tipo de Material (de compra importados o nacionales, manufacturados, maquilas, partes componentes de un kit, etc.).

d.-) Facilitar el costeo del producto.

e.-) Facilitar la asignación de las políticas de planeación.

f.-) Facilitar el manejo y control del método Kan Ban.

- Se diseñan los procesos de fabricación (Rutas) que deberán seguir las piezas, subconjuntos, conjuntos y producto terminado para su producción. En las rutas se especifica los tiempos de fabricación obtenidos de los estudios de tiempos y movimientos; determinando el tiempo que se toma la fabricación del producto

- Se define la cantidad de horas convertidas en mano de obra que se requiere para cada centro de trabajo, así como se realiza un balanceo de operaciones para disminuir los "cuellos de botella".

- Se elaboran diseños al estilo "Francesas" para afectar directamente a las órdenes de trabajo, al surtimiento de materias primas, los dibujos de diseños, la administración de órdenes de trabajo, los tamaños de lote (CEP), el tiempo de proceso de MRP, entre otros aspectos.

- Se realiza el diseño de contenedores de materiales de acuerdo a las necesidades de Producción e Inventarios, favoreciendo con ello la integridad del material.

En el tercer nivel (Ejecución)

- Se definen la localización de la maquinaria determinando los puntos de inspección (ítems críticos), así como también se especifica los tiempos estándares de producción para cada pieza, ensamble.

- Se determina los procesos de fabricación que muestran las diferentes etapas del procesamiento que sufrirá la parte. Control de piso apoya en ello para controlar y planear la fabricación de las órdenes de trabajo.

- Se proporcionan los diseños (dibujos) de las partes a último nivel para adquisición de las mismas.
- Se proporciona el tiempo de defasamiento de las partes tomando en cuenta cuando se requieren los materiales fabricados y de compra, sincronizándolos con el proceso de producción .
- Se facilita la selección de partes de compra en los listados de materiales debido a la clasificación de los números de parte por línea de producto.
- Se realizan auditorías a los listados de las partes (lista de materiales) midiendo la exactitud de las mismas y corrigiendo las diferencias existentes en el menor tiempo posible..
- Se establece un canal de contacto entre Ingeniería y el resto de las áreas con el objeto de atender las discrepancias encontradas en la información técnica y disipar cualquier duda referente a la misma.

En los tres niveles: el área de Ingeniería contribuye informando acerca de los cambios a los diseños, con ello se tendrá presente la vigencia de las opciones y componentes de los ensambles y subensambles. Se notifica con un documento a todas las áreas afectadas con el fin de que cada una de ellas actualice su información para evitar una serie de problemas graves, que provocan en muchas ocasiones retrabajos en la Información y en los productos, retrasando la entrega del producto al cliente.

CAPITULO 1

DISEÑO Y MODULARIZACIÓN DE INGENIERÍA.

Anteriormente las actividades de diseño se encontraban independientes del proceso de manufactura. Sin embargo con la llegada de los circuitos con capacidad de control de la calidad en el proceso, programas computacionales para manufactura, técnicas y conceptos, grupos y equipos de trabajo que colaboran desde el principio de la manufactura; la Ingeniería de Diseño ocupa un papel muy importante y a su vez contribuye a la excelencia de la cadena de valor.

Según la opinión de las personas que han trabajado en la industria, dicen que los errores de la calidad nacen en las primeras etapas del proceso productivo, ya que si existe un error en la fabricación se tiene un impacto menos trascendental pues sólo implicaría el rechazo de una o varias piezas pero un error en el diseño puede repercutir al propio dimensionamiento o concepción del producto. El efecto que provoca un error de este tipo es; desacreditar la buena imagen que se tiene de la empresa.

Actualmente se menciona por todo el ambiente industrial acerca de la competitividad como objetivo de supervivencia de cualquier empresa aunque raras veces se traspasa el concepto abstracto del término para proporcionarle un contenido real, es preciso hacer notar que esta competitividad se debe basar en tres parámetros fundamentales; calidad, costo y servicio.

1.1 DISEÑOS DE INGENIERÍA.

La situación habitual de la Ingeniería de Diseño consiste en lanzar nuevos productos, generar planos, lista de materiales y especificaciones. Es en esta área es donde se concentra el mayor núcleo de profesionales de la organización con un grado académico y de conocimientos altos, esto provoca que en algunas ocasiones lleguen a funcionar en una forma autárctica, dejando a un lado todos los requerimientos necesarios con el resto de las áreas.

La Ingeniería de Diseño como se ha estado mencionando, realiza el diseño de nuevos productos al igual que realiza el mantenimiento a productos ya existentes ya sea para mejorarlos en cuanto a costo, innovaciones, simplificaciones diseños modulares, etc. o bien para corregir posibles errores de los mismos.

Ingeniería requiere saber quién es el cliente externo e interno ya que suministra información técnica como planos, especificaciones, tolerancias y listados de partes, de una manera formal y confiable. Los diseños de los productos deben estar enfocados a facilitar el trabajo de Manufactura, Ventas, Compras, Planeación, etc., por ello a continuación se mencionan algunos aspectos que cumplen con este objetivo:

* Antes de comenzar la planeación de un nuevo diseño es indispensable haber elaborado un estudio básico del Mercado y atender las sugerencias del cliente sin dejarse guiar por una mera suposición de que "tal vez" este producto se requiera en un futuro.

* Si bien es cierto, la calidad, el tiempo de fabricación y la disminución a un mínimo porcentaje de errores, depende de que también se entreguen definidas las características del producto que se desea fabricar, por ello es de vital importancia que Ingeniería interactúe con el personal de ventas, de tal manera que se ofrezca lo que se puede fabricar, esto dependerá de las capacidades individuales de cada empresa.

* La complejidad del diseño del producto dependerá en gran medida de las peticiones de los clientes, ya que en cantidad de piezas, subensambles, materias primas, no es comparable el fabricar una silla, motocicleta, casa, etc. que un autobús, avión, barco, etc. agregándole una gran variedad de opciones, su control no sería tan fácil. De aquí la importancia de definir específicamente lo que se requiere y no realizar diseños inútiles que nunca serán un atractivo para el cliente.

* Otro aspecto que se debe tener presente para el diseño son las normativas vigentes; el cumplimiento de reglamentos de seguridad que son de forma obligatoria y que generalmente son definidos por las organizaciones Gubernamentales es la primera. La segunda son las normas de cumplimiento para conseguir una "calificación" que colabore a posicionarse en el mercado (certificación de empresa y certificado del producto). Por último se tienen las normas de calidad propias de la empresa.

* También se tiene que considerar en el momento del diseño el abastecimiento, precio y normalización de materiales.

En lo que se refiere al abastecimiento, se puede contar con un diseño excelente que cumple con las exigencias del cliente pero el único problema es que cuenta con partes componentes difíciles de conseguir a un precio muy alto, de la misma forma si se tienen piezas que son de origen extranjero la disponibilidad de ellos será complicada.

El precio de los materiales debe estar presente en cada uno de los diseñadores ya que uno de los objetivos del área de Ingeniería y de los Empresarios es el fabricar productos a un costo bajo, claro sin perder la calidad del artículo.

En algunas ocasiones, es necesario conocer el crédito de pago que otorgan los proveedores ya que esto influirá en los procesos de ensamblaje. Por ejemplo, en una fábrica de autobuses no es conveniente instalar y tener en inventario, el motor en el inicio de sus líneas de ensamble, teniendo en cuenta que se tarda la unidad en salir terminada aproximadamente 15 días, es conveniente que el crédito del proveedor de motores otorgue el mismo o más tiempo en días, pero es importante dejar claro que la definición de un proceso de fabricación no dependerá en sí del crédito del proveedor, ya que el ensamble de las piezas debe ser el más óptimo.

La normalización de partes se refiere, contar con una lista de materiales clasificada u ordenada por tipo-grupo de componentes. Por ejemplo: una relación de materias primas como son; las placas de hierro ASTM A-36 donde la lista reflejará las dimensiones comerciales al igual que los diferentes espesores que se tienen en el mercado o que se están utilizando por la empresa actualmente. El contar con una relación de este tipo colabora ya sea para el diseño modular (siendo el siguiente tema), la planeación de los materiales y la clasificación, identificación y acomodo dentro de los almacenes.

Así como se requiere del área de Ingeniería este presente en el área de Ventas, de la misma forma es indispensable su participación con Fabricación.

Ingeniería con la ayuda de tecnología en cuanto a programas de computación, tales como: CAD, MFG-PRO, UNFOLDING, AUTONESTING, etc. se dice que trabaja aisladamente ya que se puede instalar computadoras o terminales por toda la planta, proporcionando en el momento que se requiera la información técnica deseada esto no quiere decir que el ingeniero deba estar pegado a todas y cada una de las operaciones de producción, pero si deberá de crear un canal de comunicación en donde producción cuente con el apoyo referido para la fabricación del producto. Así mismo desarrollar productos que se puedan fabricar en forma repetitiva, es por esto que el tener presente las capacidades (maquinaria, mano de obra, equipo, etc.) de la empresa, es un requisito indispensable para los Ingenieros de Diseño.

Los proyectos a corto, mediano y largo plazo que se refieran al incremento de capacidad, puede ser en la compra de maquinaria, tecnología y equipo referente a fabricación también se deberá mantener en mente por los diseñadores.

Uno de los insumos más importantes para Fabricación son los planos y especificaciones contenidas en los mismos, en las rutas de fabricación o en las hojas de proceso. Las especificaciones contribuyen directamente a la calidad del producto, pieza y subensamble, dando a conocer las características que se requieren. Un error en alguna especificación provoca grandes afectaciones no sólo en fabricación, sino que pueden llegar a accidentes lamentables si no se detecta a tiempo.

La forma de mejora en el diseño puede ser por el canal del área de Posventa. Aquí es donde se tiene el mayor contacto con las sugerencias del cliente, cuando se da el servicio de mantenimiento preventivo o correctivo de los productos. La retroalimentación hacia el área de Ingeniería deberá explicar detalladamente el problema y el origen para su oportuna corrección.

1.2 MODULARIZACIÓN DE DISEÑO

Ésta consiste en la elaboración de diseños estándares que se pueden utilizar para diferentes productos terminados, por ejemplo: en una empresa donde se fabrican autobuses foráneos, las partes cajuela son componentes de ese autobús, que pueden tener una

laminación de cierto tipo, sin embargo las opciones para esta pieza pueden ser diversas ya que el cliente puede pedir la laminación de acero inoxidable, galvanizada bonderizada o en aluminio.

El trabajo del diseñador se enfocará a descubrir las piezas o subsambles que sean comunes para las diferentes opciones, retomando nuevamente el ejemplo, la puerta cajuela tiene dentro de sus partes que la forman un marco de perfil estructural, el cuál es común para cualquier tipo de laminación que se requiera. Algunos diseñadores dejan aisladamente el tipo de lámina de los propios planos y otros realizan un plano individual para cada tipo de lámina.

Lo que se recomienda en este caso, es elaborar un sólo diseño, que contemple todas las opciones actuales y posibles, auxiliándose con tablas de datos de componentes, es decir, aquellos materiales que son comunes para otros diseños existentes o diseños a futuro se deben enlistar por separado de aquellos que varían en cuanto a opciones.

Por ciertos estos últimos deberán tener el mismo número de elemento, tratando de dar a entender que solamente se deberá elegir uno de los dos.

Las ventajas que se tienen de un diseño modular, refiriéndose primeramente al área de Ingeniería; se elaboran menor número de planos lo que implica disminuir actividades posteriores del diseño tales como: asignación de códigos, distribución de planos, estructuración, entre otras actividades. En el área Comercial, cuentan con una gama de productos diferentes para los clientes. Otra ventaja que se tiene, con respecto a la estructura del producto, es la facilidad de configuración de los productos y cambios al diseño. En la Programación Maestra de Producción, se vuelve ágil la planeación de mezcla de productos, provocado por la claridad de los primeros niveles de la estructura del producto, así también la disminución de los procesos administrativos tales como; generación de órdenes de trabajo, surtimiento de materiales, cierre de órdenes, etc.

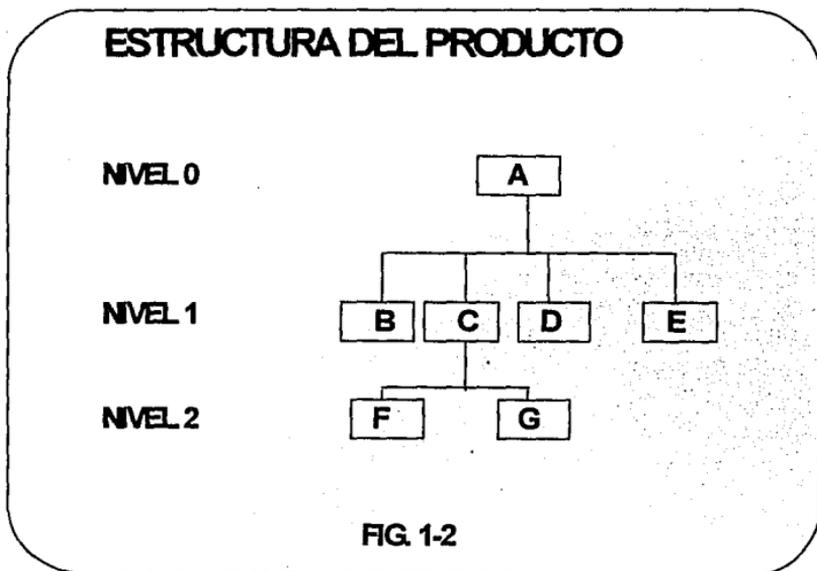
Una contribución del diseño por módulos que se quiere hacer destacar es la ayuda directa a los procesos de Planeación de Materiales, ya que al simplificar las estructuras del producto disminuye el número de piezas y por lo tanto las relaciones artículo-componente, y se tiene menor número de materiales ya sea de compra o manufacturados, para planear, costear, inventariar, etc.

1.3 ESTRUCTURAS DEL PRODUCTO

La Estructura del Producto (también conocidas como Listas de Partes) juega un papel importante dentro de Ingeniería y para el resto de los departamentos que la manejan. Dichas estructuras deben contener información confiable y precisa, para que no se tengan fuertes afectaciones posteriores. El primer proceso en la planeación utiliza las mencionadas Estructuras del Producto.

Para definir el significado de lo que es una Estructura del Producto se tomará un ejemplo sencillo que proporciona una visión clara:

En la figura 1.2 se muestra un producto terminado "A", "B-C-D-E" son las partes componentes de "A", pero "C" contiene partes componentes que son; "F-G".



la parte "C" tiene dos funciones, primero es parte componente de "A" y segundo es parte padre (como generalmente se le conoce) de "F-G". Tomando este ejemplo se puede decir que la estructura del producto es una lista de prioridades, donde en su primer nivel se

encuentran los componentes directos que van desde grandes subensambles hasta piezas sencillas, los cuales integran el producto final.

De aquí parte el concepto de los niveles o grados de ensamble de la estructura, "A" le corresponde el nivel cero, "B-C-D-E" nivel uno y "F-G" nivel dos.

El ejemplo anterior, muestra una estructura de dos niveles, pero dependerá de la complejidad del producto (refiriéndose a las diferentes características y opciones del mismo que pudieran ser) el tener un gran número de niveles y relaciones "parte padre-componente". Lo que no hay que perder de vista es que si se quiere simplificar la estructura, es muy probable que se omita información técnica y por lo tanto el diseño este incompleto.

Para algunos programas de computadora el simplificar el número de piezas y niveles mejora substancialmente sus procesos de MRP, lanzamiento y cierre de órdenes de trabajo, costeo, transacciones de inventario, entre otros aspectos.

La tarea no es fácil ya que a un producto no se le puede omitir alguna parte si siempre la lleva, y no por querer simplificar el trabajo se pierda la concepción del diseño original; lo que si es factible para realizar este objetivo es :

1.- Estudio de costo de material. Este consiste en hacer un análisis de materiales en base a su costo, con el fin de definir cuáles serán aquéllos que se requieran controlar por la estructura del producto, se recomienda estructurar aquellos materiales que su costo es alto y medio, y para el caso de materiales que su costo sea bajo, se puede hacer de dos maneras; una es considerarlos en la estructura solo que en las políticas de planeación se debe identificar como material que se considera en piso y que aparezca en la orden de trabajo para efectos de surtimiento, la otra, es no considerarlos en la estructura y llevar un control de aquéllos materiales que se manejarán por este método y su surtimiento será utilizando el sistema Kan Ban.

2.- Análisis de materias primas comunes. Esta se refiere a aquellos sub-ensambles donde sus partes componentes se fabrican de un mismo material y además se realiza en un mismo centro de trabajo, a este método se le conoce como "Francesas"

3.- Diseños por módulos. Como ya se mencionó en el tema anterior (1.2) la modularización del diseño contribuye a la disminución de relaciones "parte padre-componente".

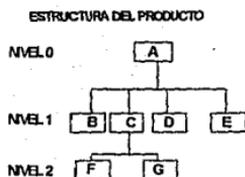
1.4 LISTA DE MATERIALES

La lista de materiales es una relación de partes componentes necesarios para la fabricación de un producto, que pueden ser partes manufacturadas o de compra, se generan a partir de la estructura del producto (ver fig 1.3). Cada componente indica la cantidad y secuencia de fabricación entre otras cosas, son utilizadas por la mayoría de los departamentos. Entre los usos más sobresalientes se tienen :

- Colaboran en la configuración de las órdenes de venta.
- Sirven como base para la planeación de materiales, tanto de compra como de manufactura.
- En manufactura, son utilizadas como una guía para la fabricación de los productos.
- Ayuda a determinar los costos planeados y reales.
- Traduce la demanda de los productos en la de los componentes y materias primas necesarios para producirlos. (tomado de David Buker unidad 6,17.)
- En los almacenes las utilizan para generar la lista de surtimiento a diferentes ubicaciones de la planta.

LISTA DE MATERIALES

<u>NIVEL</u>	<u>DESCRIPCION</u>	<u>CANTIDAD</u>	<u>UM</u>
PARTE PADRE A			CJ
1	B	1	PZ
1	C	1	SC
.2	F	1	PZ
.2	G	1	PZ
1	D	1	MT
1	E	1	KG



NOTA:

LA LISTA DE MATERIALES SE OBTIENE DE LAS ESTRUCTURAS DEL PRODUCTO.

FIG. 1.3

El área de Ingeniería es el responsable de generar, mantener y actualizar la lista de materiales y deberá conservar con la mayor exactitud posible ("99%", David W. Buker pág. 13, 17). Se requiere manejar como una norma en toda empresa que se utilice UNA SOLA LISTA, ya que es común que cada departamento cuente con una diferente a la original. El tener múltiples listas provocaría confusiones en todas las áreas, un problema grave que vale la pena mencionar es, que originaría altos inventarios que en un momento dado pueden ser muy costosos o en el otro extremo que existiera faltantes de material, que en el peor de los casos, fuera aquel que haría falta para la entrega de un producto al cliente.

Las inexactitudes pueden ser por varios motivos, que a continuación se mencionan:

- **La falta de comunicación.** La lista de materiales debe ser flexible en cuanto a la forma en que esta estructurada, ya que favorece a la evolución del producto. La evolución es documentada por Ingeniería de una manera formal y se conoce como Cambio de Ingeniería (C.I.), otros autores le llaman Orden de Cambio de Ingeniería (OCI), el efecto es el mismo. Las inexactitudes son provocadas por excesivos C.I'S pero lo más grave es que cuándo

Ingeniería emite una notificación de cambio y no es comunicado oportunamente al resto de las áreas, con tan sólo una de ellas que omitiera el aviso, sería motivo para caer en situaciones complicadas. Otra de las causas es que algún departamento hiciera caso omiso del cambio o no le diera la importancia que tiene el documento.

En la planta donde se esta realizando físicamente el producto, se detectan errores que pueden ser en los planos y/o especificaciones, inclusive en las mismas listas, la falta de comunicación a las personas responsables también provoca la inexactitud.

- **Error en la captura.** El manejo de las listas de materiales actualmente es administrado por programas de computadora archivándolos en una base de datos, en la captura de las estructuras del producto al sistema, existe el factor de error humano, como se conoce vulgarmente los famosos "dedazos", es muy común que lo anterior se presente cuando se tenga tiempos de entrega comprometidos o personal que no esté capacitado para realizar esta tarea.

- **Carencia de un pilotaje justo.** Por lo regular algunos vendedores no conocen a detalle el tiempo real de fabricación del producto y que tan complicado es el adquirir los materiales de los que se compone el nuevo producto por lanzar al mercado, como consecuencia se promete al cliente una fecha estimada sin fundamentos, la cuál pone en aprietos a la empresa y obliga a que todas las tareas necesarias para producir el producto se realicen en el menor tiempo posible para cumplir la entrega al cliente. Una es la falta de un pilotaje a conciencia tanto en la verificación de la información de los planos contra las lista de materiales como la fabricación del producto, el número de unidades a producir y considerarlas como pilotaje dependerá del producto. Cuando se tiene un pilotaje y en seguida de ésta se realiza la fabricación en serie, ocasiona altos porcentajes de inexactitud en la lista de materiales debido a la falta de tiempo de respuesta para la actualización en la información técnica. Ahora imagínese que pasaría si por completo se omite el pilotaje, las consecuencias serían desagradables para la empresa.

Para mantener una exactitud del 99% se requiere acudir a métodos de verificación, retroalimentación y auditorías a las listas.

Método de verificación. Este consiste en realizar un chequeo entre listas y planos antes de liberar la información al resto de las áreas, la detección anticipada de una diferencia disminuiría el número de procesos administrativos para la corrección del mismo, una recomendación para este método es la verificación de la información contenida en los mismos planos, antes de su captura en el sistema, es decir, que la relación de componentes enlistados que corresponda al número de elementos representados en el plano.

Método de retroalimentación. Si bien es cierto, un alto porcentaje de las áreas de cualquier empresa, maneja información de Ingeniería y en especial en este caso las listas de materiales, se sabe que cada departamento obtiene de la lista, los datos que le conciernen, es por esto, que ésta debe contener información necesaria para cada uno de ellos. Ingeniería por su parte establece un objetivo en cuanto a mejorar o mantener la exactitud, que es el implantar un canal de comunicación directa, donde se definen los puntos

específicos de retroalimentación de cada área, lo anterior, con el fin de no duplicar las posibles diferencias detectadas en la información.

Método de auditorías. Las auditorías se consideran de dos formas, una es auditoría en el proceso y la otra es auditoría en el sistema.

- La auditoría en el proceso. Consiste en reunir todas las herramientas de trabajo (planos y listas de materiales) para seguir el producto a lo largo del proceso, ésta es realizada por el personal de Ingeniería, en el momento que se detecte la anomalía lo recomendable es no dejar pasar más de 24 horas para su corrección, al recibir la notificación de la anomalía el personal responsable deberá generar el aviso de cambio para ser analizado por el comité de cambios.

- Auditoría en el sistema. Consiste en establecer un programa de revisiones, aquí dependerá de las capacidades de programas con los que cuente cada empresa ya que existen algunos paquetes accesibles para ser generados por el mismo usuario sin contar con ninguna experiencia en programación, para realizar las auditorías. Específicamente el objetivo es corroborar que la información capturada es la que corresponde al diseño.

CAPITULO 2

ALTERNATIVAS DE MANEJO DE INVENTARIO Y SU INTERRELACIÓN CON LA INFORMACIÓN DE INGENIERÍA.

Los materiales que se utilizan para la producción se les llaman Inventarios y se les considera de esta manera desde el momento en que se reciben, algunos van sufriendo transformaciones como en el caso de materias primas a lo largo de todo el proceso de fabricación. Del mismo modo ocurre para los materiales que son de compra, que se ensamblan directamente al producto, a estos se les considera inventario en proceso. Una vez que el producto esta totalmente terminado pasa al almacén correspondiente (de productos terminados), hasta el momento en que se entrega al cliente, no deja de ser inventario.

Normalmente a cada material se le asigna un número de código, una unidad de medida, descripción y una serie de parámetros que son utilizados para la planeación de materiales, conteo cíclico de inventario, costeo de los mismos, entre los cuales se tienen :

<u>Tipo de parámetro definido por Ingeniería</u>	<u>Utilizado por</u>
- Ubicaciones de Proceso	Inventarios en Proceso, para el acomodo del material en sus respectivos contenedores.
- Referencia de Proceso	Almacenes, para el surtimiento del material según la lógica de ensamblaje.
- Cantidad Mínima a Ordenar	Almacenes, para el abastecimiento de materia prima en unidades completas y no fraccionarias.
- Línea de Producto	Compras y Almacenes, para identificar el tipo y origen del material, nacional o importado, directo o indirecto, etc.

En este capítulo se atenderán las funciones de Ingeniería referentes a las unidades de medida de los materiales, ya que son de vital importancia para el surtimiento de materiales a la planta de fabricación, recordando del capítulo anterior se sabe que la lista de materiales refleja las cantidades exactas de cada material, al igual que su unidad de medida correspondiente y que en un sistema de MRP son utilizadas para la generación de las listas de surtimiento. Se mencionará un ejemplo clásico que a menudo ocurre en las industrias, que es la dualidad en las unidades de medida para un mismo artículo.

Otro aspecto a considerar, es la influencia de la distribución de la planta para el manejo de inventarios en proceso; este dependerá de la orientación que se tenga en ella. Ingeniería Industrial interviene en éstas decisiones y planea las distribuciones más acordes a las necesidades de operación.

El control visual y la utilización de contenedores de materiales son otros de los temas aquí tratados que contribuyen al manejo de inventarios.

2.1 UNIDADES DE MEDIDA DE MATERIALES.

La unidad de medida asignada a un material, es una forma cuantificable, que permite el control y la planeación de materiales. Ingeniería es la encargada de definir la unidad de medida de los mismos, aunque en algunas ocasiones el departamento de compras colabora en dicha definición.

Existe dualidad de unidades de medida para un mismo artículo, uno puede estar en función de los cálculos y aprovechamientos de materias primas o materiales indirectos que realiza ingeniería, y otro está en función de la compra del artículo, es decir, un determinado componente el consumo de materia prima esta con una unidad de medida de Pieza, sin embargo, la adquisición de la materia prima se realiza en Kilogramos y el pago al proveedor es en Piezas, lo mismo ocurre con el surtimiento y almacenamiento de la misma, en este caso su consumo es en Pieza, la compra es en Kilogramo y el surtimiento-almacenamiento es en Pieza.

- Ingeniería dice que cierta pieza tiene que ser fabricada con una lámina negra de Fe, calibre 10 y su desarrollo es de 100 x 240 mm, realizando los cálculos en base a las medidas comerciales que los proveedores ofrecen, se dice que se obtiene de una hoja de lámina de Fe con dimensiones de 915 x 2440 mm, donde el aprovechamiento es de 0,037037037 de la hoja que implica una pieza (PZ), siendo éste su unidad de medida. El surtimiento de éste material será en hojas de lámina completas para que en el momento de su fabricación se obtenga el número de piezas calculadas, ver figura 2.1

APROVECHAMIENTO DE MATERIA PRIMA

PIEZA A FABRICAR

28 mm

200 mm

MATERIAL: LAMINA DE ALUMINIO 6061 DE 3MM DE ESPESOR

PARA LA ELABORACION DE LA PIEZA PRIMA SE TOMARÁ UN MARGEN DE 10% DE APLICACION EN LA PARTE DE LA BORDADA QUE SE CALCULA PARA ESTE CASO LA PIEZA PRIMA QUE SEDEBE SER DE 280 x 210 mm.

CALCULOS

1. LONGITUD DE LA PIEZA PRIMA DE 280 x 210 mm DE 10% DE MARGEN EN LA BORDADA QUE SE CALCULA

280 + 28 = 308 mm

210 + 21 = 231 mm

PIEZA COMPLETA (DE 280 x 210) POR LAMINA 2.17 = 37 PIEZAS

POR LO TANTO EL CONSUMO DE LA PIEZA PRIMA QUE SE DEBE TENER EN LA MATERIA PRIMA ES

37 x 308 = 11396 mm

MATERIAS PRIMAS COMERCIALES

915 mm

915 mm

1220 mm

1220 mm

210 mm

300 mm

APROVECHAMIENTO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
900 mm	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	19	20	21	22	23	24	25	26	27

210 mm

PIEZA 21

El proveedor de láminas vende su mercancía por peso en kilogramos (KG.), la tarea de compras será definir un factor de conversión que considere la equivalencia entre PZ y KG., ya que como se mencionó anteriormente el surtimiento deberá ser en PZ.

El efecto que provocaría si no se tuviese una coordinación y participación activa entre compras e ingeniería, sería un descontrol en los almacenes de la empresa, teniendo en algunas ocasiones inventarios elevados y en el otro extremo faltantes de material, exactitud de inventario baja y difíciles conteos cíclicos. Por tal motivo Ingeniería deberá tener presente la importancia de estos problemas y así conocer desde el inicio de un diseño las materias primas que existen en el mercado, su factibilidad de adquirirlos, y la definición de la unidad de medida.

Otras de las dualidades en las unidades de medida que frecuentemente se tienen son las que se mencionan a continuación :

- Unidades de medida utilizadas por :

<u>Ingeniería</u>	<u>Compras</u>	<u>Tipos de material</u>
PZ	MT^2	Placas, láminas, Solerás de Fe, láminas de madera, perfiles estructurales como PTR,
PZ	KG.	Tubos rectangulares, etc.
PZ	LT	Líquidos como combustibles, aceites, selladores, solventes, pinturas, adhesivos, etc.

La definición de la unidad de medida, trasciende también en el manejo y control de materiales, las personas encargadas de ellos deben mantener las existencias al día y estar con mucha atención de ellas, no es fácil de realizar esta tarea y mucho menos si se encuentra cada pieza en cantidades indispensables para 4 semanas de fabricación, agregado a éste acontecimiento, si existiese un error en la unidad de medida las repercusiones serían agravantes.

Existen programas de computadora como el MRP que disminuyen los errores en las diferentes unidades de medida, inclusive el programa MFG-PRO maneja unidades de medida alternas donde se capturan los factores de conversión para la compra del material, reflejándose en las órdenes de compra. La mayoría de los programas existentes en el mercado, tienen la política de operar en línea, de tal manera que una vez capturándose el dato en el sistema, aparecería la unidad de medida definida inicialmente en cualquier momento de consulta; es de cuidado mantener informado a todas las áreas de la empresa, cuando se realice una modificación.

2.2 CONTROL VISUAL DE MATERIALES (KAN BAN)

Existen todavía muchas empresas que su interés es, entre otros, el de controlar minuciosamente todo el material utilizado para la fabricación de un producto, independientemente de que tipo se trate, puede ser desde una pieza en la que su costo es alto, hasta piezas en que su valor sea de poca importancia. Los materiales se clasifican según su valor :

<u>Clasificación</u>	<u>Porcentaje de inventario/valor monetario</u>
A	10 % de inventario / 60 % valor monetario
B	10 % de inventario / 30 % valor monetario
C	80 % de inventario / 10 % valor monetario

La realidad cuando se lleva este tipo de administración es ocasionar procesos burocrático, papeleo innecesario y sobre todo se afecta el tiempo de la producción, incrementando el costo del producto.

De lo anterior se generan dos aspectos importantes que simplifican los procesos administrativos, eliminan por completo los tiempos muertos de producción y facilitan el manejo de inventarios. Uno de ellos es el concepto de control visual de materiales (Kan Ban) y el otro aspecto es la aplicación del concepto "Francesas" que será el siguiente tema de este capítulo.

Al control visual de materiales, se le conoce como Kan Ban. La intervención de ingeniería para la implantación de este método es interesante sobre todo cuando se está definiendo la disposición de los recursos de manufactura de la planta, al igual que cuando se está elaborando el diseño, rutas de fabricación, especificaciones y hojas de proceso.

Este método opera satisfactoriamente para cualquier orientación de planta que se pueda tener, se debe tomar en cuenta que dependerá de la complejidad del producto a fabricar y la disposición de los recursos de manufactura. Lo que es cierto es que, entre más cercano sea el destino del material, menos serán los tiempos inactivos de operación favoreciendo la producción del artículo.

La alternativa del manejo de materiales utilizando el control visual, colabora directamente en la simplificación de los mismos, éste consiste en mantener un Stock de inventario en cada contenedor de material, el objetivo es el de eliminar los retrasos de producción, mantener la eficiencia de mano de obra y disminuir por lo tanto los procesos administrativos. Se utilizan diferentes métodos de operación para el control visual, como Las Tarjetas de Continuidad.

La implantación de esta estrategia refiriéndose a Kan Ban, ofrece diversos aspectos que son atractivos para la mayoría de los empresarios, pero como en todo sistema existen ventajas y desventajas que se obtienen al llevarlo a cabo.

Las principales ventajas que se tienen son :

1.- **Reducción en los tamaños de inventario.** Por lo general se acostumbra contar con cierto stock de materiales por si acaso llegarán a faltar, deteriorar o extraviar; es imposible predefinir en que momento ocurrirá tal acontecimiento. Lo anterior implica el mantener altos volúmenes de inventario que generan costos y una posible obsoletización de material provocado por un cambio de ingeniería. La ventaja que se tiene con el sistema Kan Ban es que se producen solamente aquellas piezas que se requieran, reduciendo los tamaños de lotes a fabricar; del mismo modo ocurre con los materiales de compra (las piezas de manufactura y de compra se identifican con una tarjeta de diferente color), permitiendo una administración más simple de los inventarios.

2.- **Reducción en el tamaño de lote.** Ingeniería colabora en la definición del tamaño de lote realizando los óptimos aprovechamientos de materia prima para cada pieza a

fabricar, y estudios de tiempos refiriéndose a la mano de obra y al cambio de herramientas de la maquinaria, ya que es importante conocer si es redituable realizar cambios frecuentes de herramientas provocado por lotes pequeños, teniendo presente que en cada acto implica tiempo y costo. Con el sistema Kan Ban se reducen los lotes de producción fabricando solo lo necesario sin incrementar la tarea de control de producción, se tendrá una gran cantidad de lotes a producir, pero en pequeños volúmenes.

3.- **Fácil localización de piezas en proceso.** Cuantas de las veces se desea localizar en que etapa del proceso se encuentra una pieza o subensamble y no es posible ubicarla. El sistema Kan Ban por medio de sus tarjetas de continuidad y cajas kan ban permite la identificación y ubicación de partes.

4.- **Promueve la participación activa de la gente.** Es común que la gente que labora en diferentes centros de trabajo realice su actividad de una manera favorable pero, aisladamente, sin conocer las necesidades de las siguientes etapas de producción; un motivo es por seguir las instrucciones de su supervisor con tal de cumplir su trabajo y de no perderlo. El sistema Kan Ban promueve el compañerismo y la participación de las personas involucradas en la fabricación del producto, aportando nuevas ideas, tomando decisiones e inclusive en la limpieza del lugar de trabajo.

Dentro de las necesidades principales para el buen funcionamiento de este sistema se tiene :

- Conscientización, confianza y participación de la gente, haciéndoles saber la importancia y seriedad de lo que implica llevarlo a cabo.

- La capacitación previa y continua a todos los niveles de toda la organización obteniendo de ella puntos de mejora y sugerencias para su corrección.

- Realizar una selección de aquellos materiales que se controlarán por este medio y documentarlo.

- Contar con información confiable de parte de Ingeniería en cuanto a planos, especificaciones, rutas de fabricación, hojas de proceso, lista de materiales, etc.

- La participación y compromiso de todas las áreas afectadas consciente de una apertura y eliminación de controles.

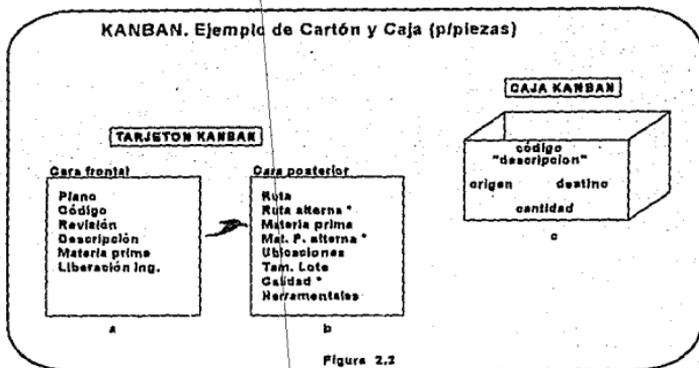
- Definir el tiempo requerido para la capacitación, implantación y desarrollo.

La tarjeta de continuidad y contenedor del material son partes de este sistema, ambos contienen una serie de datos que sirven para la fabricación de piezas.

La tarjeta de continuidad o tarjetón Kan Ban, contiene información por ambas caras, el material del que está fabricado es cartoncillo sencillo y ligero, de uso comercial, se encuentra enmascarado para su limpieza y alta duración; en ambas caras cuenta con

información que la mayoría de ella es generada por ingeniería, motivo por el cual la importancia en la exactitud.

La cara frontal del tarjetón (ver fig. 2.2a), contiene información referente al diseño de la pieza a fabricar, su dibujo correspondiente se ajusta al tamaño del tarjetón (por lo regular son fotocopias en reducción).



En la cara posterior, se cuenta con datos que son útiles para la fabricación y el manejo de los inventarios, tales como, la secuencia que debe seguir la pieza y los tiempos de producción, localizados dentro de las rutas de fabricación (ver fig. 2.2b), también contiene la ubicación, tamaño de lote y los herramientas a utilizar para su fabricación.

El tarjetón Kan Ban normalmente se utiliza para la elaboración de piezas grandes, solo basta con colocarlo en el pizarrón del centro de trabajo que le corresponda en la primera operación de la ruta (origen) para que se libere automáticamente su producción.

El contenedor de material o caja Kan Ban es utilizado para la fabricación de piezas pequeñas acompañado de su tarjetón correspondiente, además de los datos contenidos en el tarjetón, en la parte frontal de la caja cuenta con datos adicionales (ver fig. 2.2c) que facilita al personal que lo maneja, la identificación y manejo de las piezas. Es en el diseño de la caja donde intervienen las lluvias de ideas que son expuestas, es común que la gente que maneja a diario estas partes cuente con amplia experiencia y sea ellas las que definan el diseño de la caja. Las consideraciones que se deben tomar en cuenta son :

1.- Deben existir dos cajas del mismo tipo y con la misma información, esto es para que en el momento que se termine el material de una de ellas, esta se mande al origen de la pieza para iniciar el ciclo de producción y mientras se fabrica se consumirá de la otra caja.

2.- El tamaño de la caja estará sujeto a la demanda de producción al igual que al tiempo de fabricación de la parte, y volumen de la pieza, hay que recordar que el mantener un inventario en su punto de instalación evita el paro de fabricación por la falta del material.

3.- Se recomienda que se identifiquen ambas cajas de diferente color con el fin de seguir la regla que debe seguirse, que es el no tomar ninguna pieza de la otra caja hasta no terminarse el material del que se ha estado consumiendo.

2.3 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA "FRANCESAS"

Actualmente existen 2 empresas utilizando esta técnica, ambas se dedican a la fabricación de autobuses y la aplican en sus diseños estructurales del vehículo. El origen del nombre es desconocido, lo que es cierto es que nace de la necesidad de simplificar el trabajo en cuanto a la elaboración de diseños, manejo de inventarios, lanzamiento de ordenes de trabajo, entre otros aspectos.

Por lo regular un Ingeniero de diseño elabora un subensamble de los que esta formado el producto terminado, realizando el despiece completo de dicho subensamble emitiendo los planos de cada uno de los componentes al resto de las áreas para que realicen la siguiente etapa del proceso administrativamente, la técnica "Francesas" simplifica en cierta medida el trabajo del diseñador, omitiendo el dibujo individual de algunos componentes, representándolos en el ensamble que le corresponda sin asignarle un código que lo identifique, pero si el detalle de sus características físicas, lo anterior implica la simplificación administrativa de los procesos posteriores. Como se menciono anteriormente, esta técnica es aplicable solo para algunos componentes de subensambles, es por tal motivo que a continuación se describirán los requerimientos para su aplicación :

1.- Deberá ser de la misma materia prima (mismos procesos físicos), por ejemplo, en los diseños estructurales de los autobuses, se tienen piezas que se fabrican con P.T.R., tubo cuadrados, perfiles zintro, etc. que de alguna manera son de similar característica.

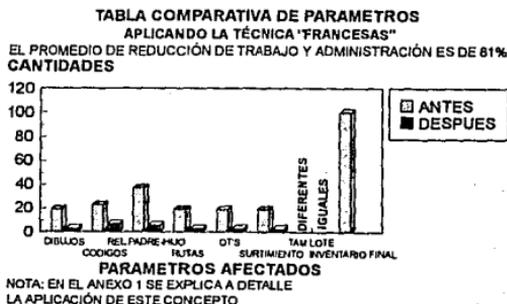
2.- Las partes componentes seleccionadas deberán ser procesadas en el mismo centro de trabajo realizando una sola operación, si se requiere de más de una, entonces no se considerará aunque sea la misma materia prima.

3.- Es recomendable que el centro de trabajo se encuentre cercano al destino de las partes.

El mayor número de componentes se encuentra en las estructuras (físicas) de un autobús siguiendo el ejemplo del punto 1, la tarea de los almacenistas es llevar el control de cada uno de los componentes ya sea en el surtimiento de materias primas como en el manejo de inventario en proceso, la labor es difícil y en algunas ocasiones son actividades que no son posibles de realizar debido a la gran cantidad de información.

Las ventajas que se obtuvieron al implementar esta técnica en los diseños estructurales correspondientes al manejo de inventario son :

- 1.- Disminuye en gran cantidad las listas de surtimiento generadas por las ordenes de trabajo.
- 2.- El surtimiento se realiza una sola vez y a un mismo destino, en vez de surtir la materia prima para cada parte componente.
- 3.- Se elimina el inventario obsoleto y sobrante de materia prima, debido a que el tamaño de lote se optimiza por ensamble y no por pieza.



La simplificación es considerable en todos los aspectos, por lo que es recomendable para aquellos diseños que pueden adaptarse a ésta técnica.

- 4.- Se elimina el inventario en los centros de trabajo así como sus controles.
- 5.- Reducción en el inventario en proceso.

En el capítulo siguiente se ampliará el panorama de esta técnica.

2.4 CONTENEDORES DE MATERIALES.

La calidad de un producto depende entre otros aspectos al buen estado que guardan los materiales que lo conforman, el manejo ineficiente, la carencia de dispositivos para su transportación y la falta de contenedores de materiales, afectan directamente la apariencia y funcionalidad de ellos. El deterioro de un material puede ocurrir desde su arribo, o bien, en sus etapas de proceso. El departamento de Control de Calidad enfocándose al área de recibo, autoriza si se permite el acceso o no del material, pero independientemente de la exhaustiva inspección por parte del personal encargado se dan casos en los que llegan a rechazar el material previamente inspeccionado desde las estaciones de trabajo de la fábrica.

Algunos estudios realizados, mostraron que los deterioros de los materiales son ocasionados por :

1.- El manejo ineficiente. En este punto es donde contribuye la actitud del personal, es común que no se tenga responsabilidad y compromiso de tomar en serio sus tareas cotidianas, manejándose superficialmente, han ocurrido casos en los que el material sale de sus cajas por la rapidez de surtimiento dañándose total o parcialmente.

2.- La carencia de dispositivos para su transporte. El surtimiento de los materiales a los puntos de instalación o la transportación de un centro de trabajo a otro, sin la ayuda de un dispositivo (cuando así se requiera), puede provocar averiaciones entre los mismos, en el trayecto las piezas se van friccionando entre ellas causando ralladuras, deformaciones, fracturas, etc., ocasionando retrabajos y en una extrema situación, paros de producción por falta de material, incrementando el costo y aumentando el tiempo de entrega al cliente.

3.- La falta de contenedores. El deterioro de un material puede ocurrir en los almacenes e inventarios en proceso. Que es lo que sucede? Cuantas de las veces las personas encargadas de ello, así como reciben el material lo colocan uno arriba del otro formando altas columnas o simplemente lo dejan mal colocado en un lugar de frecuente tránsito. En la mayoría de estas situaciones los materiales resultan dañados por la falta de un contenedor apropiado.

En el diseño de contenedores como se mencionó anteriormente, participa un grupo de personas donde ingeniería de manufactura se hace presente recopilando las ideas y sugerencias enfocadas al diseño del contenedor. Existe una gran variedad de tipos de contenedores, algunos de ellos colaboran con el sistema kan ban y la técnica "Francesas". En el anexo fotográfico (AF-1) se muestra un tipo de contenedor conocido como "*Rack Vertical*", se utilizan tanto para el sistema kan ban como la técnica "Francesas", se observa que en la parte frontal del contenedor se encuentran los tarjetones kan ban que identifican las diferentes piezas contenidas en el, que por cierto son perfiles estructurales similares y de longitudes variables características del concepto "Francesas".

En el mismo anexo (AF-2) se encuentra otro *tipo de contenedor a este también se le conoce como "Rack Vertical "* utilizado para el manejo de recorte aprovechable. Los cálculos realizados por ingeniería para obtener los aprovechamientos de materia prima, se llevan a cabo de tal forma que, se utilice al máximo el material pero lo anterior depende en gran medida de las dimensiones de la pieza a fabricar ya que se dan casos en los que se genera un desperdicio considerable y en ciertas ocasiones se pueden obtener otras piezas de dichos sobrantes (también conocido como recorte aprovechable). En esa ilustración se clasifican los recortes según el calibre de la lámina y su tipo (acero inoxidable, galvanizado, etc.), se colocan de forma vertical para visualizar fácilmente cuando se requiera el tamaño de dicho recorte, por el contrario si estas láminas se encontraran una encima de otra sería difícil visualizar su tamaño y sobre todo la disponibilidad de una de ellas.

CAPITULO 3

INFORMACIÓN DE INGENIERÍA EN LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS DE MANUFACTURA.

La información generada por el Departamento de Ingeniería es utilizada por la mayoría de las áreas de la industria, inicia su intervención en Ventas contribuyendo con la estructura del producto acorde a las características y opciones disponibles para el ofrecimiento a los clientes, con los tiempos de producción para definir la fecha promesa de entrega del producto al cliente. En seguida de ventas proporciona a la Programación Maestra la lista de materiales para realizar su respectiva planeación de artículos manufacturados y de compra. En la planeación de capacidad contribuye definiendo los tiempos de producción para determinar la capacidad de los centros de trabajo, reflejados en las rutas de fabricación. Las hojas de proceso, los planos, especificaciones y listados de materiales son los que se utilizan para la elaboración de los productos al igual que para el surtimiento y manejo de los materiales.

El área de planeación de materiales es la que analiza a detalle la lista de materiales generadas por ingeniería, para la elaboración de sus órdenes de compra (OC) y órdenes de trabajo (OT). La cantidad de órdenes puede ser exagerada si no se tiene una buena selección en las políticas de planeación, al igual que con diseños complejos de una gran cantidad de partes componentes. Existen diferentes alternativas en las que ingeniería puede contribuir para la simplificación en los procesos administrativos que se verá a detalle en el tema 3.1 de este capítulo.

La aplicación del concepto de "Francesas" ha sido comentada en el capítulo anterior donde su enfoque esta referido al manejo de inventarios, complementando esta técnica y considerándola como un proceso administrativo se tiene lo siguiente:

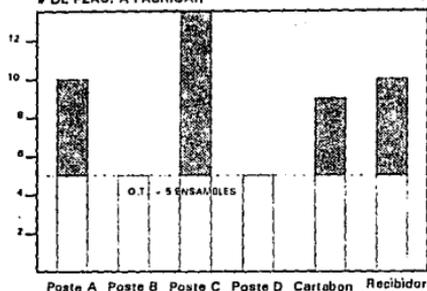
FABRICACIÓN DE 5 ENSAMBLES

METODO NORMAL

LISTA DE MATERIAL

NIVEL	PIEZAS A FABRICAR	CANTIDAD	C.E.P. **
0	ENSAMBLE	1	
1	Poste A	1	2
2	P.T.R.	0.50	
1	Poste B	1	1
2	P.T.R.	0.75	
1	Poste C	1	4
2	P.T.R.	0.25	
1	Poste D	1	1
2	P.T.R.	1	
1	Cartabon	1	9
2	Lámina	0.111	
1	Recibidor	1	2
2	Lámina	0.50	

DE PZAS. A FABRICAR



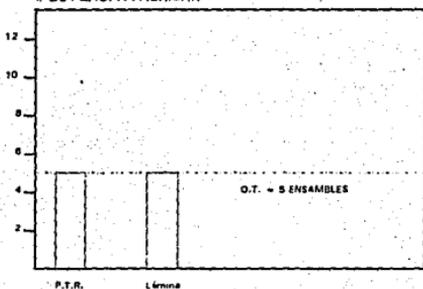
- MATERIAL QUE NO SE UTILIZA
- INVENTARIO DE MÁS
- GENERA COSTO
- MAYOR MANEJO DE INVENTARIOS

METODO APLICANDO "FRANCESAS"

LISTA DE MATERIAL

NIVEL	PIEZAS A FABRICAR	CANTIDAD	C.E.P. **
0	ENSAMBLE	1	
1	P.T.R.	2.5	
1	Lámina	0.50	

DE PZAS. A FABRICAR



- MATERIAL NECESARIO
- INVENTARIO A LA MEDIDA
- DISMINUYE COSTO
- MENOR MANEJO DE INVENTARIOS

** EL TERMINA C.E.P. SE REFIERE A LA CANTIDAD DE LOTE ECONOMICO QUE SERA VISTO A DETALLE EN EL PUNTO 3.2 DE ESTE CAPITULO.

La aplicación del concepto de "Francesas" ofrece ventajas y desventajas, en el capítulo anterior se mencionaron las ventajas con respecto al manejo de inventario, en este capítulo se ampliarán este aspecto enfocándose a la reducción de los procesos administrativos. Por último se hablará de las ventajas y desventajas que se tienen de las alternativas de simplificación ya que se deben tener muy en cuenta por si se elige una de ellas para implementarla en cualquier industria de manufactura.

3.1 ALTERNATIVAS DE SIMPLIFICACIÓN EN LOS PROCESOS ADMINISTRATIVOS.

Actualmente las empresas buscan contar con procesos flexibles de respuesta inmediata a un cambio que pudiera existir, pero desgraciadamente hoy en día, por lo regular, sus procesos en lugar de ser simples son difíciles de llevar y en lugar de tener un ordenamiento se vuelven tan complejos que solo llega a confundir a la gente, lo crítico es que se genera información por diferentes personas que indica exactamente lo mismo pero en diferente presentación.

La posibilidad de disminuir el trabajo se ha incrementado con la ayuda impresionante de los programas y equipos de computadora, así como también con la aplicación de técnicas estratégicas con el mismo objetivo. Antes de mencionar las alternativas que simplifican la tarea administrativa para la fabricación de un producto, se mencionaran los procesos que son afectados con la información de ingeniería, teniendo :

1.- Estructuras del producto para la configuración de un pedido del cliente.

2.- Lista de materiales para:

- a) Generación de órdenes de trabajo.
- b) Generación de órdenes de compra.
- c) Generación de listas de surtimiento.
- d) La medición de su exactitud.
- e) El costeo del producto.

3.- Rutas de fabricación para:

- a) La elaboración del producto y partes componentes (manufacturadas)
- b) La definición de capacidades de centro de trabajo.
- c) La inspección de calidad de las piezas y productos.

4.- Dentro de ingeniería con :

- a) La elaboración de planos para cada parte componente.
- b) La emisión, control y almacenamiento de los diseños.
- c) La elaboración de rutas de fabricación, lista de materiales, estructuras del producto, hojas de proceso, especificaciones y herramientas.

Las alternativas que se tienen para la simplificación de los procesos enlistados anteriormente son las que se mencionan a continuación :

A1. Estructuras de producto organizadas por características y opciones. Esta favorece directamente en la configuración del producto y la programación maestra de producción, ubicándose en los primeros niveles de la estructura las características y opciones que integran un producto ver figura 3.1 .

ESTRUCTURA DEL PRODUCTO POR CARACTERÍSTICAS Y OPCIONES

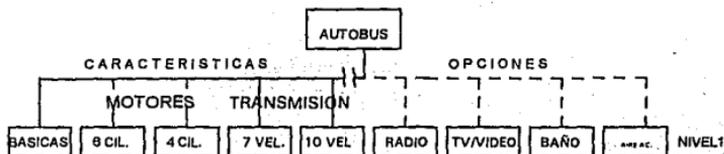


fig. 3.1

Observando la figura anterior las características son las que siempre debe llevar el producto a diferencia de las opciones que pueden o no llevarlas, éstas estarán sujetas a la petición del cliente pero de cualquier manera se encuentran contempladas dentro de la estructura para entender que se pueden ofrecer al cliente, de este modo los vendedores solo analizarán los primeros niveles en lugar de adentrarse en la estructura.

A2. Estructura del producto organizada por ficha-opción. De igual forma favorece la configuración del producto solo que a diferencia de la alternativa anterior se facilita aún más ya que al organizar la estructura por ficha opción consiste en agrupar la información de una manera preconfigurada de tal forma que una ficha-opción cuente con características y opciones a la vez, si se requieren otro tipo de las ya definidas, se elabora otra ficha-opción identificándolas con un nuevo código. ver figura 3.2 .

ESTRUCTURA DEL PRODUCTO POR FICHA-OPCIÓN

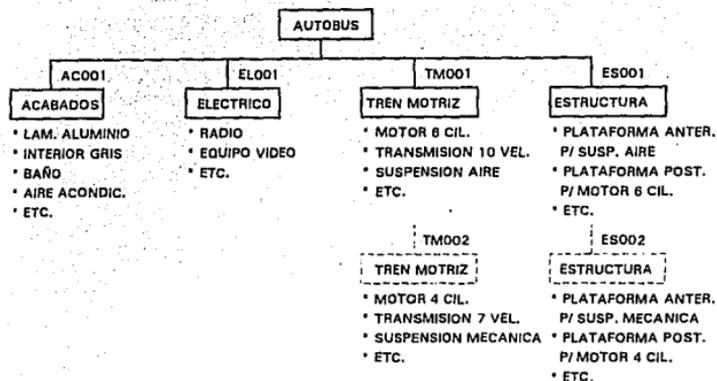
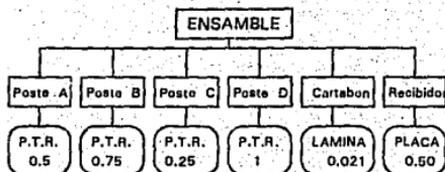


Fig. 3.2

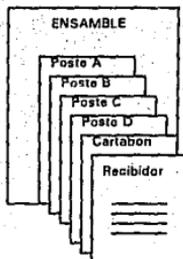
La tarea de la persona que se encarga de la configuración del producto se dedicará a seleccionar las fichas-opciones de acuerdo a las peticiones del cliente, revisando la figura 3.2, el análisis es más simple puesto que el número de partes que se ubican en el primer nivel son menores al de la figura 3.1, sobre todo, se elimina el tiempo que se toma en atender la compatibilidad y restricciones entre cada opción.

A3. Aplicación de la técnica "Francesas". Disminuye la cantidad de ordenes de trabajo, listas de surtimiento, control y seguimiento de inventarios con la eliminación del despiece de los ensambles y subensambles en los diseños que se prestan para esta técnica, se reduce la cantidad de planos, partes componentes de la estructura del producto.

METODO TRADICIONAL

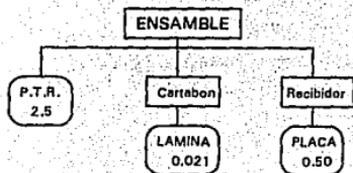


ORDENES DE TRABAJO

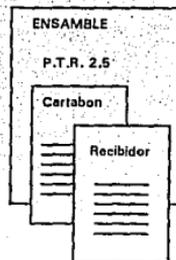


- No. de dibujos = 7
- No. de ordenes de trabajo = 7
- No. de relaciones "padre-hijo" = 12
- No. de codigos = 10

METODO APLICANDO LA TÉCNICA "FRANCESAS"



ORDENES DE TRABAJO



- No. de dibujos = 3
- No. de ordenes de trabajo = 3
- No. de relaciones "padre-hijo" = 5
- No. de codigos = 6

REDUCCIÓN PROMEDIO DE 63 %

Fig. 3.3

A4. Aplicación de la técnica Kan Ban. Elimina la generación de órdenes de trabajo para aquellas piezas que están consideradas en este sistema, la necesidad de la programación de control de producción se facilita y se vuelve auto regulable, la estructura del producto y a su vez la lista de materiales contiene menos niveles, partes componentes, etc.

Colabora con el punto de reorden para materiales como tornillería, indirectos, procesivos, etc.

A5. Datos de planeación. Aunque esta alternativa se describe más a detalle en el siguiente tema (3.2) es conveniente mencionar, que una correcta selección de política de planeación analizando el tipo de material de compra y manufacturado disminuye en gran medida los procesos de planeación de materiales.

3.2 DATOS DE PLANEACIÓN Y CANTIDAD ECONOMICA DE PRODUCCIÓN (CEP).

Datos de planeación.

Hasta este momento se ha comentado que las partes que integran un producto se les asigna un código, la unidad de medida y una serie de parámetros que se utiliza para la planeación de materiales y que es en este tema donde se mostrarán dichos parámetros de cada tipo de artículo (comprados y manufacturados). Estos son utilizados por el proceso de planeación para determinar cuanto comprar o cuanto se requiere enviar a fabricar y en que momento se necesitan los materiales.

Los parámetros de planeación están en función de las políticas de la empresa y dependerá que tanto se desee controlar los materiales por medio de la clasificación ABC, apoyándose en ello para decidir que materiales se considerarán en el sistema. Es evidente que se cuente con diferentes datos de planeación para cada artículo, aunque en algunos de ellos coinciden los datos sobre todo en las políticas de planeación.

A continuación se describirán los datos más sobresalientes que se consideran para la planeación de materiales, se dará una breve explicación de su significado y el impacto que tiene en los procesos administrativos, es importante mencionar que la descripción de los parámetros está basada en el funcionamiento de un sistema de MRP.

- **Programación Maestra.** Para un artículo se debe definir si se requiere controlar por este sistema o de lo contrario auxiliado por un programa de computadora MRP será controlado automáticamente por el mismo. Normalmente las partes que caen en este sistema son las que se requieren para mantenimiento (producto terminado) , servicio y refacciones. La tarea del Programador Maestro es mantener los planes para estos artículos, la cantidad de controles dependerá directamente de la complejidad del producto.

- **Ordenes Planeadas.** Es en este parámetro donde se define que artículos se controlarán por el sistema, de esta manera MRP planea y sugiere ordenes de fabricación y compra. Para los artículos que se administraran por el sistema Kan Ban pudiendo ser partes manufacturadas o materiales de compra como tornillería, remaches, adhesivos, etc., se deberá especificar claramente que NO se requiere que sean contempladas por MRP, de este modo el tiempo que se toma el proceso MRP disminuye considerablemente ademas que no se planean ordenes (OC y OT) , simplificando el análisis y control del personal de Compras, Control de Producción , Almacenes y Control de Piso.

- **Políticas de planeación.** Las políticas de planeacion son las que contribuyen en cierta medida a la definición de en que momento se requiere el material. Entre las más conocidas se tienen :

a) **Lote por Lote (LPL).** Se crea una orden planeada por MRP para satisfacer cada requerimiento bruto cuando éste no cubra el inventario en existencia. Esta política de ordenamiento satisface exactamente los requerimientos y es recomendable para los productos terminados y aquellos artículos que estén considerados en el programa maestro, el cuidado que se debe tener presente es que si por equivocación se le asignara esta política a un material que su consumo es muy elevado, provocaría grandes cantidades de ordenes y el tiempo del proceso de planeación sería mayor.

b) **Cantidad Ordenada por Período (COP).** Esta política esta ligada con el período a ordenar, se crea solamente una orden por cada período definido, consolidando en ese rango todas las demandas que le están solicitando. Ver figura 3.4 .

Políticas de Planeación
(Ejemplos: Aplicados a una Pieza)

Ordenes de Venta (Requerimientos)																							
	20				70				30				40				15				15		
Número de Ordenes de Producción (o/ cantidad a producir)	CFO	10				10					10					10	10					10	
	10 pzas	10				10					10					10	10					10	
	COP	30								30						50						10	
	7 días 10 m 0 M 10 mu																						
LPL		20			10					30					40	15						15	
USV	100									30					faltante								
		1			5					8					12						15	19	22

fig. 3.4

Si el período a ordenar es de 7 días las demandas existentes en este rango, se consolidan para generar las ordenes (OC ó OT) por MRP, sin embargo de otra forma se tendría que generar una orden por cada demanda que tomaría un estilo de política LPL. Teniendo una política COP disminuiría considerablemente la cantidad de ordenes planeadas por MRP, reduciendo notablemente el trabajo de las siguientes etapas del proceso administrativo.

c) **Cantidad Fija a Ordenar (CFO).** Se generan órdenes con cantidades fijas, estas deberán estar definidas por la cantidad a ordenar, estando en función de los aprovechamientos de materia prima o bien por las condiciones establecidas por los proveedores. Esta política se recomienda para artículos de costo elevado (clasificación A) donde su demanda sea relativamente baja, de no ser de este modo se tendrían inventarios elevados en los almacenes y en proceso, agragandole costo al producto,

d) **Una Sola Vez (USV).** Esta política se utiliza generalmente para la fabricación de prototipos o artículos de prueba como su nombre lo dice, se crea una orden sencilla por la cantidad de uno.

- **Comprado / Manufacturado.** En este parámetro se especifica cuales son los artículos que serán considerados como de compra y artículos que se fabricaran en la misma industria. En el sistema MRP se identifican con una letra "M" los materiales de manufactura y "C" para los materiales de compra, de esta manera el sistema planea sus ordenes correspondientes.

Otros parámetros que pueden influir en la cantidad de una orden planeada son (tomados del Manual del Estudiante qad.inc pág.(10.8),14):

1.- El inventario asegurado es el monto de inventario guardado en mano todo el tiempo para protegerse de las fluctuaciones en demanda u oferta. Una orden sera generada si el inventario cae abajo de este monto.

2.- Orden mínima es la cantidad más pequeña para la que se generará una orden. Por ejemplo, se compra bolsas completas, cajas, botes, lotes económicos de producción, etc.

3.- Múltiplo de orden es el múltiplo que siempre usará cuando genere una orden. Por ejemplo, una caja de tornillos siempre contiene un numero de piezas, al igual que el lote económico contiene un numero mínimo para la producción de las piezas.

4.- Orden máxima es un "Chequeo de realidad", MRP planeará órdenes conforme se necesiten, pero si ellos van sobre la orden máxima, el sistema envía un mensaje.

5.- El rendimiento es usado si el proceso de manufactura para un artículo no siempre resulta en el número exacto de artículos con los que se inicio. En este caso MRP siempre planeará fabricar artículos extra con el objeto de prevenir pérdida en rendimiento.

Cuando se realiza el proceso de MRP, este toma en cuenta lo que se planeo del programa maestro, consultando de la lista de materiales lo que se necesita, del inventario el material con el que se cuenta y así planear lo que se requiere. El sistema MRP se apoya en los datos de planeación para adelantar, retrasar, ordenar o cancelar los requerimientos de materiales sugiriendo las fechas de liberación para su arribo o fabricación oportuna.

Cantidad de lote económico de producción.

"La planeación de materiales inicia con el programa maestro, en el cual la demanda de productos se traduce, mediante la lista de materiales, en demanda de materiales. Para cada nivel, los requisitos brutos se satisfacen empleando, en primer lugar, el inventario y las órdenes abiertas".

"Cuando se requiere más material, el sistema genera ordenes planeadas para la consideración y aprobación del Planificador de materiales".
(tomado de David Buker.inc pág. u4p14)

Las cantidades reflejadas en la lista de materiales de las piezas manufacturadas, el lote económico de producción esta en función de los cálculos que se realizan para la obtención del consumo de materia prima. Tomando el ejemplo del capítulo 2 subtema 2.1, el consumo de materia prima para la fabricación de la pieza es de 0.037037037 de la pieza, obteniéndose 27 piezas iguales de la materia prima, refiriéndose al lote económico de producción se tiene que para este caso que la cantidad es de 27 piezas. Si para la fabricación de un producto se requiere solamente una pieza de este tipo (270 x 300 mm de lámina negra calibre 10) no es conveniente obtener exclusivamente esta parte de toda la materia prima ya que se genera recorte y desperdicio del material sobrante creando inventarios elevados, además de lo anterior los tiempos de producción para la fabricación de la misma, serían muy elevados en comparación si se obtuvieran la cantidad de partes que indica el lote económico de producción, otro aspecto que se propicia sería generar una orden de trabajo cuando así se requiera, en lugar de elaborar una sola orden para la producción de 27 piezas.

La cantidad del lote económico se refleja en los datos de planeación de materiales en especial en la cantidad mínima a ordenar y en el múltiplo a ordenar que para el ejemplo mencionado anteriormente es de 27 piezas, operando conjuntamente con una política de planeación del tipo COP.

3.3 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LAS ALTERNATIVAS.

La aplicación de las alternativas comentadas con anterioridad son recomendables sobre todo en la industria automotriz donde se tienen productos complejos debido a la gran diversidad de las exigencias del cliente.

Para mencionar las ventajas y desventajas de dichas alternativas se realizó una investigación en una compañía que se dedica a la fabricación de Autobuses, cabe señalar que no se han implementado todas y cada una de ellas por el momento, sin embargo la implementación de una estructura combinando lo que son opciones y fichas opciones ha dado grandes resultados, de igual forma tomando una política de planeación COP en un período promedio de 7 días en la gran mayoría de los artículos ha disminuido considerablemente el trabajo de planeación de materiales, independientemente de lo anterior se mencionan los "pros y los contras" de cada alternativa citada.

1.- Estructuras del producto por características y opciones (A1).

Ventajas:

- a) Facilita las configuraciones de las órdenes de venta de un producto.
- b) Simplifica la planeación del programa maestro de producción.
- c) Esclarece las características y opciones que están disponibles para un producto.
- d) Reduce los niveles de las estructuras del producto y como consecuencia el tiempo de proceso de MRP.
- e) Permite elaborar un pronóstico de ventas,

Desventajas:

- a) Un 25 % de los grupos que forman el diseño de un producto son desmembrados de dicho grupo, pasando a ser parte de una opción.
- b) Listados de materiales por grupos de ingeniería incompletos provocados por el inciso (a).
- c) Se vuelve una estructura del producto inflexible, difícil en cuanto al mantenimiento de la misma.
- d) El proceso de cambios de ingeniería es mas lento.

f) Se requiere de un sistema que facilite las configuraciones del producto terminado, así como también que atienda las restricciones entre las mismas opciones.

2.- Estructuras del producto por fichas-opción. (A2)

Ventajas:

- a) Simplifica la configuración de productos terminados.
- b) Conserva a los grupos de Ingeniería íntegros y como consecuencia la lista de los materiales.
- c) Se guarda histórico de fichas-opción para ventas a futuro, refacciones y/o servicio al cliente.
- d) Facilita los cambios de Ingeniería debido a la flexibilidad de la estructura del producto.
- e) Simplifica el análisis de la Programación Maestra y de la Planeación de Materiales.
- f) Disminuye la cantidad de códigos que se encuentran a primer nivel de la estructura de producto y del maestro de partes.
- g) Disminuye el tiempo de procesamiento para cuando se trabaja con un sistema MRP

Desventajas :

- a) Se requiere de un sistema que permita conocer las características y opciones disponibles de cada producto.
- b) Dificulta la elaboración de un pronóstico de ventas si no se cumple con el inciso a).
- c) Se requiere elaborar una ficha-opción por una mínima diferencia requerida entre ellas.
- d) Se requiere llevar controles específico para la ficha-opción.

3.- Aplicación de la técnica "Francesas". (A3)

Ventajas :

- a) Todas las áreas.

Simplicidad en cantidad de planos e información a manejar.

b) Ingeniería.

- Producto:** Reducción en cantidad de códigos, despieces, planos, problemas de modularización y listas de materiales.
- Nomenclatura:** Reducción en la asignación y alta de códigos, emisión, archivo, planoteca, captura de códigos, captura de listas de materiales, seguimiento, copiado, emisión, control de cambios, depuración de códigos.
- CAD:** Reducción de cantidad de planos, espacio en disco, control de revisiones, respaldos, listas de partes, emisión, archivo y liberaciones.
- Industrial:** Simplificación en el cálculo de consumos, aprovechamiento y tamaños de lote, rutas, tiempos, movimientos, manejo de materiales, racks y ubicaciones.
- Procesos:** Reducción en cantidad de hojas de proceso, herramientas.
- Herramientas:** Facilidad de manejo de ensambles y despieces.

c) Abastecimientos.

- Compras:** Sumarización de materias primas.
- Ctrl. Prod.:** Reducción en la generación de ordenes de trabajo (OT's).
Reducción en la cantidad de posibles complementos.
Homogeneización en tamaños de lote.
Menor cantidad de componentes a controlar.
- Almacén:** Menor cantidad de papeleo al surtir materiales.
Surtido de materiales en una sola operación por ensamble en vez de surtir pieza por pieza.
- Alm. Línea:** Eliminación de inventario obsoleto y sobrantes, debido a que el tamaño de lote se optimiza por ensamble y no por pieza.
- Costos:** No se requiere costear inventario sobrante en piso.

d) Producción y Costos.

Ctrl. de piso: Menor cantidad de ordenes para darles seguimiento, cambio de layout, maquinaria dentro del área de trabajo. (se facilita la producción sin transportar grandes lotes de material)

Menor cantidad de OT's a crear, cerrar, hacer complementos, devoluciones, etc...

Costos: Menor cantidad de OT's a costear y validar sus cierres.

e) Sistemas y MRP.

Tiempo de MRP: Reducción en cantidad de códigos en base de datos.

Reducción en numero de ordenes planeadas a generar.

Menor tiempo de corrida.

Facilidad de mantenimiento de información.

Eliminación de captura de información de ciertas piezas.

Reducción de lista sumariada y tiempo para generarla.

Desventajas:

a) No permite eliminar la lista de partes, de los planos. El único lugar donde existe información detallada de las características físicas de las piezas necesarias en un ensamble, es el plano; ya que la tabla de "francesas" no existe en un sistema de computo.

b) Se favorece el uso indiscriminado de piezas distintas en ensambles. Dado que no hay códigos, no hay forma de obligar a modularización de piezas sueltas. Sin embargo al manejar menos planos, se facilita revisar ensambles y buscar la manera de modularizar por sub_ensambles.

c) En el futuro se requerirá una base de datos de características físicas, con un pseudo-código para permitir el manejo de "Francesas" en un sistema Kan Ban. Se deberán buscar los planos que contengan el pseudo-código, para marcar que esa partida se surtirá por Kan Ban.

Respecto a la captura en un sistema MRP:

Será imposible eliminar la lista de partes de los planos. Lo anterior se debe a que el único lugar donde existe información detallada de las características físicas de las piezas necesarias en un ensamble, es el plano; ya que la tabla de "Francesas" No existe en un sistema de computo. (ver. desventaja # 1). Este punto aparentemente no ha sido grave, ya que por otro lado ha permitido hacer menos planos en Ingeniería, y ahorra el trabajo de hacer las "Listas de Ingeniería" (área de Estructuras).

Se deja más información fuera de un sistema, pero sin perder documentación. Esto permite atigerar el trabajo de la computadora, además de reducir la cantidad de planos y de información que se maneja en todas las áreas.

Se requerirá otra base de datos por características físicas.

4.- Aplicación de la técnica Kan Ban. (A4)

Ventajas :

- a) Reduce el tamaño de los inventarios y sólo se fabrican piezas si se requieren.
- b) Permite una administración más simple de inventarios.
- c) Facilita la identificación de piezas críticas dentro del proceso.
- d) Promueve limpieza, compañerismo, participación y delegar responsabilidades.
- e) Mismo tamaño de racks, gabinetes y cajones.
- f) Permite la clasificación de desperdicios : acero, aluminio, papel, hule, telas, basura, etc.

Desventajas :

- a) Requiere tiempo para desarrollo e implantación.
- b) En un principio pérdida de material , confusión de la gente y actitudes negativas al cambio.
- c) Difícil apertura y eliminación de controles.
- d) Mantenimiento minucioso a la información.
- e) Alto volumen de información.

5.- Datos de planeación. (A5)

Ventajas :

- a) La correcta definición de los datos de planeación disminuye considerablemente el tiempo de procesamiento en un sistema de MRP
- b) Facilita el control de las funciones de Manufactura y Planeación.
- c) Identifica fácilmente los artículos comprados, manufacturados y configurados.
- d) Proporciona los tiempos de entrega de compra, manufactura e inspección de calidad, así como el tiempo acumulado del producto.
- e) Identifica cuales son los artículos que serán considerados por MRP

Desventajas :

- a) Se requiere de atención, cuidado y sincronización en la definición de los parámetros de planeación por todas las áreas involucradas.
- b) Todo cambio debe ser notificado al comité de cambios.
- c) Una asignación errónea implicaría; tiempos elevados de análisis, procesamientos y control administrativo.

CAPÍTULO 4

OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS DE MANUFACTURA TOMANDO EN CUENTA LA DISPOSICIÓN DE LA FABRICA.

Uno de los objetivos de cualquier Industria es fabricar sus productos en el menor tiempo posible, lo que implica el tener los procesos de fabricación bien organizados auxiliándose de maquinaria, dispositivos, herramientas y materiales, en el momento con las mejores condiciones de operación, eliminando así los retrasos en la producción y paros de línea, orientado a reducir los tiempos de entrega al cliente.

De una manera similar se comportan los tiempos referidos a los artículos de compra. El proveedor debe saber con que sistema se esta trabajando en la empresa pudiendo ser un sistema MRP, Justo a Tiempo (JIT), Punto de Reorden o Kan Ban para adoptar el mismo estilo asegurando de este modo la disponibilidad del material cuando así se requiera con la cantidad y las condiciones de calidad.

En referencia a los tiempos en los procesos de fabricación, estos dependen en gran medida de la distribución de los recursos de manufactura (la forma como se encuentran ubicados en la planta), la disponibilidad de equipo y herramienta de trabajo. Se ha visto con frecuencia que los almacenes de materiales, están localizados lejos de donde se requieren; otro caso se detecta en las rutas de fabricación, que son las que indican el recorrido de la pieza por los diferentes centros de trabajo-que por cierto-estos se encuentran por lo general en puntos muy distantes entre ellos. La causas pueden ser: poco espacio, escasez de maquinaria y deficiente análisis de planeación de capacidad sobre todo a futuro entre otros aspectos.

El departamento de Ingeniería Industrial es el responsable de la disposición de los recursos de manufactura; dependiendo de las necesidades de cada industria, algunas de ellas adoptan un sistema funcional y otras un sistema de flujo o una combinación de ambas. Los tiempos de producción son muy diferentes entre cada una de las tres disposiciones citadas anteriormente, se comentará (tema 3.2) posteriormente que la más recomendable en cuanto a optimización del uso del tiempo de producción y de los niveles de inventario es la de tipo flujo .

4.1 TIEMPOS DE MANUFACTURA.

Los tiempos de manufactura se definen en las rutas de fabricación para cada operación que contenga, se utilizan por diversos departamentos entre los cuales Control de la Producción, Control de Piso y Planeación de Capacidad se basan en ellos para determinar la carga de los centros de trabajo, elaborando los programas de producción con la finalidad

de no sobre cargarlos con ordenes de trabajo que nunca podrán fabricarse de acuerdo al programa.

Generalmente el tiempo en cola representa un alto porcentaje del tiempo total de manufactura, agregándole de esta manera costo al producto. La disposición de la planta del tipo funcional es donde se presenta con mayor frecuencia este fenómeno.

Las áreas de Ingeniería Industrial y Fabricación pueden trabajar en conjunto para facilitar los procesos de producción analizando los tiempos y movimientos de las operaciones, sin olvidar que Fabricación cuenta con el recurso más valioso que es la gente que labora directamente en la producción. Es de ella de donde se obtiene la retroalimentación indicada por la amplia experiencia que se tiene en los procesos operativos. Es recomendable que cuando se estén diseñando las rutas de fabricación, el personal de Fabricación forme parte del equipo encargado de ello, asegurando desde un inicio una mayor exactitud en los archivos de rutas.

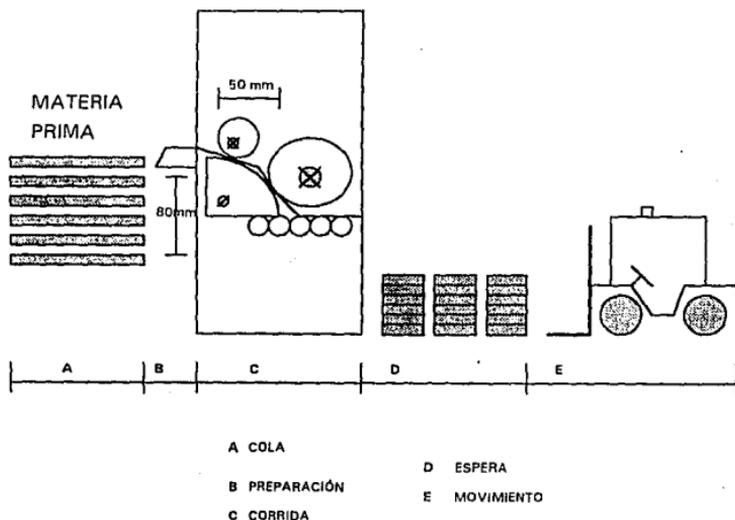


fig. 4.0

El tiempo estimado total de producción incluye los tiempos de cola, preparación, corrida, espera y movimiento (ver figura 4.0). La suma de estos tiempos se usa para la programación de la operación y planeación de los requerimientos de capacidad; comparando el tiempo disponible total de maquinaria contra el tiempo requerido total de fabricación acumulado, ya que "si la carga supera a la capacidad sería difícil de cumplir con los planes de producción"

(tomado de David W. Buker pág. u5, 17), de aquí la importancia en la exactitud en los tiempos.

Tiempo en Cola:

Es el tiempo que espera normalmente un lote de piezas en este centro de trabajo, antes de que esta operación se prepare y se procese.

Tiempo de Preparación:

Es el tiempo que se toma el acondicionar, ajustar las máquinas, herramientas de trabajo y pruebas, de un centro de trabajo, para llevar a cabo esta operación independientemente de la cantidad de la orden.

Tiempo de Corrida:

Es el tiempo que normalmente se toma en procesar una unidad en esta operación.

Tiempo de Espera:

Es el tiempo que gasta normalmente una tarea en este centro de trabajo después que se termina esta operación, antes de que pueda ser llevado a otro centro de trabajo.

Tiempo de Movimiento:

Es el tiempo que tarda normalmente en mover el material de esta operación a la siguiente, independientemente de la cantidad de la orden.

Como anteriormente se ha mencionado; el tiempo en cola, de movimiento y espera guardan relación con la orientación de la planta de fabricación, los procesos de fabricación y el proceso de planeación. Estos constituyen tiempos muertos en los procesos de fabricación, e "incluso en la mayoría de las industrias representa un 80 % aproximadamente del tiempo total de producción y se trabaja fuertemente en reducir los tiempos muertos, si es posible eliminarlos" según David Buker [9,pag.2].

4.2 DISPOSICIÓN DE PLANTAS INDUSTRIALES.

La orientación o disposición de una planta industrial se refiere a la ubicación que ocupan la maquinaria y otros recursos de manufactura en la zona de fabricación, lo que normalmente se incluye :

- 1.- El tamaño del espacio dedicado a la fabricación.
- 2.- Las dimensiones de las máquinas.

- 3.- Los recursos de fabricación o centros de trabajo .
- 4.- Las dimensiones de los herramientales o dispositivos.
- 5.- La posición o localización en el piso de los puntos 2,3 y 4.
- 6.- Almacenes.
- 7.- Pasillos y corredores para transportar el material.

Se conocen dos tipos de disposiciones de planta, una es conocida como de tipo funcional y la otra de tipo de flujo, aunque en ciertas ocasiones las necesidades de las industrias obligan a establecer los estilos en combinación.

Disposición de fabricación funcional.

En este tipo de disposición las maquinas se agrupan según su semejanza, sus funciones respectivas o por departamentos; la forma de operar la carga se realiza en cantidades fijas para cada centro de trabajo o departamento y una vez que se termina el lote de producción, se continúa entonces al departamento siguiente. El tiempo total de fabricación para este tipo de disposición es elevado, debido principalmente al movimiento de los materiales entre los departamentos y a la programación independiente de la carga de trabajo para cada centro de trabajo o departamento.

Una disposición funcional se puede observar en la figura 4.2 donde la fabricación de una pieza, recorre los centros de trabajo indicados por las flechas. Los tiempos muertos suelen ser elevados ya que son grandes distancias las que existen entre centros de trabajo.

DISPOSICIÓN DE PLANTA FUNCIONAL

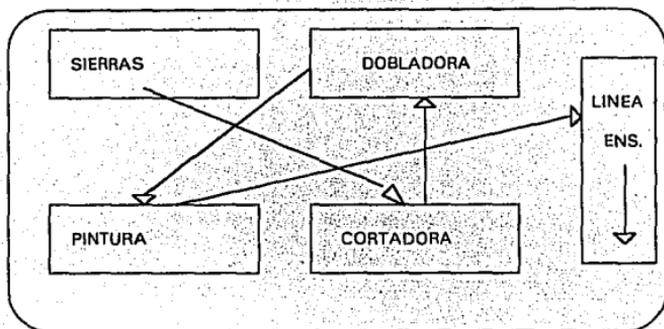


Fig. 4.2

En el anexo fotográfico (ver AF-3) se puede observar otro ejemplo real de este concepto.

Disposición de fabricación por flujo:

Las máquinas o recursos de fabricación se disponen en la secuencia en que son utilizados o sea en una línea de flujo, en la cual el producto se fabrica en un proceso continuo, cuando se termina una unidad no se espera al término del lote completo, sino que inmediatamente se pasa al próximo centro o departamento de trabajo y así sucesivamente hasta lograr el producto terminado.

La finalidad de este tipo de disposición es circular piezas en la fábrica en el menor tiempo posible y al menor costo. Los tiempos de cola, preparación, espera y movimiento tienden a reducirse por completo, debido a que la producción es en una línea de flujo y en lotes más pequeños, la pieza no tiene que viajar los grandes recorridos de una disposición de una fábrica funcional.

La figura 4.3 contiene los mismos datos que la figura 4.2 la diferencia es que en los centros de trabajo se encuentran orientados en flujo, si se observa a detalle la figura 4.3 se puede dar cuenta que las líneas con flechas que indican el recorrido son más cortas que en la figura 4.2.

DISPOSICIÓN DE PLANTA FLUJO

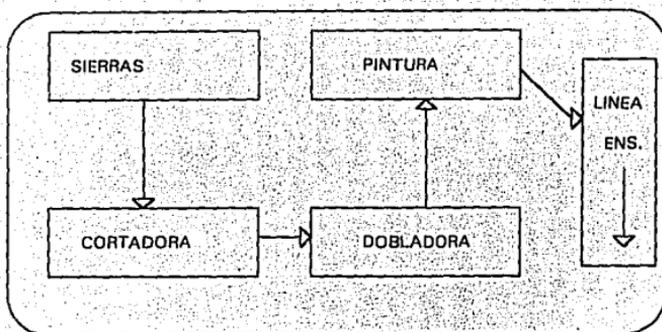


Fig. 4.3

En conclusión, una fabrica que esta dispuesta en un sistema de flujo obtiene grandes ventajas que con el otro tipo de disposición. Realizando un comparativo entre ellas se observa lo siguiente:

COMPARATIVO ENTRE DISPOSICIÓN DE PLANTAS

FUNCIONAL

Mayor
Mayor
Mayor
Mayor
Mayor
Mayor
Mayor
Mayor
Mayor
Menor

Tiempo en Cola
Tiempo de Espera
Tiempo de Preparación
Tiempo de Movimiento
Duración ciclo de fabricación
Inventarios
Costo de producción
Tiempo de entrega
Fluidez en los cambios al diseño.

FLUJO

Menor
Menor
Menor
Menor
Menor
Menor
Menor
Menor
Menor
Mayor

En el anexo fotográfico (ver AF-4) se puede observar otro ejemplo real de éste concepto .

4.3 REDUCCIÓN EN LOS TIEMPOS DE PREPARACIÓN Y OPERACIÓN AUXILIÁNDOSE CON DISPOSITIVOS Y MAQUINARIA.

Los tiempos de preparación y operación constituyen un porcentaje del tiempo total estimado de producción y el porcentaje dependerá del tipo de disposición que se tenga. De cualquier manera la reducción en dichos tiempos y movimientos son responsabilidad del departamento de Ingeniería Industrial. La experiencia laboral de algunos Ingenieros ha demostrado que el cuello de botella se encuentra en la deficiencia de dispositivos y

maquinaria inadecuada a los requerimientos de producción. Se sabe que la adquisición de maquinaria implica un desembolso considerable, que por lo general de esta manera es como se toma y no como una inversión a futuro. Además, la tecnología que se adquiere suele ser de notables beneficios para la empresa, sin embargo, los dispositivos también contribuyen a la reducción de tiempos en algunas industrias. Dichos dispositivos son fabricados por ellos mismos, sobre todo en aquellas donde se cuenta con el equipo y materiales para poder producirlos.

Los dispositivos contribuyen por lo regular en la reducción en los tiempos de preparación, facilitando el acomodo de materiales antes de ser procesados. Su diseño debe satisfacer las necesidades de producción sobre todo para el trabajo de los operadores; en el anexo fotográfico (ver AF-5, AF-6 y AF-7) se muestra una serie de dispositivos que facilitan la tarea diaria de producción.

En la ausencia de los dispositivos mostrados en el anexo correspondiente el trabajo se realizaría de una manera rudimentaria "al aire". Sin patrones de referencia, disminuye la calidad de las piezas y el tiempo de fabricación será demasiado elevado.

Otra manera de minimizar el tiempo de producción es a través de máquinas, en la actualidad existe una gama de maquinarias de control numérico de tipo manual, semi automática y automáticas completamente. Cuando los centros de trabajo reportan siempre atrasos en los planes de producción, las causas pueden ser diversas; entre las cuales se tiene un número limitado de máquinas que no es lo suficiente para satisfacer la demanda.

En ciertas ocasiones la necesidad de realizar el trabajo al tiempo establecido obliga al operador a fabricar herramientas que le son gran utilidad, por ejemplo realizan plantillas, masters, patrones de referencia entre otras cosas. De alguna forma lo anterior contribuye a disminuir los tiempos de fabricación. En el anexo fotográfico (AF-8) se observa que con la ayuda de una plantilla se realiza la operación de trazo fácilmente.

Otra causa por la que la producción no cumple con los planes, es debido a la complejidad de la pieza a fabricar, ya que esta tiene que recorrer de 3 o más centros de trabajo para disponer de ella. Con la avanzada tecnología en la máquinas-herramientas de control numérico es posible realizar en una máquina los diversos procesos que se le aplican a una pieza, aunado a esto si el plano es diseñado por computadora se reduce aun más los tiempos involucrados para la fabricación de las piezas.

El Planeador de Capacidad junto con el Programador Maestro revisan la capacidad instalada para determinar si se puede cumplir con los requerimientos brutos en las fechas establecidas. Si con frecuencia la demanda supera a la capacidad, lo más seguro es que el cliente reciba sus productos después de la fecha prometida, este es un problema que debería preocupar a los empresarios.

Lo recomendable para este problema es analizar minuciosamente la capacidad instalada y el porque de los retrasos. Seguramente las causas típicas son:

- Deficiente análisis de carga de trabajo.
- Tiempos muertos por mantenimiento correctivo.
- Faltante de materiales o arribos demorados.
- Maquinaria con muchos años de trabajo.
- Personal reducido.
- Mala asignación de mano de obra
- Inexactitud de los tiempos de fabricación.

Existen varias soluciones de las cuales cada empresa tomará la que más se ajuste a sus posibilidades y requerimientos. a continuación se citan algunas de ellas.

- Incrementar la jornada laboral con tiempo extra.
- Solicitar en calidad de préstamo, personal de otros centros de trabajo.
- Revisión a los tiempos estándares de producción.
- Realizar un programa de mantenimiento preventivo.
- Contar con un inventario mínimo de seguridad.
- Contratar mano de obra por un período determinado.
- Desarrollar y contratar a proveedores maquiladores.
- Adquisición de equipo y maquinaria.
- Retrasar los planes y programas de producción.

Se debe hacer todo lo posible para no llegar a esta última solución, ya que no es muy recomendable retrasar los planes y programas de producción puesto que se afectaría directamente al cliente. En el anexo 2 se encuentra un ejemplo donde una compañía en su preocupación de incrementar la capacidad, reviso sus procesos de manufactura en una parte de su planta y decidió la adquisición de una maquina punzonadora que realiza las operaciones de aproximadamente 5 centros de trabajo, la capacidad de la maquina ha limitado la fabricación de ciertas piezas, pero en general ha dado magníficos resultados no sólo en la disminución de tiempos, sino que también en el diseño de las piezas.

CAPITULO 5

CAMBIOS DE INGENIERÍA

Los diseños de los productos generalmente deben estar de acuerdo a las necesidades del cliente y/o la demanda del mercado, con el transcurso del tiempo las necesidades y requerimientos van evolucionando, las exigencias de los clientes son más severas y los productos van adquiriendo el calificativo de "inadecuado", "demasiado grande", "muy lento", "se gasta más en las reparaciones", etc., es aquí donde intervienen las evoluciones en los diseños existentes. Se dan casos en los que las peticiones del cliente son tan especiales e incluso en grandes cantidades que no se podrían realizar en la línea de productos actuales, provocando con esto el desarrollo de nuevos productos. Es importante calcular el tiempo que se tomará el cumplir con estas peticiones notificando lo más pronto posible al cliente.

Los cambios en los diseños de los productos son conocidos con diferentes nombres, por ejemplo ; David Buker les llama "OCI que significa Orden de Cambio de Ingeniería", la compañía QAD. INC. dedicada a la elaboración de programas de computo, les llama "ECO del ingles Engineering, Change Order (ordenes de cambios de ingeniería)", de cualquier forma que se les conozca, el concepto no cambia, dentro de este capítulo se les llamará Cambios de Ingeniería (C.I.).

Los cambios de ingeniería no solo se deben a las solicitudes de los clientes, existen diversas causas que originan un cambio, que serán tratados a detalle en el siguiente tema. El involucramiento de todos los departamentos que manejan la información de ingeniería se vuelve indispensable, ellos deberán actualizar sus controles, archivos e información luego de proceder un cambio, actualmente es difícil que se lleve a cabo ya que son pocas las empresas las que dedican tiempo a formar un comité de cambios y a llevar un proceso formal de cambios de ingeniería.

5.1 TIPOS, EFECTIVIDAD E IMPACTO DE LOS CAMBIOS DE INGENIERÍA

TIPOS :

En los cambios de ingeniería se dan casos en los que una pieza(s) puede sufrir modificaciones, conservando el mismo código pero cambiando la cantidad, el proceso, la fecha de efectividad e incluso la revisión o versión de la pieza (ver fig 5.1).

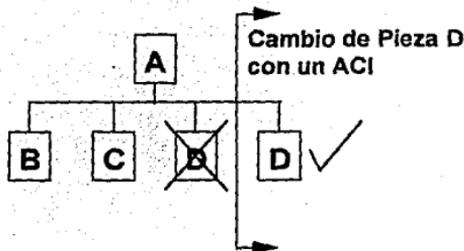


figura 5.1

Otro caso que se tiene es el de sustituir una pieza por otra (ver fig. 5.2), los códigos deben ser diferentes asignándoles cantidades, efectividades, ubicaciones de proceso, rutas de fabricación, etc. Independientemente de que caso se tenga siempre se deberá documentar el cambio realizando su procedimiento correspondiente.

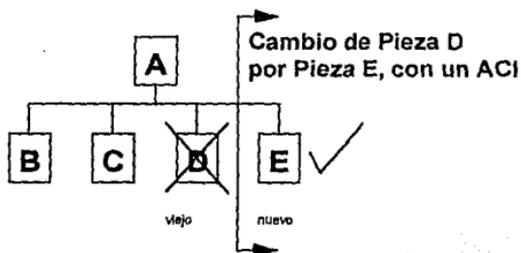


figura 5.2

Como se mencionó anteriormente los cambios se originan por diferentes aspectos, entre los cuales se tienen :

- Requerimientos del cliente.
- Mejora continua del diseño.
- Retroalimentación del pilotaje.
- Error humano.
- Inexactitud en la información.
- Alinearse o adelantarse a la competencia.
- Reporte de problemas de productos en campo.
- Mejora de proceso.
- Disposición de las leyes gubernamentales.
- Escasez, costo, sustitución o mejora de materiales.

El aviso de cambio de ingeniería es una manera formal de informar a todos los departamentos que existe una variación en la información técnica ya sea en planos y/o lista de materiales. La administración de los cambios es responsabilidad de ingeniería al igual que las reuniones periódicas del comité de cambios para el seguimiento e implantación de las modificaciones.

Las diferentes causas que originan los cambios de ingeniería se pueden agrupar de varias formas, lo recomendable es clasificarla de dos tipos, uno se refiere a cambios urgentes y el otro es de cambios óptimos de efectividad.

Los cambios urgentes se deben realizar de forma inmediata sin importar los efectos que pueda provocar en los inventarios (ocasionando materiales obsoletos), el costo y tiempo que implica el llevar a cabo las modificaciones. Este tipo de cambios están relacionados con la seguridad y funcionalidad del producto, normalmente son debido a; la actualización de las leyes gubernamentales, inexactitud en la información, error humano o alinearse a la competencia.

Un cambio de ingeniería idealmente se deberá atender antes de empezar a fabricar las piezas, subsistemas, ensambles, productos terminados y antes de liberar una orden de compra, de lo contrario se generaría material obsoleto y costo agregado al producto; es difícil la detección anticipada de una inexactitud en la información, no se conoce en qué momento se dictará una norma gubernamental, y se complicaría a un más si no se realiza un pilotaje previo, un análisis del tiempo de entrega de ingeniería, una definición clara del perfil del producto y un prototipo con sus respectivas pruebas.

Los cambios óptimos de efectividad, se realizan en el momento oportuno, cuando se agotan las existencias en el inventario, la efectividad es analizada y determinada por el comité de cambios. Normalmente este tipo de cambios son debido a mejora de productos, introducción de nuevas innovaciones, mejora de procesos, lanzamiento de un nuevo material que puede sustituir a los existentes, estandarización de partes, etc.

EFFECTIVIDADES :

Para los dos tipos de cambios que se mencionaron se deberá llevar un control de efectividades, en el caso de los cambios óptimos de efectividad, es programada su implantación y dependiendo del control que se lleve en cada empresa, se podrá administrar por productos o fechas.

Si se lleva por productos es más flexible el control de cambios, la efectividad se asignará al número económico de producción y a partir o después de este producto se hará efectivo el cambio, sin embargo, cuando el control de cambios es por fechas se complica la administración debido a las tres posibilidades de efectividad el cambio, las cuales son; fecha adelantada, fecha traslapada y fecha atrasada.

El administrar los cambios de ingeniería por fechas es de cuidado por tal motivo es conveniente dar a conocer el concepto de las tres formas de cambio por fechas tomando como base la figura 5.2

- **Fecha adelantada.** Este método consiste en efectivizar los materiales que son afectados por el cambio un día antes de la fecha definida para implementar el cambio. (ver fig. 5.3a). Con este método permite que los materiales nuevos se encuentren a tiempo en el lugar donde se requieren, al igual que se da el corte exacto del cambio por fecha sin tomar en cuenta el número de económico de producción que se encuentre en ese día fabricándose, por otro lado impide el corte del lote de producción a la mitad del día.

- **Fecha atrasada.** Este método consiste en efectivizar los materiales viejos al acabar el día en que se definió implementar el cambio (ver fig. 5.3b). No existirán faltantes de materiales viejos para acabar el lote partido, pero sí habrá faltantes de los materiales nuevos a la mitad del día. Existe una exacta relación entre el cambio y la fecha de la misma forma que el sistema anterior, impide el dividir los lotes de producción a la mitad del día.

- **Fecha traslapada.** Con este método los materiales viejos y nuevos coinciden el mismo día en que se define la efectividad del cambio, los materiales nuevos se adelantan y los viejos se atrasan, ambos se encuentran disponibles tanto para terminar el lote como iniciar el nuevo lote de producción, lo que indica que es posible dividir los lotes. El adoptar un sistema de este tipo trae consigo ciertos inconvenientes entre los cuales se tienen;

- * No se da el corte exacto del cambio por fecha.
- * Origina duplicidad en la información de la lista de materiales y estructura del producto.
- * Provoca confusión en la consulta y planeación de materiales.

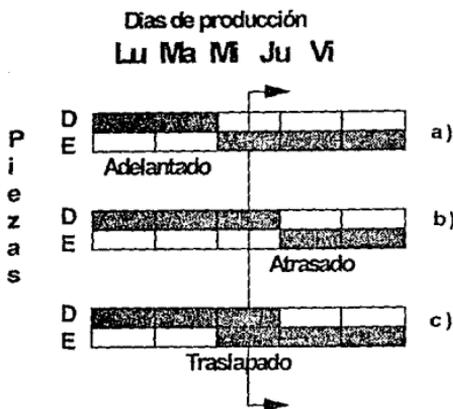


FIGURA 5.3

IMPACTO :

Independientemente de los tipos, casos y formas de efectivizar un cambio de ingeniería debe existir un procedimiento formal, una disciplina y una constante comunicación al momento de planear o realizar una modificación al diseño de los productos, la carencia de ello traería consigo graves consecuencias y en una situación extrema el fracaso total de las empresas. Realizando un análisis de forma general en los diferentes departamentos involucrados con los cambios en la información técnica se hará mención de los problemas que pudiesen tener si no se lleva el proceso formal.

En el departamento de Finanzas.

- Dificultad para determinar el costo de materiales y mano de obra.
- Inexactitud del costo del producto.
- Complica el calculo del costo estándar del producto terminado.
- Se alarga el tiempo de respuesta en el análisis y procesos administrativos.

En el departamento de Ventas y Refacciones.

- Clientes inconformes.
- Perdida de pedidos.
- Perdida de clientes.
- Mala imagen de la empresa.
- Confusión en las características y opciones disponibles de producto.
- Dificil configuración del producto.
- Complica la búsqueda de partes sobre todo cuando ya fueron sustituidas.
- Actualización dinámica de catalogo de partes.

En el área de Planeación de Materiales.

- Exagerado control de numero de partes.
- Complica la planeación sobre todo cuando se lleva un control por fechas traslapadas.
- Faltantes de materiales.
- Emisión de ordenes de compra innecesarias o con errores.
- Emisión de ordenes de trabajo innecesarias o con errores.
- Genera gran cantidad de complementos a ordenes de trabajo ya emitidos.

En el área de Almacenes y Surtimiento de Materiales.

- Confusión de los materiales viejos y nuevos.
- Sobre inventario en los almacenes y almacenes de proceso.
- Surtimiento erróneo de las partes.

En el departamento de Producción.

- Ensamble de piezas vencidas.
- Perdida de tiempo.
- Mala calidad.
- Provoca retrabajos.
- Genera costos agregados al producto.

En el departamento de Ingeniería.

- Dificil mantenimiento a las estructuras del producto.
- Inexactitud en las hojas de proceso.
- Inexactitud en las rutas de fabricación.
- Inexactitud en las listas de materiales.
- Inexactitud en los herramientas.
- Duplicidad de códigos de las partes.
- Complejidad en el análisis, elaboración e implantación de un cambio.

En realidad el manejo de los cambios de ingeniería es una tarea que requiere de cierta dedicación, empeño y coordinación, sobre todo cuando se realizan cambios con mucha frecuencia que normalmente son provocados por la carencia de un pilotaje previo a la producción, en ocasiones los cambios requieren ser piloteados antes de introducirlos a la producción se debe informarle a los proveedores que se requiere material para pilotaje.

5.2 EL ROL DEL COMITE DE CAMBIOS.

Una de las principales características del proceso formal de cambios de ingeniería es contar con un comité de cambios, el cual deberá estar formado por un representante de cada departamento afectado, dicho representante se encargará de coordinar sus actividades dentro de su mismo departamento. Es importante hacer hincapié que solo un representante de cada departamento, esto con el fin de realizar juntas concretas llevando realizada la tarea encargada de cada uno, de esta manera no salirse del tiempo establecido para llevar acabo la reunión, ya que un numero excesivo de participantes en el comité provoca diferentes puntos de vista, sin llegar a conclusiones o soluciones concretas.

A continuación se muestra la forma como esta integrado el comité de cambios y las áreas que representa de cada departamento.

REPRESENTANTE DE DEPARTAMENTO

ÁREA QUE REPRESENTA

* INGENIERÍA	INGENIERIAS DE PROCESOS, INDUSTRIAL, HERRAMIENTAS Y PRODUCTO. CONTROL DE INFORMACIÓN TÉCNICA, ESPECIFICACIONES Y NORMAS GUBERNAMENTALES.
* VENTAS	POSVENTAS, VENTAS Y REFACCIONES.
* ADQUISICIONES	PLANEACIÓN DE MATERIALES, DESARROLLO DE PROVEEDORES, ALMACENES Y SURTIMIENTO DE MATERIALES.
* CONTROL DE PRODUCCIÓN	MANUFACTURA, CALIDAD Y PROGRAMADOR MAESTRO.
* FINANZAS	COSTOS Y CONTABILIDAD GENERAL.

Ingeniería debe tomar la iniciativa de formar el comité de cambios, su representante será el coordinador y líder de dicho comité, las actividades que debe realizar son :

- Analizar el origen y tipo de cambio.
- Notificar y coordinar a las áreas internas del departamento.
- Notificar al resto de los departamentos de la empresa la existencia de un cambio a través de la junta examinadora.
- Organizar reuniones periódicas del comité de cambios, la frecuencia de las juntas dependerá en gran medida del numero de cambios que se tengan.
- Verificar la actualización en la información técnica, tales como listas de materiales, planos, hojas de procesos, rutas de fabricación, etc.
- Llevar un control de cambios y solicitudes por cada producto que se tenga.

- Dar seguimiento a la implantación del cambio auxiliándose de la medición de la exactitud en la información en producción.

- Verificar la emisión de la información técnica que se haga llegar al resto de los departamentos referentes al cambio.

El representante de Ventas se encarga de:

- Dar a conocer el surgimiento de nuevas opciones o cancelamiento de las existentes hacia los vendedores.

- Verificar la actualización de catálogos de refacciones de partes.

- Llevar un control por producto independientemente si se lleva un control por fechas, con el objeto de facilitar el servicio de mantenimiento o garantía del producto.

El representante de Adquisiciones se encarga de:

- Llevar un control de cambios.

- Notificar al proveedor la nueva revisión del material definiéndole a partir de cual remesa se requiere integrar el cambio.

- Desarrollar proveedores en el caso de que el cambio requiera materiales nuevos.

- Verificar las existencias del material que va a ser sustituido, las posibles ordenes de compra liberadas, arribos de material o material en tránsito.

- Dar seguimiento a la actualización en los almacenes identificando el nuevo material o nueva revisión.

- Notificar el costo que representa el cambio en los materiales.

El representante de Control de Producción se encarga de :

- Coordinar con producción y calidad la implantación o pilotaje de un cambio.

- Emitir nuevos o complementos de ordenes de trabajo.

- Coordinar el cambio con el programador maestro de producción analizando entre otros aspectos los recursos de la empresa para determinar su factibilidad.

- Llevar un control de cambios.

El representante de Finanzas se encarga de :

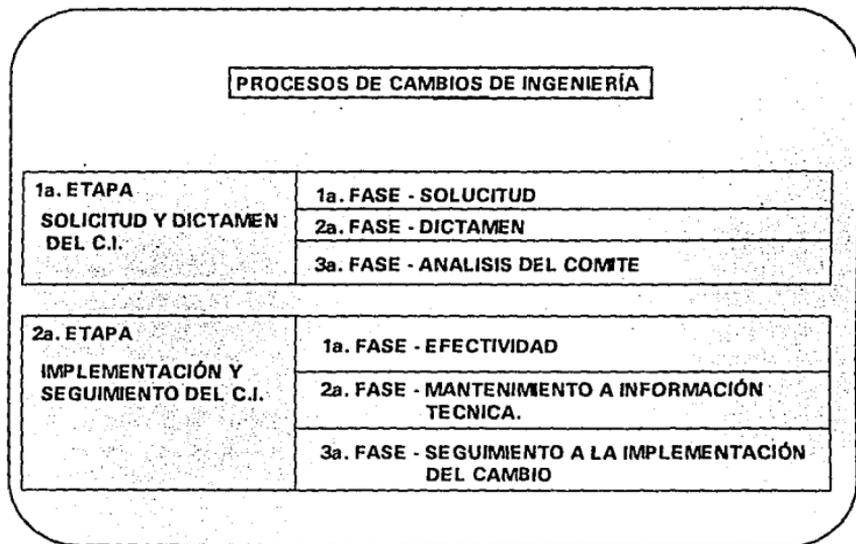
- Evaluar el costo que implicaría realizar el cambio y junto con ingeniería determinar su aprobación.
- Actualizar el costo estándar del producto.

En conjunto el comité de cambios sus principales objetivos son :

- Atender y evaluar las solicitudes de los cambios de ingeniería.
- Coordinar la misma efectividad ya sea por producto o fecha.
- Adquirir el compromiso de no demorar la respuesta y efectividad del cambio.
- No afectar los intereses de la empresa con la implantación del cambio.
- No afectar al cliente con el cambio, por el contrario satisfacerlo.
- Considerar los cambios como puntos de mejora o evolución de los productos y no como una tarea engorrosa sin beneficio.
- Asistir a las reuniones que se efectúen, llevando presente soluciones, propuestas o comentarios, dejando a un lado las barreras, obstáculos e impedimentos que pudieran dar continuidad al cambio.

5.3 PROCEDIMIENTO PARA REALIZAR UN CAMBIO DE INGENIERÍA

Existen diferentes procedimientos o métodos para realizar un cambio que van desde lo más simple hasta lo más complejo, cada empresa seleccionará la que se ajuste a sus necesidades. El proceso que se debe seguir para implementar un cambio consta de 2 etapas, las cuales a su vez se dividen en 3 fases cada una (ver fig. 5.4).



1a. ETAPA

Primera fase. La solicitud de un cambio de ingeniería la puede realizar cualquier área o departamento involucrado llenando un formato diseñado por ingeniería, en el cual describirán las causas, beneficios y costo que tendrá el cambio, por ejemplo, en el área de servicio al cliente es de donde se obtiene la mayor retroalimentación de los puntos de mejora posteriores a la entrega del producto, son los que por desgracia le suceden al cliente. Mientras mas datos se especifiquen en la solicitud del cambio mejor será el análisis y tiempo de respuesta del dictamen. Los datos no deben ser los que primero se les presenten, en el anexo 3 (ver A3-3) se muestra un formato diseñado para el área de servicio al cliente que retroalimenta un problema detectado en campo para una compañía dedicada a la fabricación de autobuses.

Segunda fase. Posteriormente a la elaboración de la solicitud pasa al análisis y dictamen. Ingeniería es quien examina las peticiones que le requieren, estudiando las repercusiones que pudiesen tener en el diseño, mano de obra, equipo, modificaciones a la planta y herramientas, dando a conocer el resultado de dicho estudio. En caso de no ser aprobado se debe presentar los motivos que originaron tomar esa decisión, en el caso contrario continúa su proceso, documentando los cambios del diseño y pasándolos a consideración del comité de cambios. En el anexo 3 se muestra un formato (ver A3-1) que se recomienda para registrar los cambios a los diseños, considerando éste como un documento formal.

Tercera fase. Una vez aprobado el cambio, se presenta por el líder del comité al resto de los integrantes del mismo, en las reuniones periódicas que se tienen, conjuntamente se realiza un análisis del contenido de la solicitud del cambio con el fin de determinar el costo, impacto y fecha de efectividad tentativa.

2A. ETAPA.

Primera fase. Antes de determinar la efectividad de un cambio los representantes de los departamentos de Adquisición y Control de Producción revisarán los niveles de inventarios, ordenes de compra, ordenes de trabajo liberadas del viejo material y el tiempo de respuesta para materiales nuevos, contando de esta manera con los datos suficientes para determinar la efectividad del cambio.

Existe un caso especial cuando el cambio provoca un incremento en la capacidad de los recursos de la empresa, tales como, la adquisición de nueva maquinaria y/o herramienta, elaboración de dispositivos o simplemente contratación de mano de obra. Ingeniería debe de dar a conocer en forma oportuna los requerimientos a través del dictamen, así serán examinados por el comité realizando los tramites necesarios con el objeto de no detener el cambio.

Segunda fase. Desde el momento que se conoce la efectividad del cambio, no existe ningún impedimento para actualizar la información técnica, se realizan las revisiones o elaboración de nuevos planos, hojas de proceso, rutas de fabricación, se les da mantenimiento a las listas de materiales, tabla de características y opciones, etc., posteriormente a la actualización se procede a emitir los documentos concernientes a los cambios hacia el resto de las áreas afectadas, una de las características principales que debe contener la emisión formal es la efectividad del cambio con el objeto de que cada área actualice el o los controles que se lleven referentes a los cambios de ingeniería, incluyéndose esta dentro de dicha actividad.

Tercera fase. La comprobación de que efectivamente resulto satisfactorio el cambio sucede cuando se realiza el seguimiento en producción en el momento en que entra el vigor el cambio, entre los puntos que se deben corroborar son:

- a) Agotamiento de las piezas que van a ser sustituidas para el caso de que el cambio indique "obsolescencia de material".
- b) Disponibilidad de piezas nuevas y materias primas.
- e) Ensamblaje y puntos críticos.
- f) Exactitud de la efectividad del cambio.
- g) Exactitud en la información técnica.

El cumplimiento del proceso descrito anteriormente asegura un alto porcentaje de éxito al momento de realizar un cambio de ingeniería. Una última recomendación referente a este tema, se dan casos en los que existen diferencias entre el listado de materiales y lo que realmente debe de ser pero son mínimas las afectaciones que pudieran tener. Las diferencias que existen entre otras cosas son; las descripciones de las piezas, consumo de materias primas o materiales indirectos, cambios total o parcial de ubicaciones de proceso, etc., estos no deben de registrarse en un cambio de ingeniería sino que se deben documentar muy aparte en otro documento más sencillo con el fin de hacer ágil su actualización en la información. En el anexo 3 (ver A3-2) se muestra un formato que puede ser utilizado para reflejar estos movimientos.

CAPÍTULO 6

MEDICIÓN DE DESEMPEÑO.

Cada empresa lleva una forma de operar diferente, se implementan técnicas, sistemas o métodos de trabajo de acuerdo a sus requerimientos acordes a los objetivos de cada una de ellas, para garantizar la operación exitosa de cada departamento que integra la empresa se debe de establecer un proceso de medición, el cual reflejará las diferencias entre lo que se pretendía y lo que realmente resulto, se requerirá entonces definir particularmente los objetivos, metas y expectativas de cada departamento, satisfaciendo de esta manera los intereses de la empresa. La mayor parte del éxito depende del personal ya que es quien colabora con el mayor porcentaje de la operación, sin embargo, algunas industrias no le dan el valor justo a su trabajo, se dedican a una serie de actividades materiales dejando a un lado el interés por su personal.

Es preciso mencionar que el proceso de medición de desempeño dicta nombrar un responsable para cada departamento, con el fin de conocer por el resto de la compañía, la persona quien pueda resolver los posibles problemas que existan o aclarar dudas cuando así se requiera, desafortunadamente no se toma de esa manera, sino que se interpreta de otra forma en lugar de ser el responsable pasa a ser el culpable de todos los problemas o porcentajes bajos en exactitud, lo anterior depende en gran medida del apoyo ejecutivo y el enfoque que se divulgue, la parte ejecutiva es la que establece los objetivos por tanto es quien debe guiar a la gente para obtener magníficos resultados.

El departamento de Ingeniería no es la excepción en llevar un proceso de medición sobre todo si se sabe que la información generada la utiliza y sirve como base para la mayoría de los departamentos de la organización. La medición se puede establecer lo más detallada posible si es que así se requiere, se recomienda diseñar un método lo más sencillo que se pueda sin dejar a un lado los puntos importantes que sirvan para elevar el funcionamiento operativo y como consecuencia el porcentaje de exactitud. Ingeniería es el responsable de llevar dos medidores esenciales que son; uno para la lista de materiales y el otro para las rutas de fabricación, es posible que exista un tercer medidor que se encarga de la planeación en la capacidad de manufactura. En este capítulo se describirá los aspectos necesarios para implementar un medidor de desempeño y específicamente se hará mención del medidor de la lista de materiales.

6.1 EN QUE CONSISTE LA MEDICIÓN DE DESEMPEÑO.

El objeto de llevar un medidor es con el fin de saber como esta operando la forma de trabajo establecida. El medidor debe estar diseñado de tal forma que se pueda identificar fácilmente los puntos de mejora, de esta manera investigar cual fue la causa que originó la Inexactitud, buscando la solución y así incrementar la exactitud, normalmente en un proceso de este tipo la forma como se mide es revisando lo planeado comparando contra lo real.

Para llevar a cabo un proceso de medición de desempeño es preciso conocer las etapas de las que consta, de esta forma se contará con los recursos necesarios para diseñar no solo el medidor de la lista de materiales sino también cualquier otro que se requiera, son seis etapas las que integran un proceso de medición las cuales son:

- 1.- Establecer los objetivos del medidor, deberán estar definidos con claridad, concretos y entendibles para cualquier persona de la empresa.
- 2.- Definir las metas a las que se desea llegar y sus alcances.
- 3.- Elaborar planes de acción para ser utilizados cuando se presenten problemas de exactitud.
- 4.- Realizar la medición en la exactitud de los planes establecidos.
- 5.- Documentar todas las diferencias que resulten de la medición e informarle al área correspondiente ya sea del problema, la solución o el plan de acción a seguir.
- 6.- Formar grupos de trabajo para mantener la exactitud o incrementarla hasta lograr la exactitud mínima permisible.

Desde el momento que se conoce el resultado de la medición se debe de difundir en toda la organización, para que el personal conozca hasta que punto se llevan los objetivos. Un beneficio que se tiene al publicar los resultados es hacer que la gente se interese por incrementar su inexactitud o mantenerla; por medio de los grupos de trabajo en los cuales todos los empleados colaboran. Los resultados se pueden presentar en una matriz histórica, conteniendo los medidores establecidos para cada departamento (ver figura 6.1). La frecuencia de medición la definirá cada responsable, lo recomendable es reflejar los datos mensualmente, al finalizar el año se coloca el promedio general correspondiente; de esta manera se va conservando la exactitud mes con mes para el año en curso y por otro lado el promedio histórico anual.

FORMATO DE UN MEDIDOR DE DESEMPEÑO

TIPO DE MEDIDOR	RESPONSABLE	OBJETIVOS	EVALUADO POR	FRECUENCIA DE MEDICIÓN
1. RUTAS DE FABRICACIÓN	ING. J. PEREZ	VERIFICAR EXACTITUD EN LAS OPERACIONES Y CENTROS DE TRABAJO.	ARCHIVOS DE LAS RUTAS IMPRESOS EN LAS ORDENES DE TRABAJO, VERIFICANDO EL DISEÑO DE LA RUTA QUE CORRESPONDA A LO QUE SUCEDE EN MANUFACTURA.	AUDITORIAS SEMANALES OBTENIENDO UN PROMEDIO MENSUAL.

Figura 6.2

Para obtener el porcentaje de exactitud para este ejemplo será; el total de todas las rutas exactas dividido por el total de rutas auditadas y el resultado multiplicado por 100 siendo este el porcentaje de exactitud.

$$\text{EXACTITUD DE RUTAS} = \frac{\text{TOTAL DE RUTAS EXACTAS}}{\text{TOTAL DE RUTAS AUDITADAS}} \times 100$$

Figura 6.3

6.2 LA EXACTITUD EN LA INFORMACIÓN TÉCNICA DE INGENIERÍA

La forma de hacer que la información de ingeniería sea más completa y confiable sería, realizando revisiones periódicas a la misma, pero se debe saber de que magnitud serían dichas revisiones ya que si se desea verificar toda la información de un producto se necesitaría tiempo y personal para llevarse a cabo sobre todo si los productos contienen demasiados componentes, sin embargo, se podrá decir que se tiene el mismo resultado llevando a cabo tres métodos que posteriormente se describirán.

Estos tres métodos promueven la participación de todas las áreas que manejan la información y se tiene un enfoque en la listas de materiales principalmente debido que estas son las fuentes de trabajo para la mayoría de las áreas (como se explicó en el capítulo 1-1.4) por tal motivo, deben de contener el mayor porcentaje de exactitud ya que si por ejemplo un producto contiene 3000 partes y su exactitud es del 90% implicaría que 300 partes se encuentran inexactas por lo que representaría graves problemas directamente a la planeación de materiales y a los procesos subsiguientes de la operación de la empresa.

La experiencia ha demostrado que la inexactitud se deben a los cambios frecuentes en los diseños ya sea por las razones que se describieron en el capítulo anterior o debido a la existencia de diferentes listas de materiales, se dan casos en los que ingeniería del producto las elabora en función del diseño lógico, al pasar la información a dominio de ingeniería de procesos e industrial la "deshacen" convirtiéndola en función de los requerimientos de producción o sea a la forma como se ensamblará el producto. El resultado es la existencia de dos listados de materiales que compiten entre ellas mismas, provocando confusiones al resto del personal. Una condición indispensable para garantizar su contenido y exactitud es que exista UNA SOLA LISTA DE MATERIALES.

Las diferentes etapas del proceso deben estar plasmadas en las rutas de fabricación, por lo que no hay motivo de transformar la información adecuándola conforme al proceso, existe una manera de relacionar la estructura del producto al proceso, solo que se requiere llevar su control auxiliándose de un programa por computadora. En sí es difícil administrar una lista de materiales manualmente es por esto que en la actualidad existe una variedad de programas de computadora. Lamentablemente la mayoría del personal cree que con el simple hecho de estar en la computadora es confiable, y la verdad es solo una herramienta de trabajo que facilita enormemente dicha labor y depende del usuario el resultado que se obtenga de ella. Un último comentario respecto a los programas de computadora que administran la listas de materiales; es que cualquiera que se elija deberá tener presente que el programa se acople a la forma de trabajo que se lleve y no por el contrario acoplarse al programa.

La frecuencia de medición dependerá de cada método, es factible llevar a cabo los tres métodos, sin embargo no es una regla. Antes de continuar con la frecuencia de verificación es preciso mencionar los tres métodos de medición, los cuales son; medición en el almacén, medición en proceso y medición en el escritorio.

1.- La medición en el almacén, consiste en verificar la lista de materiales contra el listado de surtimiento, emitido por el área de control de producción esta actividad se realiza en los almacenes de la empresa, se complica un poco su función debido a la forma como están organizados los dos listados, aunque el listado de surtimiento se elabora en función del otro. Se presentan de forma diferente, el listado elaborado por ingeniería esta organizado por grupos ensamble a diferencia del surtimiento, este es organizado por artículo y destino de material sin importar a que ensamble pertenece. Los motivos por los cuales se debe llevar a cabo este método son:

a).- Existen solicitudes de material adicional o diferente al especificado en las listas de materiales por parte de fabricación hacia control de producción sin enterar a ingeniería. Por su parte control de producción genera una orden complementaria a la orden de trabajo satisfaciendo al solicitante, pasando por alto las especificaciones de ingeniería.

b).- Existen desviaciones de material que son autorizados por ingeniería únicamente por una "X" cantidad, sin embargo, se llega a completar la cantidad especificada y se sigue autorizando la entrada de ese material.

c).- Se autoriza un cambio de ingeniería ya sea un nuevo material o nueva revisión, del cual el personal de almacenes no ha actualizado los racks de materiales o no se han actualizado las listas de surtimiento.

Para los puntos a) y b), ingeniería deberá analizar las causas detalladamente, determinando si es factible la actualización de información técnica o se trata de una solución temporal.

2.- La medición en el proceso, consiste en dar seguimiento a tres aspectos de ingeniería que son: Lista de materiales, Referencias de proceso y Planos, en todo el ciclo de fabricación. Se puede dar cuenta fácilmente que esta actividad realiza tres funciones a la vez, aunque la lista de materiales no esta organizada por procesos, si puede contener datos suficientes para verificar que efectivamente se esta ensamblando como lo dicta el proceso, de la misma forma se efectúa la verificación contra los planos al momento de ver físicamente el avance de producción del producto, se compara contra el plano validando componentes, coordenadas, especificaciones, la lista de ingeniería, entre otros aspectos.

Uno de los motivos de este método es debido a la falta de retroalimentación por parte de producción a ingeniería, puede ser que lo especificado en un plano difiera a lo que realmente se pueda producir.

3.- La medición en el escritorio, consiste en organizar una reunión previa entre fabricación, compras e ingeniería, para verificar la información de planos y lista de materiales, antes de su emisión formal. En algunas empresas se le llama pilotaje de escritorio, se coordina con estos departamentos ya que son los que tienen mayor experiencia en la manufactura y adquisición de materiales.

De fabricación se obtiene la factibilidad de elaborar el producto, pues son ellos los que conocen a detalle como están los recursos de manufactura y que capacidad tienen.

De adquisiciones se obtiene la disponibilidad del material, el tiempo de respuesta, la complejidad de adquirirlo o alguna sugerencia de otro material sustituto.

Una vez mencionados los tres métodos de medición, es preciso continuar con la frecuencia de medición, es cierto que dependerá del tipo de método que se elija, es recomendable capacitar a los departamentos involucrados por este concepto para que de esta manera se realice la actividad diariamente, informando oportunamente a ingeniería solamente cuando exista alguna diferencia. Los reportes serán elaborados semanalmente agrupándolos mensualmente para ser publicados en la matriz de resultados.

La forma de calcular la exactitud es relativamente sencilla, primero que nada se debe analizar los problemas comunicados por las diferentes áreas con el fin de detectar la posible duplicidad del problema, posteriormente a ello se realiza el calculo tomando el numero de piezas auditadas entre el numero de piezas exactas multiplicando el resultado por 100.

Dentro del medidor de la lista de materiales se pueden considerar 3 objetivos principales y son:

- 1.- Verificar la estructura del producto.
- 2.- Verificar la efectividad de cambios al diseño.
- 3.- No contar con más del 5% del inventario en material obsoleto.

La exactitud en la información de ingeniería no solo contempla la lista de materiales, sino también la medición en las rutas de fabricación y la planeación de capacidad. A continuación se describe brevemente su función:

- El medidor que corresponde a las rutas, pretende verificar la fabricación del producto, subensambles y piezas se encuentren conforme al diseño de la ruta, entre los aspectos que se verifican son:

- 1.- La secuencia lógica de fabricación del producto, subensambles y piezas.
- 2.- La comprobación del centro de trabajo

- El medidor de la planeación de capacidad pretende dar a conocer en un momento dado como se encuentran los recursos de manufactura disponibles, esto ayuda principalmente a:

- 1.- Toma de decisiones para aumentar la capacidad.
- 2.- Definir los cuellos de botella.
- 3.- Identificar los centros de trabajo sobre cargados.
- 4.- Programar el lanzamiento de órdenes de trabajo.

El programador maestro de producción toma este medidor como base para definir si se cumplirá a tiempo con los pedidos, incluso cuando se tiene la introducción de un nuevo producto verifica la capacidad instalada para saber si se podrá satisfacer el proyecto o se tiene que aumentar la capacidad.

CONCLUSIONES

En General:

A medida que pasa el tiempo cada vez es más claro que la permanencia en el ambiente comercial será de aquellas compañías que cumplan con; la satisfacción del cliente, el dominio del mercado y creciente rentabilidad. Aunado a esto cada empresa debe de definirse a si misma continuamente, según el negocio en el que se encuentre, el mercado que busque controlar, los clientes que desee atraer y, sobre todo, los procesos esenciales que la impulsan.

El involucramiento de la parte ejecutiva (sobre todo del director general) es de vital importancia si se desea mejorar el proceso operativo de dicha empresa, dependerá de ellos el crear una visión: de dominio competitivo y no de simple paridad; de trabajo en equipo y remuneraciones para los equipos en lugar de competencia interna en busca de honores individuales. Para lograr esta meta se requiere de compromiso, colaboración, empeño, interés y participación activa de todos y cada uno de los integrantes de la empresa.

En Particular :

El departamento de Ingeniería ocupa un lugar importante dentro de los objetivos ya mencionados, contribuye con diseños orientados a las demandas de los clientes y colabora con alto porcentaje de sus esfuerzos para lograr el éxito de la industria.

Por su parte ingeniería debe organizarse internamente implantando métodos, técnicas y procedimientos bien definidos para obtener un diseño de calidad en lugar de elaborar diseños sin bases fundamentadas emitiendo información únicamente para justificar su trabajo y con la esperanza de que se pueda fabricar.

Se puede contar con diversas técnicas que colaboren con lo anterior pero no todas pueden ser funcionales. Dependerá de las necesidades de cada industria por ejemplo la técnica "Francesas" es funcional para diseños estructurales de autobuses, sin embargo es probable que no lo sea para otro tipo de diseños.

En los diferentes capítulos de los que contempla esta tesis se presentan ciertas técnicas que actualmente están siendo utilizadas por algunas de las industrias que buscan o están en camino de la excelencia industrial. Algunas de ellas son recomendables para el proceso interno de Ingeniería tales como; modularización de diseños, tipos de estructuración, manejo de la lista de materiales, proceso de cambios de ingeniería, medición de desempeño, entre otros.

Por cierto la medición de desempeño es un método muy recomendable para aquellas industrias que deseen conocer como se encuentra su organización y busquen cada día ser mejor en sus procesos. Es conveniente señalar que la medición no debe ser tan detallada, o sea no se trata de implantar medidores para el manejo y eficiencia del personal individualmente; sino que sin descuidar al control del personal, mas bien medir la eficiencia y eficacia con que se realizan las actividades operativas de la empresa en su conjunto, como marca el capítulo 6.

El manejo y control de inventario es otro aspecto de los que se carecen actualmente en la mayoría de las empresas, para las cuales definitivamente recomiendo usar los métodos mencionados en los capítulos 2, 3, y 4 tales como: Kan Ban, diseño de racks y contenedores, adaptaciones de la técnica "francesas" y el sistema MRP. Por experiencia he visto en una empresa, como se están obteniendo aceptables resultados al implantar dichos métodos y técnicas; aún cuando el sistema Kan Ban actualmente no se ha implantado en su totalidad, se ha comenzado por ciertos materiales que no son tan costosos y que de alguna manera se prestan para este método.

La planeación de requerimientos de materiales es una técnica desde la década de los '70, sin embargo, no es tan conocida y manejada como se cree. Existen programas de computo que contemplan dicha técnica, algunos de ellos son de precio elevado, complejos y solo al alcance de aquellas compañías que puedan cubrir su costo, muchas de las veces se atrasan los beneficios y remuneraciones deseados debido al tiempo que lleva implantarlo, a la interpretación de la gente que lo maneja y a las posibles desviaciones que se le dan al concepto en si. Existen otros programas que son simples de costo accesible y fácil manejo, que aunque no son tan completos como los anteriores, si realizan las funciones básicas del concepto.

Como se puede observar existen diferentes recursos de los que pueden apoyarse para mejorar los procesos operativos de la empresa.

Por ultimo ingeniería no debe trabajar en forma aislada para si misma, esta debe contemplar las necesidades que tengan aquellas áreas afectadas. El trabajar en equipo y en constante comunicación con las áreas que se tenga relación, sobre todo Manufactura, Compras, Ventas, y Control de Producción favorece el trabajo de ingeniería ya que al retroalimentar ciertos puntos de mejora se incrementa la veracidad en la información.

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

ANEXO 1

APLICACIÓN DE LA TÉCNICA "FRANCESA"

Con el fin de proporcionar un mayor enfoque de esta técnica, se realizó un estudio en los diseños estructurales del que comprende Autobús de pasajeros.

El objetivo primordial en que se basa el presente estudio es reducir en lo posible la tarea de los procesos subsiguientes a Ingeniería. Al realizar esta practica, en un inicio se libero la información técnica (planos, listas de materiales, rutas, etc.) como una prueba piloto con la intención de no realizar un cambio tan drástico en la forma acostumbrada de la gente de producción.

De esta prueba piloto se obtuvieron magníficos resultados por parte de la gente operativa, esto se debió en gran parte a la previa capacitación por parte de los ingenieros de piso, al seguimiento continuo en el trayecto de su producción y a la cooperación de la gente. Antes de continuar con el contenido en si de lo que representa el estudio es conveniente mencionar algunos puntos preliminares:

- La idea de esta técnica surgió de la necesidad de realizar el producto al menor tiempo posible, se observó que del ciclo total de manufactura incluyendo la parte administrativa desde la elaboración de planos hasta el cierre de ordenes de trabajo, lo que representa el mayor porcentaje del tiempo entre otros aspectos es la elaboración, emisión, producción y control de cada una de las partes componentes de los diseños estructurales ya que son los que contienen el mayor numero de piezas.

- Al llevar a cabo un análisis en dichos diseños se presentaron casos interesantes como el encontrar piezas CASI similares, la diferencia sólo existía en la longitud, ángulo de corte y posición de corte, lo común era la materia prima y el lugar de producción donde se fabricaban. La ocurrencia era más frecuente en perfiles estructurales, por lo que cada vez más se eliminaban los obstáculos para implementar la técnica.

- Se decidió atacar entonces los diseños que contuvieran perfiles estructurales con las condiciones requeridas (misma materia prima, mismo lugar de trabajo y similar proceso operativo), aunque también se analizó la posibilidad de realizar exactamente lo mismo para subensambles de misma materia prima diferente a perfiles encontrando diseños fabricados de láminas, la limitante fue el contener operaciones considerablemente diferentes al igual que sus destinos de ensamble, obligando de esta manera a detener este caso momentáneamente ya que con la ayuda de maquinaria moderna (como se observa en el anexo 2) es posible llevarlo a cabo.

Entrando en materia en lo que respecta al presente estudio se iniciará mencionando la prueba piloto con la que se empezó la aplicación de esta técnica. Posteriormente se encontrará con los planos correspondientes a la estructura frente de un autobús observe la diferencia entre el plano A1-1 y A1-2.

En la prueba piloto :

- El experimento se realizó en un subconjunto de la estructura plataforma media del autobús, se le conoce como plataforma media inferior.

- El subconjunto consta de :

Método sin aplicar la técnica.

- a) 18 partes componentes de las cuales 16 son apropiadas para aplicar la técnica.
- b) 19 diseños elaborados en diferentes tamaños.

<u>No. dibujos</u>	<u>Tamaños</u>
1	8 cartas
6	1 carta
<u>12</u>	2 cartas
Total 19	

- c) 37 relaciones padre-hijo.
- d) 19 rutas de fabricación.
- e) 19 ordenes de trabajo.
- f) 19 surtimientos de material.
- g) 23 códigos

Método aplicando la técnica.

a) 18 partes componentes de las cuales 16 se les aplica la técnica son representadas en el ensamble del subconjunto.

- b) 19 diseños elaborados en diferentes tamaños.
 - 17 diseños incluidos en un plano de 8 cartas.
 - 1 diseño de 1 carta.
 - 1 diseño de 2 cartas.

- c) 6 relaciones padre-hijo.
- d) 3 rutas de fabricación.
- e) 3 ordenes de trabajo.
- f) 3 surtimientos de material.
- g) 7 códigos.

- En el dibujo del subconjunto se representan los componentes afectados especificando; el número de elemento, la longitud, el valor de los ángulos de corte, la cantidad requerida y la materia prima para su fabricación. Para los componentes que no son afectados se enlistan aparte evitando así posibles confusiones. Existe una característica particular en el dibujo que es el corte físico de los elementos ubicado en la parte media derecha. Aunque el plano A1-1 no corresponde al diseño de la plataforma media es afectado por la esta técnica donde se puede observar los puntos mencionados anteriormente.

- La fabricación de los componentes afectados se realiza en el mismo centro de trabajo con el mismo destino.

- Se obtuvo el 81 % de reducción de los procesos tradicionales.

- Las ventajas obtenidas son:

a) Reduce el tiempo que se requiere para la elaboración de plano pieza por pieza, realizando solamente un solo plano y mostrando en él todos los componentes.

b) Reduce el numero de códigos generados entre un 70 - 80 %.

c) Reduce el tiempo de elaboración de listas de materiales y rutas de fabricación.

d) Reduce la cantidad de copias para emisión.

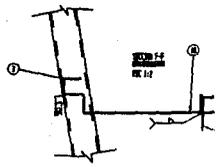
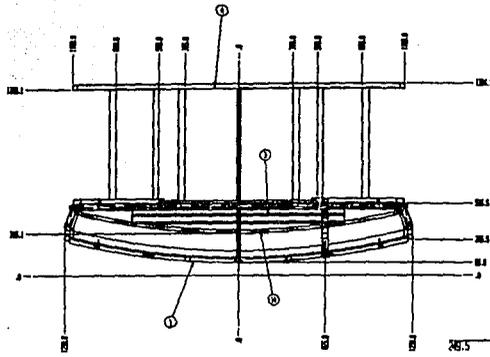
f) Las piezas del subconjunto debido a que ya no serán controladas por código podrán ser modificados sin afectar a otros modelos, únicamente se afectará al que se haga referencia en ese momento.

g) Se elabora una sola orden de trabajo.

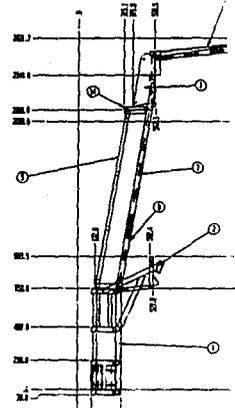
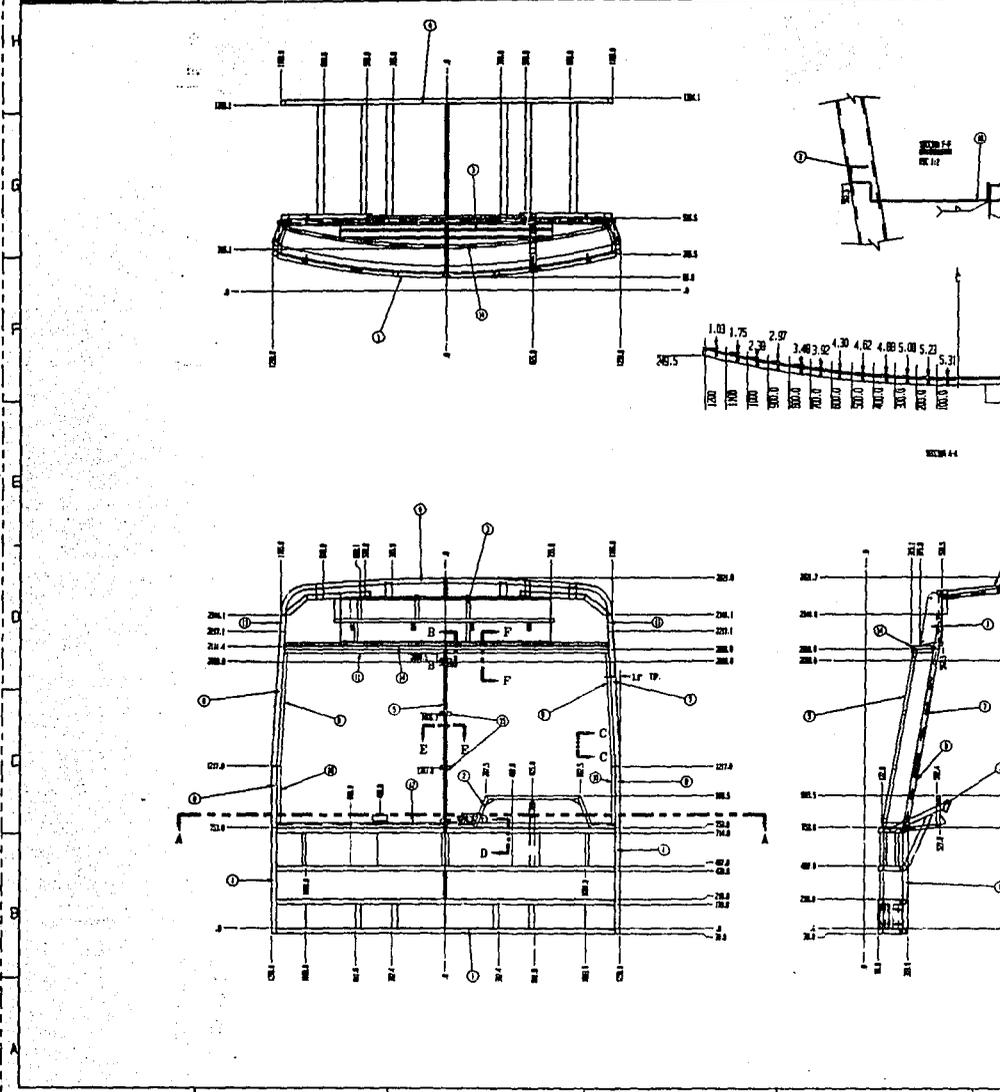
h) Reduce los niveles de la estructura.(ver listado A1-3 y comparar con listado A1-4, dichos listados corresponden al subconjunto en estudio)

i) Facilita el trabajo en piso asignando un solo trabajo en la elaboración de las partes de la unidad ya especificadas a una sola maquina.

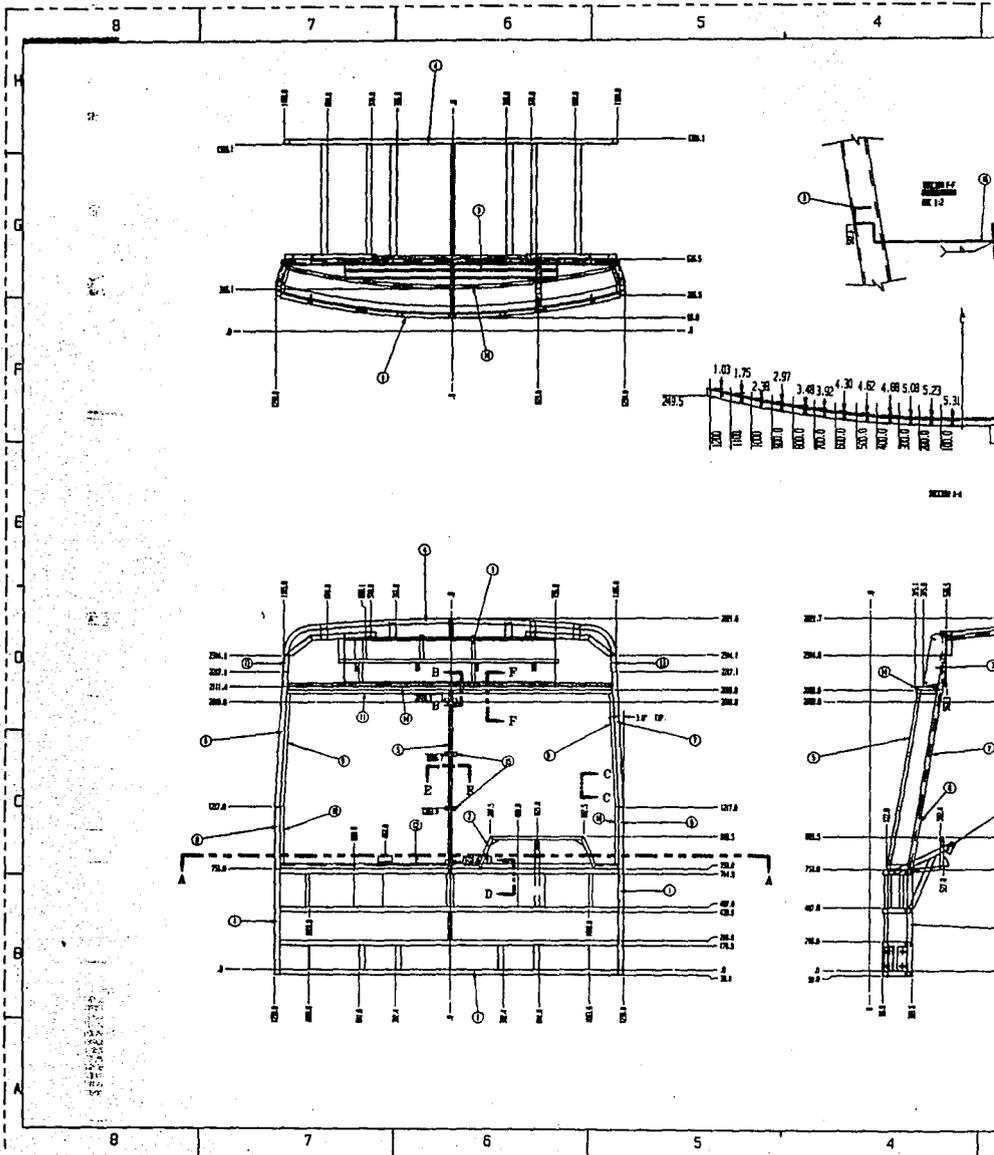
8 7 6 5 4



SECTION 44

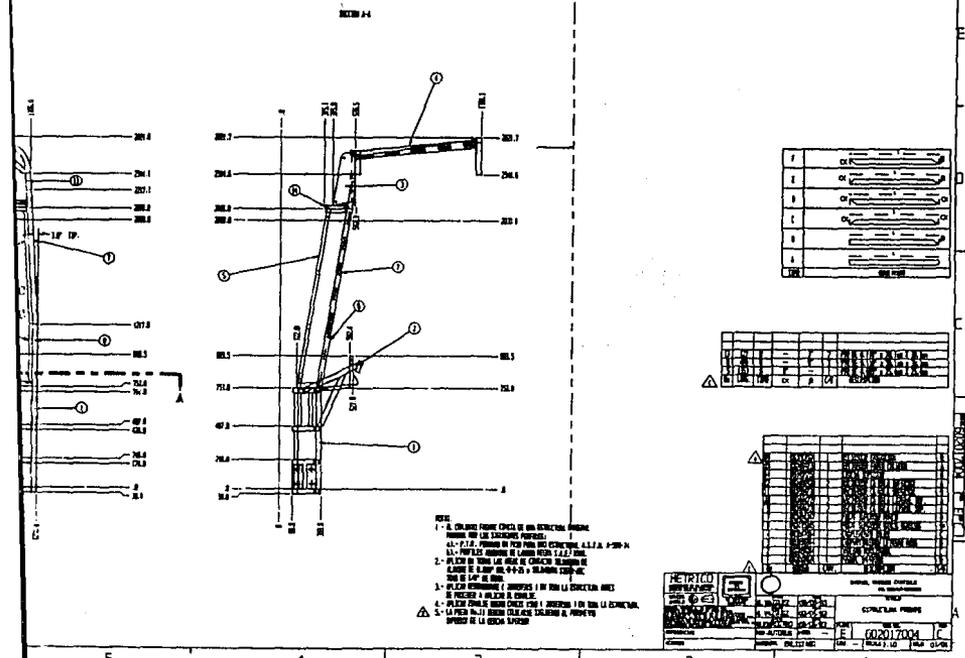
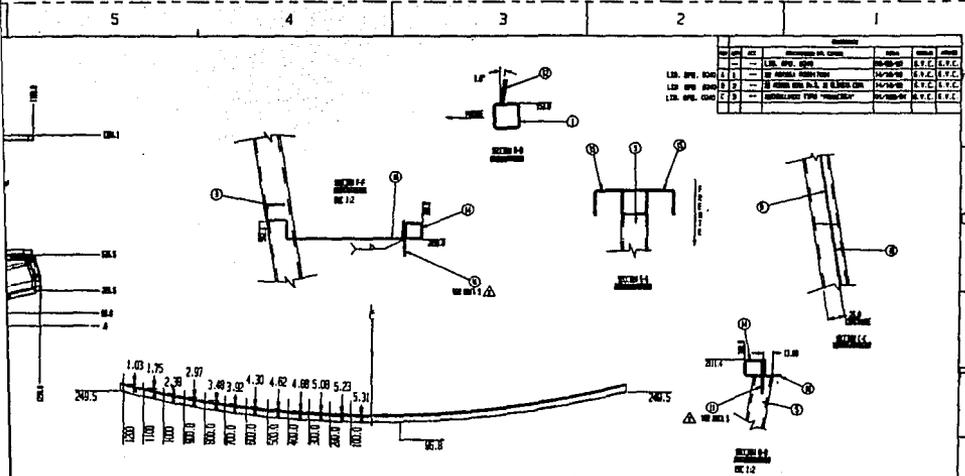


2-
3-
4-
5-



SECTION 14

FALLA DE ORIGEN



LISTADO DE MATERIALES APLICANDO LA TÉCNICA FRANCESAS

NIVEL	ART.PADRE	ART.COMP	DESCRIPCION	CANT/UNID	UM
0	301001012		PLATAFORMA MEDIA INFERIOR		
.1		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	9	PZ
.1		201264863	CARTABON	2	PZ
.2		299911401	PLACA DE Fe. DE 1/4 esp. 3x8*	0.010416	PZ
.1		299929608	SOLDADURA MICROALAMBRE CAM 0.035	1	KG
.1		401224679	RECIBIDOR ABRAZ TANQUE COMBUSTIB.	2	PZ
.2		299911111	LAM. NG. ROL EN FRIO C-14 3x8*	0.041666	PZ

LISTADO A1-3

LISTADO DE MATERIALES SIN APLICAR LA TÉCNICA FRANCESAS

NIVEL	ART.PADRE	ART.COMP	DESCRIPCION	CANT/UNID	UM
0	301001012		PLATAFORMA MEDIA INFERIOR		
.1		201264863	CARTABON	2	PZ
.2		299911401	PLACA DE Fe. DE 1/4 esp. 3x8*	0.010416	PZ
.1		299929608	SOLDADURA MICROALAMBRE CAM 0.035	1	KG
.1		401224679	RECIBIDOR ABRAZ TANQUE COMBUSTIB.	2	PZ
.2		299911111	LAM. NG. ROL EN FRIO C-14 3x8*	0.041666	PZ
.1		201205614	TRAVESAÑO MARCO	2	PZ
.1		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.5	PZ
.1		201205615	TRAVESAÑO LATERAL	6	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.11	PZ
.1		201205616	TRAVESAÑO INTERMEDIO	4	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.08	PZ
.1		201254506	LARGERO LATERAL CAJUELA	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	1	PZ
.1		201254507	LARGERO INTERNO HORIZONTAL	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	1	PZ
.1		301215009	RECIBIDOR INTERNO POSTERIOR	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.07	PZ
.1		301215010	RECIBIDOR INTERMEDIO	4	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.08	PZ
.1		301215011	RECIBIDOR LATERAL	4	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.08	PZ
.1		301215012	REFUERZO CAJUELA ANTERIOR	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.06	PZ
.1		301215013	DIAGONAL ANTERIOR LATERAL DERECHA	4	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.33	PZ
.1		301215014	DIAGONAL INTERIOR INTERMEDIA ANTERIOR	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.33	PZ
.1		301215015	REFUERZO INTERIOR CAJUELA POSTERIOR	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.1	PZ
.1		301215016	RECIBIDOR INTERNO ANTERIOR	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.07	PZ
.1		301215041	TRAVESAÑO ANTERIOR	1	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.2	PZ
.1		301215042	REFUERZO TRAVESAÑO ANTERIOR	2	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	0.09	PZ
.1		301215043	LARGUERO HORIZONTAL MEDIO	1	PZ
.2		299931202	P.T.R. DE 0.110° 38.1x38.1mm L6000 mm	1	PZ

LISTADO A1-4

FALLA DE ORIGEN

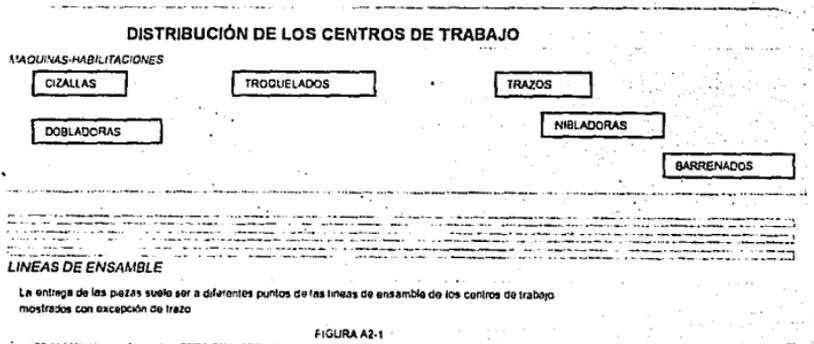
ANEXO 2

Se realizó un análisis en una industria donde una tercera parte de los componentes que integran el producto terminado se fabrican por la misma compañía. La fábrica está dividida en 2 grandes partes, una de ellas es donde se producen y habilitan todas las partes-subconjuntos, la otra sección es donde se ensambla las partes habilitadas y componentes comprados.

El análisis se originó debido a la entrega tardía de los subconjuntos por parte del área de maquinas-habilitaciones hacia las líneas de ensamble y a la complejidad de diseño de las piezas entre otros aspectos, las razones del retraso solían ser; maquinas con desajustes y frecuente mantenimiento, piezas con demasiadas etapas de proceso, lotes de producción considerablemente altos y grandes recorridos de los materiales.

El mayor porcentaje del problema se presentó en los centros de trabajo de maquinados, por lo que motivo a elaborar un estudio en esta área con el fin de detectar la causa y buscar la solución del problema. Se eligió el producto terminado más completo en opciones y piezas que se fabrican en el área en estudio, se analizaron las rutas de fabricación para obtener los centros de trabajo afectados, de esta manera determinar los "cuellos de botella". Del análisis anterior se determinaron los centros de trabajo afectados, los cuales son; Cizallas, Dobladoras, Trazo, Nibladoras, Barrenados y Troquelados.

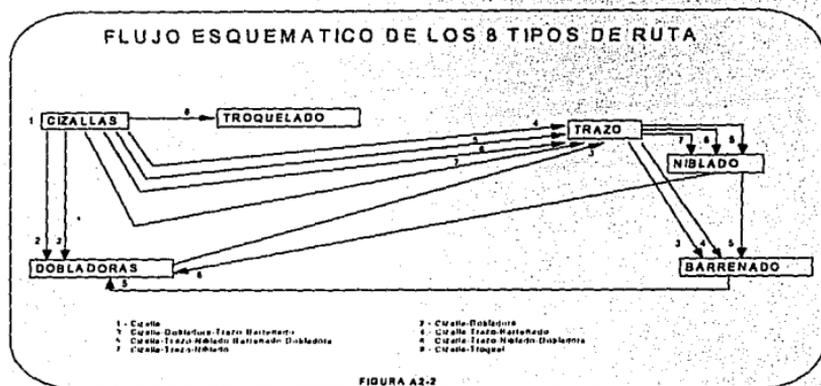
La orientación que guardan dichos centros de trabajo es como se muestra en la figura A2-1, cabe mencionar que algunas de las piezas tienen la particularidad de repetir el centro de trabajo.



Un total de 924 partes intervinieron en el análisis. Revisando las rutas resultaron 8 diferentes tipos, en ciertas piezas se detectó la repetición en los procesos operativos. A continuación se enlistan los 8 tipos de rutas obtenidas:

Ruta de fabricación	Repetición (piezas)	% Repetición
1.- Cizalla	165	18.75
2.- Cizalla-Dobladora	450	48.70
3.- Cizalla-Dobladora-Traza-Barrenado	38	4.11
4.- Cizalla-Traza-Barrenado	92	9.95
5.- Cizalla-Traza-Niblado-Barrenado-Dobladora	51	5.51
6.- Cizalla-Traza-Niblado-Dobladora	67	7.25
7.- Cizalla-Traza-Niblado	51	5.51
8.- Cizalla-Troquel	10	1.12

Tomando como base los diferentes tipos de ruta se presenta a continuación un esquema gráfico de las etapas de proceso consideradas en la fabricación de las piezas (ver figura A2-2).



El esquema anterior muestra evidentemente una disposición funcional, debido a la forma como están organizados los centros de trabajo. Se observa a primera instancia los grandes recorridos que sufren las piezas lo que implica mano de obra, tiempo y en algunas ocasiones deterioro del material.

El centro-cizallas es donde parte la producción inicial, convirtiéndose en una área sumamente importante ya que si en un momento dado se llega a demorar el trabajo afectaría a los demás centros y no se cumpliría con los programas de trabajo establecidos.

El área de trazo es sumamente común para la mayoría de las rutas, de los 8 tipos de ruta que existen 5 de ellos visitan esta área, actualmente en ella se cuenta con plantillas prefabricadas de las piezas (ver anexo fotográfico AF-8), con ello se facilita el trabajo considerablemente basta con identificar la plantilla de la pieza a trazar y en poco tiempo se realiza la operación.

Tomando como base el objetivo del capítulo 4 y la situación que se mencionó anteriormente se propuso las siguiente opciones:

1.- Realizar una reubicación de aquellos centros de trabajo que no implicará altos costos de reinstalación con el objeto de:

a) Disminuir los recorridos de las piezas.

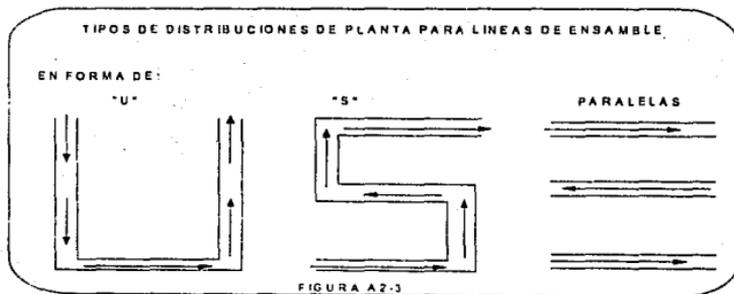
b) Agilizar la fabricación sin esperar a que se complete el lote de piezas.

c) Establecer una estrecha comunicación entre los centros de trabajo dependientes uno del otro, adoptando un estilo cliente-proveedor.

2.- Crear células de fabricación acordes a los requerimientos de las líneas de ensamble, lo anterior implica reorganizar la planta de dos maneras:

1a.- Reubicar solamente el área de maquinas-habilitaciones repartiendo el equipo, maquinaria y mano de obra entre las líneas de ensamble. Se deberá analizar el lugar óptimo para satisfacer la demanda de las diferentes estaciones de trabajo (en las líneas de ensamble).

2a.- Reorganizar la distribución de la planta **totalmente**, esto implicaría un costo elevado pero también se puede ver desde otro punto de vista como una inversión a futuro reubicando los recursos de manufactura de tal forma que se eliminen los "cuellos de botella" ahorrando tiempo y entregando a tiempo los productos a los clientes. Se pueden tener diferentes tipos de distribución, las líneas de ensamble pueden estar en forma de "U", "S" o paralelas. (ver figura A2-3).



La intención de las células de fabricación es producir conforme se vaya requiriendo eliminando de esta forma elevados inventarios en proceso, tiempos muertos, entre otras cosas. El llevar a cabo esta propuesta suele implicar elevados costos debido a la reubicación de las instalaciones para la maquinaria (ver anexo fotográfico AF-4).

El concepto de las células de fabricación es recomendable tenerlo presente al momento de una posible ampliación de la planta y cuando se esta planeando la distribución inicial de la fabrica, en ambos casos el costo sería menor que el modificar las instalaciones ya establecidas.

3.- Elaborar un programa de mantenimiento preventivo llevando consigo un control estadístico de reparaciones de la maquinaria. El objeto de ello es anticiparse por supuesto a las fallas de la maquinaria. no se podrá eliminar por completo las fallas pero si se disminuirá el paro de producción por la falta de maquinaria.

Con el control estadístico permitirá visualizar cuales son las frecuencias de las reparaciones o fallas, las causas y el motivo, de esta manera servirá como herramienta para determinar cuales son las refacciones necesarias para mantener en inventario o en un momento dado para tomar la decisión del remplazo de ciertas maquinas. El personal encargado de ello debe evaluar hasta que momento se realizará la sustitución de las maquinas considerando el estado que guardan y los proyectos actuales y a futuro.

4.- Disminuir el tamaño de los lotes de producción, fabricando solamente el requerimiento bruto, es decir, se omitiría la cantidad mínima a ordenar obediendo directamente a lo establecido en las estructuras del producto.

Esta propuesta contiene un parecido al sistema Kan Ban, se sabe que para implementar este sistema se requiere de un proceso formal e interés de la gente entre otros aspectos. Uno de los objetivos es fabricar solamente lo requerido siendo precisamente lo común con esta propuesta. El sistema Kan Ban conlleva otras series de contribuciones favorables (mencionadas en los capítulos 3 y 4), que podrían utilizarse como otra propuesta más como los son las anteriores.

5.- Por último considerando la repetición de las operaciones de los procesos y revisando el mercado de maquinaria, se propuso la adquisición de una maquina que realiza 5 de los procesos.

Se consideró la situación real que guardan las maquinas que integran los centros de trabajo afectados, al igual que la complejidad de los diseños de las piezas.

Lo anterior orillo a revisar la tecnología en cuanto a maquinaria se refiere, atendiendo los requerimientos y expectativas a futuro de la empresa, ya que a medida que pasa el tiempo se incrementan las necesidades del cliente obligando a diseñar piezas difíciles de producir con la misma maquinaria. Otra actividad que se está realizando es la elaboración

de los diseños auxiliándose por programas de computadora; y esto se consideró para la elección de la máquina.

Se analizaron diferentes tipos de maquinaria enfocándose a disminuir la carga de trabajo de los centros de trabajo tales como; cizallas, troquelado, trazo, niblado y barrenado. La mayor parte de materias primas que se usan para fabricar las piezas son:

	Calibres	
	Desde	Hasta
- Laminas negras	20	10
- Laminas galvanizada bonderizada	14	20
- Laminas acero inoxidable	22	20
- Laminas de aluminio	10	1/4
- Placas de fierro	3/16	1/4

Considerando los procesos de mayor repetición y las necesidades expuestas anteriormente se decidió por adquirir una máquina punzonadora marca trumpf, esta es la que más se ajusto a los requerimientos y presupuesto de la compañía.

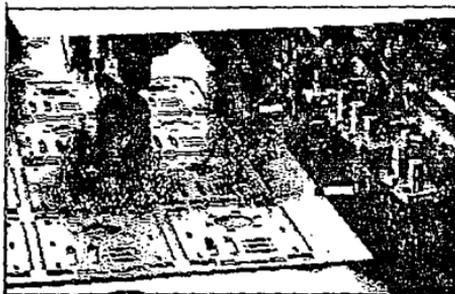
La máquina punzonadora es asistida hidráulicamente por medio de un control numérico, contiene características interesantes que es conveniente enlistar.

- No se requiere de una cimentación e instalación especial para operar.

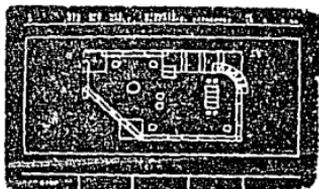
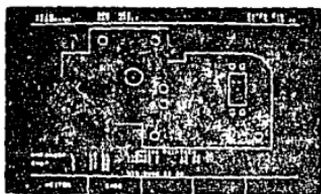
- Contiene 15 estaciones de herramientas de las cuales 13 de ellas se pueden prepara con diferentes tamaños de dados y diferentes capacidades de corte. Las dos restantes se utilizan para la sujeción del material, realiza en conjunto con el material y las 13 herramientas movimientos horizontales y verticales que permiten la fabricación de curvas, líneas a lo largo del material, etc.



- El cabezal con que se realiza el corte del material es rotatorio pero no móvil.



- Se pueden realizar programas para aprovechar toda la lámina (materia prima) ya sea de una misma pieza o para diferentes formas de piezas. La condición únicamente es fabricar las piezas con la misma materia prima, el equipo cuenta con la facultad de realizar la simulación presentándola por la pantalla del controlador antes de liberar la producción.



- Realiza 5 funciones (cizalla, troquel, trazo, niblado y barrenado).



- Al momento de operar no produce tanto ruido como las demás.

- Para las piezas que contienen dobleces se dificulta obtener su desarrollo para la primera etapa del proceso, que es donde inicia la fabricación. Existe un programa llamado "UNFOLDING" encargado principalmente en simular por pantalla el desdoblamiento de la pieza.

- No se requiere contar con personal calificado para su operación.

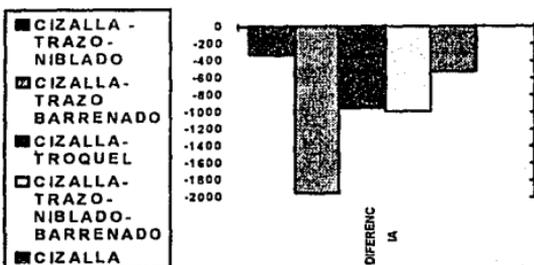
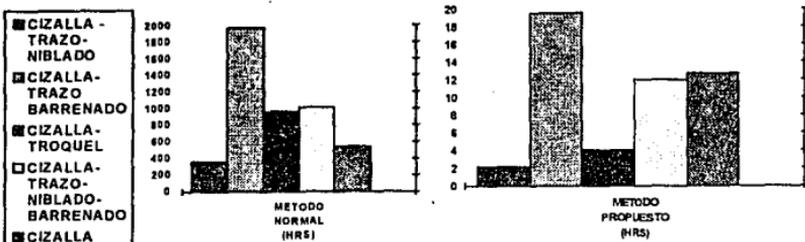
- Contiene la facultad de conectarse o leer archivos (de computadora) elaborados ya sea por medio de AUTO CAD, CAD KEY entre otros.

Existen otras maquinas con estas características la diferencia existe en el accionamiento y costo. Las principales ventajas que se obtuvieron y actualmente siguen latentes son:

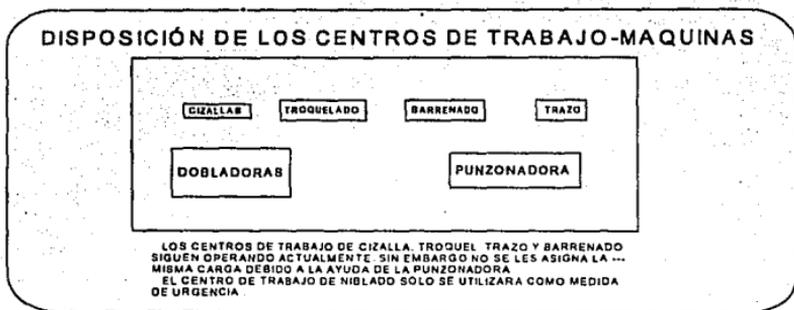
1.- Reducción de un 61% del tiempo de fabricación. La siguiente tabla presenta los tiempos estándares de 5 de los 8 tipos rutas contemplando el método normal de trabajo (antes de adquirir la maquina punzonadora) y el método propuesto (utilizando la maquina punzonadora).

TIPOS DE RUTA	DIF. TIPOS PZAS.	METODO NORMAL		DIFERENCIA
		(horas)	(horas)	
CIZALLA-TRAZO-NIBLADO	51	335.58	2.168	333.412
CIZALLA-TRAZO-BARRENADO	92	1972.47	19.529	1952.941
CIZALLA-TROQUEL	10	959.80	4.001	955.799
CIZALLA-TRAZO-NIBLADO-BAR	74	1010.80	11.981	998.819
CIZALLA	49	538.02	12.766	525.254

*NOTA: EL ESTUDIO DE TIEMPOS SE REALIZÓ PARA UN LOTE DE 50 UNIDADES



2.- Reducción de área en un 30%, quedando de la siguiente manera:



- 3.- Reducción de distancia recorrida en un 34%.
- 4.- Incremento en el aprovechamiento de materia prima.
- 5.- Incremento en la capacidad instalada de la empresa.
- 6.- Incremento en la calidad y precisión de las piezas.
- 7.- Facilidad en la elaboración de las rutas de fabricación (más cortas y menos etapas de proceso).
- 8.- Capacidad de programar la siguiente orden de trabajo aún cuando la maquina este en operación.
- 9.- Realiza 5 operaciones en la misma maquina que equivaldría en el método anterior a; cizalla, trazo, niblado, barrenado y troquelado.
- 10.- Posibilidad de adoptar una estrategia de fabricación para inventario.

Las desventajas que se han encontrado hasta el momento es que en un inicio durante la capacitación de la gente hubo desperdicio de materia prima, los tiempos de fabricación eran considerablemente altos y la dependencia de una sola maquina podría ser peligrosa si en un futuro cercano no se cuenta con otra alternativa equivalente ya sea interna o con un proveedor, mientras que el equipo propio este fuera de servicio.

ANEXO 3

En el capítulo 3 se describen los pasos que se requieren para realizar cambios en los diseños de productos, en este anexo se presenta la forma de como elaborar el documento que ampara los cambios, así como también se describirá la forma de como documentar aquellas modificaciones menores en donde no precisamente se requiere registrarlas en un Cambio de Ingeniería.

Procedimiento para documentar los Cambios de Ingeniería (C.I.)

Objetivo:

El objetivo de este procedimiento es describir la forma de como elaborar el registro de los cambios en los diseños.

Alcance:

Este procedimiento contempla los diferentes casos por los que se puede crear un Cambio de Ingeniería (C.I.) incluyendo la manera de llenar la forma (ver A3-1) y los casos especiales que pueden surgir, así como una parte del seguimiento necesario.

Información a registrar en un Cambio de Ingeniería:

El área de Nomenclatura es quien realiza toda la captura de información de producto_proceso en algún tipo de Sistema que se lleve; se vio en la necesidad de manejar un tipo de control para todos aquellos cambios que se hacen a los Diseños de Productos, y que a su vez se manifieste a todas aquellas áreas estén involucradas con la información de este tipo. A continuación se describe la forma de como llenar un Cambio de Ingeniería.

Dentro del formato de C.I. (ver A3-1) existe una serie de espacios donde se deberá registrar la información de diversa índole como se muestra a continuación:

1. *Modelos afectados (aplicable también en Modelo).* Se coloca aquí el código o la descripción de la familia o modelo (normalmente el que esta en producción en ese momento) que esta siendo afectado con el C.I. En caso de que este cambio afecte a muchos modelos, pero que actualmente no están programados para su producción, podría omitirse el mencionarlo en el cambio, puesto que la actualización en los registros o en la base de datos se haría después en forma automática para todos los lugares o manual según sea el caso.
2. *Descripción del cambio y Razón del cambio.* Se coloca una explicación (descriptiva, más que con códigos o cantidades) de para que se esta haciendo el cambio. En el campo de razón del cambio se indicara cual fue el motivo que origino la modificación.

3. *Fecha de emisión.* Este será de los últimos datos en capturarse pues será la fecha en que, una vez con todas las autorizaciones, se procederá a hacerlo público a la planta y se capturará en el sistema con las fechas de efectividad indicada para cada material.

4. *C. I. No.* Aquí se registrará un número consecutivo de tres o cuatro dígitos que será el control de C.I. creados.

5. *Hoja x de y.* Anotar el número de hoja que se está viendo, y el total de hojas de que consta el C.I. (existen dos formatos: portada y continuación) para el caso de C.I. muy largos que requieran más de los renglones establecidos.

6. *Efectividad del Cambio.* Marcar cual de los dos tipos de cambio es el que se requiere para el C.I.; de efectividad óptima (sin obsolescencia) o urgente seguridad (con obsolescencia). El primer caso supone que el cambio debe entrar hasta que se acabe el material anterior; mientras que el segundo caso puede ser un cambio urgente que debe entrar de inmediato, aunque se genere material obsoleto.

De todos los CI's y CLP's que generen este tipo de material obsoleto, se deberá llevar un registro para la medición de desempeño.

7. *Documentos que amparan el Cambio y Cambio coordinado.* Se refiere a otros documentos que pueden ser; Revisión de proceso, Anomalia en el proceso, Mejora de Producto entre otros. o en un momento dado otro(s) Cambio(s) de Ingeniería (CI) que estén relacionados al CI en cuestión. En muchos de los casos la relación indica que el CI no podrá entrar, si no entran los documentos mencionados en el CI respectivo.

8. *Afecta (sí/no).* Se deberá indicar cuales son las áreas afectadas por este CI.

9. *Origen (orig.).* Anotar cual es la procedencia del material ya que puede ser de origen nacional o importado.

10. *Clase (Clas.).* La clase refiere al tipo de material ya sea comprado (AD), habilitado (HAB) o fabricado (FAB).

11. *Unidad de Medida (U/M).* Cada parte debe contar con una unidad de medida (tal como se explica en capítulo 2), la cual se deberá indicar en este campo.

12. *Cantidad (Cant.).* Anotar la cantidad correspondiente a la "parte padre", es importante aclarar que NO se debe colocar la cantidad que lleve por unidad.

13. *No. Nuevo o Revisado (Códigos afectados).* Anotar el número de código de la(s) parte(s) afectada(s). En el caso que se estén revisando partes se deberá de escribir en el campo correspondiente (REV) el número o letra que corresponda.

14. *No. Reemplazado o Cancelado (Códigos afectados).* Anotar el número de código de la(s) parte(s) afectada(s).

15. *Descripción de la parte.* Anotar brevemente la descripción de la parte que está siendo afectada en cada partida. Son válidas las abreviaciones, siempre y cuando no se pierda la claridad y el contexto.

16. *Grupo/Opción.* Anotar el número de grupo de diseño y la opción de la parte correspondiente.

17. *Tamaño de Dibujo (T/D).* Anotar en la columna el tamaño de dibujo de la parte correspondiente. Lo anterior contribuye directamente a la facilidad de localización en el archivo de planos.

18. *Notas:* Esta columna esta libre, destinada para que cada usuario realice anotaciones adicionales a cada parte.

19. *Aprobación del C.I.* Aquí se deberán anotar los responsable de cada actividad de hecho los últimos dos campos (Planeación y Compras) pertenecen a los integrantes del comité de cambios en donde darán la efectividad del cambio.

20. Una vez llenados todos los datos necesarios para un CI, el procedimiento será turnarlo con el responsable del Comité de Cambios de Ingeniería que corresponda a su área. En cuanto todas las áreas lo hayan aprobado, se tomarán las acciones necesarias para llevarlo a cabo, siguiendo los lineamientos que se describen en el capítulo 5 (Cambios de Ingeniería).

Nota 1: Se hace la aclaración de que las diferentes fechas que aparecen en el formato, pueden ser todas diferentes. El documento puede firmarse con fecha actual, tener efectividad a futuro para algunas piezas, efectividad retroactiva para otras piezas, y emitirse en otra fecha.

Nota 2: Las fechas de efectividad para cada material, deberá ser la que se desea para que aparezca en los listados de materiales. Para efectos de compra y planeación del cambio, se deberá trabajar con la información avanzada de la hoja del CI.

En la página siguiente se muestra un formato de CI, con la numeración de los puntos explicados anteriormente, en el cual se pueden observar con más claridad los datos que se requieren.

CAMBIO DE INGENIERIA				
MODELOS AFECTADOS (1)	DESCRIPCION DEL CAMBIO (2)			FECHA EMISION (3) ACIÓ DE HOJA (4)
RAZON DEL CAMBIO (2)			EFFECTIVIDAD DEL CAMBIO (6)	AECTA (8) BILDO
DOCUMENTOS QUE AMPARAN EL CAMBIO (7)			DESCRIPCION (15)	GRUPO OPCION (16)
CAMBIO COORDINADO (7)			MODELO (1)	NOTAS (18)
NO NUEVO O REVISADO (13)			GRUPO OPCION (16)	NOTAS (18)
NO REEMPLAZADO O CANCELADO (14)			GRUPO OPCION (16)	NOTAS (18)
ELABORADO POR			APROBO JEFE DE AREA	VO BO GERENTE AREA
FECHA			FECHA (18)	FECHA
REVISIONES			OBSERVACIONES	ACIÓ DE HOJA DE

Procedimiento para documentar los Cambios a las Listas de Partes (C.L.P.)

Objetivo:

El objetivo de este procedimiento es explicar los motivos por los que surgió este tipo de control, además de detallar la manera de llevar a cabo los diferentes pasos que hay involucrados para dar solución a los problemas a partir de los cuales se generan estos documentos de Cambios a la Lista de Partes (CLP).

Alcance:

Este procedimiento contempla los diferentes casos por los que se puede crear un Cambio a la Lista de Partes (CLP), incluyendo la manera de llenar la forma y los casos especiales que pueden surgir; así como una parte del seguimiento necesario.

Introducción:

El área de Nomenclatura normalmente realiza la captura de toda la información de producto_proceso en algún tipo de Sistema que se lleve; se vio en la necesidad de manejar

un nuevo tipo de control para todos aquellos cambios que se hacen a la lista de partes, que no están controlados a través de Cambios de Ingeniería (CI). El concepto principal de este tipo de control se aplicó en cierta empresa debido a su esquema de trabajo antes de llevar a cabo este método, ya que el área de Nomenclatura capturaba la información de Ingeniería del Producto por lógica de diseño en el sistema LIPAD1 (Listas de PARTES De Ingeniería), y el área de Ingeniería Industrial recapturaba la información por lógica de proceso en el sistema Open Manufacturing 6.1c; ocasionando con ello una gran cantidad de cambios a la estructura del producto que no se controlaban de manera formal.

Por ejemplo: en el esquema antiguo, Nomenclatura indicaba el tipo de materia prima de cada pieza, pero no asignaba código, ni cantidad de materia prima, ni indirectos, ni referencia de proceso. Cuando se hacía un cambio a alguno de estos últimos datos mencionados, no se hacía un CI's ya que no afectaba al diseño en la mayoría de los casos. El único registro de este tipo de cambios eran las bitácoras del sistema.

Descripción de un C.L.P.

Debido a que la mayoría de las personas de ingeniería cuentan con acceso a las opciones de modificación de estructura de producto en el sistema, existe la posibilidad de estar cambiando información en la base de datos sin avisar a otras áreas, o inclusive sin que el responsable se entere. Para evitar afectar a otras áreas de la empresa, por hacer cambios a las bases de datos sin previo aviso, y sin solicitar autorizaciones y/o efectividad, se observó que se requería de una gran disciplina y control de cambios para no afectar la operación de otras áreas.

La solución planteada a este problema, son los Avisos de Cambio a la Lista de Partes (CLP) que son unos documentos en formato pequeño (esquela ver A3-2) y manejable, donde se registra información relativa a cambios a las listas de partes o maestro de artículos. La característica más relevante de un CLP, es que sirve para controlar todos aquellos cambios que no se controlan a través de un Cambio de Ingeniería (CI).

Información a registrar en un CLP.

Dentro del formato de CLP existen una serie de espacios donde se deberá registrar la información de diversa índole como se muestra a continuación:

1. *Modelos afectados.* Se coloca aquí el código o la descripción de la familia o modelo (normalmente el que está en producción en ese momento) que está siendo afectado con el CLP. En caso de que este cambio afecte a muchos modelos, pero que actualmente no están programados para su producción, podría omitirse el mencionarlo en el cambio, puesto que la actualización en la base de datos se haría después en forma automática para todos los lugares.
2. *Razón del cambio.* Se coloca una explicación (descriptiva, más que con códigos o cantidades) de para que se está haciendo el cambio.

3. *Solicitado por.* Se deberá anotar siempre un nombre de persona, del que solicita el cambio; para que en el futuro se puedan pedir referencias o investigar el problema.

4. *Fecha de emisión.* Este será de los últimos datos en capturarse pues será la fecha en que, una vez con todas las autorizaciones, se procederá a hacerlo público a la planta y se capturará en el sistema con las fechas de efectividad indicada para cada material.

5. *CLP No.* Aquí se registrará un número consecutivo de tres o cuatro dígitos que será el control de CLP's creados.

6. *Hoja x de y.* Anotar el número de hoja que se esta viendo, y el total de hojas de que consta el CLP (existen dos formatos: portada y continuación) para el caso de CLP's muy largas que requieran más de 12 renglones.

7. *Clase de cambio.* Marcar cual de los dos tipos de cambio es el que se requiere para el CLP; de efectividad óptima (sin obsolescencia) o urgente_seguridad (con obsolescencia). El primer caso supone que el cambio debe entrar hasta que se acabe el material anterior; mientras que el segundo caso puede ser un cambio urgente que debe entrar de inmediato, aunque se genere material obsoleto.

De todos los CLP's y CI's que generen este tipo de material obsoleto, se deberá a llevar un registro para la medición de desempeño.

8. *Otros cambios relacionados.* Se refiere a otros Cambios a Lista de Partes (CLP) o Cambio de Ingeniería (CI) que estén relacionados al CLP en cuestión. En muchos de los casos la relación indica que el CLP no podrá entrar, si no entra el CI respectivo. En algunas otras ocasiones, el CLP sirve para corregir el problema por el momento, en lo que se da una solución de raíz al problema.

9. *Área, fecha y firma.* Se deberá anotar el nombre del responsable que firma por el área, la fecha en que firma el documento y su rúbrica.

10. *Núm.* Indica un número consecutivo para el llenado, partida por partida.

11. *Parte padre.* Rellenar el cuadro para indicar que esta partida incluye un código padre. Cabe mencionar, que en toda estructura a modificar en el sistema, siempre existirá un padre; por tanto, siempre habrá forma de llenar este formato.

12. *Componente.* Rellenar el cuadro para indicar que esta partida incluye un código componente. (idem)

13. *Padre_Componente.* En caso de ser un cambio en el maestro de partes, no se sabrá si la pieza es padre o hijo; por tanto se llenarán con un guión ambas columnas.

14. *Código afectado.* Anotar el número de código de la(s) parte(s) afectada(s).

15. *Descripción de la parte.* Anotar brevemente la descripción de la parte que está siendo afectada en cada partida. Son válidas las abreviaciones, siempre y cuando no se pierda la claridad y el contexto.

16. *Responsable.* Anotar el nombre de la persona responsable de hacer la captura en el CLP y en la base de datos.

17. *Tipo de cambio.* Anotar en la columna el tipo de cambio que se está realizando. En caso de ser un cambio no especificado, marcar tipo 08 (otros) y detallar de que se trata el cambio en el renglón destinado a tal efecto (17a).

18. *Error de captura si/no.* Marcar con un "SI" si la partida del CLP es para corregir un error de captura por parte del capturista; Marcar con un "NO" en caso de que la partida del CLP sea por otro tipo de error distinto a la captura.

19. *Cantidad, referencia, fecha o dato modificado _ anterior/nuevo.* Anotar en las columnas, cual es el dato anterior y el dato nuevo corregido. En esta columna se permite capturar cualquier dato de los mencionados en la tabla A; y queda prohibido capturar números de opciones (usar la relación padre_componente).

20. *Fecha de aviso.* Anotar la fecha en que se dio aviso al Comité de Cambios de Ingeniería de este cambio.

21. *Fecha de efectividad.* El Comité de Cambios de Ingeniería anotará la fecha en que autoriza efectividad para cada partida. Esta fecha puede ser a la fecha del día de autorización, retroactiva o a futuro. Esta fecha deberá ser la efectividad a partir de la cual se desea que aparezca en los listados de materiales; y en caso de sufrir cambios en la producción, se deberá notificar cual será la nueva fecha corregida.

22. *Descripción del cambio y observaciones.* En este campo se deberán poner todos los comentarios, observaciones y datos pertinentes; que puedan llegar a requerirse al momento de hacer la captura o para fines de aclaraciones en el futuro. Este campo deberá utilizarse para mostrar la referencia de proceso, el código de estructura (CE) y el grupo de ingeniería. Los primeros dos datos son muy importantes, pues uno se utiliza para la lista sumariada en el surtimiento de materiales, y el otro dato se utiliza para definir fantasmas en estructuras de producto.

23. Una vez llenados todos los datos necesarios para un CLP, el procedimiento será turnarlo con el responsable del Comité de Cambios de Ingeniería que corresponda a su área; En cuanto todas las áreas lo hayan aprobado, se tomarán las acciones necesarias para llevarlo a cabo, se actualizarán los registros del sistema de cómputo y se difundirá el cambio.

Nota 1: Se hace la aclaración de que las diferentes fechas que aparecen en el

formato, pueden ser todas diferentes. El documento puede firmarse con fecha actual, tener efectividad a futuro para algunas piezas, efectividad retroactiva para otras piezas, y emitirse en otra fecha.

Nota 2: Las fechas de efectividad para cada material, deberá ser la que se desea para que aparezca en los listados de materiales. Para efectos de compra y planeación del cambio, se deberá trabajar con la información avanzada de la hoja del CLP.

A continuación se muestra un formato de CLP, con la numeración de los puntos explicados anteriormente, en el cual se pueden observar con más claridad los datos que se requieren.

CAMBIO A LAS LISTAS DE PARTES											
MODELOS AFECTADOS		RAZON DEL CAMBIO		DESCRIPCION DE LA PARTE		TIPO DE CAMBIO	EMPAQUE	CANTIDAD REFERENCIA	FECHA	FECHA	DESCRIPCION DEL CAMBIO Y OBSERVACIONES
1		2		15		16	17	19	20	21	22
10		9		14		18		23			
3		4		5		6		7		8	
11		12		13							
1		2		3		4		5		6	
7		8		9		10		11		12	
13		14		15		16		17		18	
19		20		21		22		23		24	

A3-2

101

FALLA DE ORIGEN

Tipos de cambios a la lista de partes.

Los diferentes tipos de Cambios de Listas de Partes que pueden hacerse, han sido catalogados en ocho tipos. Los primeros dos se refieren a cambios por diseño, los siguientes dos debido a cambios por proceso, los siguientes dos debido a cambios en la organización de la información, el séptimo tipo es debido a materiales indirectos del proceso y el último debido a casos especiales según se lista a continuación:

Tipo y Descripción.

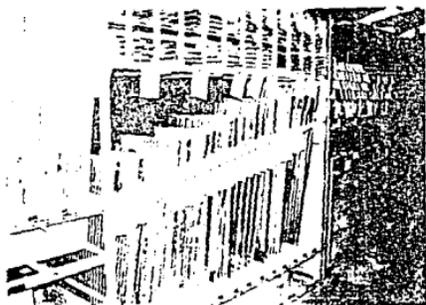
- 01 C.I.
- 02 Nueva Emisión (Modifica a opción o ensamble ya existente)
- 03 Cambio de referencia (Proceso Afecta Lista Sumarizada)
- 04 Cambio de materia prima (No Existe C.I. Ejemplo: lámina 3' x 8' a 3' x 10')
- 05 Movimiento de partes a otras opciones
- 06 Kits
- 07 Materiales Indirectos
- 08 Otros: Cambio de Unidad de Medida
- 08 Otros: Cambio de Descripción
- 08 Otros: Cambio de Línea de Producto
- 08 Otros: Cambio de Revisión, Tamaño o Dibujo (Aviso Cambio Dibujo)
- 08 Otros: Cambio en Tipo_Grupo
- 08 Otros: Cambio de Fechas de Efectividad
- 08 Otros: Cambio de Cantidad
- 08 Otros: Cambio de Código de Estructura (CE=fantasma si/no)
- 08 Otros: Cambio de Grupo de Ingeniería
- 08 Otros: Cambio en la Configuración o en la Tabla de Opciones.
- 08 Otros: Cambio en la Definición de las Opciones (obligatorio, característica, etc.)

Necesidad de CLP's cuando se hacen CI's.

Ciertos CI's requieren modificar una serie de parámetros adicionales, que obligan a crear un CLP y viceversa. Aunque no es regla general, si ya hay un CI, normalmente ya no se requiere un CLP, excepto:

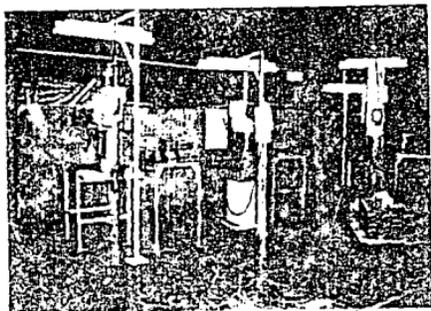
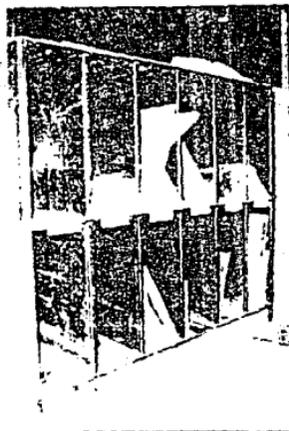
- 1._ Cambio en materiales indirectos.
- 2._ Cambio en materias primas.
- 3._ Cambio en opciones.
- 4._ Cambio en componentes (se mueven a otras opciones).
- 5._ Cambio en el proceso (se afectan referencias), etc...
- 6._ Otros. Cualquiera de los indicados en la lista de Tipos de CLP's.

ANEXO FOTOGRAFICO

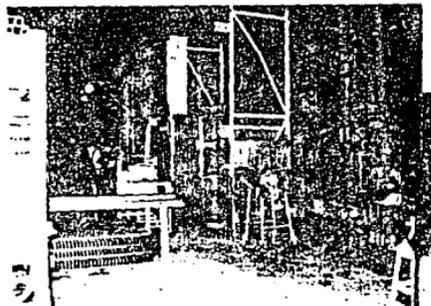


AF-1 Contenedor de material utilizado para el método "Anexas" y Kan Ban

AF-2 Contenedor de material ubicado para el terreno de muestra primas.

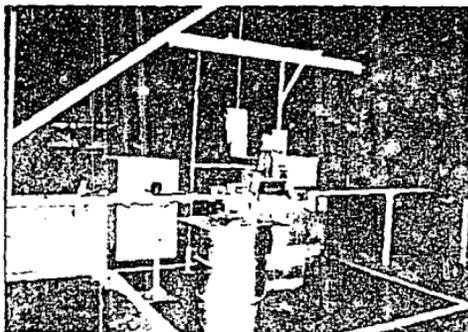


AF-3 Centro de trabajo donde se realizan operaciones semejantes (barrenados). Disposición Funcional

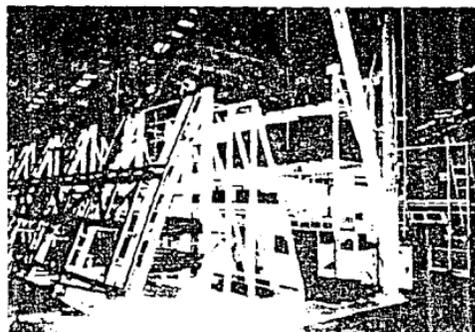


AF-4 Línea de ensamble con su correspondiente célula de trabajo a un costado. Disposición de flujo

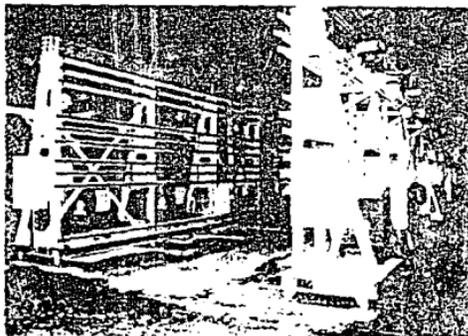
FALLA DE ORIGEN



AF-5 Sierra Koberbach, los dispositivos son los que se muestran a la izquierda y derecha de la sierra.



AF-6 Dispositivo que se utiliza para armar un subensamblado del autobús y a manera de material.



AF-7 Dispositivo que se utiliza para armar la estructura del autobús, está acondicionado con topes ajustables asistidos con equipo neumático mecánico.



AF-8 Plancha utiliza la para realizar las operaciones de corte y bazu.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS :

- 1.- BERANGER, Pierre. En Busca de la Excelencia Industrial. Edit. LIMUSA, México 1994.
- 2.- MATHER, Hal. Manufactura Competitiva. Edit. Ventura Ediciones, México 1989.
- 3.- SCHERKENBACH, William W. The Deming Route to Quality and Productivity. American Society for Quality Control, Milwaukee 1990.
- 4.- WILEY John , Sons Inc. Reingeniería de Procesos de Negocios. Edit. LIMUSA, México 1994.
- 5.- ASOCIACIÓN de Industria Navarra. La Calidad en el Área de Diseño. Edit. Díaz de Santos. México 1991.
- 6.- MICHAEL Hammer & James Champy. Reingeniería. Grupo Edit. NORMA, JUNIO 1994.
- 7.- RICHARD J. Schonberger. Manufactura de Categoría Mundial. Grupo Edit. NORMA, JUNIO 1994.
- 8.- WILLIAM A. Sandras, Jr. Just in Time Making it Happen. Edit. Oliver Wight Companies 1989.

MATERIAL DIDÁCTICO :

- 9.- Curso de Ingeniería Industrial. Patrocinado por Technology Training, Inc.
- 10.- Manufacturing Excellence Course. David W. Buker, Inc. & Associates.
- 11.- Sales/Production Planning & Master Scheduling Course. David W. Buker, Inc. & Associates.
- 12.- Engineering for Manufacturing Excellence Course. David W. Buker, Inc. & Associates.
- 13.- Manual de Reingeniería de Procesos. (M.A.S.A)
- 14.- Manual del Cliente Proveedor. (M.A.S.A.)

- 15.-Seminario de Open Manufacturing. Aplicado al Modulo de Ordenes de Trabajo.
- 16.-Seminario de Open Manufacturing. Aplicado a los módulos de Ingeniería; Estructuras del Producto, Características y Opciones, Rutas de Fabricación y Centros de Trabajo.
- 17.-Manual de Planeación de Recursos de Manufactura. David W. Buker, Inc. & Video Productions.
- 18.-Manual de Filosofía y Conceptos de Desarrollos de Sistemas. Sistemas y Soluciones Empresariales.
- 19.-Manual de Introducción al sistema MFG-PRO. Ingeniería, Ventas, Control de la Producción, MRP, CRP, y Compras.
- 20.-"Class A" MRPII Performance Measurement. David W. Buker Inc.