

01126
33



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO.

FACULTAD DE INGENIERIA.

"FUNDAMENTOS PARA EL DESARROLLO DE UN MANUAL DE
PROCEDIMIENTOS DE TRANSFERENCIA
E INTRODUCCION DE NUEVOS PRODUCTOS "

T E S I S.

Que para obtener el título de :

INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA.
(Area Industrial)

Presentan :

Julio César Haro Domínguez.
Ernesto Lozano Gracia.

Director de tesis : Dr. Saúl Santillán Gutierrez.
Sinodales : Dra. Idalia Flores de la Mora.
Dr. Ricardo Aceves Garcia.
Dr. Jesus Manuel Dorador.
Dr. Marcelo López Parra.





Universidad Nacional
Autónoma de México



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 esta 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.

AGRADECIMIENTOS.

A Dany:

Quién al leer el libro de papá, le agrade ver su nombre escrito en el interior.

A mi esposa:

Que con su ejemplo, amor, tolerancia y apoyo, me permitieron culminar este trabajo.

A mis padres y hermanos:

Por haber invertido en mí su confianza, sus sacrificios y brindarme todo su apoyo con valiosos consejos.

Sinceramente.

Ernesto Lozano Gracia.

AGRADECIMIENTOS.

A mis padres :

Por ser pilar fundamental en el logro de los grandes retos de mi vida, por su esfuerzo e incondicional apoyo y por enseñarme a seguir adelante aun en los momentos difíciles.

A mis hermanos :

Por la sincera alegría que muestran al compartir conmigo mis pequeños o grandes éxitos.

A mis abuelos :

Por sus invaluable consejos y ejemplo.

Sinceramente.

Julio César Haro Domínguez

“Fundamentos para el desarrollo de un manual de procedimientos de transferencia e introducción de nuevos productos”

CONTENIDO

1.- Introducción.	1
2.- Antecedentes.	3
- La situación de Braun de México.	
- El departamento de nuevos productos.	
3.- Presentación del problema.	6
- Objetivos del área de ingeniería central y su relación con el área de nuevos productos en México.	
- Problemática actual.	
4.- Objetivos.	10
5.- Desarrollo.	11
- Desarrollo y análisis de los fundamentos para un manual de procedimientos.	
6.- Caso de estudio	48
- Transferencia de un producto de una planta alemana a México.	
7.- Conclusiones.	107
Bibliografía.	

CAPITULO 1. INTRODUCCION

En la actualidad para sobrevivir en un ambiente cada vez más competitivo, las empresas de todos los niveles requieren de un mayor dinamismo, innovación y capacidad de respuesta, que les permita reducir sus tiempos de lanzamiento de nuevos productos, minimizar sus costos de introducción, mantener altos niveles de calidad y mejorar o reducir sus costos de fabricación.

La mejor forma de lograr estos ambiciosos objetivos, es iniciar a desarrollarlos desde las etapas más tempranas del ciclo de vida de un producto y mantenerlos durante todo el proceso de evolución del mismo, hasta la entrega a los mercados para los que estará destinado.

En otras palabras, durante las fases que componen el desarrollo del proyecto de introducción de un nuevo producto, mismo que será el objeto de estudio en este trabajo de tesis.

El secreto del éxito en el logro de estos objetivos estará basado en la correcta identificación, estructuración y documentación de cada una de las fases que componen un proyecto de este tipo, poniendo especial atención a aquellos factores que permitan desde un inicio fijar las bases de un desarrollo competitivo.

Para lograrlo, nos introduciremos en la problemática que actualmente se presenta en una empresa con sede en México, pero perteneciente a un grupo multinacional, y que debe competir frente a sus similares en otras partes del mundo para la obtención de proyectos de nuevos productos que le permitan subsistir y mantener las fuentes de empleo para muchas familias mexicanas.

Esta problemática se manifiesta en algunas deficiencias en la coordinación y ejecución de proyectos, así como en la comunicación con las áreas de ingeniería central de la sede matriz, ocasionando la pérdida de oportunidades que podrían ser aprovechadas si todos los participantes en el desarrollo de proyectos, y especialmente el líder del mismo, contaran con bases sólidas que les permitieran responder con la rapidez y eficacia requeridas.

Capítulo 1. Introducción

El desarrollo de este trabajo consistirá en la estructuración, explicación y documentación de cada una de las fases que componen un proyecto, reuniendo toda esta información que servirá de fundamento para la creación de un manual de procedimientos.

La aportación de este trabajo de tesis, a diferencia de un manual de procedimientos puro (el cual se enfoca en la secuencia de actividades), radica en el hecho de ofrecer los fundamentos que permitan en cada una de las fases de un proyecto, identificar las posibles variables y tomar las decisiones pertinentes.

Dichos fundamentos, permitirán crear un manual de procedimientos más acorde a la realidad del desarrollo de un proyecto, al aportar flexibilidad y criterios de decisión, especialmente si consideramos que cada proyecto representa retos diferentes.

Al final de este trabajo se presenta un caso práctico.

Como objetivo final, deseamos que este trabajo sirva de introducción y guía no solo a las personas que dentro de la compañía tengan en algún momento la interesante tarea de coordinar un proyecto de introducción de nuevos productos, sino también a aquellos que desde sus puestos de trabajo en otras empresas contribuyan al desarrollo de México.

CAPITULO 2. ANTECEDENTES

Historia y situación actual de Braun de México

A continuación se incluye una recopilación de los antecedentes y situación actual de la compañía a manera de introducción.

La Compañía Braun fue fundada en 1921 por Max Braun en la ciudad alemana de Frankfurt, originalmente se dedicó a la fabricación de elementos mecánicos y más tarde a la de componentes plásticos para la industria de radio.

Con la fabricación de sus propios radios y fonógrafos, empezó un importante período de expansión económica.

A la muerte de Max Braun en 1951; la compañía pasó a sus hijos Artur y Erwin, fue entonces cuando nuevos productos, tales como:

- Pequeño electrodoméstico de cocina.
- Afeitadoras eléctricas.

se incorporaron a la producción.

En 1962, existió una gran expansión incorporando nuevos productos a su gama, a la vez que inicia una ampliación de unidades de producción y de una red de distribución en el extranjero.

En 1967, la compañía Gillette de Boston (EE.UU.) adquirió la mayoría de las acciones de Braun.

En 1985, tras haber existido principalmente como comercializadora y una pequeña operación de ensamble y empaque, la corporación decide instalar una planta en México, cuya producción desde el principio está principalmente orientada a satisfacer los mercados de Norte América con un alto porcentaje de exportación a USA.

Capítulo 2. Antecedentes

Presencia mundial de Braun

El desarrollo como compañía multinacional ha sido muy importante.

Hoy día está presente en:

Alemania	central de Kronberg
Alemania	fábrica de Kronberg.
Alemania	fábrica de Marktheidenfeld.
Alemania	fábrica de Walldürn.
China	fábrica de Shanghai.
España	centro de investigación y desarrollo en Barcelona.
España	fábrica de Barcelona.
Francia	fábrica de La Farlede.
India	fábrica de Madras.
Irlanda	fábrica de Carlow y Newbridge.
México	fábrica de México.
USA	fábrica de Iowa.

Además Braun tiene subsidiarias en más de 17 países y está representada por distribuidores que cubren prácticamente la totalidad de los países del mundo.

Gama de productos

- Cepillos dentales manuales y eléctricos.
- Productos de cuidado dental e hilos dentales.
- Aparatos electrodomésticos.
- Afeitadoras eléctricas.
- Aparatos de cuidado personal.
- Equipo médico.
- Relojes y calculadoras electrónicas.

Braun de México y Cia.

La compañía en sus actuales instalaciones inicia operaciones en 1985. La fábrica se encuentra en el municipio de Naucalpan de Juárez, en el Estado de México.

Capítulo 2. Antecedentes

La producción de Braun se divide de la siguiente forma:

Cuidado dental

Los productos de cuidado dental más destacados por su volumen son:

- Cepillos manuales.
- Cepillos de baterías.
- Especialidades de cuidado bucal.
- Hilo dental.

Electrodomésticos

Los productos electrodomésticos más destacados por su volumen son:

- Cafeteras.
- Molinos de café.
- Licuadoras.

Estos productos, además de México, se destinan a mercados tan diversos como: USA, Canadá, Europa, Latinoamérica, Japón, Corea, etc., por lo que se producen en diversos modelos y versiones, mismos que deben cumplir con los requisitos de aprobaciones exigidos por cada país.

Para la producción de toda esta gama de productos, la compañía cuenta con los siguientes procesos de fabricación :

- Inyección de partes plásticas de uno o dos componentes.
- Impresión de partes plásticas mediante tinta o laser.
- Fabricación de motores eléctricos.
- Encerado de productos dentales.
- Bobinado y ensamble de hilo dental.
- Montaje de módulos y componentes.
- Montaje completo del producto.
- Empaque final .

Por último es importante mencionar que actualmente la planta esta certificada con las normas ISO 9001/2000, así como ISO 14000.

CAPITULO 3. PRESENTACION DEL PROBLEMA

En este capítulo revisaremos la situación actual de la forma de trabajo de nuestra planta en México en cuanto a la coordinación y seguimiento de proyectos de introducción y/o transferencia de productos, con objeto de definir la problemática actual y detectar las áreas de oportunidad en las que se requiere mejorar el desempeño del departamento de ingeniería de nuevos productos.

Esta revisión nos permitirá definir los objetivos a seguir y remarcar, al mismo tiempo, la importancia estratégica que el buen desempeño de ésta área tiene para toda la compañía.

Objetivos del área de ingeniería central y su relación con el área de ingeniería de nuevos productos en México

Como se mencionó anteriormente nuestra planta pertenece a una compañía transnacional con sede central en Kronberg Alemania, en donde se encuentra ubicada el área de ingeniería central, responsable de la coordinación de todos los proyectos de introducción de nuevos productos en la diferentes plantas de fabricación del grupo a nivel mundial.

El área de ingeniería central es responsable de coordinar, desde Alemania, a las diferentes áreas involucradas en el desarrollo e introducción de nuevos productos, tales como: mercadotecnia, investigación y desarrollo, diseño, calidad, finanzas y compras, además de servir de contacto entre la sede central y las plantas de fabricación.

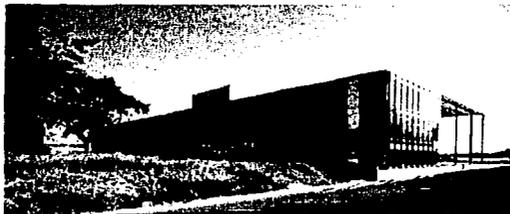


Figura 3.1 Sede central en Kronberg, Alemania

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 3. Presentación del problema

Su responsabilidad abarca desde la evaluación inicial del producto o idea, con objeto de determinar costos de fabricación, inversiones, procesos y determinación de planta o lugar de fabricación, hasta el desarrollo y arranque final del producto en la planta seleccionada.

En la figura 3.2 se muestra un diagrama que resume las diferentes funciones del área de ingeniería central de la sede central en Alemania.

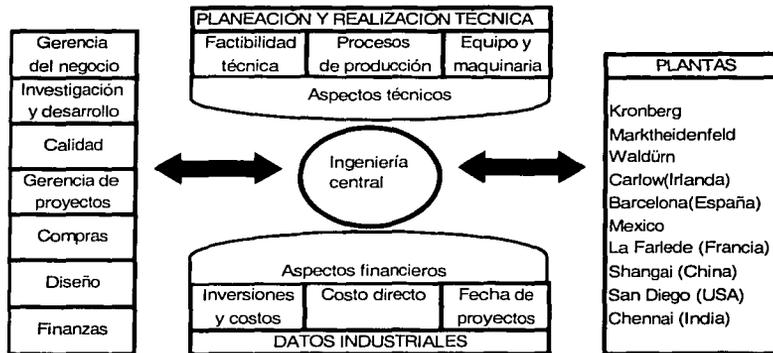


Figura 3.2 Funciones del área de ingeniería central y su relación con los demás departamentos.

Los objetivos principales en los cuales basa sus actividades el departamento de ingeniería central, serán mencionados y comentados a continuación.

Es importante remarcar que se pondrá especial importancia en indicar los puntos de esos objetivos, en los cuales se haga mención específica de las funciones requeridas al área de ingeniería de nuevos productos de nuestra planta en México (los cuales se resaltan en **negritas**).

Los objetivos principales del área de ingeniería industrial de la sede central son:

- Desarrollo de conceptos de productos en conjunto con las áreas de investigación y desarrollo, calidad, mercadotecnia, compras, tecnologías y procesos de producción, así como con **las plantas de producción** (en este caso con ingeniería de nuevos productos de la planta en México, por ejemplo).

Capítulo 3. Presentación del problema

- Definición y desarrollo de procesos y métodos de producción en conjunto con los departamentos adecuados de la sede central, las **plantas de producción** y proveedores externos.
- Planeación y obtención de la información requerida para la evaluación económica del proyecto, tales como: costo directo, inversiones requeridas, capacidades de producción, distribución de planta, definición de fechas etc. Esta información se determina en gran parte en conjunto con el **área de ingeniería de nuevos productos de la planta involucrada**.
- Determinación del presupuesto de inversiones requeridas para nuevos productos y proyectos centrales.
- Mantener el costo objetivo durante el desarrollo del proyecto en conjunto con el **área de ingeniería de nuevos productos de la planta destino**.
- Reducción de los tiempos de desarrollo de proyectos de introducción de nuevos productos.
- Desarrollo de análisis de concurrencia.

Problemática actual

Como podemos observar, la comunicación con el área de ingeniería central es de vital importancia para las plantas de producción (en este caso nuestra planta en México, por ejemplo) pues de ello depende la selección como mejor alternativa (si bien entran además en juego muchos otros factores como el panorama económico mundial, el mercado al que estará enfocado el producto, las tecnologías e instalaciones existentes etc.) y la correcta introducción del nuevo producto bajo el costo, inversiones y tiempo establecidos.



Figura 3.3 La buena comunicación de la sede central con las plantas es fundamental

Capítulo 3. Presentación del problema

En la introducción de un nuevo producto o bien la transferencia entre plantas, el área de ingeniería de nuevos productos de la planta receptora juega un papel de vital importancia, pues de la correcta coordinación de actividades y la clara comunicación con el área de ingeniería central, depende el éxito de la obtención de nuevos proyectos que mantienen en vida a la planta y generan nuevas fuentes de empleo, así como la ejecución exitosa de los mismos una vez adjudicados.

Sin embargo dada la velocidad de cambios requeridos, por un cada vez mas exigente mercado, la competencia que representan otras opciones localizadas en Asia y la transformación que actualmente sufre la empresa en análisis, al pasar de una planta productora de productos electrodomésticos a una de fabricación de productos de cuidado bucal, exige mejorar la organización y funcionamiento del área de ingeniería de nuevos productos.

Esto con objeto de responder eficientemente a estos retos, especialmente si consideramos la vertiginosa dinámica que exige la nueva gama de productos, que en ocasiones rebasa la capacidad de trabajo del departamento, haciendo necesario que personas de otras áreas de ingeniería participen directamente en la coordinación de proyectos, muchas veces sin tener experiencia previa en esta área con resultados que no siempre son los mejores.

Esto crea una problemática que afecta de una u otra forma a todo el desempeño de la compañía. Si bien existe un manual de procedimientos para el área de ingeniería de nuevos productos, éste es muy escueto, puesto que solamente indica que el ingeniero de nuevos productos es responsable de preparar y proveer la información a la sede central, sin indicar el como preparar dicha información, que formatos utilizar (dada la alta rotación de personal) y como afrontar cada una de las variables que un proyecto puede presentar.

Esta situación acarrea los siguientes problemas específicos :

- Saturación de las actividades del ingeniero de nuevos productos al no delegar correctamente actividades.
- Demora en el tiempo de respuesta.
- Deficiencias en el desarrollo del estudio técnico y económico al no tomar en cuenta todas las posibles variables o bien desconocer la forma de afrontar dichos análisis.
- Descontrol e inconsistencia en el manejo de información puesto que se manejan varios formatos para el mismo tipo de información.
- Especificaciones de producto deficientes o incompletas lo que deriva en cálculos de costo incorrectos con sus consecuentes repercusiones en los beneficios de la compañía.

Capítulo 3. Presentación del problema

De esta problemática surge la necesidad de partir de la base y definir los fundamentos que más tarde, en una segunda etapa, permitirán desarrollar un nuevo manual de procedimientos más acorde a la realidad.

De igual forma, servirá de introducción a todos aquellos nuevos integrantes del área de ingeniería de nuevos productos.

Este desarrollo estará basado en la metodología de trabajo existente en la sede central en Alemania, lo cual permitirá una homogeneización de métodos de trabajo que facilite una mejor respuesta y comunicación.

De igual forma, se buscará aprovechar la experiencia recopilada durante poco más de tres años (dos de ellos trabajando directamente en la sede central en Alemania) de coordinación de proyectos de introducción y transferencia de nuevos productos.

CAPITULO 4. OBJETIVOS

El objetivo principal de esta tesis, será el establecer los fundamentos que deben ser considerados en el desarrollo de un manual de procedimientos para transferencia e introducción de nuevos productos, que conlleve a su vez al correcto desarrollo de proyectos dentro de la planta en análisis en México, desde la fase de evaluación inicial hasta la puesta en marcha del mismo, buscando siempre alcanzar los objetivos bajo los cuales sea aprobado el proyecto en cuanto a costo, inversiones, tiempo y calidad.

Como objetivos específicos se definirán los siguientes puntos:

- Identificar las responsabilidades de cada una de las áreas involucradas en el desarrollo del proyecto, de tal forma que el ingeniero de nuevos productos coordine y delegue mejor las actividades.
- Definir e Identificar las diferentes etapas de desarrollo de un proyecto dentro de la planta de producción en México, así como servir de guía en el desarrollo de cada una de ellas.
- Mejorar el tiempo de respuesta tanto en las fases iniciales del proyecto como en el arranque de producción.
- Identificar las variables que intervienen en el desarrollo de un proyecto y que deben ser tomadas en cuenta para mejorar la calidad del estudio técnico y económico.
- Sentar las bases para la utilización de formatos de control específicos para cada una de las etapas del proyecto.
- Mejorar mediante la estructuración temprana de componentes, las especificaciones del producto.
- Mejorar la comunicación de los equipos de trabajo y terceros.

CAPITULO 5. DESARROLLO

Una vez identificada la problemática actual del departamento de ingeniería de nuevos productos, así como los objetivos que se persiguen en el desarrollo de esta tesis, iniciaremos con la definición de las diferentes etapas que conforman un proyecto, con objeto de conocer mejor sus elementos.

Fases de un proyecto dentro de la compañía

Las actividades encaminadas a la introducción de un producto dentro de la compañía, deben estar basadas en el "Procedimiento de proyectos para nuevos productos", que tiene aplicación dentro de toda la compañía a nivel mundial de acuerdo a las responsabilidades que correspondan a cada planta.

Si bien este manual se concentra en las actividades que se llevan a cabo en la sede central, sus apartados especifican cada una de las fases en las que se compone un proyecto de este tipo y menciona también las responsabilidades de las sedes receptoras en el desarrollo del proyecto, por lo que su entendimiento es de vital importancia para el ingeniero de nuevos productos.

De esta forma se podrá responder adecuadamente a las demandas del proyecto (al entender cada una de sus fases) y permitirá mejorar la comunicación con sus contrapartes en Alemania al manejar una misma terminología y procedimiento.

El desarrollo de un proyecto para la introducción de un nuevo producto esta compuesto de las siguientes fases de acuerdo al "Procedimiento de proyectos para nuevos productos" que como mencionamos tiene aplicación actualmente en la sede central :

- | | |
|--------|--|
| Fase 1 | Generación y selección de la idea. |
| Fase 2 | Clarificación técnica, económica y de mercado. |
| Fase 3 | Definición y planeación del proyecto. |
| Fase 4 | Ejecución. |
| Fase 5 | Revisión del producto, proyecto y proceso. |

Fase 1 Generación y selección de ideas

Esta fase del proyecto corresponde, como su nombre nos lo indica, a la creación del ambiente interno propicio para la generación de ideas que conduzcan más tarde a la definición de nuevos productos, o bien modificaciones a productos existentes que puedan mejorar sus prestaciones y los beneficios a la compañía.

Esta fase del proyecto consta de los siguientes componentes:

- 1.1 Generación y recolección de ideas.
- 1.2 Selección de ideas.
- 1.3 Aprobación de proyectos de aclaración.

1.1.-Generación y recolección de ideas.

En la fase de generación y recolección de ideas los responsables de cada línea de productos, así como los directores de las áreas de investigación y desarrollo e ingeniería, estarán encargados de mantener una base de información de ideas propuesta, en esta fase no se restringen o limitan las propuestas.

Las ideas pueden provenir tanto de resultados de estudios de mercado, de modificaciones o mejoras a productos ya existentes, de ideas generadas por los empleados de todos los departamentos y plantas o bien y de ser necesario, como respuesta a alguna novedad presentada en el mercado por algún competidor.

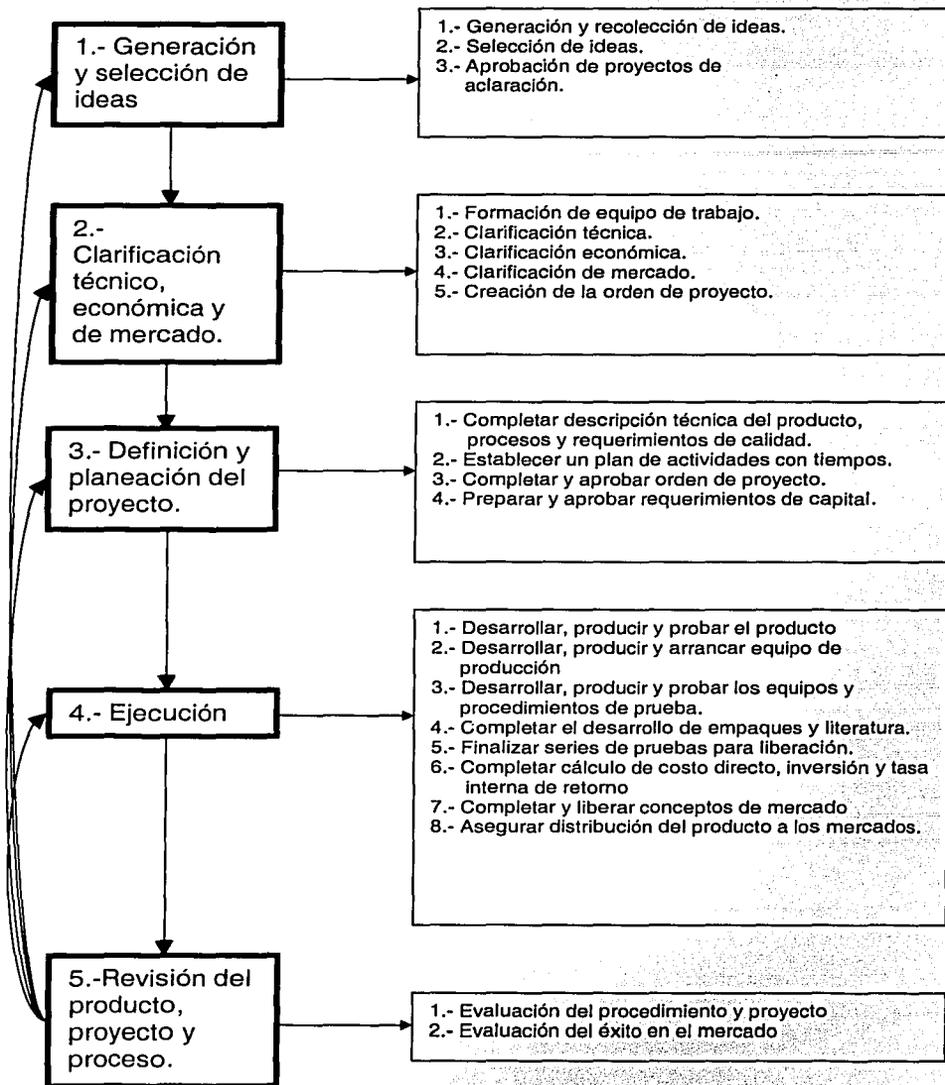


Figura 5.1 Resumen de las fases de un proyecto de introducción de nuevos productos

1.2.- Selección de ideas.

Cuando se tengan suficientes ideas recopiladas (regularmente dos veces al año), los responsables de mantener la base de información de ideas propuesta, mencionadas en el apartado anterior, seleccionarán las ideas que parezcan más prometedoras de acuerdo a la gama de productos de la compañía y al potencial de éxito y novedad de la misma.

Para estas ideas seleccionadas y con objeto de iniciar su evaluación antes de ser definidas como proyectos formales, la siguiente información deberá ser recopilada:

- Descripción de la idea/producto propuesta.
- Descripción de los beneficios al consumidor o a la empresa.
- Descripción de la necesidad.
- Estimación de potencial de negocio.
- Planificación de proyecto de clarificación.



Figura 5.2 De una gran variedad de ideas solo algunas llegarán a convertirse en productos

1.3.- Aprobación de proyectos de aclaración.

Una vez reunida esta información básica, se dará por aprobada la idea para la fase de clarificación técnica y económica, cabe resaltar que aun no esta aprobado el desarrollo del proyecto, sino solamente su evaluación formal con objeto de definir si será o no beneficiosa para el consumidor y la compañía, para desarrollar la fase 2, se nombra un equipo de trabajo del cual hablaremos más tarde.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Fase 2 Clarificación técnica, económica y de mercado

El objetivo de la fase 2 será la de evaluar desde el punto de vista técnico, económico y de mercado las ideas seleccionadas en la fase 1, con objeto de decidir al final de este proceso, si una idea/producto será desarrollada o no hasta su fase final, es decir; hasta el lanzamiento o introducción del producto. Esta fase se compone de los siguientes elementos:

- 2.1 Formación del equipo de trabajo.
- 2.2 Clarificación técnica.
- 2.3 Clarificación económica.
- 2.4 Clarificación de mercado.
- 2.5 Creación de la "Orden de proyecto".

2.1.- Formación del equipo de trabajo.

Para iniciar esta evaluación se formará un equipo de trabajo compuesto por miembros de cada una de las áreas involucradas en la sede central, tales como:

- Mercadotecnia.
- Diseño.
- Investigación y desarrollo.
- Calidad central.
- Adquisiciones (compras).
- Ingeniería industrial.

Este último, será el responsable de coordinar las actividades de éste equipo de trabajo. Si la fase de clarificación así lo requiere, miembros de otras áreas u otras plantas (la de México por ejemplo) pueden ser solicitados para formar parte del equipo de trabajo desde esta fase inicial.

2.2.- La fase de clarificación técnica.

El objetivo de la fase de clarificación técnica es la de comprobar la funcionalidad del producto mediante un modelo prototipo. Mediante este modelo preliminar también se evaluará la viabilidad de producción en masa, permitiendo la selección de tecnologías y procesos de manufactura, así como el nivel de automatización que la fabricación del producto requerirá .



Figura 5.3 La creación de un modelo prototipo es fundamental en la fase de evaluación técnica

En esta fase también se definen los requerimientos preliminares de calidad que el producto deberá cumplir en caso de que se decida fabricarlo.

Ya en esta temprana etapa, se debe iniciar a evaluar una propuesta del posible lugar de fabricación, la siguiente tabla muestra los criterios tomados en cuenta para la selección del centro de manufactura.



Figura 5.4 Criterios de selección del centro de manufactura

Es en esta fase en donde se definen como posibles candidatos a las plantas de manufactura de la compañía, o bien a algún proveedor externo que pueda hacerse cargo del ensamble completo, como ocurre con compañías principalmente de Asia.

La importancia de esta fase radica en que de ser seleccionada nuestra planta como candidata, la confirmación de la misma como centro de producción definitivo, dependerá en parte importante del grado de respuesta que puedan dar el área de ingeniería de nuevos productos al plantear una propuesta conveniente.

Otro factor de importancia es la influencia que el ingeniero de nuevos productos de la planta candidato, puede tener sobre los mismos conceptos de diseño y definición de procesos para el producto en evaluación, puesto que sus propuestas serán tomadas en cuenta en esta fase; en la que el producto y sus procesos de fabricación aún no están completamente definidos.

Como mencionamos parte de esta evaluación consiste en la valoración de las capacidades existentes en cuanto a infraestructura de producción, del grado de complejidad del producto y de los canales de distribución, por lo que el ingeniero de nuevos productos deberá tener un sólido conocimiento de las capacidades de su planta y de su entorno (proveedores locales etc), para poder dar una respuesta acorde a las exigencias del proyecto.

En el ejemplo práctico de este trabajo se darán ejemplos de evaluaciones de este tipo. Con respecto a la labor del ingeniero de nuevos productos, hay que remarcar que esta deberá estar soportada por su equipo de trabajo, mismo que deberá ser conformado oficialmente.

2.3.- Clarificación económica.

Sí bien en la fase de la evaluación técnica el área de ingeniería de nuevos productos de nuestra planta juega un papel importante, en la fase de evaluación económica su participación será decisiva para la obtención del proyecto para nuestra planta.

En base al modelo prototipo, los conceptos de diseño y el estudio técnico, deberán ser determinados: el costo preliminar de fabricación del producto y el monto de inversión, que será requerido para la introducción del producto.

Como punto de partida de esta evaluación económica, se definirá una lista de materiales preliminar que, como su nombre nos lo indica, incluye un listado de todos los componentes que formarán parte del producto.

Como ya se ha mencionado, la determinación del costo directo es uno de los factores estratégicos para la justificación de la introducción de un producto en la planta asignada, por tanto es necesario dedicar un apartado especial a esta tarea y proporcionar las bases que permitan un cálculo correcto.

Para ello, se anexa más adelante un formato muestra, que servirá como base para el desarrollo de cualquier cálculo de costo directo, en la evaluación de un proyecto dentro de la planta en México.

Cabe resaltar que en este caso, nos referimos al cálculo preliminar requerido en esta fase del proyecto, en la que aun no existe una lista oficial de partes en sistema (mediante el cual normalmente debería ser calculado), por lo que el uso de este formato resulta de gran utilidad.

Sí bien, el cálculo del costo directo en esta fase, es determinado por el ingeniero de nuevos productos mediante el formato propuesto, la coordinación con el área de finanzas es fundamental y no pueden transmitirse los resultados a la sede central, sin previo acuerdo con esta área y la dirección general.

En la determinación del cálculo del producto deberán tomarse en cuenta:

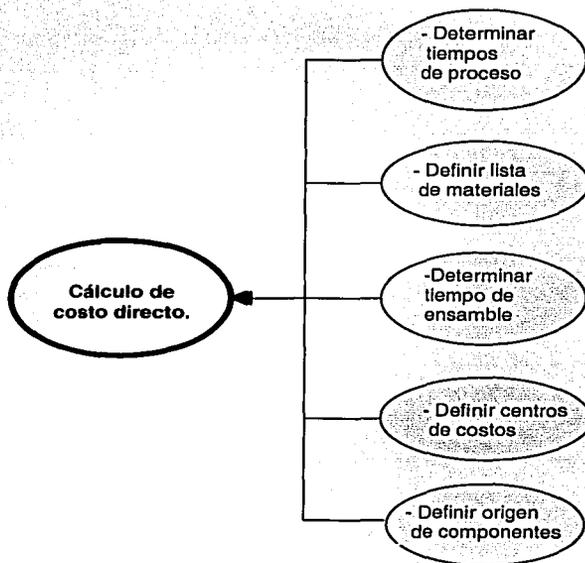


Figura 5.5 Componentes del cálculo de costo directo del producto

Definición de lista de materiales.- Desde esta etapa inicial, resulta conveniente identificar a los componentes y módulos del producto, mediante ciertos parámetros que facilitarán a la consecución y definición oficial de la estructura.

A medida que se vayan probando los materiales, se deberá ir ratificando la cantidad de integración (cantidad de material que integra un producto, ejemplo 20 gramos de plástico etc.) de los mismos, y de esta manera ir definiendo la estructura de manera preliminar; en este lapso puede haber sustituciones de materiales o cambios en el diseño, pero sí se distinguen mediante códigos y descripciones, se podrán reconocer y actualizar los módulos y los componentes respectivos del producto.

El objetivo principal de una estructura, consiste en separar todos los componentes de un producto de forma gráfica.

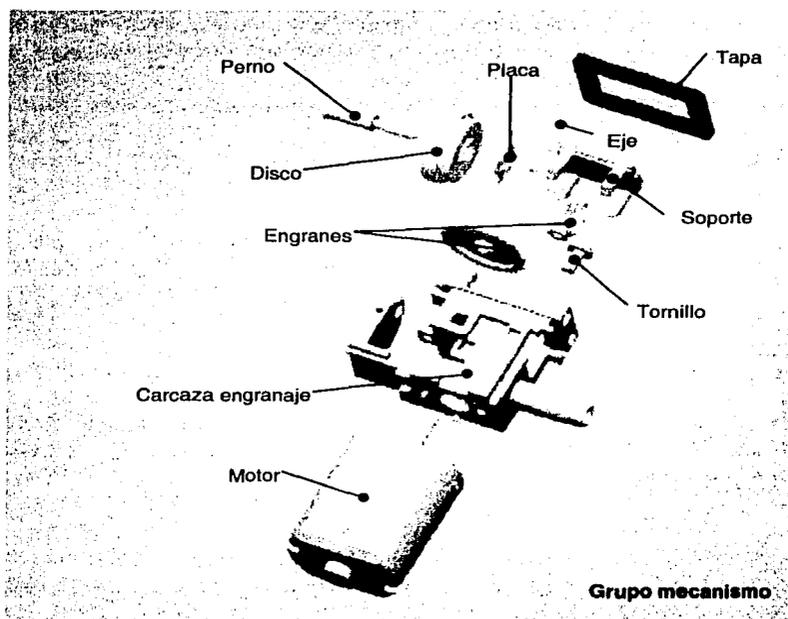


Figura 5.6 Ejemplo de separación de componentes de un producto o módulo de ensamble con objeto de identificar a sus elementos.

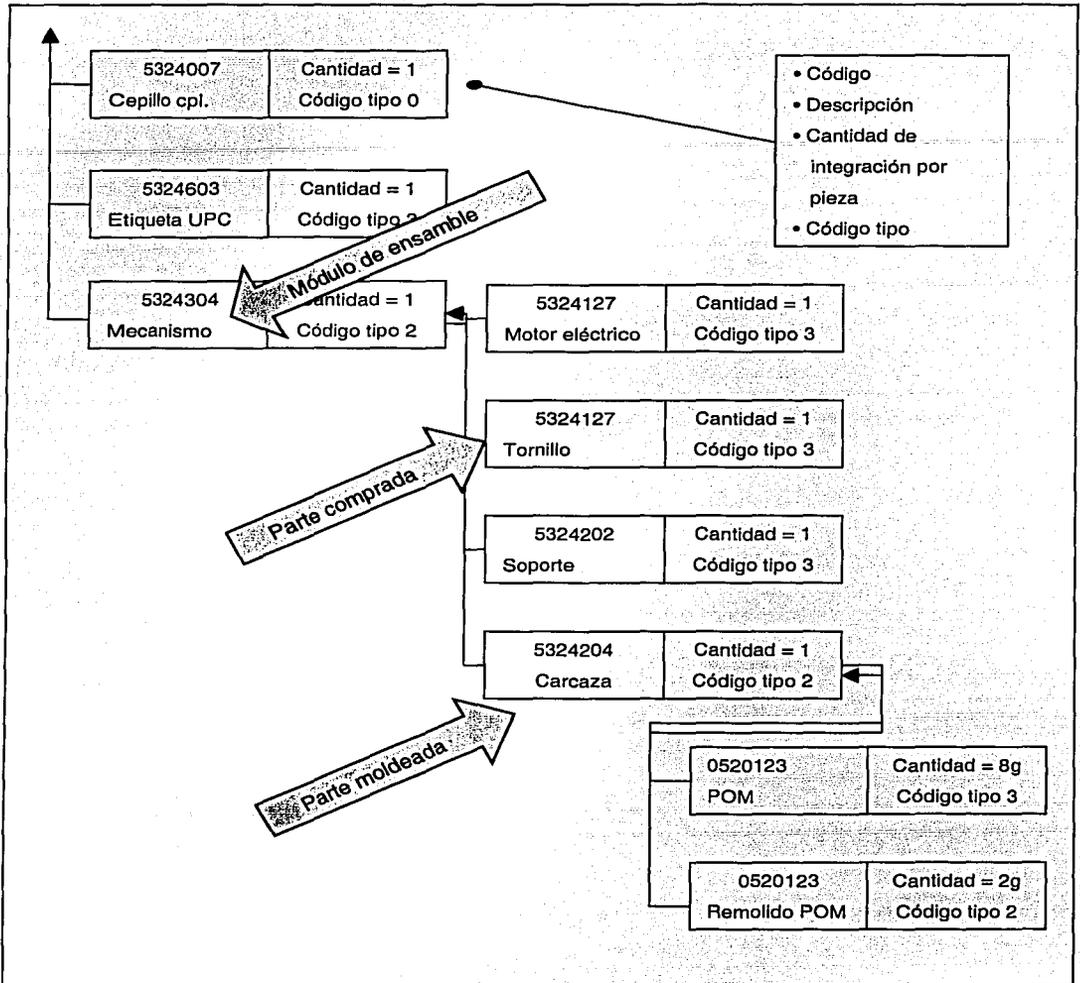


Figura 5.7 Ejemplo de representación gráfica de la estructura de materiales para la el módulo mostrado anteriormente.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Existen varias formas de visualizar el despiece de forma gráfica, pero el más recomendado es el de niveles o bloques mostrada en la página anterior, la idea de éste despiece es el de distinguir claramente los módulos y componentes respectivos.

La estructura a primera instancia deberá mostrar, por así decirlo, la ramificación del producto, pero además deberá mostrar la cantidad a ocupar de componentes y módulos (con su respectiva unidad de medida, tales como: pzas, m, Kg, litros, etc).

Tanto la ramificación, así como la definición en la cantidad de integración de componentes; constituyen la configuración de la estructura de cualquier producto. La configuración de la estructura es muy importante, ya que servirá de base para generar las ordenes de manufactura, generar los requerimientos, definir materiales por tipo A, B y C, calcular los tiempos estándar tanto de módulos como del producto terminado, así como el costo directo del producto.

Resulta de igual importancia poder distinguir de la estructura, los módulos principales más importantes que conforman el producto, ya que estos serán claves para el ensamble del producto terminado, así como para la definición de estaciones de trabajo a las que se les asignará, mano de obra, material y equipo.

Cabe mencionar que puede haber subgrupos dentro de otro módulos de ensamble, mismos que deberán ser adecuadamente identificados.

Todo módulo principal, tendrá componentes en sus niveles inferiores; los cuales pueden ser otros grupos secundarios (módulos ensamblados en casa o con algún proveedor), así como componentes comprados que son necesarios para completar al módulo principal.

Como se podrá deducir, resulta importante distinguir de toda esta gama de códigos y descripciones, aquellos componentes que son compra de los que son módulos de ensamble, por lo que otro tercer parámetro el "código tipo", que en lo sucesivo lo identificaremos de esta forma, debe ser considerado.

1er parámetro -> código
2do parámetro -> descripción
3er parámetro -> código tipo

El parámetro "código tipo" sirve para distinguir principalmente, si el componente es comprado o es un subensamble, e incluso va más allá, ya que distingue adicionalmente al módulo o subensamble a primer nivel (producto terminado) con cierta clave y a los subensambles inferiores como grupos normales y fantasmas.

Código tipo 1 => Producto terminado (subensamblable principal a primer nivel)

Código tipo 3 => Parte comprada

código tipo 2 => Subensamblable normal

Código tipo 0 => Subensamblable fantasma

De la descripción arriba descrita resulta lógico el código tipo 1 y el 3, por lo que ahondaremos un poco en lo que respecta al código tipo 2 y 0. Por condiciones del proceso muchas veces un subensamblable necesita de otro componente o subensamblable para conformar un componente básico del producto.

Por ejemplo, supóngase que se tienen 2 piezas plásticas (base y tapa) que se unen mediante un perno para conformar un estuche, el cual posteriormente se marcará con el logo de la compañía, se empacará y listo.

Las piezas plásticas (base y tapa) son subensambles fantasma código tipo = 0, ya que el subensamblable básico es el estuche que contiene a las 2 piezas plásticas unidas por el perno.

De este ejemplo, se puede distinguir fácilmente que tanto la base como la tapa, no son relevantes hasta que el perno se ensambla y conforman el estuche, donde este último es un subensamblable código tipo 2.

Otra forma de distinguir a los subensambles normales de los fantasmas es por su aspecto inventariable, en el ejemplo arriba descrito; no tiene ningún caso almacenar la base y la tapa, ya que por condiciones del proceso es preferible almacenar el estuche.

Viendo a los subensambles fantasmas desde este punto de vista, resulta que los fantasmas son aquellos subensambles que nunca se almacenan, sino que están en el área de producción esperando otra operación para conformar un ensamble relevante o que requiera ser inventariado, sin embargo no hay que olvidar que siguen siendo subensambles.

Las características arriba descritas son muy importantes, ya que se puede deducir que un subensamblable código tipo 2, puede tener otro(s) subensamblable(s) inferior(es) código tipo 0, pero dado que los código tipo 0 solo se mueven en el área de producción, estos no se les podrá abrir ordenes de manufactura e incluso resulta optativo asignarles tiempo, ya que el relevante es el subensamblable inmediato superior código tipo 2 y a éste, entonces se le podrá asignar el tiempo total y de forma mandatoria se deberán abrir ordenes de manufactura por éstos.

En conclusión los subensambles código tipo 2, son los subensambles principales y los subensambles código tipo 0 ó fantasmas son los secundarios.

La ventaja de clasificar de esta manera a los módulos o subensambles tiene incluso una favorable repercusión en el manejo de los materiales, ya que si la línea de ensamble produjera un excedente de un subensamble principal código tipo 2, podría pues regresarlo al almacén para no acumular inventario en la línea de ensamble y facilitar al flujo de materiales; si llegase a necesitar posteriormente este subensamble para producciones futuras podría solicitarlo con el código que lo identifica.

El ejemplo del estuche es muy práctico para describir los subensambles fantasma de los normales, pero cuando un producto esta constituido por varios subensambles, así como por varias partes compradas; la configuración de la estructura puede ser más compleja.

Nivel	Código	Integración	Unidad	Tipo	Descripción
1	172345	1	1	0	Producto completo empacado
2	172346	1	1	0	Producto completo sin embalar
3	172005	1	1	2	Tapa protectora
4	152006	0.004	4	3	MP San Luran transparente
4	152006	0.002	1	3	Bolsa plástica
3	152006	0.125	1	3	Juego de insertos
3	152006	1	1	0	Carcaza superior impresa
4	152006	1	1	2	Carcaza superior completa
5	152006	1	1	0	Carcaza superior (duro)
6	152006	0.008	4	3	MP PP Hostaform
6	152006	0.005	1	0	Fotolito
5	152006	1	1	0	Carcaza superior (suave)
6	152006	0.004	4	3	TPE Thermoflex
4	152006	0.001	7	3	Tinta tampográfica
4	152006	0.001	7	3	Disolvente
4	152006	0.005	1	4	Fotolito
3	152006	1	1	0	Soporte completo
4	152006	1	1	0	Caja engranaje
5	152006	1	1	3	Cojinete
5	152006	1	1	2	Tapa caja engranaje
6	152006	0.001	4	3	POM.Hostaform C9021
6	152006	0.001	1	3	Bolsa plástica
6	152006	0.001	4	2	Triturado POM
...					
...					

Figura 5.8 Ejemplo de formación de lista de materiales en hoja de cálculo.

Cabe mencionar que esta estructura preliminar, se manejará mediante una hoja de calculo, pero siempre considerando los parámetros arriba descritos para facilitar la consecución y definición de la lista de partes, para cuando entre al sistema. Una vez que se han aclarado los aspectos más importantes de las estructuras, en la etapa de ejecución procederemos a ver la configuración de la estructura de un producto específico para aclarar a detalle.

Determinación de tiempos de proceso.

Los tiempos de proceso estarán ligados el tipo de tecnología a ser aplicada en la fabricación del producto.

Sin embargo es importante tener en cuenta las capacidades de la planta actuales o planeadas, para corroborar que esta capacidad este en lo correcto. Así por ejemplo, tenemos que pueden ofrecerse dos alternativas de molde de una parte plástica de dos componentes (duro/suave); una de ellas usando un molde rotativo de dos componentes, para lo cual se requerirá una máquina especial con dos unidades de inyección, por ejemplo; o bien, el moldeo por separado, moldeando la parte dura en un molde y máquina diferente a la parte suave.

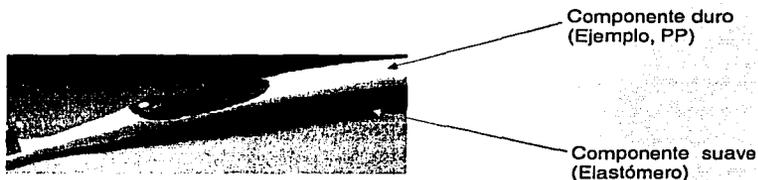


Figura 5.9 Ejemplo de un producto con material duro y suave

De esta definición de procesos, que se lleva acabo en la fase de clarificación técnica, dependerán la determinación de tiempos de proceso.

Importante en este punto es que el ingeniero de nuevos productos tome en consideración las capacidades técnicas de su planta en la confirmación de procesos.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Determinación de tiempos de ensamble.

En base a la lista de materiales y la descripción preliminar sobre la fabricación del producto, será el área de ingeniería central en coordinación con el área de nuevos productos, las encargadas de la realización de estudios de tiempos de ensamble para el producto.

Nuevamente la selección del tipo de tecnología será un factor decisivo en la definición de tiempos, por ejemplo hay cambios notables si un ensamble se hacen mediante dispositivos manuales o bien semiautomáticos, a uno completamente automático.

Por norma general, dentro de nuestra compañía la determinación de tiempos de ensamble se basa en el análisis MTM.

Definición de centros de costos.

Para facilitar el cálculo del costo directo del producto, dentro de nuestra compañía se maneja el concepto de centro de costo, mediante el cual se asigna un valor a un minuto de proceso en un área de la planta en específico.

Existen diferentes centros de costo por áreas de proceso, así por ejemplo existen dos diferentes para el área de moldeo y tres para el área de ensamble, por lo que es importante definir en que área de la planta se instalará o desarrollará la fabricación de nuestro componente.

En casos especiales, es posible solicitar al departamento de finanzas la creación de un nuevo centro de costos, si el tipo de proyecto así lo merece, tal es el caso de nuevas áreas de negocios para los cuales no existe relación con procesos existentes.

A cada centro de costos se les asigna un número, que es reconocido también en la sede central, con lo cual se facilita la comunicación.

Definición del origen de todos los componentes.

Para determinar un cálculo de costo correcto, es necesario considerar el origen de todos los componentes que formarán parte de nuestro producto, con objeto de incluir todos aquellos fletes y gastos aduanales correspondientes.

La determinación del origen, también requiere de una evaluación técnica previa, pues en gran parte dependerá de:

- Capacidad de producción y técnica de los posibles proveedores.
- Complejidad técnica del componente.

- Grado de confidencialidad requerido (nuevas tecnologías etc).
- Infraestructura existente en otras plantas del grupo.

De esta forma, no es cosa extraña encontrar productos con componentes que provienen de prácticamente todas las partes del mundo, ya sea de otras plantas del grupo o bien en su mayor parte de proveedores externos.

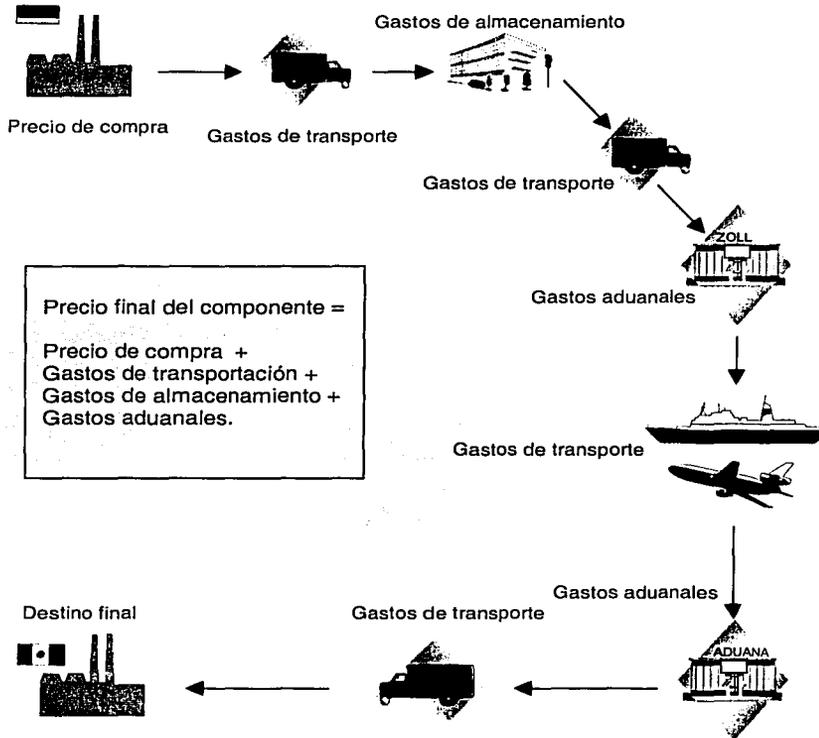


Figura 5.10 Factores a considerar al seleccionar el origen de los componentes de nuestro producto.

Una vez definidos estos elementos, se procederá al cálculo preliminar de costo directo, para ello se anexa una hoja de cálculo ya lista para el desarrollo de esta estimación, en ella se incluyen todos los componentes requeridos para su determinación (valores de centros de costos, tipos de cambios, clasificación de productos por su origen, apartado para tiempos de proceso y ensamble subtotaes por grupos y gran total).

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

También se incluyen fórmulas para la determinación del contenido o integración para el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, que es el porcentaje que debe cumplir el producto para ser considerado dentro de este acuerdo y evitar el pago de impuestos, sí es que el producto está destinado a Estados Unidos, como sucede con gran parte de la producción.

Esta hoja de cálculo será la base para ésta estimación de costos, mientras no existan listados oficiales y no pueda confirmarse el cálculo mediante sistema.

Es importante remarcar que este formato estará disponible en red dentro de la compañía para los ingenieros de nuevos productos y el gerente de área, mismo que será encargado de mantener los valores de centro de costos y tipos de cambio actualizados.

La adaptación del modelo al producto específico, será responsabilidad del ingeniero de nuevos productos responsable del tal proyecto.

Paralelamente al cálculo de costo directo del producto, debe iniciar la elaboración de un estimado de inversiones que serán requeridas para la puesta en marcha del proyecto en la planta receptora.

Este estimado deberá ser lo más detallado posible e incluir a todas las áreas involucradas (moldeo, ensamble, calidad, control de recibo de materiales etc.), y en ella se incluirá todos aquellos equipos que se consideren necesarios, así como modificaciones a equipo o instalaciones ya existentes.

La determinación de los montos de inversión no es tarea fácil, pues se requerirá de un profundo conocimiento del producto, así como una estrecha comunicación con el área de ingeniería central quien aprobará estos montos.

Es importante remarcar que el monto de inversión, es otro factor de peso al tomar la decisión del lugar de fabricación del producto, por lo que su elaboración deberá ser lo más apegada a la realidad posible tratando de minimizar las inversiones requeridas, sin comprometer la calidad o cumplimiento de fechas establecidas.

En el caso práctico de este trabajo, se incluirá un ejemplo de la organización y criterios que deben seguirse para el cálculo de estos montos.

2.4.- Clarificación de mercado.

Paralelamente a la investigación técnica y económica se desarrollará una investigación de mercado por parte del área de mercadotecnia de la sede central. En esta fase del proyecto, por regla general, no interviene ningún departamento de la planta de producción.

2.5.- Creación de la orden de proyecto.

En base a la información recopilada en las fases anteriores, se procederá a elaborar la orden de proyecto, que es la solicitud para continuar oficialmente, aquí se evaluará si el proyecto debe o no continuar la fase de desarrollo, las siguientes preguntas deberán ser contestadas satisfactoriamente para cada una de las opciones evaluadas:

- Razones por la cuales el proyecto debe ser aprobado.
- Descripción de las cualidades principales.
- Descripción de los beneficios al consumidor.
- Concepto de mercado.
- Potencial de negocio incluyendo costo directo, inversión y tasa interna de retorno, estimados.
- Plan del proyecto para las fases siguientes

En base a esta información, que es preparada por el área de ingeniería central (basándose en gran parte de la información recopilada de las plantas candidato), el área de dirección corporativa en Alemania decidirá si se debe o no continuar con el proyecto en cuestión.

Fase 3 Definición y planeación del proyecto

Una vez aprobado el proyecto, la fase siguiente consistirá en lograr una definición completa del mismo, con objeto de sincronizar las actividades de todos los departamentos involucrados tanto en Alemania como en México.

Los elementos de esta fase son:

- 3.1 Completar descripción técnica del producto, procesos y requerimientos de calidad.
- 3.2 Establecer un plan de actividades con tiempos.
- 3.3 Completar y aprobar orden de proyecto.
- 3.4 Preparar y aprobar requerimientos de capital.

3.1.- Completar descripción técnica del producto procesos y requerimientos de calidad.

En esta fase, la información generada en las etapas anteriores será completada y detallada en lo que se refiere a especificaciones técnicas del producto y procesos.

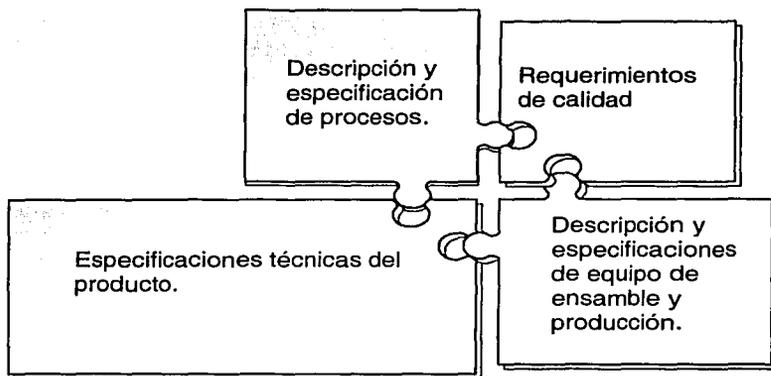


Figura 5.11 Integración de la información técnica del producto

Esta labor se lleva a cabo principalmente por el área de investigación y desarrollo de la sede central, sin embargo la intervención del área de nuevos productos de la planta receptora no queda descartada, pues su opinión en esta etapa puede aportar nuevas ideas o bien confirmar o modificar definiciones que solo pueden ser conocidas a detalle por el personal que labora en la planta receptora

Por ejemplo ponemos nuevamente el caso del moldeo de una parte plástica de dos componentes en el cual se confirmará si se opta por la opción de un solo molde rotativo o por dos separados.

La decisión dependerá de la disponibilidad de equipo y de los estimados de monto de inversión propuestos por el área de ingeniería de nuestra planta, que previamente propuso el comprar una máquina nueva de dos unidades de inyección en el caso de que se opte por el molde de dos componentes, o bien por dos moldes separados; si se plantea no invertir en una nueva máquina y usar algunas ya existentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Por otra parte, es responsabilidad del ingeniero de nuevos productos, como coordinador del equipo interno en nuestra planta, el transmitir y actualizar a todos los miembros estas especificaciones técnicas de proceso y producto, especialmente si consideramos que en nuestra empresa se aplica la ingeniería simultánea en el que los cambios de especificaciones o requerimientos pueden modificarse durante el desarrollo del proyecto.

Otro factor importante, en el cual pueden tener repercusión los posibles cambios de las especificaciones técnicas, es en el monto de inversión, es por ello que el ingeniero de nuevos productos deberá estar atento y confirmar o en su caso avisar sobre posibles movimientos en los montos de inversión planeados.

3.2.- Establecer un plan de actividades con tiempos (diagrama de Gantt)

Una vez completadas las especificaciones técnicas del producto y proceso, será necesario definir un plan de actividades detallado en el cual se incluyan tiempos de realización y responsables, esto con objeto de unificar los esfuerzos de todos los departamentos involucrados con miras a lograr el objetivo de tiempo, costo e inversiones.

Para esta labor se deberán dividir las actividades por áreas, asignando un responsable para cada una de ellas y definiendo objetivos específicos con fechas de realización, el responsable de dar seguimiento a este plan de actividades será el ingeniero de nuevos productos.

La generación de este plan de actividades por tiempos (diagrama de Gantt) es de suma importancia para mantener un control sobre todo el proyecto y facilitar la comunicación con la sede central pues de esta forma es posible controlar en una sola tabla la complejidad de actividades que deben desarrollar, pudiendo detectar sí el retraso de alguna de ellas pone en peligro al proyecto en su conjunto.

Durante la elaboración de este plan, todas las opciones que puedan acortar el tiempo de desarrollo del proyecto deben ser consideradas siempre y cuando no pongan en riesgo la fase de arranque de producción y no representen incrementos en los montos de inversión planeados, algunas ideas para lograr estos objetivos pueden ser:

- Iniciar producción con medios de fabricación manuales o semiautomáticos en lugar de pensar en soluciones totalmente automatizadas.
- Definir pruebas y dispositivos en base a componentes en lugar de esperar a tener el producto completo.

Todos los escenarios deberán ser evaluados en base a su impacto en los tiempos de realización, al riesgo que representan en el lanzamiento y la calidad del producto, así como en su impacto económico.

Una vez que una opción ha sido seleccionada, se elaborará un plan oficial en que se pondrá énfasis en la sincronización de actividades encaminadas al cumplimiento de los requerimientos técnicos, económicos y de mercado propuestos.

El cumplimiento de este plan de actividades debe asegurarse una vez acordado, pues en él se basarán los planes de lanzamiento e introducción del producto en los diferentes mercados para los cuales esté enfocado, en caso de que por algún motivo deba ser modificado, deberá notificarse y acordarse el cambio con la sede central en Alemania.

3.3.- Completar y aprobar orden de proyecto.

Una vez completadas las especificaciones técnicas y definido un plan de actividades oficial, toca el turno a la elaboración y aprobación de la orden de proyecto, que es la solicitud oficial para poder continuar el desarrollo del proyecto. La elaboración de esta solicitud queda a cargo del área de ingeniería central y su aprobación por parte de la alta dirección de la compañía.

3.4.- Preparar y aprobar requerimientos de capital.

El visto bueno de la solicitud de aprobación del proyecto, es la base para la elaboración y aprobación de los requerimientos de capital, la tasa interna de retorno será calculada en base al costo directo, monto de inversión, precio y volúmenes de producción.

Sí bien, la aprobación de capital queda fuera del alcance del área de nuevos productos o de la planta en sí, es importante mencionar que para que su aprobación se dé en forma positiva, aun bajo la peor situación, es decir; un alto costo directo, una alta inversión, un bajo precio y un volumen bajo, la mínima tasa interna de retorno pedido por la empresa debe ser alcanzado, en caso contrario el proyecto no podrá seguir adelante.

Fase 4. Ejecución

En la fase 4, el producto, equipo de proceso y empaque serán finalmente desarrollados, producidos y probados, el objetivo de la fase 4 será cumplir con la fecha acordada para la disponibilidad del producto en los almacenes del país en donde el lanzamiento tomará lugar por primera vez, los elementos de la fase 4 son:

- 4.1 Desarrollar, producir y probar el producto.
- 4.2 Desarrollar, producir y arrancar el equipo de producción.
- 4.3 Desarrollar, producir y probar los equipo y procedimientos de prueba.
- 4.4 Completar del desarrollo de los empaques y literatura.
- 4.5 Finalizar series de pruebas para liberación de producción en serie.
- 4.6 Completar cálculo final costo de producción, inversión y tasa interna de retorno.
- 4.7 Completar y liberar conceptos de mercado.
- 4.8 Asegurar que el producto esté en las fechas estipuladas en los almacenes del país en donde se desarrollará el primer lanzamiento.

Es en esta fase en donde la labor del ingeniero de nuevos productos de nuestra planta tomará vital importancia en el desarrollo del proyecto, pues gran parte de estas actividades se desarrollarán en nuestra planta, es por ello que nos enfocaremos a aquellas actividades en las que al área de nuevos productos participará directamente.

- 4.1.- Desarrollar, producir y aprobar el producto.
- 4.2.- Desarrollar, producir y arrancar el equipo de producción.
- 4.3.- Desarrollar, producir y probar los equipos y procedimientos de prueba.

Es en estas tres etapas en donde el producto, procesos, equipos de producción y prueba serán finalmente completados, documentados, producidos y probados.

Es también la fase en donde se decidirá si los componentes, así como los equipos de producción, de acuerdo al grado de complejidad y a las ofertas recibidas, serán suministrados por proveedores externos o bien por otras plantas del grupo.

El desarrollo de estas actividades requerirá de una buena coordinación entre las áreas de ingeniería central y el área de nuevos productos con su equipo de trabajo.

Para ello deberá mantenerse un control minucioso de todos los aspectos que componen el proyecto, manteniendo siempre presente el cumplimiento de fechas estipuladas en el plan de actividades .

Durante el desarrollo de las especificaciones del producto, proceso y medios de producción, que finalmente conducirán a la puesta en marcha, es muy importante que se lleve acabo la documentación del proyecto, para lo cual el ingeniero de nuevos productos deberá mantener una base de datos en la cual se tengan siempre actualizados los últimos índices de planos y especificaciones

Será en función a esta base de datos que se actualizará y confirmará la información que se ingresa al sistema, ya sea para el control de estructuras, costos, ordenes de fabricación etc, como de control de documentación de planos y especificaciones técnicas, pues, sí bien, para cada cambio se registra una notificación oficial por parte de la central en Alemania, los cambios no deberán ser aplicados al sistema en nuestra planta hasta que el ingeniero de nuevos productos no confirme dicho cambio y de una fecha de introducción.

Para facilitar el control de esta documentación, previa al registro oficial en el sistema o paralela a la misma, se ha creado un base de datos en Access con los campos mas importantes a controlar, esta base se incluye en el disco anexo a este trabajo.

Para facilitar el control de todas las áreas involucradas y tomando en cuenta la experiencia recabada, se recomienda llevar un control general mediante el plan de actividades y uno detallado para cada una de las siguientes áreas:

- Moldeo
- Montaje y ensamble final
- Calidad
- Partes compradas

Cada una de estas áreas representa tomar en cuenta factores diferentes, por lo que a continuación daremos más detalles.

Moldeo. Prácticamente el 100% de los productos que fabrica nuestra empresa se basan en la integración de componentes plásticos, por lo que el control y entendimiento de esta área es muy importante.

Para facilitar su control deberá mantenerse una tabla de asignación de capacidades, en la cual se especifica para cada componente plástico: el código de componente, el material plástico a ser usado, la cantidad de integración, el ciclo de inyección, el número de cavidades de molde, así como la máquina asignada para el moldeo de cada componente.

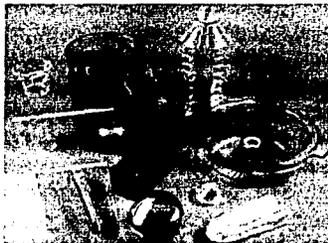


Figura 5.12 Prácticamente el 100% de los productos a desarrollar tendrán alguna o varias partes plásticas, si bien pudiera esta ser la parte principal del producto.

A su vez esta tabla deberá considerar los requerimientos específicos que cada molde, máquina y proceso necesitan, como por ejemplo :

- Modificación de unidades de inyección.
- Requerimientos de robots.
- Manipuladores.
- Bandas de transportación o enfriamiento.
- Molinos de material.
- Movimiento de máquinas existentes.
- Adquisición de nuevas máquinas.

De tal forma que puedan ser detectados y controlados durante el desarrollo del proyecto, tal grado de detalle nos permitirá también confirmar los montos de inversión previamente estimados y asegurar el cumplimiento de fechas.

Como podemos darnos cuenta, la elaboración de esta tabla de asignación no es tarea fácil, pues además de un profundo conocimiento del producto, es requerido conocimiento técnico específico de esta área, es por ello, que remarcamos la importancia del trabajo conjunto con el equipo de proyecto, en el cual se encontrará un integrante del área de moldeo, además de la estrecha comunicación de las áreas de tecnologías de fabricación de la sede central.

Sí bien, en el caso de estudio se darán más detalles, a continuación se incluye un ejemplo para un solo componente.

Descripción	Carc. dura-suave
Cavidades	4
Fuerza de cierre (KN)	1000
Altura de molde (mm)	450
Distancia de apertura máxima (mm)	900
Maquina	MM1042 Engel
Tipo de colada	Caliente
Zonas de enfriamiento (unidades)	4
Conecciones (unidades)	1
Calentadores (unidades)	1
Placa de seguridad	Si
Volumen: parte + colada (cm ³ a 20°C)	20
Material	TPE-S
Equipo de secado	Si/ 60°C
Manipulador	Robot requerido
Bandejas	Si, por desarrollar
Ciclo estimado (s)	45

Figura 5.13 Ejemplo de tabla de asignación para un componente

Montaje y ensamble final. Este elemento se refiere a todos los dispositivos, accesorios y auxiliares que formarán parte de la línea de montaje de nuestro producto e incluye desde la confirmación de los tiempos de ensamble, la definición del tipo y número de dispositivos requeridos, hasta la definición, desarrollo y fabricación (o pedido en su caso) de elementos auxiliares (como bandejas, contenedores, transportadores) sin olvidar las líneas de empaque final, con sus respectivos equipos.

Al igual que en el caso del área de moldeo, la diversidad de elementos y variables involucradas complica el control de todos ellos, sin embargo en el caso de estudio, se incluirán ejemplos prácticos de cómo puede llevarse a cabo este control.

Puesto que hemos tocado el tema de la confirmación de tiempos de ensamble y número de dispositivos, es necesario aclarar que la confirmación de los mismos se llevará a cabo por el ingeniero de proceso, con base en la información proporcionada por el ingeniero de nuevos productos y siguiendo los formatos que en el presente trabajo se sugieren, y de los cuales se anexa un ejemplo en nuestro caso de estudio.

La confirmación de estos tiempos de ensamble y número de dispositivos, nos permitirá confirmar el costo del producto y monto de inversiones. La decisión del lugar en donde se fabricarán los dispositivos de ensamble dependerá, como se había mencionado anteriormente, de la complejidad, grado de confidencialidad, tiempo de desarrollo y monto de inversión requerido.

Así por ejemplo puede darse el caso de requerir la fabricación de cierto dispositivo a otra planta del mismo grupo, a la sede central (generalmente para nuevas tecnologías), a la misma planta o a un proveedor externo.

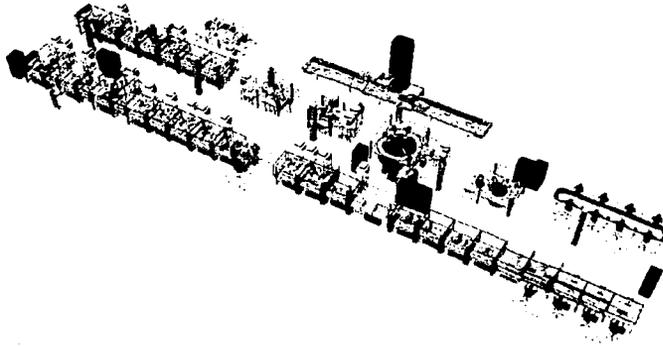


Figura 5.14 La selección del modelo de manufactura, así como la conformación de estaciones y línea de ensamble deberán de llevarse acabo en esta fase del proyecto.

Calidad. Paralelamente al desarrollo del equipo de ensamble y moldeo debe darse seguimiento a la definición y terminación de dispositivos y procedimientos de pruebas de calidad, la definición de estos dispositivos se dará en base a las especificaciones que deba cumplir el producto, mismas que son elaboradas por el departamento de investigación y desarrollo y el área de calidad corporativa.

El tipo, complejidad de pruebas y dispositivos de calidad es muy variable y van desde las simples (como una comprobación dimensional mediante calibrador) hasta las complejas que requieren equipo muy especializado (como puede ser por ejemplo equipos de pruebas de vida, cámaras climáticas, equipos de comprobación de color etc).

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Nuevamente en este caso la complejidad o especialización de los equipos determinará el origen de los mismos, sin embargo el control de su desarrollo, tiempos de entrega etc., debe ser igualmente detallado, para facilitar su control. También se ha desarrollado un formato que considera los puntos más importantes a ser tomados en cuenta, el formato se incluye en el disco anexo con el nombre "equipocalidad.xls".

Partes compradas. En este caso nos referimos a todas las materias primas y componentes que provienen de algún proveedor, ya sea de alguna planta del mismo grupo o algún externo.

Este elemento requiere especial atención, pues de nada servirá que todos los equipos, herramientas e instalaciones estén listos para el arranque, si uno solo de los componentes no está disponible a tiempo.

Tomando en cuenta lo anterior, podemos darnos cuenta que hasta el más simple de los componentes (un tornillo por ejemplo) debe ser tratado con suma importancia, de lo contrario ponemos en riesgo el proyecto completo.

El control de partes compradas, también repercute directamente en el costo del producto, pues de una mala selección de proveedores, o bien algún retraso en los tiempos de entrega que obligue a transportación aérea en lugar de marítima por ejemplo, puede tener consecuencias importantes en el costo del producto, como se ejemplificó anteriormente.

Si bien, es responsabilidad del área de compras el hacer el contacto con los proveedores y colocar ordenes de compra, es responsabilidad del área de nuevos productos asegurar que cada componente este homologado (aprobado por el área de calidad), de acuerdo al último índice técnico o especificación del producto.

Como está estipulado en el manual de calidad para el área de compras, no se colocará orden de compra hasta que no exista el documento de aprobación de calidad, que es solicitado por el área de nuevos productos al presentar muestras, mismas que serán cotejadas con las especificaciones técnicas del componente.

El integrante del equipo de trabajo del área de compras, será el responsable de informar al coordinador del proyecto (el ingeniero de nuevos productos) sobre tiempos de entrega, costos y estado de las órdenes de compra, mismo que deberá alertar en caso de existir problemas.

La asignación de proveedores dependerá nuevamente de la complejidad y confidencialidad que el componente merezca, además claro de las ofertas recibidas y de la capacidad técnica y de servicio de los proveedores.

La responsabilidad de asignación de proveedores recae no solo en el área de compras, sino en muchos casos del área de ingeniería central.

Nuevamente se propone un formato de control para este elemento, mismo que se anexa en el CD con el nombre "comprados.xls".

4.5.- Finalizar series de prueba para liberación de producción en serie.

Series de prueba (serie piloto y serie cero). El desarrollo de un nuevo producto atraviesa por varias etapas de prueba durante las cuales se verifican las condiciones y características del diseño supuestas, de maquinaria, de moldeo, equipo, herramienta y mano de obra contra las que realmente se pueden obtener en un proceso formal de producción.

Estas pruebas incluyen también al producto, al revisar su funcionamiento, seguridad, resistencia, potencia, etc.

Por esta razón, se podrán programar tantas pruebas como sean necesarias, tomando en cuenta en general, que para el producto, se deberán tener al menos 2 series de prueba denominadas serie piloto y serie cero.

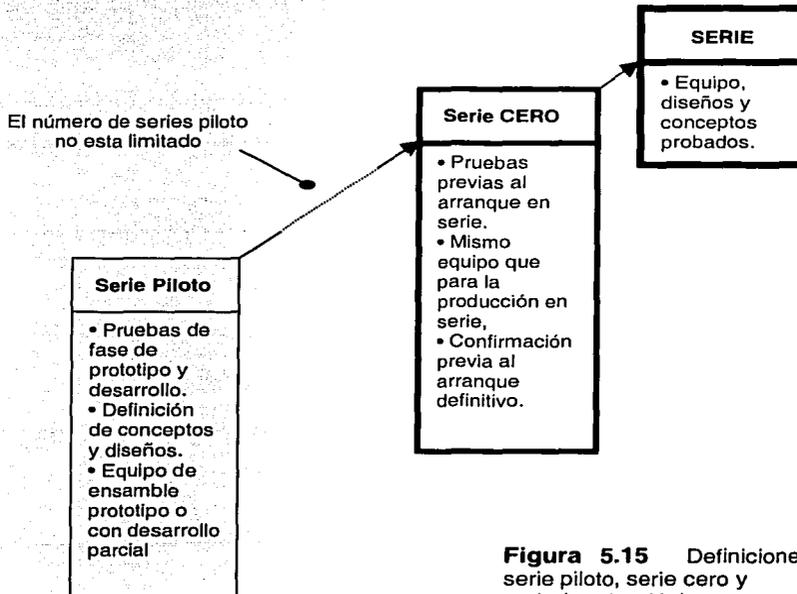


Figura 5.15 Definiciones de serie piloto, serie cero y serie (producción).

La serie piloto se refiere a la serie de pruebas encaminadas a probar uno o todos los dispositivos de ensamble en sus fases de prototipo o desarrollo, con objeto de confirmar los conceptos técnicos asumidos para su funcionamiento.

Por regla general se inicia con el desarrollo de un juego de equipos prototipo de ensamble (que más tarde se integrarán a las línea de producción) para poder llevar acabo esta serie piloto.

El desarrollo de estas series piloto es muy importante, pues en ella se tiene la posibilidad de confirmar los conceptos asumidos o bien mejorarlos o cambiarlos, antes de que sea demasiado tarde, aportando de igual forma nuevas ideas en etapas tempranas del desarrollo de los dispositivos.

Por otra parte, la realización de estas pruebas permitirá completar las especificaciones técnicas y de calidad del producto.

La serie cero se refiere a la prueba que debe hacerse, algunas semanas antes del arranque de producción, al sistema completo (moldeo, ensamble, calidad, sistemas informáticos etc), con los dispositivos y herramientas que serán usados para la producción en masa, con objeto de comprobar que todo funcione correctamente, o en su caso se detecten posible mejoras.

Los productos fabricados en esta prueba, serán aquellos usados por el área de calidad para desarrollar todas las pruebas especificadas para el producto y que en caso de ser satisfactorias permitirán obtener la "Liberación de producción y ventas".

Después de la serie cero, el equipo completo del proyecto y las áreas directivas se reunirán para realizar una revisión de todo el producto, procesos y medios humanos y técnicos, con objeto de emitir una evaluación y reporte del estado del proyecto.

Dicho documento conocido como "Revisión previa a la producción", será elaborado por el área de calidad y enviado al departamento central de calidad de la sede en Alemania, mismo que decidirá la emisión de la "Liberación de producción y ventas".

El departamento de calidad deberá indicar el número de artículos a probar en cada evento, en función de lo que se desee probar y conforme a los estándares para el producto fijados por el área de desarrollos e ingeniería central, sin embargo la coordinación de las series de prueba, corre a cargo del ingeniero de nuevos productos.

4.6.- Completar cálculo final de costo directo, monto de inversión y tasa interna de retorno

Una vez definidas las características finales del producto y proceso, confirmados los tiempos de ensamble e inversiones, el siguiente punto importante será completar y confirmar el aspecto económico del proyecto, es decir, el cálculo del costo directo del producto, las inversiones y finalmente la tasa interna de retorno.

En este caso la confirmación oficial de todos estos valores deberá hacerse por el área de finanzas, con base en la información que para esta fase deberá ya estar disponible en los sistemas informáticos de la compañía, como pueden ser SAP y MAPICS.

Para asegurarse de que estos cálculos este de acuerdo a la realidad, el ingeniero de nuevos productos, junto con la persona encargada de estos sistemas, deberá revisar detalladamente que la estructura de materiales, tiempos de proceso y secuencias se encuentren correctamente capturadas, por otra parte el representante del área de compras verificará que los precios de todos los componentes se encuentren debidamente capturados.

La confirmación de estos cálculos permitirá definir los costos estándar para el año siguiente, que son el valor fijo que se dará al costo de fabricación del producto para un año determinado, en base a este costo estándar se evaluará el desempeño de la compañía para ese producto en específico, pudiendo presentarse variaciones positivas, sí al final se tiene un costo menor al planeado, o bien negativas, sí por algún motivo el costo se incrementa.

Puesto que siempre se deben buscar variaciones positivas, que representan beneficios adicionales para la compañía, es necesario iniciar un programa de reducción de costos, para lo cual el equipo de proyecto definirá posibles ideas en base a la experiencia acumulada en el proyecto

Estas ideas pueden ser, por ejemplo: cambio de proveedores por un mejor precio, mejora en procesos etc., una revisión más a detalle del proyecto y producto y sus posibles mejoras, se dará en un capítulo más adelante.

Por otro lado, es importante no olvidar que durante el desarrollo de todo el proyecto, se debe mantener el control detallado de costo directo del producto y monto de inversiones, utilizando los formatos previamente proporcionados.

4.8.- Asegurar que el producto esté en las fechas estipuladas en los almacenes del país en donde se desarrollará el primer lanzamiento.

Como se ha mencionado, el objetivo de todos los controles a detalle para cada área es el de asegurar el cumplimiento de las fechas comprometidas de lanzamiento del producto en el mercado

El respetar estas fechas es de suma importancia en el desarrollo del proyecto, puesto que una serie de actividades, que incluyen promociones, anuncios publicitarios y compromisos con clientes específicos importantes, están basadas en estas fechas, es por ello que el control del proyecto a detalle y en general mediante el diagrama de Gantt, no deben ser nunca olvidados.

Fase 5 Revisión del producto, proyecto y proceso.

En la fase 5, los aspectos positivos y negativos del desarrollo del proyecto serán recopilados, tales como: errores, aspectos positivos y nuevas ideas deberán ser registrados, sin señalar a los responsables en el caso de los errores.

El objetivo de esta fase, será la de permitir una mejora continua en las funciones de cada una de las áreas involucradas en el proyecto, los elementos de la fase 5 serán:

- Evaluación del proyecto.
- Evaluación del éxito de mercado.

Evaluación del proyecto. Este análisis deberá desarrollarse aproximadamente 3 meses después del arranque de producción; una vez que la curva de arranque se haya estabilizado, los datos y valores actuales para costo de producto, inversiones, volúmenes, tiempo de desarrollo y fechas, deberán ser comparados con los valores estipulados en la orden de proyecto.

De igual forma problemas o quejas sobre las especificaciones del producto y procesos deberán ser investigados, para cada desviación, ya sea positiva o negativa, la causa deberá ser analizada, los resultados deberán ser documentados y considerados para el desarrollo de posteriores proyectos y para la mejora de este manual.

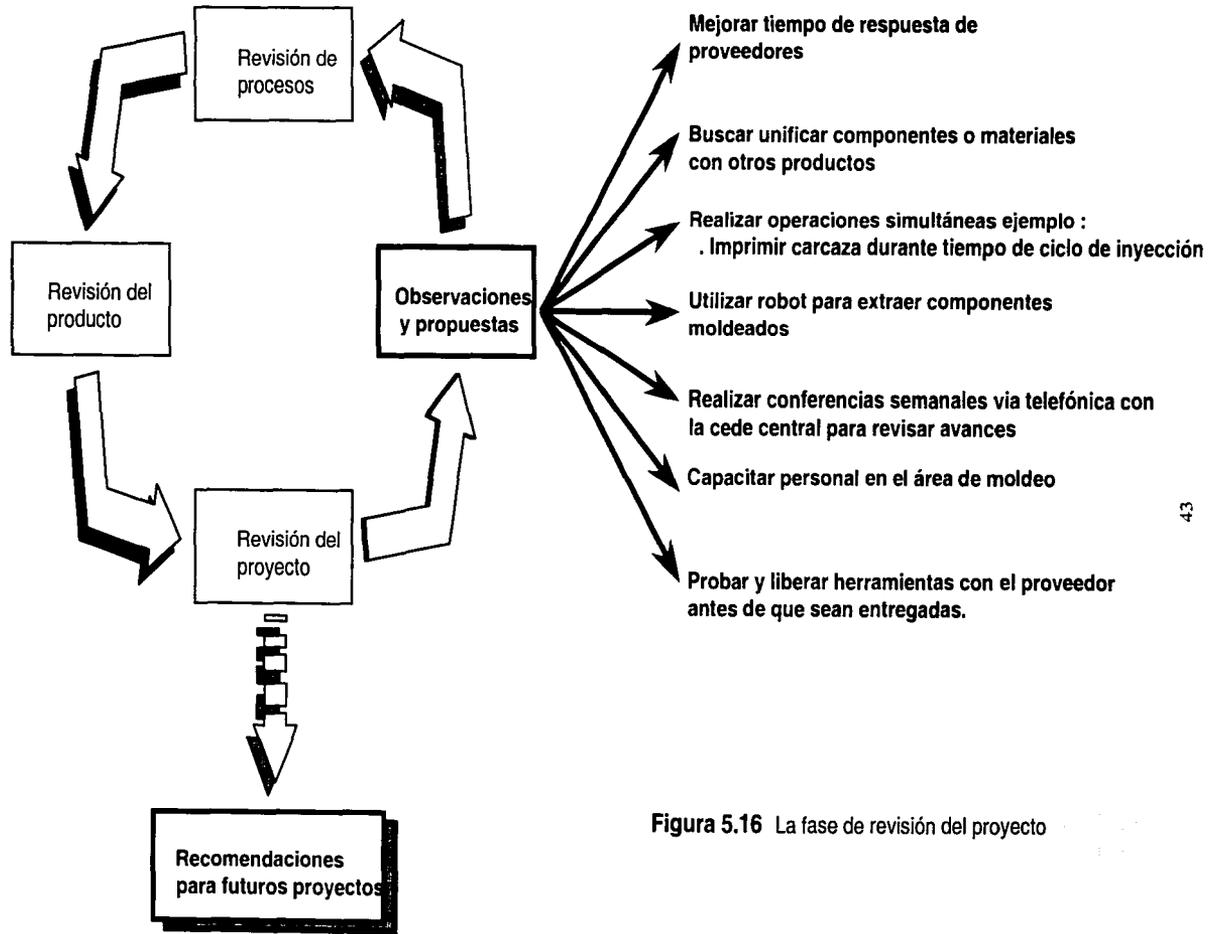


Figura 5.16 La fase de revisión del proyecto

Evaluación del éxito de mercado. El análisis del éxito de mercado será desarrollado aproximadamente 12 meses después del lanzamiento del producto en los principales mercados, con lo cual se deberán comparar las actuales perspectivas de mercado, con las consideradas en la orden de proyecto, las reacciones del consumidor deberán ser también incluidos en este estudio.

Desviaciones positivas o negativas deberán ser documentadas y consideradas para posteriores proyectos.

El desarrollo de este tipo de estudios estará a cargo del área de mercadotecnia de la sede central, pero los resultados deberán ser compartidos con todos las áreas.

Como se mencionó previamente, es necesario desarrollar en esta fase un plan de reducción de costos enfocado a la detección de oportunidades de reducir o mejorar el costo del producto.

La aportación de ideas debe provenir de todos los integrantes del equipo de proyecto y el seguimiento de cada idea, se llevará acabo por la persona que aporte la idea como actualmente esta estipulado en los manuales.

CAPITULO 6. CASO DE ESTUDIO

TRANSFERENCIA DE UN PRODUCTO DE UNA PLANTA ALEMANA A MEXICO

Con objeto de ejemplificar los puntos más importantes del capítulo anterior, a continuación se incluye el estudio de un caso, en el cual se tomará especial atención en comentar los factores de decisión basados en la experiencia recopilada en la coordinación de proyectos.

En este caso se trata de analizar el proyecto de transferencia de un producto de una planta localizada en Alemania a la planta en México, por motivos de confidencialidad no podremos incluir cierta información, tal como especificaciones completas del producto, precios actuales de fabricación o planos completos, sin embargo la información estará estructurada de tal forma que todos los puntos importantes sean considerados y explicados.

Fase 1 Generación y selección de Ideas

A raíz de la reestructuración actualmente en proceso dentro la compañía, que esta pasando de un enfoque de producción exclusiva de electrodomésticos a la fabricación de productos de cuidado bucal (cepillos manuales de dientes, hilo dental etc.), y considerando el requerimiento del área de mercadotecnia de la sede central de incrementar el volumen de producción de un cepillo de baterías ya en producción en Alemania, dado el éxito logrado en los mercados, surgió la idea en nuestra planta intentar ampliar la gama de productos y fabricar este cepillo eléctrico en México

De esta forma se aprovecharía la experiencia existente en ensamble de productos completos.

La propuesta sería entonces mantener el volumen actual de producción en la planta de Alemania e instalar una nueva línea en México, que permitiera incrementar los volúmenes totales, como lo estaba solicitando el área de mercadotecnia.

La propuesta estaría respaldada por la experiencia de nuestra planta en el ensamble de productos terminados y en el manejo de productos de cuidado bucal, así como un mejor costo de fabricación y la cercanía al mercado principal que son los Estados Unidos.

Obviamente que tendríamos como principal competidor a la planta en Alemania, que también buscaba incrementar sus volúmenes de producción y que hasta ese momento era la única planta del grupo dedicada a la fabricación de cepillos eléctricos.

Capítulo 6. Caso de estudio

Una vez presentada esta propuesta como idea general, esta fue sometida a la sede central quien siguiendo los apartados 1.2 y 1.3 de la sección para la selección de ideas y aprobación de proyectos de aclaración, se procedió a la aceptación de la idea para la fase de evaluación formal.

En esta siguiente fase habría que comprobar que la idea podría desarrollarse con éxito.

En la figura 6.1 se muestra el formato empleado para la evaluación de la fase 1, misma que debe ser completada y aprobada antes de poder proceder a la siguiente fase.

Concepto	Descripción
- Descripción de la idea/producto propuesta	Transferencia de producción del cepillo de dientes de baterías G1 de la planta de fabricación de Alemania a México
- Descripción de beneficio al consumidor o a la empresa.	<p>Consumidor (Distribuidores)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar tiempo de respuesta y suministro al estar mas cercano el centro de producción. - Mayor flexibilidad para promociones al contar con ensamble semi-automatico que no requiere grandes inversiones <p>Empresa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Mejorar costo de fabricación del producto significando mayores beneficios para la compañía.
- Descripción de la necesidad	<ul style="list-style-type: none"> - Diversificar la variedad de productos fabricados en la planta de México. - Reducir costo de fabricación del producto - Mejorar respuesta al cliente
- Estimación de potencial de negocio	A ser evaluado en estudio económico

Figura 6.1 Resumen de revisión de la fase 1 de acuerdo al apartado 1.2 del desarrollo

Fase 2 Clarificación técnica, económica y de mercado

El objetivo de la fase 2, será la de evaluar desde el punto de vista técnico, económico y de mercado, la idea propuesta con objeto de demostrar su viabilidad y conveniencia para la compañía.

Como sabemos, esta fase se compone de los siguientes elementos:

- 2.1 Formación del equipo de trabajo.
- 2.2 Clarificación técnica.
- 2.3 Clarificación económica.
- 2.4 Clarificación de mercado.
- 2.5 Creación de la "Orden de proyecto".

2.1.-Formación del equipo de trabajo

Para iniciar esta evaluación se formará un equipo de trabajo formado por miembros de cada una de las áreas involucradas en la sede central, tales como:

- Mercadotecnia
- Diseño
- Investigación y desarrollo
- Calidad corporativa
- Ingeniería industrial

El área de ingeniería central será responsable de coordinar las actividades de este equipo de trabajo.

Por tratarse de un proyecto en el que nuestra planta estuvo considerada desde un inicio, fue de igual forma necesario formar el equipo de proyecto interno, que estaría coordinado por el ingeniero de nuevos productos mismo que sería el vocero oficial de la planta con el coordinador en Alemania

Esto permitió evitar problemas de comunicación que podrían ocurrir si cada miembro se comunicara independientemente, pudiendo crear confusión o repetición de funciones.

Por otra parte y sí bien se trata de un producto ya existente, la intervención de las áreas de Investigación y desarrollo y nuevas tecnologías fue de vital importancia, dado que se trata de la instalación de una línea totalmente nueva con conceptos diferentes a los existentes en la planta alemana, en donde existe un alto grado de automatización.

Anexo se incluye un diagrama que muestra la estructuración de los equipos de trabajo involucrados.

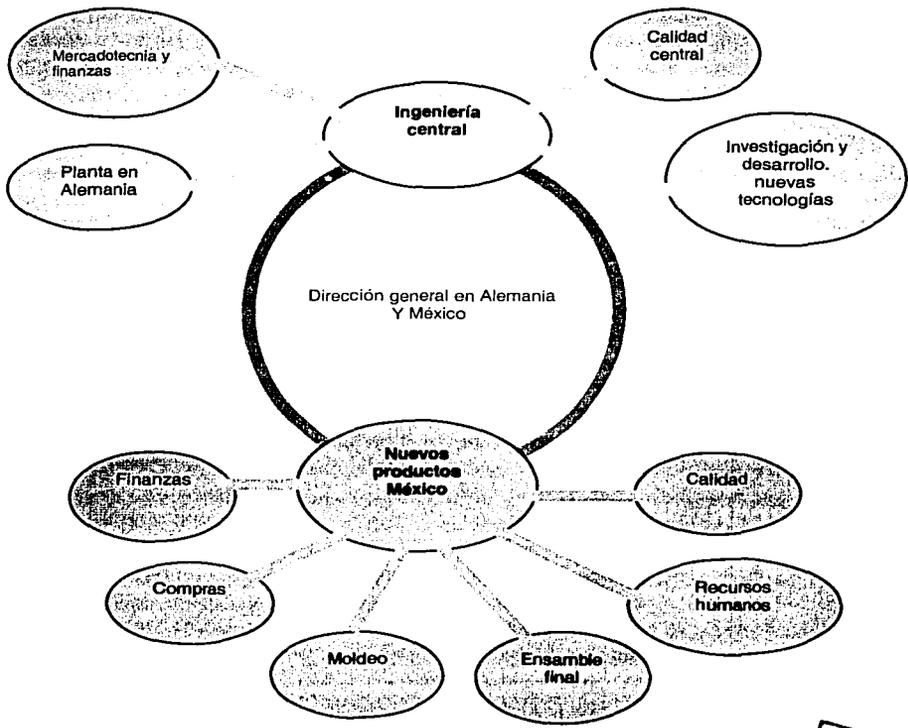


Figura 6.2 Formación del equipo de trabajo

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.2.- La fase de clarificación técnica.

Iniciamos en esta fase, con uno de los componentes mas amplios, detallados y complejos del desarrollo del proyecto, es aquí en donde se evaluará la viabilidad técnica, se definirán procesos y secuencias de

fabricación, se evaluarán posibles mejoras que conduzcan a un mejor costo de fabricación, mediante la mejora de procesos, cambio de materiales etc.

Si bien en nuestro caso en particular no será necesario desarrollar un prototipo funcional, puesto que el producto ya existe, sí será necesario desarrollar un estudio a detalle que permita la adaptación sin problemas de los procesos de fabricación y ensamble de este producto en nuestra planta.

Para iniciar esta evaluación técnica, será necesario reunir en primera instancia toda la información técnica disponible para el producto, dividiendo para ello el producto en grupos de ensamble, los grupos de ensamble en componentes y los componentes en materiales, lo que permitirá iniciar un análisis de componentes.

La principal fuente de información en este caso ha sido la estructura de materiales usada en la planta de Alemania, de la cual se obtuvieron todos los códigos de componentes involucrados, para más tarde obtener todos los planos y especificaciones

La descripción de procesos requirió del soporte del área de ingeniería central de Kronberg, que facilitó la comunicación con la planta en Alemania.

En la siguiente página, se encuentra un formato con la recopilación de datos generales empleados para nuestro producto en estudio, como veremos esta ha sido dividida en los principales grupos de ensamble, mismos que incluyen a sus respectivos componentes que han sido clasificados de acuerdo al origen de los mismos.

Esta clarificación considera como partes compradas a todos aquellos que serán suministrados por algún proveedor, partes moldeadas a las partes plásticas que serán inyectadas en planta (faltará definir materiales plásticos) y procesos.

Sí bien, esta tabla no está desarrollada al detalle, será la base que nos permitirá identificar en primera instancia componentes y sus requerimientos, mismos que será abordados individualmente más adelante.

Como comentamos, la propuesta es la de mantener el volumen original en Alemania e incrementar los volúmenes al instalar una nueva línea en México, lo cual representa la fabricación de nuevas herramientas y dispositivos adaptados, o bien la generación de conceptos diferentes a los ya existentes.

Resumen de grupos de ensamble y componentes de cepillo eléctrico de baterías

No.	Grupo de ensamble	Componentes	Clasificación	Herramental	Comentario	Moldeo	Ensamble en Alemania
10	Excéntrico completo	- Excéntrico	Parte comprada	No requerido	A desarrollar en México	No aplica	Automático.
		- Perno	Parte comprada	No requerido	A desarrollar en México		
20	Motor completo	- Motor	Parte comprada		Proveedor en Asia	No aplica	Automático.
		- Resorte	Parte comprada	No requerido			
		- Excenter cpl.	Sub grupo 10	Equipo de ensamble			
30	Eje completo	- Eje	Parte comprada	Ya disponible	Proveedor en Alemania	No aplica	Automático, ensamble crítico.
		- Placa	Parte comprada	No requerido	Proveedor en Alemania		
40	Mecanismo completo	- Eje completo	Sub grupo 30			No aplica	Sistema automático de montaje, alto nivel de inversión.
		- Carcaza	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	Requiere robot	
		- Base	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	No requiere robot	
		- Leva	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	No requiere robot	
		- Interruptor	Parte comprada	No requerido	Proveedor en Asia	No aplica	
50	Soporte motor cpl.	- Soporte motor	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	Requiere robot y banda	Ensamble que requiere de muchas operaciones manuales, por lo que en Alemania es ensamblado por un proveedor externo localizado en la República Checa.
		- Motor completo	Sub grupo 20	Equipo de ensamble			
		- Mecanismo cpl.	Sub grupo 40	Equipo de ensamble			
		- Resorte	Parte comprada	No requerido	A desarrollar en México	No aplica	
		- Cable 1	Parte comprada	Para terminales	A desarrollar en México	No aplica	
		- Cable 2	Parte comprada	Para terminales	A desarrollar en México	No aplica	
		- Soldadura	Parte comprada	No aplica	A desarrollar en México	No aplica	
- Contacto	Parte comprada	Requerido	Proveedor en Alemania	No aplica			
60	Carcaza superior cpl.	- Carcaza hard	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	Robots y bandas	Inserción de parte hard en soft mediante robot, impresión semi automática
		- Carcaza soft	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	Robots y bandas	
		- Impresión laser	Proceso	Equipo de impresión	Impresión laser	En área de moldeo	
70	Carcaza inferior cpl.	- Carcaza inferior	Parte moldeada	Molde de inyección		Robots y bandas	Ensamble semi automático
		- Impresión	Proceso	Maquina de impresión	Impresión con tinta		
		- Membrana	Parte comprada	No requerido	Proveedor en Asia	No aplica	
80	Cepillo completo	- Portamotor completo	Sub grupo 50	Equipo de ensamble			Ensamble semi automático en planta. Ensamble de cepillo requiere de una línea especial de ensamble.
		- Carcaza superior cpl.	Sub grupo 60	Equipo de ensamble			
		- Carcaza inferior	Sub grupo 70	Equipo de ensamble			
		- Baterías	Parte comprada	No requerido	Proveedor del grupo		
		- Cepillo	Sub grupo	Línea de montaje	Por definir suministro	Moldes y equipo	
		- Protector cepillo	Parte moldeada	Molde de inyección	Moldeo en planta	Robot y bandas	
90	Cepillo empacado	- Cepillo completo	Sub grupo 80	Equipo de ensamble		No aplica	Ensamble semi automático en planta. Fabricación actual de blister en planta, se requiere máquina especial para termoforado y posteriormente para sellado por alta frecuencia. Empaque semi automático, palletizadores automáticos.
		- Blister inferior	Parte comprada	Para termoforado	Fabricado en planta		
		- Instructivo	Parte comprada	Suajes	A desarrollar en México		
		- Blister superior	Parte comprada	Para termoforado	Fabricado en planta		
		- Sellado	Proceso	Máquina y herramienta	Sellado HF		
		- Etiquetas	Parte comprada	Suajes	A desarrollar en México		
		- Bandeja termoforada	Parte comprada	Para termoforado	Proveedor externo		
		- Bandeja mostrador	Parte comprada	Suajes	Patente de proveedor		
		- Caja de transporte	Parte comprada	Suajes	A desarrollar en México		

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Una vez identificados los principales grupos de ensamble, componentes y requerimientos, procedemos a realizar un análisis de componentes, es decir a analizar cada grupo de ensamble, con sus respectivos elementos, respondiendo en cada caso a las siguientes preguntas:

- ¿Qué material, función, tipo, proceso, tecnología deben ser considerados?
- ¿De cuáles grupos o módulos está compuesto el producto y de qué partes se componen estos módulos?
- ¿Cómo pueden fabricarse o suministrarse esos componentes y como pueden ser montados en los respectivos módulos?
- ¿Qué partes, módulos, procesos deben ser considerados como estratégicos o críticos para el producto?
- ¿Qué nuevas tecnologías serán requeridas?
- ¿Cuál será la secuencia de montaje del producto y de sus diversos módulos?
- ¿Qué tiempos de ensamble pueden ser alcanzados o esperados?
- ¿Qué variantes o versiones de producto están planeadas?
- ¿Cómo poder combinar los objetivos costo óptimo de producción, inversión y tiempo?
- ¿Qué posibilidades existen de estandarizar los procesos de producción?
- Identificar oportunidades de reducir el tiempo de lanzamiento o implantación.

Como podemos observar, nuestra tabla de grupos de ensamble nos da una buena base para iniciar este análisis, por lo que procederemos a revisar cada grupo de ensamble con sus respectivos componentes, materiales y requerimientos.

Si bien para efectos de este caso práctico, no podremos incluir el análisis detallado de todo el producto (principalmente por motivos de espacio), incluiremos un ejemplo representativo de algunos grupos de ensamble considerados estratégicos que servirán como referencia para cualquier otro.

Los grupos de ensamble seleccionados para este ejemplo serán :

- 50 Soporte motor completo
- 60 Carcaza superior completa

Total de máquinas
en México

Fabricantes :	Klöckner Ferromatic										Engel				
	Tipo de máquina (serie)	F.M.60	F.M. 140	F.M.160	F.M.175/200			F.M. 250			ES 1300/1370/1510/17	ES 1800/1750			
Número interno	Mold 1	MMI026 (1990)		MMI029 (1990)		MMI023 (1990)	MMI017 (1991) MMI034 (1989)		MMI035 (1990) MMI036 (1990) MMI039 (1989)	MMI040 (1984)		MMI041 (1998)	MMI042 (1999)		
	Mold 2			MMI007 (1992) MMI008 (1990) MMI009 (1992) MMI010 (1990)			MMI004 (1991) MMI005 (1992) MMI006 (1992) MMI011 (1991)		MMI001 (1992) MMI002 (1991) MMI003 (1992) MMI012 (1990) MMI013 (1992) MMI014 (1990) MMI015 (1989) MMI016 (1991)						
	Mold 3					MMI050 (1993)	MMI048 (1993) MMI049 (1993) MMI051 (1993)		MMI052 (1993)						
Número instaladas		(1)	(2)	(3)	(5)	(1)	(4)	(6)	(1)	(11)	(1)	(1) two colors	(1)		
Unidad de inyección	Screw diameter	mm	30	40	45	45	60	70	60	70	80	60	30	70	
	Specific Injection pressure (max.)	bar				1890	1890	1792	1316	1792	1316	1316			
	(Stroke) swept Volume	cm3	86	150	215	215	215	510	690	510	810	1050	735	113	1039
	Screw stroke	mm	120	135	135			180		180	210	210	750	32	200
	Screw revolutions, max.	min-1				260		240			180		300		300
	Number of mould heating zones	-	-	8		6							8 ZONAS		8 ZONAS
	Nozzle radius	mm	R 30	R 30	R 30			R 30			R 30		R 30		R 30
Clamping Unit	Clamping Force	kN	600	1400	1600		1750/2000			2500		2500		2750	
	Mould opening stroke	mm	390	550	650		650			750		850		850	
	Mould installation height min	mm	250	300	300		350			400		550		550	
	Clearance between tie bars	mm	320x320	448x448	448x448		518x518			628x628		1050x770**		1150x770**	
	Ejector stroke	mm	140	180	180		180			240		200		200	
	Central ring for fixed plate	mm	125	160	160		160			160		160 unit 1 / 100 unit 2		160	
Datos generales	Number of core-pull	-	-	1	2		2			2		1		1	
	Income voltage for heaters	Volt	220	220	220		220			220		220		220	
	Power for mould. Each / zone	Watt	-	3200	3200		3200			3200		3000		3000	
	Installed robot's	-	-	5	1 in MMI009		4 in molding Jafra, 1 in MMI023, 1 in MMI017 and 1 in MMI005		1 in molding Jafra, 1 in MMI035, 1 in MMI013 and 1 in MMI015				1		1

** this dimension are size plate and not considerate mould sujecion (to see drawing)

**TESIS CON
FALTA DE ORIGEN**

50 Soporte motor completo

Como recordaremos, este grupo de ensamble se integra de los siguientes componentes:

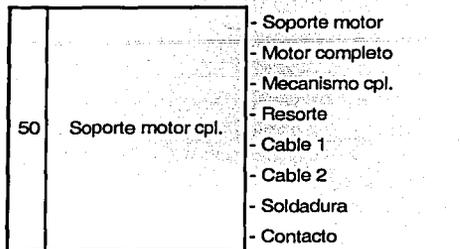


Figura 6.3 Estructura del soporte motor completo

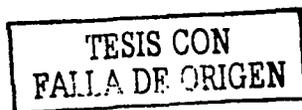
Soporte motor (parte moldeada)

Parte moldeada, inyectada en planta cuyo manejo requiere de uso de robot para extraer el componente del molde y una banda transportadora para permitir que el componente se enfríe y no se deforme al ser almacenado a granel, en cajas de plástico.

De este componente, elaboramos una tabla de características como la que se incluye a continuación.

Description	Soporte motor
Cavidades	8
Fuerza de cierre (KN)	1500
Altura de molde (mm)	655
Distancia de apertura máxima (mm)	No critica
Maquina	MM1042 Engel
Tipo de colada	Caliente
Zonas de enfriamiento (unidades)	Max.9
Conecciones (unidades)	2
Calentadores (unidades)	2 (120°C)
Placa de seguridad	No
Volumen: parte + colada (cm ³ a 20°C)	50
Material	POM
Equipo de secado	No
Manipulador	Robot y banda
Bandejas	No
Ciclo estimado (s)	35

Figura 6.4 Tabla de características de moldeo para soporte motor



Capítulo 6. Caso de estudio

Al analizar las dimensiones del molde y compararlas con el espacio libre mínimo entre placas de la máquina, se detectó que no había espacio suficiente para instalar el molde, por lo que sería necesario realizar modificaciones ya sea a la máquina o al molde.

En el caso del molde, la modificación o reducción de altura sería muy complicada debido al tamaño de la pieza a moldear, por lo que la opción fue buscar la forma de ajustar la máquina, en las paginas siguientes se muestra un análisis de las consideraciones tomadas en cuenta.

Como podremos observar, después del análisis se concluyo que la mejor opción sería hacer modificaciones a la máquina, de tal forma que el espacio libre entre placas se incremente mediante el recorte de los bulones, de forma tal que el molde tenga suficiente espacio para poder trabajar.

El monto de las inversiones requeridas es mínimo, pues estos ajustes son realizados por el área de mantenimiento y taller mecánico de la compañía. Este es solo un ejemplo del tipo de factores que deben ser considerados a detalle en la fase de evaluación técnica, de otra forma el problema podría haber sido detectado muy tarde, poniendo en riesgo la ejecución del proyecto o incrementando inesperadamente el monto de las inversiones.

Una vez completado el análisis anterior, proseguimos con el desarrollo de un estudio de capacidad, con objeto de definir el número de moldes requerido para cubrir con los requerimientos de producción

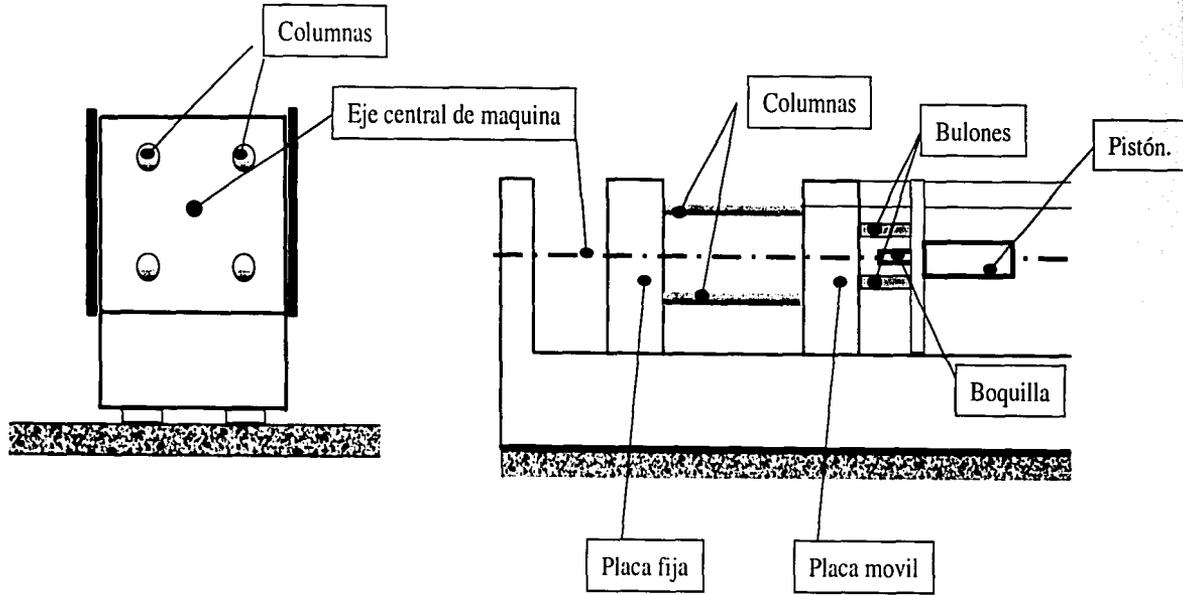
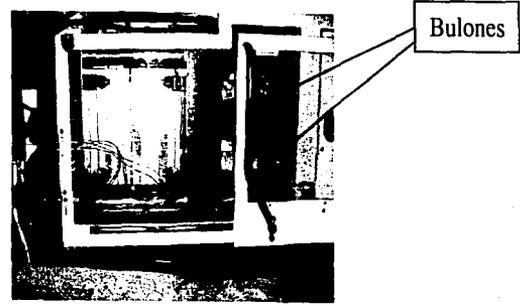
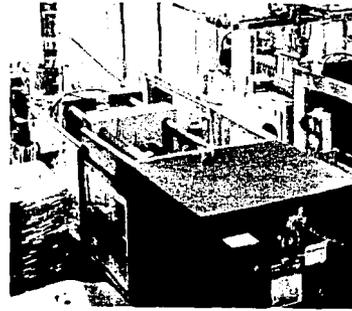
Bases:

Volumen requerido anual = 6,000,000 unidades
 Producción por mes = 500,000 unidades
 Producción por semana = 125,000 unidades
 6 días a la semana
 2 turnos/ día
 Cada turno es de 7.5 hr

Número de parte	Descripción	Cavidades	Ciclo (s)	s/pza.	Capacidad			Número de moldes requeridos	Total Moldes
					Día (2 turnos)	Semana (6d)	Mes		
3.232.801	Soporte motor	8	35	4.375	12343	74057	296229	1.69	2

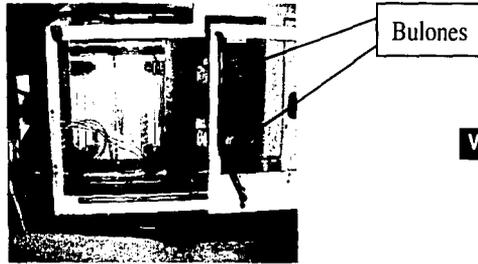
Figura 6.5 Cálculo de capacidad de moldeo y número de moldes requeridos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN



Características de molde/máquina	
Concepto	Dato
Pieza	Motor Carrier
Máquina	160 T
Cavidades	8 cavidades
Fuerza de cierre	1500 Kg
Altura de molde (AM)	655

Variable	Dist (mm)	Comentarios
----------	-----------	-------------

AM = 655 Altura del molde en mm
 X min = 340 Espacio libre mínimo entre placas.
 LBP = 610 Longitud estándar de bulones

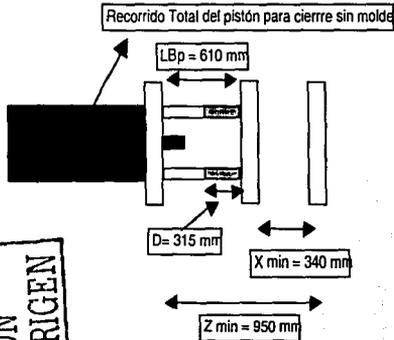
El rectángulo color rojo representa la boquilla del pistón

$D = AM - X_{min}$

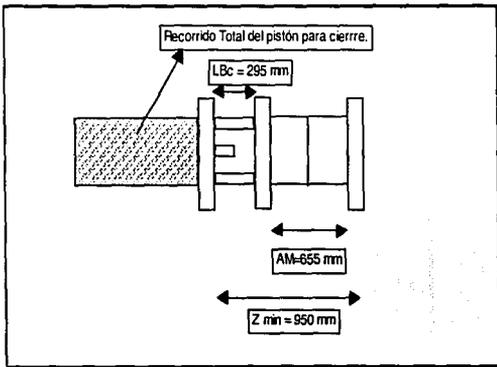
$D = 340 - 655$

D = -315 Longitud que se requiere quitar de los bulones para que quepa el molde cerrado y justo

Z min = 950 Es una constante no cambia



Situación una vez recortados los bulones y puesto el molde



De estas dos tablas podemos obtener las siguientes observaciones:

- No existe problema en duplicar los moldes que actualmente se usan en Alemania, siempre y cuando se realicen las modificaciones requeridas en las máquinas asignadas.
- Para completar los volúmenes de producción requeridos, será necesario asignar dos máquinas de inyección, una destinada totalmente a la fabricación del componente y la otra de forma parcial (70% de saturación)
- Se requerirá invertir en la fabricación de dos moldes y en la adaptación de las 2 máquinas para producción.
- A efecto de tener un mejor manejo y evitar deformaciones en las piezas plásticas, es necesario la instalación de 2 robots y 2 bandas, las cuales permitan que se enfrien las piezas, para que después sean almacenadas a granel.
- Hemos también identificado el material plástico usado para la inyección de éste componente, sin embargo será necesario evaluar si se continua usando este mismo material o se buscan alternativas.

Tomando en cuenta esta observaciones, podemos preparar ya una tabla preliminar de inversiones, como la que se muestra a continuación.

SOPORTE MOTOR

Equipo	miles de USD	Entregas (semanas)	Unidades	miles de USD
Moldes	200	20	2	400
Robot	35	16	1	35
Manipulador	5	12	2	10
Banda	4	7	2	8
Accesorios	10	variable	por definir	10
				463

Figura 6.6 Estimación de monto de inversión para el moldeo del soporte motor.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Selección de materiales

Sí bien se ha identificado el material plástico usado en la planta origen, para la inyección de éste componente, es necesario evaluar las ventajas y desventajas que tendremos de continuar usando el mismo material.

Sí bien, desde el punto de vista técnico no se esperan desventajas, puesto que se ha venido usando sin contratiempos, es necesario confirmar sí desde el punto de vista económico y de logística continúa siendo válido su uso.

Para lograrlo habrá que investigar el origen del material (Europa, Asia, América) y el tipo de fabricante que lo produce, es decir; sí cuenta con representantes o plantas de producción en México o Estados Unidos y de contar con ellas, se deberá verificar sí el componente en específico se produce en dichas plantas.

En caso contrario nos veremos obligados a traer el material desde lugares lejanos con las consecuencias en costo y tiempo de entrega que esto representa.

A continuación incluimos un ejemplo de este tipo de evaluación, asumiendo que el costo factor minuto del área de moldeo sea de 1.6762 \$USD/min, tendremos:

Material	Material (\$/Kg)	Integración (Kg/100)	Ciclo (min/100)	Material (\$/100)	Inyección (\$/100)	DC (\$/100)
POM	1.90	1.61	7.29	3.06	12.22	15.28
ASA	1.87	1.61	6.78	3.01	11.36	14.38

Figura 6.7 Evaluación económica para selección de material

Si consideramos la misma demanda anual de 6,000,000 de unidades, el ahorro esperado por utilizar ASA, será de 54,000 USD

Al seleccionar materiales debe procurarse el utilizar en lo posible, materiales de uso común para otros productos, de esta forma lograremos incrementar el consumo del material pudiendo obtener mejores precios (descuentos por volumen).

A continuación como ejemplo se anexa una gráfica que muestra la relación de precios de algunos materiales en función del volumen de compra, como podemos observar a mayor volumen se logra una mejora en el precio.

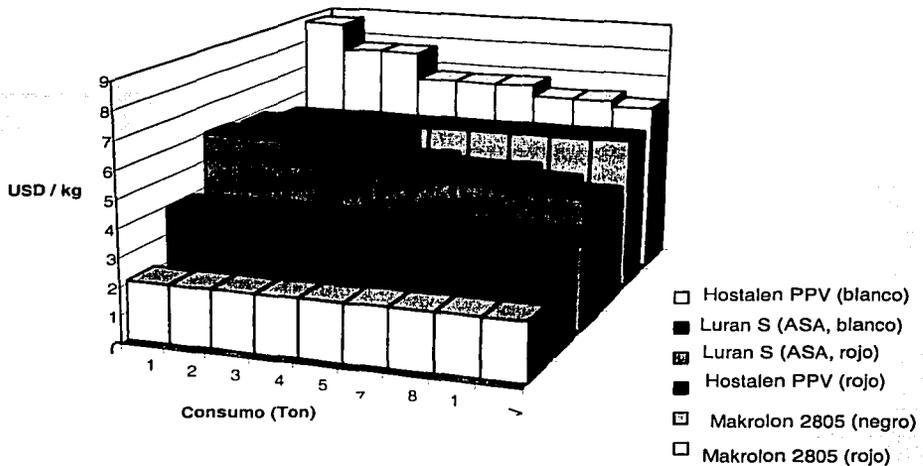


Figura 6.8 Comparativo de precio en función del volumen de compra

Tenemos ya la información más importante para este componente, información que nos permite identificar requerimientos de equipo, herramienta y capacidad, así como tiempos de proceso y monto estimado de inversión que nos serán de gran utilidad en la fase de evaluación económica.

Por otra parte, hemos identificado también los tiempos de desarrollo en los cuales podremos basarnos para desarrollar un plan general del proyecto.

Motor completo (módulo o grupo de ensamble)

Grupo de ensamble compuesto a su vez del grupo de ensamble 10 y dos componentes comprados, uno de ellos lo surte un proveedor en Asia. Este ensamble es automático en la planta origen, por lo que será necesario definir el origen de los componentes, así como el proceso de ensamble en México.

Para iniciar, recordemos los componentes de este grupo de ensamble:

20	Motor completo	- Motor
		- Resorte
		- Excéntrico cpl.

Figura 6.9 Estructura del motor completo

Para este componente nos enfocaremos al proceso de ensamble, puesto que el desarrollo de componentes será analizado más adelante. Para proceder al análisis del proceso de ensamble recopilamos en primera instancia la secuencia de montaje del módulo, misma que se muestra en la figura 6.10.

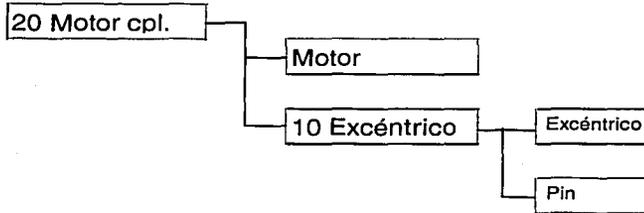


Figura 6.10 Estructura ramificada del grupo de ensamble

Componente	Módulo	Descripción	Min/100	Proceso
Motor completo	Excéntrico completo	1 Posicionar excéntrico		Línea de montaje automática, integrada por mesas vibratorias, manipuladores y prensas
		2 Posicionar y tomar pin		
		3 Insertar pin en excéntrico		
		4 Posicionar grupo en banda		
	Ensamble motor cpl.	1 Tomar y posicionar motor		
		2 Tomar e insertar excéntrico cpl.		
		3 Color motor cpl. en charolas		

Figura 6.11 Descripción de proceso de ensamble del motor completo



Figura 6.11 Línea de montaje del motor completo en la planta de Alemania.

Al analizar la situación de los procesos de ensamble de este módulo, nos damos cuenta del grado de automatización manejado en la planta origen (ver figura 6.11) , en donde aproximadamente un 90% de los procesos de ensamble se llevan acabo mediante el empleo de dispositivos y líneas de ensamble automáticas.

Sí bien sería ideal poder duplicar los mismos métodos de ensamble en nuestra planta, evitando con ello tener que diseñar nuevamente procesos y dispositivos, el monto de la inversión requerido seguramente se dispararía enormemente, haciendo nuestra propuesta poco atractiva.

Es por ello, que se optará por analizar otras alternativas de ensamble semiautomático o manual. No se descarta el uso de equipos completamente automáticos, sí es que la complejidad del ensamble así lo requiere.

Para poder realizar nuestra propuesta de método de ensamble, partiremos de la descripción de procesos descrita para la línea de ensamble automática, analizando cada secuencia e incluyendo la revisión de las especificaciones de proceso, así como en las pautas de calidad para el módulo.

Es importante tomar en cuenta por ejemplo la fuerza de inserción del perno al excéntrico y del excéntrico completo al motor y las tolerancias requeridas.

El soporte de las áreas de investigación y desarrollo, nuevas tecnologías e ingeniería de proceso de nuestra planta serán muy importantes, pues como hemos comentado se trata de un trabajo en equipo.

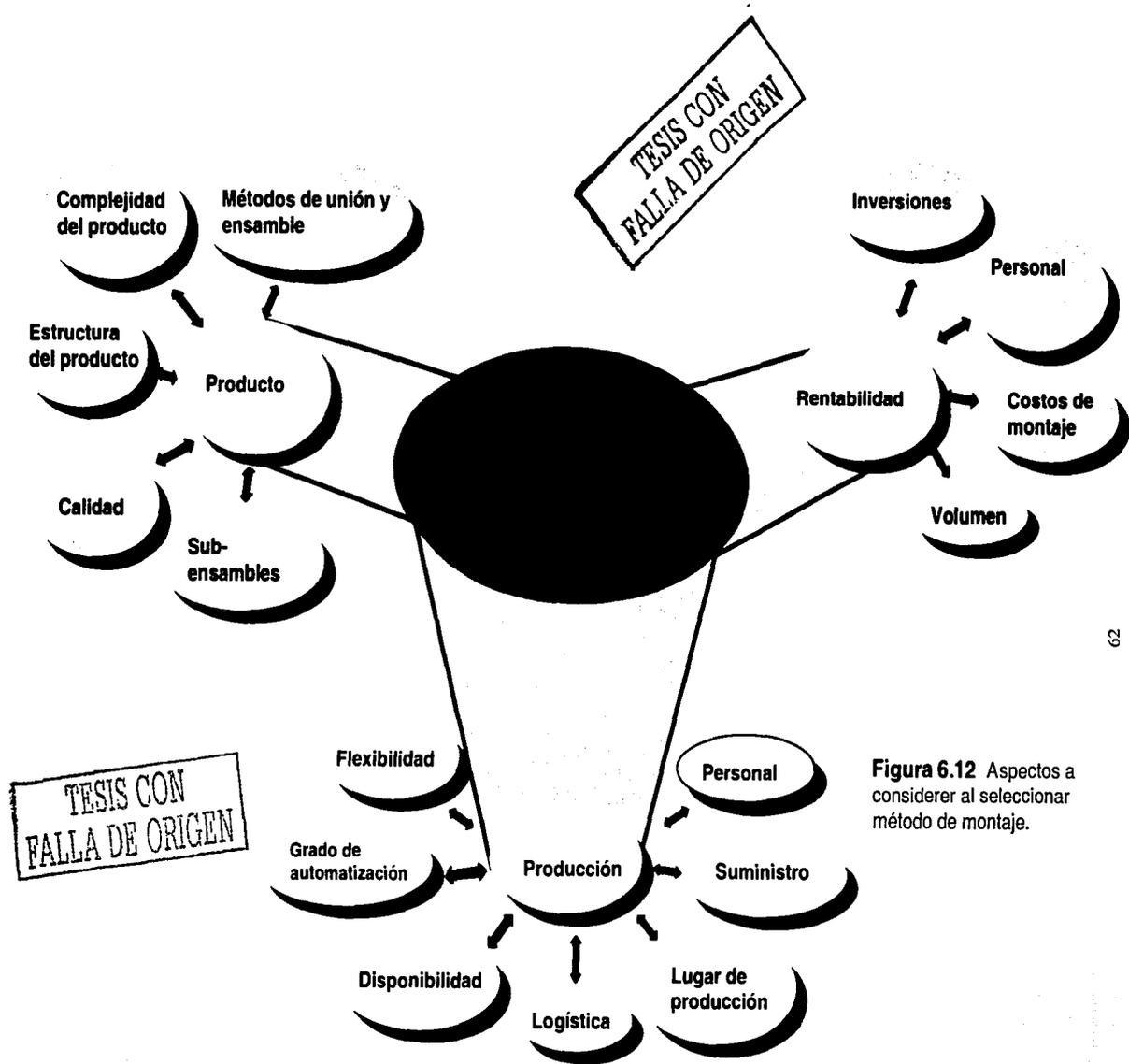


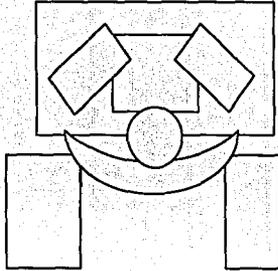
Figura 6.12 Aspectos a considerar al seleccionar método de montaje.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Bases

Planeación

Sistema usado Mesa de trabajo + dispositivo



Volumen	3,600	
	6818	u/turno
Días laborales	264	por año
Turnos	2	por día
Duración/turno	450	min
Eficiencia	90	%
Capacidad neta	213840	min/año
centro de costo	58519	Ensamble
Total	0.18	USD/min

Tiempo	50.00	min/100 u
	= 30	sec./u
Estaciones	8.4	Estimado
Personal	16.8	por día
Inversión	2.55	USD
Estaciones	8.4	Plan
Total	21.5	TUSD
Capacidad	0%	Riesgo
C.D. ensamble	9	USD/100u

63

Capítulo 6. Caso de estudio

Módulo	Parte	Entrega
Motor completo	Motor	Bandejas
	Excéntrico cpl.	Granel
	-Excéntrico	
	-Pin	

Figura 6.13 Análisis de estación motor completo

Contenido de ensamble

1. Alcanzar y poner motor	18.50
2. Alcanzar y poner excéntrico c/	21.30
3. Accionar prensa	2.70
4 Alcanzar y soltar grupo	7.5
	50.00 min/100

Inversión

Estación	3
(con prensa neumática)	
Mesa de trabajo	0.3
Bandejas	0
	3.3

Proximos pasos

1.- Desarrollar estación muestra.

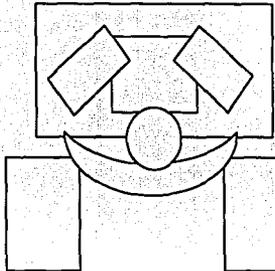
Responsable

Nuevos productos

Fecha

Semana 45

Sistema usado Mesa de trabajo + dispositivo



Bases

Volumen	3,600	
	6818	u/turno
Días laborales	264	por año
Turnos	2	por día
Duración/turno	450	min
Eficiencia	90	%
Capacidad neta	213840	min/año
centro de costo	58519	Ensamble
Total	0.18	USD/min

Planeación

Tiempo	31.16	min/100 u
	= 18.696	sec./u
Estaciones	5.2	Estimado
Personal	10.5	por día
Inversión	1.8	USD
Estaciones	5.0	Plan
Total	9	TUSD
Capacidad	-5%	Riesgo
C.D. ensamble	5.61	USD/100u

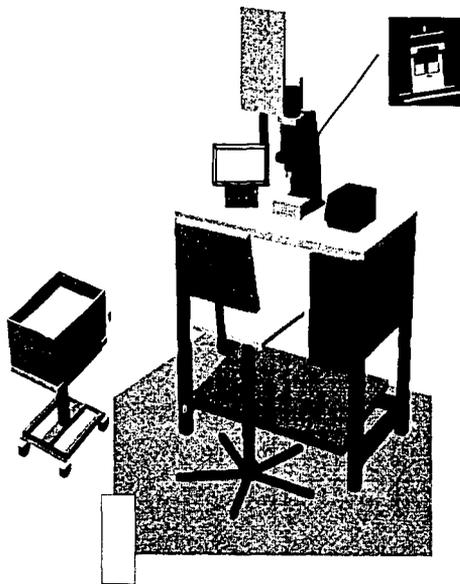
Módulo	Parte	Entrega
Excéntrico cpl.	Pin	Granel
	Excéntrico	Granel

Contenido de ensamble	Inversión
1. Alcanzar y poner excéntrico	Estación 2
2. Posicionado de pin automático	
3. Operación	Mesa de trabajo 0.3
	Bandejas 0
31.16 min/100	2.3

Proximos pasos	Responsable	Fecha
1.- Desarrollar estación muestra.	Nuevos productos	Semana 45

Figura 6.13 Análisis de estación excéntrico cpl.

**Motor completo
(resumen)**



Estación : **Ensamble motor completo**

Descripción: Mesa de trabajo con prensa neumática, contenedores de materiales, silla, soporte de hoja de proceso y transportador de material.

Te : 50 Min/100

Unidades: 3

Origen: Local

Precio: 3300 USD / station

Observaciones :

- El excéntrico debe ser orientado antes de ser insertado en el eje del motor.
- Prensa de operación neumática

Figura 6.14 Definición de estaciones de ensamble

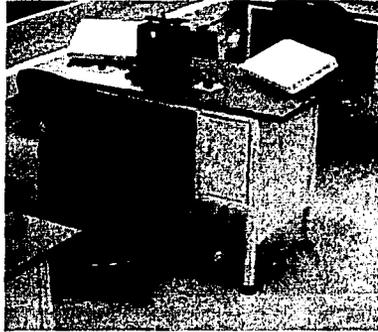


Figura 6.15 Estación de ensamble motor completo una vez desarrollada

Las páginas anteriores muestran el análisis realizado en la determinación de estaciones de ensamble, así como un primer diseño de la estación de ensamble "motor completo", misma que es mostrada una vez desarrollada en la figura 6.15.

Componente	Módulo	Descripción	Min/100	Proceso
Motor completo	Excéntrico completo	1 Alcanzar y poner excéntrico	31.16	Manual
		2 Alimentación de pin		Automático
		3 Accionar prensa		Semiautomático
		4 Soltar pieza completa en tray		Automático
	Ensamble motor cpl.	1 Alcanzar y poner motor	50	Manual
		2 Alcanzar y poner excentrico cpl.		Manual
		3 Accionar prensa neumática		Semiautomático
		4 Alcanzar y soltar grupo cpl.		Manual

Figura 6.16 Resumen de operaciones de ensamble mediante montaje manual

Para el caso de nuestra propuesta, se decidió dividir la operación en dos estaciones de trabajo diferentes.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 6. Caso de estudio

Esta misma tabla nos permite hacer un primer estimado de inversiones requeridas:

Grupo de ensamble		Tiempo de ensamble min/100	Costo USD/100	Equipo	Inversión miles de USD/u	Total miles de USD/u
Gpo.m otor completo	0.5%	81.2	14.61 0.07	Grupo 1	9	30
Scrap				Mesa de trabajo		
				Prensa	21.4	
				Grupo 2		
			Mesa de trabajo			
				Prensa semiautomática		
Total		81.16	14.68			30

Figura 6.17 Resumen de estimación de inversiones para ensamble de motor completo

Al completar la tabla anterior, habremos obtenido nuevamente la información más importante para esta fase, es decir, definición preliminar de estación de ensamble, tiempos de ensamble, número de estaciones requeridas y monto estimado de inversión.

Con esta información podremos más adelante desarrollar la evaluación económica requerida para justificar el proyecto.

Para completar la evaluación de los otros grupos de ensamble, será requerido desarrollar un Lay-out o plano de instalación, que permita tener una visión general de la línea de ensamble y realizar las primeras consideraciones sobre el manejo de materiales y logística.

Sin embargo, será en la fase de desarrollo en donde se completen a detalle todas estas consideraciones.

A continuación se incluye un análisis de capacidades para toda una línea de ensamble completa.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 6. Caso de estudio

Balanceo de líneas.

Una vez que se han determinado los tiempos estándar para cada una de las operaciones clave para el ensamble del producto, así como la secuencia de operaciones, resulta necesario determinar el número de estaciones de trabajo.

A continuación se enlista un conjunto de operaciones consecutivas con sus respectivos tiempos estándar, así como el análisis respectivo para la determinación de estaciones de trabajo y balanceo de línea.

Descripción de la operación	M.E. T.Est min/un	T de espera basado en la op. más lenta (min/un)	M.E.P. T.Est perm min/un
Dispositivo para colocar pieza met peq en excentrico	0.31	0.19	0.5
Dispositivo para colocar el excentrico en el motor	0.26	0.24	0.5
Dispositivo para colocar el balin en cijo engranaje	0.25	0.25	0.5
Dispositivo para colocar sello en eje	0.20	0.30	0.5
Dispositivo para ensamblar el cijo motor	0.50	0.00	0.5
Cautin para soldar 2 cables al motor	0.30	0.21	0.5
Dispositivo para fijar cijo motor en carcasa	0.32	0.18	0.5
Dispositivo para colocar contacto metalico en carc inf	0.29	0.22	0.5
Dispositivo para colocar la membrana en carc inf	0.24	0.26	0.5
Impresión laser en carc inf	0.26	0.24	0.5
Dispositivo para estampar el código y fecha de producción	0.25	0.25	0.5
Dispositivo para pruebas de hermeticidad	0.24	0.26	0.5
Dispositivo para reparar productos completos	0.26	0.25	0.5
Consola de funcionalidad	0.18	0.32	0.5
Empaque	0.32	0.18	0.5
Total M.E.	4.166	Total M.E.A.	7.50

Figura 6.18 Identificación de tiempos para la línea de ensamble

- ⇒ La primer columna, se describe la operación.
- ⇒ En la segunda, se muestra el tiempo estándar asignado a cada operación (M.E.) en min/unidad.
- ⇒ En color rojo se ha marcado la operación más lenta.
- ⇒ Dado que son operaciones consecutivas, todas en conjunto trabajan como una unidad.
- ⇒ En la tercer columna, se muestra el tiempo de espera basado en la operación más lenta, para cada una de las operaciones.
- ⇒ Y por último, la cuarta columna muestra el número de minutos estándares permitidos para cada operación (M.E.P)

Capítulo 6. Caso de estudio

La eficiencia de esta línea se puede calcular como la relación del número total de minutos estándar al número de minutos estándar permitidos, o sea:

$$E = (\Sigma M.E / \Sigma M.E.P) \times 100 = (4.166/7.5) \times 100 = 55.5 \% \text{ de Eficiencia}$$

De esta manera es como se determina la eficiencia de una línea.

La determinación de tiempos es muy importante, pero de igual manera lo es el análisis de métodos de trabajo.

De la tabla arriba citada, se desprende que si se pudiera reducir el tiempo de la operación más lenta mediante un mejor método de trabajo, por lo menos unos 0.10 min, la economía neta por ciclo sería de $0.10 \times 15 = 1.5$ min

Una vez que se arranca el proyecto, el ingeniero de procesos tendrá la oportunidad de conocer mejor el proceso y de mejorar el tiempo en la estación más lenta mediante un análisis de métodos mejorado.

Con base en los tiempos de la tabla, procederemos a determinar el número de estaciones de trabajo y a balancear la línea, pero para ello debemos saber el plan de producción para dicho producto.

Supóngase que por requerimientos del mercado se necesitan producir 3,600,000 productos por año, considerando que la empresa trabaja 264 días/año y trabajando 2 turnos al día de 7.5hr cada uno.

Datos

- ⇒ 3,600,300 pzas/año
- ⇒ 264 días/año
- ⇒ 2 turnos/día
- ⇒ 7.5 hr/turno

De aquí se deduce que la tasa de producción diaria es de
⇒ $3,600,000/264 = 13,637.5 = 13,638$ pzas/día

El dato arriba obtenido (tasa de producción diaria) es muy importante, ya que nos sirve para determinar el número de estaciones de trabajo.

El número de estaciones de trabajo necesarios, es igual a la tasa de producción requerida multiplicada por el número total de minutos permitidos, es decir:

Capítulo 6. Caso de estudio

$$N = R \times \Sigma M.E.A \quad \dots\dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 1$$

Donde:

N = Número de operarios que necesita la línea

R = Tasa de producción, que en este caso es la tasa de producción diaria

$\Sigma M.E.A$ = Suma de minutos estándar permitidos

De la formula previamente vista:

$$E = (\Sigma M.E. / \Sigma M.E.A) \quad \dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 2$$

Se puede deducir que:

$$\Sigma M.E.A = \Sigma M.E. / E \quad \dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 3$$

Donde:

$\Sigma M.E.A$ = Suma de minutos estándar permitidos

$\Sigma M.E$ = Suma de minutos estándar

E = Eficiencia

Sustituyendo la Ecuación N° 3 en la N° 1, se tiene entonces que:

$$N = R \times (\Sigma M.E. / E) \quad \dots\dots \text{Ecuación N}^\circ 4$$

La ecuación N°4, es muy útil para determinar el número de estaciones de trabajo, la cual procederemos a aplicar en la tabla de tiempos que aparece al inicio de este capítulo y tomando los datos respectivos de producción necesarios, entonces tendremos:

Datos:

⇒ 3,600,300 pzas/año

⇒ 264 días/año

⇒ 2 turnos/día

⇒ 7.5 hr/turno

⇒ R= 13,638 pzas/día

⇒ $\Sigma M.E$ = 4.166 (obtenida de la tabla)

⇒ E = 95 % (se considerará una eficiencia del 95%)

Aplicando la formula de la ecuación N° 4, resulta que

$$N = \left[\frac{13638 \text{ pza/día}}{900 \text{ min/día}} \right] \left[\frac{4.166 \text{ min}}{0.95} \right]$$

$$N = 66.5 = 67 \text{ estaciones de trabajo}$$

Capítulo 6. Caso de estudio

Otra forma de determinar el número de operarios y de corroborar la ecuación N° 4, resulta de dividir el tiempo de cada operación entre el tiempo al que debe salir cada producto terminado (ritmo de producto terminado) RPT.

El RPT se determina como sigue:

$$\Rightarrow \text{Ritmo de producto terminado} = (900 \text{ min/día}) / (13638 \text{ pza/día}) = 0.066 \text{ min/pza}$$

$$\text{RPT} = 0.066 \text{ min/un}$$

Descripción de la operación	M.E. T.Est min/un	M.E/RPT	Número de estaciones
Dispositivo para colocar pieza met peq en excentrico	0.31	4.71	5
Dispositivo para colocar el excentrico en el motor	0.26	3.94	4
Dispositivo para colocar el balin en cjo engranaje	0.25	3.79	4
Dispositivo para colocar sello en eje	0.20	3.03	3
Dispositivo para ensamblar el cjo motor	0.50	7.58	8
Cautin para soldar 2 cables al motor	0.30	4.47	5
Dispositivo para fijar cjo motor en carcasa	0.32	4.85	5
Dispositivo para colocar contacto metalico en carc inf	0.29	4.32	5
Dispositivo para colocar la membrana en carc inf	0.24	3.64	4
Impresión laser en carc inf	0.26	3.94	4
Dispositivo para estampar el código y fecha de producció	0.25	3.79	4
Dispositivo para pruebas de hermeticidad	0.24	3.64	4
Dispositivo para reparar productos completos	0.26	3.86	4
Consola de funcionalidad	0.18	2.73	3
Empaque	0.32	4.85	5
Total			67

Figura 6.19 Determinación de número de estaciones de trabajo

En la cuarta columna se muestra el número de estaciones para cada operación, la cual resulta del redondeo del cociente de los minutos estándar entre el ritmo de producto terminado (RPT).

De esta manera, se comprueba la ecuación N° 4 y al mismo tiempo se balancea la línea de ensamble.

Resulta lógico que por aspectos de redondeo, la línea no esta balanceada de forma ideal, por lo que es necesario saber cual es la operación más lenta una vez balanceada la línea de ensamble.

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Para ello, se debe proceder a dividir el tiempo estándar de cada operación entre el número de estaciones definitivas.

Descripción de la operación	M.E. Tiempo est (min)	Número de estaciones	Cociente
Dispositivo para colocar pieza mel peq en excentrico	0.31	5	0.062
Dispositivo para colocar el excentrico en el motor	0.26	4	0.065
Dispositivo para colocar el balin en cjo engranaje	0.25	4	0.063
Dispositivo para colocar sello en eje	0.20	3	0.067
Dispositivo para ensamblar el cjo motor	0.50	8	0.063
Cautin para soldar 2 cables al motor	0.30	5	0.060
Dispositivo para fijar cjo motor en carcasa	0.32	5	0.064
Dispositivo para colocar contacto metalico en carc inf	0.29	5	0.058
Dispositivo para colocar la membrana en carc inf	0.24	4	0.060
Impresión laser en carc inf	0.26	4	0.065
Dispositivo para estampar el código y fecha de producción	0.25	4	0.063
Dispositivo para pruebas de hermeticidad	0.24	4	0.060
Dispositivo para reparar productos completos	0.26	4	0.065
Consola de funcionalidad	0.18	3	0.060
Empaque	0.32	5	0.064

Figura 6.20 Determinación de la operación mas lenta

Ya mencionamos que el RPT es de 0.066, si estuviera perfectamente balanceada la línea todos los cocientes de la cuarta columna tendrían que ser 0.066, pero por aspectos de redondeo, vemos que no es así.

De la figura 6.20 se deduce que el cuello de botella (operación más lenta) es la de colocar el sello en el eje.

La producción por hora de esta operación será:

$$60 \text{ min} / (0.20 \text{ min/un}) = 300 \text{ pza/hora}$$

Considerando que son 3 estaciones:

$$(300 \text{ pzas/hora}) \times 3 \text{ estaciones} = 900 \text{ pzas/hora}$$

La producción por día (15 hr/día):

$$(900 \text{ pza/hr}) \times (15 \text{ hr/día}) = 13500 \text{ pza/día}$$

No hay que olvidar que el requerimiento mínimo por día para salir avantes con el plan de producción es de 13,638 pzas/día.

Por lo que en estas circunstancias habría un diferencial de 138 unidades, para solucionar esto, he aquí algunas recomendaciones

1.- Hacer que uno de los 3 operarios de esta operación trabaje tiempo extra, acumulando así un pequeño grupo de existencias en esta estación de trabajo.

2.- Utilizar los servicios de una cuarta persona que solo trabaje medio tiempo, el tiempo que se necesita de más, considerando las 138 unidades restantes es

$$(138 \text{ un}) * (0.20 \text{ min/un}) = 27.6 \text{ min}$$

Que en horas representan 0.46 hr.

Este es el tiempo extra que deberá quedarse un operario para cubrir diariamente el diferencial faltante.

3.- Otra opción es la de mejorar el método de trabajo de esta operación.

De este análisis de tiempos, se determina el número de estaciones de trabajo, lo cual resulta muy útil para determinar la cantidad de dispositivos que se ocuparán y por tanto el monto de esta inversión.

A continuación se muestra una tabla que muestra el monto de cada dispositivo, así como el total respectivo para ensamble.

Capítulo 6. Caso de estudio

Descripción del dispositivo/operación	Monto (USD)	# de estaciones ó dispositivos	Monto total
Dispositivo para colocar pieza met peq en excentrico	1800	5	9000
Dispositivo para colocar el excentrico en el motor	2000	4	8000
Dispositivo para colocar el balin en cijo engranaje	1500	4	6000
Dispositivo para colocar sello en eje	2300	3	6900
Dispositivo para ensamblar el cijo motor	2550	8	20400
Cautin para soldar 2 cables al motor	200	5	1000
Dispositivo para fijar cijo motor en carcasa	1350	5	6750
Dispositivo para colocar contacto metalico en carc inf	500	5	2500
Dispositivo para colocar la membrana en carc inf	1250	4	5000
Impresión laser en carc inf	1950	4	7800
Dispositivo para estampar el código y fecha de producción	950	4	3800
Dispositivo para pruebas de hermeticidad	1500	4	6000
Dispositivo para reparar productos completos	990	4	3960
Consola de funcionalidad	1800	3	5400
Empaque	1500	5	7500
Total			100,010

Figura 6.21 Determinación del monto total de inversión para dispositivos

De igual manera se puede determinar el costo del producto en lo que respecta al ensamble, supóngase para el mismo ejemplo que se tiene un factor minuto para el área de ensamble de 0.8961 pesos/min

El costo por concepto de ensamble del producto, se muestra en la tabla siguiente:

Descripción de la operación	M.E. T.Est min/un	Monto USD por operación
Dispositivo para colocar pieza met peq en excentrico	0.31	0.03
Dispositivo para colocar el excentrico en el motor	0.26	0.02
Dispositivo para colocar el balin en cijo engranaje	0.25	0.02
Dispositivo para colocar sello en eje	0.20	0.02
Dispositivo para ensamblar el cijo motor	0.50	0.04
Cautin para soldar 2 cables al motor	0.30	0.03
Dispositivo para fijar cijo motor en carcasa	0.32	0.03
Dispositivo para colocar contacto metalico en carc inf	0.29	0.03
Dispositivo para colocar la membrana en carc inf	0.24	0.02
Impresión laser en carc inf	0.26	0.02
Dispositivo para estampar el código y fecha de producción	0.25	0.02
Dispositivo para pruebas de hermeticidad	0.24	0.02
Dispositivo para reparar productos completos	0.26	0.02
Consola de funcionalidad	0.18	0.02
Empaque	0.32	0.03
Total M.E.		4.166
		0.37

Figura 6.22 Costo de fabricación total por concepto de ensamble

TESIS CON
 FALLA DE ORIGEN

Resorte (partes compradas)

Toca el turno al análisis de las partes compradas que componen el módulo en estudio, si bien hemos ya incluido un ejemplo del material plástico, que puede clasificarse dentro de esta categoría (materias primas, componentes terminados que son adquiridos a proveedores externos), incluiremos el caso del resorte que forma parte del soporte motor completo. En el análisis de partes compradas deben responderse las siguientes preguntas:

- ¿Qué grado de complejidad representa la fabricación del componente, se trata de un componente estándar o requiere consideraciones especiales tales como protección por patente, equipo especializado para su fabricación etc.?
- ¿Existe ya un proveedor que suministra el componente a otra planta?
- ¿Existen otras opciones a las que pueda solicitarse cotización?
- ¿Qué volumen de consumo requeriremos?

En base a la respuesta de estas preguntas básicas podremos evaluar en primera instancia el grado de confidencialidad y complejidad del componente, es decir si se trata de un componente especial para el producto.

Sí este componente tiene patente, o bien sí por su complejidad solamente un número limitado de proveedores puede fabricarlo. De resultar un componente muy complejo cuya fabricación con otro proveedor requerirá inversiones considerables, lo más recomendable será continuar el suministro del mismo con los actuales proveedores.

Para componentes sencillos, por ejemplo el resorte en cuestión, cuya fabricación no resulta complicada y pueden encontrarse proveedores alternativos sin problemas, la solución será desarrollar el componente localmente.

La decisión del origen de los componentes desde esta fase temprana del proyecto es muy importante, pues determinará el precio del componente, ya sea que tenga que incluirse en el mismo los gastos de transporte e importación o bien pueda desarrollarse localmente.

Cabe resaltar que la decisión del origen del componente que se dé en esta fase, no será la definitiva, pues es posible que una vez obtenidas las respectivas cotizaciones locales, éstas sean mas elevadas que las del proveedor original, aun incluyendo a esta última fletes y gastos.

60 Carcaza superior completa

El listado de componentes de este módulo es:

60	Carcaza superior cpl.	- Carcaza hard
		- Carcaza soft
		- Impresión laser

Figura 6.23 Estructura de la carcaza superior completa

En este análisis nos concentraremos en el caso del moldeo de la carcaza de dos componentes.

Componente hard/ soft (parte moldeada)

Nuevamente analizamos el caso de una parte plástica, sí bien en esta ocasión se trata de un componente más complicado al tratarse de una parte inyectada de dos componentes, un plástico rígido y un elastómero. Nuevamente realizamos nuestra tabla de especificaciones.

Description	Carcaza hard	Carcaza soft
Cavidades	4	4
Fuerza de cierre (KN)	1000	1000
Altura de molde (mm)	450	450
Distancia de apertura máxima (mm)	900	900
Maquina	Cap. Insuficiente	No disponible
Tipo de colada	Caliente	Caliente
Zonas de enfriamiento (unidades)	9	4
Conecciones (unidades)	2	1
Calentadores (unidades)	3	1
Placa de seguridad	Si	Si
Volumen: parte + colada (cm ³ a 20°C)	40	20
Material	ASA	TPE-S
Equipo de secado	Si 80°C	Si 60°C
Manipulador	Si	Si
Bandejas	Si	Si
Ciclo estimado (s)	45	45

Figura 6.24 Tabla de características de moldeo para carcaza superior

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Al analizar las tabla de especificaciones de los moldes ya existentes. En la planta origen se detecta un primer problema:

El tipo de máquinas que podrían ser utilizadas para la inyección de las carcazas, no están disponibles para nuestro producto, pues sí bien podría modificarse alguna de ellas para hacer uso de los moldes una vez duplicados, estas son usadas en la producción de otros productos por lo que no existe capacidad suficiente.

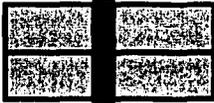
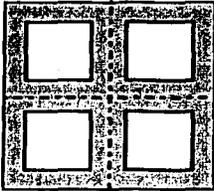
El siguiente paso será entonces decidir la compra de nuevas máquinas de inyección, lo cual incrementará el monto de inversión, por lo que antes de decidirlo se procedió a analizar diferentes opciones.

Para moldear una parte plástica de dos componentes existen dos opciones:

- Moldes separados (uno para la parte rígida y uno para la suave).
- Molde rotativo de dos componentes.

Por lo que se procedió a analizar ambas opciones, para decidir cual de ellas sería la más conveniente desde el punto de vista económico para el proyecto y nuestra planta.

Moldes separados



	Componente duro (miles de USD)	Componente suave (miles de USD)
Herramienta	250	230
Robot	35	40
Fin de brazo (extracción)	5	7 (colocar y extraer)
Suma	290	277
Suma total	567,000 USD	

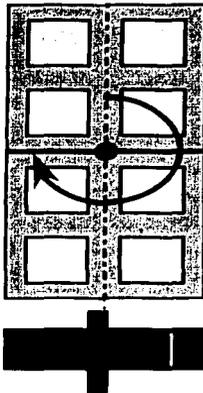
Ventajas

- Maquinas de inyección estándar.
- Menos complejidad.
- Mayor experiencia en planta.

Desventajas

- Mayor número de máquinas de inyección y moldes requeridos.
- Mayor espacio requerido.

Molde rotativo



	Componente duro (miles de USD)
Herramienta	330
Equipo adicional	80
Robot	35
Fin de brazo	5 (extracción)
Banda	6
Suma total	456,000 USD

Ventajas

- Menor ciclo.
- Costo directo más conveniente.
- Menor espacio requerido.
- Mejor flujo de materiales.

Desventajas

- Máquina de inyección con dos unidades de inyección mas costosa.
- Mayor complejidad.

Capítulo 6. Caso de estudio

De inicio podemos notar, que el empleo de una herramienta de dos unidades presenta un ahorro de 111,000 USD, sin embargo aun será necesario continuar el análisis y tomar en cuenta también el costo de las máquinas de inyección y el costo directo del componente para ambas alternativas.

	Descripción	Materia	Unidades	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	Costo	
Moldes separados	Moldeo parte dura	PPU	4	55,2	23	130	0	3	0.4339	
	Moldeo parte suave	TPE	4	55,2	23	30	0	15	0.5786	
									Total	1.0125
Molde rotativo	Moldeo parte dura	PPU	4	0	0	130	0	10	0.2705	
	Moldeo parte suave	TPE	4	60	25	30	0	10	0.535	
									Total	0.8055

Figura 6.25 Comparativo de costos para dos opciones de moldeo

Al realizar el comparativo de costo directo, notamos una ventaja para la opción de molde rotativo, esto debido principalmente a que el ciclo total de moldeo es menor que para la opción de dos moldes separados, en donde se considera el ciclo para cada componente.

Considerando la inversión para máquinas, podremos concluir nuestro análisis para esta parte plástica y tomar la decisión de que alternativa tomaremos.

La tabla mostrada en la página siguiente recopila toda la información considerada para la selección de alternativa, como podremos observar se han incluido los montos de inversión requeridos para moldes, máquinas y accesorios, el costo del producto y las ventajas esperadas.

Al comparar los resultados nos damos cuenta de que la mejor opción ha sido la selección del molde rotativo en lugar de los moldes separados., debido a:

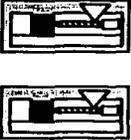
- Menor monto de inversión.
- Menor área requerida.
- Tiempo de proceso total más bajo.
- Costo directo de fabricación más bajo.
- Desarrollo de experiencia en esta tecnología dentro de la planta.

Sí bien se requerirá mas apoyo por parte de la sede central para el diseño, desarrollo e implantación de moldes y dispositivos (recordemos que no se duplicarán los moldes existentes, sino se desarrollarán nuevos), al final las ventajas obtenidas compensan este mayor trabajo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Este ejercicio deberá repetirse para cada componente, cuya decisión no esté del todo clara, el objetivo en todo caso será encontrar la mejor combinación desde el punto de vista técnico y económico, es decir la mejor solución técnica que combine la inversión más baja posible, tiempos de proceso adecuados y tiempo de desarrollo reducido.

Comparativo de opciones para el moldeo de la carcasa superior hard/soft

Moldes separados	Molde rotativo	Beneficio
 <p>Dos máquinas estándar.</p> <p>Inversión : = 2 x 250 [mUSD] = 500 [mUSD]</p>	 <p>Una máquina de dos unidades de inyección y rotativa.</p> <p>Inversión : = 400 [mUSD]</p>	<p>- Menor área requerida.</p> <p>- Ahorro de 100 [mUSD]</p>
 <p>Dos moldes</p> <p>Inversión : = 567 [mUSD] (incluyendo accesorios)</p>	 <p>Un solo molde rotativo</p> <p>Inversión : = 456 [mUSD] (incluyendo accesorios)</p>	<p>- Ahorro de 111 [mUSD]</p> <p>-Desarrollo de experiencia en planta</p>
 <p>Requerida al menos una persona por máquina.</p>	 <p>Requerida al menos una persona por máquina.</p>	<p>Por confirmar.</p>

mUSD = miles de dólares

\$

Costo:
1,01

Costos:
0,81

Costo: -
0,20

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

2.3.- Clarificación económica.

La evaluación económica es la parte final de toda la secuencia de análisis de la factibilidad de un proyecto.

Para poder realizar el estudio económico, debe haberse determinado el lugar óptimo para el mismo, así como el proceso de producción adecuado y los costos en los que se incurrirán en la etapa productiva, con todo esto, se podrá calcular la inversión necesaria para llevar a cabo el proyecto.

El objetivo principal de la evaluación económica es determinar con base en la inversión total y las utilidades probables del proyecto (durante cierto horizonte, el cual se suele considerar de 5 años), la rentabilidad económica del mismo.

Técnica del valor presente neto

En todo proyecto es necesario realizar un estado de resultados, ya que nos permite obtener los flujos netos de efectivo (FNE) los cuales sirven para realizar la evaluación económica.

El objetivo es determinar en un horizonte a 5 años, los flujos positivos (ganancias) y los flujos negativos (desembolsos) y pasarlas al presente para evaluarlas. Para el caso de nuestro proyecto, el único desembolso es la inversión inicial en el tiempo cero (P)

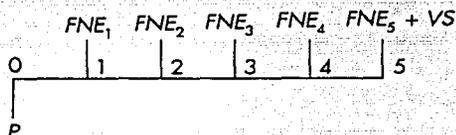


Figura 6.26 Diagrama de flujo de efectivo

Cabe mencionar que cuando se realizan cálculos de pasar, en forma equivalente, dinero del presente al futuro, se utiliza una tasa "i" de interés o de crecimiento del dinero; pero cuando se quiere pasar cantidades futuras al presente, se usa una tasa de descuento y por tanto a los flujos traídos al tiempo cero se les llama flujos descontados.

Por tanto, la técnica del valor presente neto (VPN), tiene como objetivo sumar los flujos descontados en el presente y restarlos de la inversión inicial. Es claro, que para aceptar un proyecto, las ganancias deberán ser mayores que los desembolsos. Lo cual dará como resultado que el VPN sea mayor que cero.

Antes de detallar la técnica del VPN, es necesario definir la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR).

TMAR (Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento)

Cuando se decide invertir una cantidad considerable de dinero para un proyecto se debe tener siempre en mente una tasa mínima de ganancia sobre la inversión propuesta.

Es obvio que esta tasa debe ser mayor a la tasa de interés ofrecida por los bancos y superior a la tasa de inflación vigente.

Como sabemos, el dinero disminuye su valor real con el paso del tiempo, a una tasa aproximadamente igual al nivel de la inflación vigente. Esto conduce a la reflexión de que si se ganará un rendimiento igual al índice inflacionario, el capital invertido mantendría su poder adquisitivo.

Para el inversionista pues, no será atractivo mantener el poder adquisitivo de su dinero, el objetivo es que su inversión tenga un crecimiento real; es decir, le interesa un rendimiento que haga crecer su dinero más allá de haber compensado los efectos de la inflación.

De estas conclusiones se puede definir la TMAR como:

$$TMAR = i + f + if$$

Donde

i = premio al riesgo

f = inflación

Cuando se evalúa un proyecto en un horizonte de 5 años, la TMAR, debe ser calculada considerando el promedio del índice inflacionario pronosticado para esos 5 años, los cuales se pueden obtener de fuentes nacionales como el Banco de México o internacionales como Ciemex-Wefa y otros.

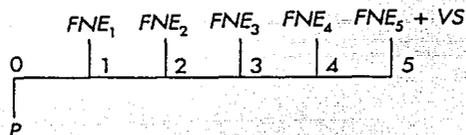
En términos generales y prácticos se considera que un premio al riesgo (i) debe ser de entre 10 y 15%.

La TMAR que considera la empresa para realizar cualquier proyecto en un horizonte de 5 años es de 50 %

Capítulo 6. Caso de estudio

Una vez definido el concepto de TMAR, volvemos pues a la técnica del VPN.

Retomando el flujo de efectivo:



Tenemos que el VPN es igual a :

$$VPN = -P + \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

Se observa que el valor de VPN es inversamente proporcional a i . De aquí se puede deducir que la i mínima aceptable debe ser la TMAR.

Cabe mencionar que sí se pide un gran rendimiento a la inversión (TMAR muy alta), el VPN puede volverse fácilmente negativo, la relación de VPN y TMAR puede mostrarse gráficamente como sigue.

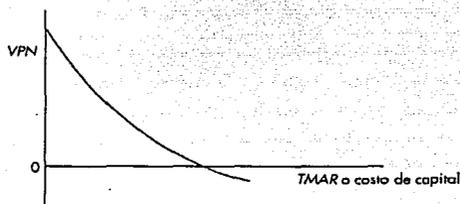


Figura 6.27 Gráfica VPN vs TMAR

Si el $VPN=0$, se estará ganando la tasa de descuento aplicada, o sea la TMAR, en estas condiciones el proyecto debe aceptarse, ya que se está ganando lo mínimo fijado como rendimiento.

De acuerdo a la ultima deducción la ecuación de VPN, se puede reescribir como:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

De esta ecuación resulta conveniente determinar la *i*, que haga igual la suma de los flujos descontados a la inversión inicial *P*, esta *i* se le conoce como TIR (Tasa Interna de Rendimiento o Retorno).

El VS (Valor de Salvamento) que se considera al final del horizonte, se maneja como un flujo de efectivo suponiendo que se venden los activos a su respectivo valor en libros en dicho año, lo cual genera un flujo de efectivo adicional que hace más atractivo al proyecto.

Una vez aclarado los conceptos de VPN, TMAR, VS y TIR, procederemos a aplicarlo a nuestro caso práctico.

Para poder aplicar estas fórmulas necesitamos obtener los flujos netos de efectivo (FNE) del estado de resultados, la inversión total del proyecto y el valor de salvamento de los activos fijos al final del horizonte.

A continuación mostraremos unas tablas resumen de la inversión total del proyecto en cuestión (caso práctico).

Ensamble	Monto (miles USD)
Dispositivos para ensamble del eje completo	\$250.00
Descentrado completo	\$80.00
Dispositivos para ensamble de cjto mecanismo	\$416.00
Dispositivos para ensamble de cjto motor	\$80.00
Maquina de impresión laser	\$175.00
Dispositivos para Soporte motor completo	\$330.00
Dispositivos para ensamble de carcaza inf completa	\$35.00
Dispositivos para ensamble de mando completo	\$52.00
Dispositivo para ensamble de cepillo completo	\$720.00
Maquina para emblistar cepillo terminado	\$695.00
Maquina para empaque de carton	\$18.00
Dspositivos de calidad y bandejas	\$350.00
	\$3.201.00

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Herramientas de moldeo	Monto (miles USD)
Moldes para carcaza dura (2)	\$1,600.00
Moldes para carcaza suave	\$1,600.00
Molde para soporte motor	\$300.00
Molde para tapa mecanismo	\$100.00
Molde para carcaza mecanismo	\$260.00
Molde para Leva	\$25.00
Molde para tapa protectora	\$300.00
Molde para cuerpo	\$300.00
Accesorios	\$80.00
	\$4,565.00

Accesorios adicionales	Monto (miles USD)
Linea de ensamble	\$3,600.00
Robot	\$250.00
Fin de brazo	\$70.00
Dispositivos de prueba	\$90.00
Mobiliario y equipo auxiliar	\$80.00
	\$4,090.00

De estas tres tablas podemos obtener la inversión total o el desembolso que se deberá realizar en el año cero para realizar este proyecto.

Por lo tanto $P = \$11,776.00$ Miles de USD.

Si consideramos que este equipo ó maquinaria de fabricación en su conjunto tienen una tasa de depreciación del 10% anual, entonces tendremos que el valor de salvamento al año 5 será de:

Concepto	Inversión inicial	Tasa de depreciación anual	Depreciación o amortización anual					VS Año 5
			1	2	3	4	5	
Equipo y maquinaria de fabricación	11776	10%	1177.6	1177.6	1177.6	1177.6	1177.6	5888

Figura 6.28 Depreciación de inversión total de activos fijos

Cabe resaltar que el % de depreciación de activos no es un número arbitrario, éste se obtiene de las cifras señaladas en las leyes tributarias de cada país.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 6. Caso de estudio

Por último nos falta obtener los flujos netos de efectivo del estado de resultados, con el objeto de aplicar la fórmula y obtener la TIR y saber si el proyecto es rentable.

A efecto de visualizar la obtención de los flujos netos de efectivo. A continuación mostraremos una tabla que nos indica de forma detallada la constitución de un estado de resultados.

Concepto	Breve descripción
+ Ingresos	Precio de venta multiplicado por el número de unidades vendidas
- Costo de producción	Material Directo + Costo del trabajo directo + Gastos indirectos
= Utilidad marginal	
- Costo de administración	Sueldos del personal de las áreas productivas y administrativa de la planta
- Costo de ventas y distribución	Sueldos base de personal del departamento de ventas
- Costo financieros	Gastos para allegarse de fondos como son intereses, gastos de cobranza, etc
= Utilidad bruta	
- I.S.R.	Impuesto sobre la renta
- R.U.T.	Reparto de utilidades
= Utilidad neta	
+ Depreciación	Amortización de activos fijos
= Flujo neto de efectivo	

Figura 6.29 Elementos de un estado de resultados

Como se puede notar, la obtención de los FNE no es tarea fácil, ya que se necesita información confidencial de la compañía, como son los sueldos, el costo de producción, los cuales no se pueden mostrar en este trabajo.

Sin embargo, a efecto de ejemplificar la aplicación de la fórmula consideraremos algunos valores ficticios (apegados lo más posible a la realidad) para culminar este ejercicio.

Consideremos que la demanda anual para el producto en cuestión es de 3,600,000 unidades al año, cuyo precio de venta es de 4.25 USD/pza, el costo de producción es de 2.7 USD/pza.

De la utilidad marginal obtenida considerar el 30% para los costos de administración, 10% para costos de venta y administración y 5% para los costos financieros y por último considerar la inversión total de la tabla arriba mostrada de 11,776,000 USD

Datos

Demanda anual = 3,600,000 unidades

Precio de venta = 4.25 USD/pza

Costo de producción = 2.7 USD/pza

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 6. Caso de estudio

Utilidad marginal $\left\{ \begin{array}{l} 30 \% \text{ Costos de administración} \\ 10 \% \text{ Costos de venta} \\ 5 \% \text{ Costos financieros} \end{array} \right.$

Inversión total = 11,776,000 USD
Tasa de depreciación anual = 10%

Solución

Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
+ Ingresos	\$15,300.00	\$15,300.00	\$15,300.00	\$15,300.00	\$15,300.00	\$15,300.00
- Costo de producción	\$9,720.00	\$9,720.00	\$9,720.00	\$9,720.00	\$9,720.00	\$9,720.00
= Utilidad marginal	\$5,580.00	\$5,580.00	\$5,580.00	\$5,580.00	\$5,580.00	\$5,580.00
- Costo de administración	\$1,674.00	\$1,674.00	\$1,674.00	\$1,674.00	\$1,674.00	\$1,674.00
- Costo de ventas y distribución	\$558.00	\$558.00	\$558.00	\$558.00	\$558.00	\$558.00
- Costo financieros	\$279.00	\$279.00	\$279.00	\$279.00	\$279.00	\$279.00
= Utilidad bruta	\$3,069.00	\$3,069.00	\$3,069.00	\$3,069.00	\$3,069.00	\$3,069.00
- I.S.F. (42%)	\$1,288.98	\$1,288.98	\$1,288.98	\$1,288.98	\$1,288.98	\$1,288.98
- R.U.T. (10%)	\$306.90	\$306.90	\$306.90	\$306.90	\$306.90	\$306.90
= Utilidad neta	\$1,473.12	\$1,473.12	\$1,473.12	\$1,473.12	\$1,473.12	\$1,473.12
+ Depreciación	\$11,776.00	\$10,598.40	\$9,420.80	\$8,243.20	\$7,065.60	\$5,888.00
= Flujo neto de efectivo	\$13,249.12	\$12,071.52	\$10,893.92	\$9,716.32	\$8,538.72	\$7,361.12

Flujos de efectivo en miles de dólares

Ya con esta información procederemos a calcular la TIR

Datos

FNE1 = \$13,249.12

FNE2 = \$12,071.52

FNE3 = \$10,893.92

FNE4 = \$9,716.32

FNE5 = \$7,361.12

VS = \$5,888.00

P = \$11,776.00

Sustituyendo estos valores en la formula, tenemos:

$$P = \frac{FNE_1}{(1+i)^1} + \frac{FNE_2}{(1+i)^2} + \frac{FNE_3}{(1+i)^3} + \frac{FNE_4}{(1+i)^4} + \frac{FNE_5 + VS}{(1+i)^5}$$

La i que satisface la ecuación es 0.91769, es decir es una TIR = 91.76% que es superior a la TMAR indicada por la compañía que es de 50%. Por lo tanto, podemos deducir que el proyecto va a ser rentable y por lo tanto procede.

Fase 3. Definición y planeación del proyecto

Una vez aprobado el proyecto, la fase siguiente consistirá en lograr una definición completa del mismo con objeto de sincronizar las actividades de todos los departamentos involucrados tanto en Alemania como en México.

Una vez recopilada toda la información técnica y económica generada en la fase anterior, la siguiente fase consistirá en organizar dicha información con objeto de definir actividades específicas, evaluar el tiempo de desarrollo de las mismas, definir responsables y crear un plan de trabajo que nos permita cumplir especialmente con las fechas acordadas.

Para ello, la mejor alternativa es la elaboración de un diagrama de Gantt en el que se incluyan todas las actividades a realizar divididas por departamentos o áreas, indicando responsables y fechas de implantación.

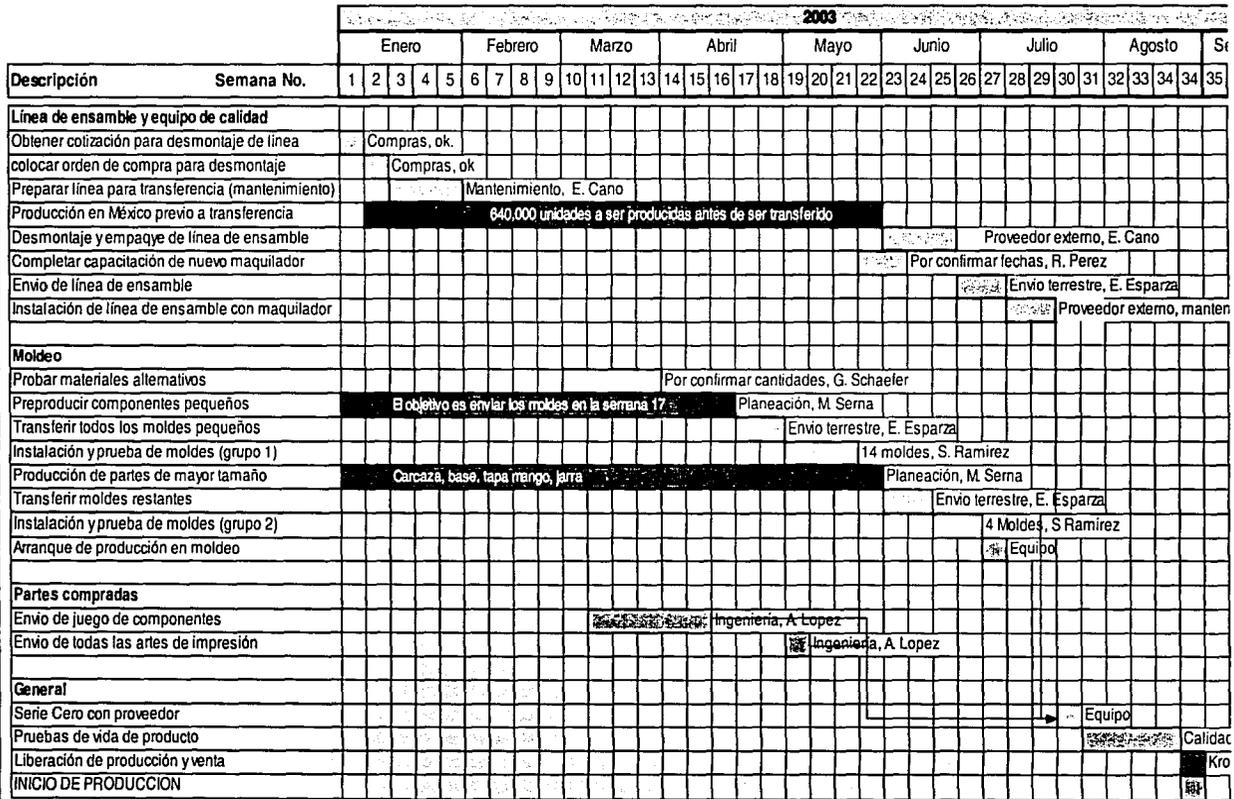
Lo importante en este diagrama, será identificar aquellas actividades críticas ya sea por su tiempo de implantación o por su efecto en el desarrollo del proyecto en general, para ello la participación de todos los miembros del equipo de trabajo será muy importante, pues su experiencia nos ayudará a evaluar que actividades deben ser tratadas con especial cuidado.

Así por ejemplo tenemos el cambio de una unidad de inyección nueva que tiene un tiempo de entrega de 16 semanas y para la cual tendrá que considerarse dos más para la generación de orden de compra y más tarde para la instalación.

La elaboración del diagrama puede llevarse a cabo con la ayuda de paquetería especializada, como es el caso de Microsoft Project o bien mediante una simple hoja de cálculo de Excel preparada para este fin.

Este diagrama de actividades será de gran utilidad durante todo el desarrollo del proyecto, pues su constante actualización, será posible revisar y controlar en un solo documento, las actividades de todas las áreas involucradas, así como detectar posibles problemas a tiempo.

En la figura siguiente se muestra un ejemplo de diagrama de Gantt para el desarrollo de un proyecto sencillo (introducción de una nueva versión de algún producto).



TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 6.30 Ejemplo de diagrama de Gantt para la transferencia de un producto

Fase 4. Ejecución

El objetivo principal de la fase de ejecución es el de asegurar que las actividades establecidas en la fase de definición y planeación de proyecto se lleven a cabo en los tiempos establecidos, bajo los montos de inversión aprobados y manteniendo en todo momento el costo de fabricación del producto dentro de los valores calculados.

En esta fase se desarrollarán y completarán todos los elementos, equipos, herramientas y sistemas que permitirán la fabricación en series de nuestro producto, por lo que el control a detalle de cada actividad es de vital importancia.

Para facilitar este control, anexo se incluyen una serie de formatos que servirán como elemento de control y desarrollo en la fase de ejecución del proyecto que tratamos ahora.

Ensamble

Los aspectos a controlar en el área de ensamble son :

- Confirmación de tiempos de ensamble (Fig. 6.31).
- Pautas de proceso (Fig. 6.32).
- Pautas de métodos de empaque (Fig. 6.33).
- Lay-out (Fig. 6.34).

Toda esta información debe ser desarrollada y controlada durante la fase de ejecución, de tal manera que esté disponible y sea actualizada en todo momento.

Moldeo

Para este caso deberá completarse y controlarse la siguiente información:

- Pautas de proceso (Fig. 6.35).
- Control de inversiones (Fig. 6.36).

Calidad

Con respecto al área de calidad, la siguiente información deberá completarse:

- Pautas de control de calidad (Fig.6.37).
- Hoja de control de inversiones (Fig. 6.38).

Partes compradas y costo directo

Por último, no debe olvidarse el control de desarrollo de partes compradas, así como el del costo del producto, para ello se debe dar seguimiento mediante el uso de los formatos para:

- Formato de partes compradas (Fig. 6.39).
- Formato de cálculo de costo (Fig. 6.40).

En las páginas siguientes se incluyen todos estos formatos, a manera de ejemplo del tipo de información que es necesario completar en esta fase.

TIEMPO ESTANDAR

Codigo : 5234252

ENSAMBLE FINAL

Tack Sistema : 0.0720

ITEM	DESCRIPCION	ESTACIONES	MTM MINUTOS	PROD. HORA	PROD. TURNO	TIEMPO OPERACION
	Ensamblar grupo soporte	12	0.7820	921	6,905	0.065
	Montar soporte en componente 1	4	0.2605	921	6,910	0.065
	Prueba de función	3	0.1960	918	6,888	0.065
	Estampar fecha de producción y colocar sello	2	0.1300	923	6,923	0.065
	Prueba de sellado del producto	2	0.1304	920	6,902	0.065
	Colocar protector	2	0.1300	923	6,923	0.065
	Recuperación.	3	0.1950	923	6,923	0.065
	Abastecedores Ajustador.	2	0.1300	923	6,923	0.065

% = 90.80%

PERSONAL NECESARIO : 30

TIEMPO POR PRODUCTO : 1.960

PRODUCCION HORA : 918

PRODUCCION TURNO : 6,888

TACK : 0.065

SUBENSAMBLES

	Impresión de carcaza	1	0.0618	971	7,282	0.062
--	----------------------	---	--------	-----	-------	-------

PERSONAL NECESARIO : 1 0.062

Tiempo sistema

Base

Tack Mapics : 0.0718

	Impresión de logo	2	0.1242	966	7,246	0.062
	Colocación de membrana	2	0.1304	920	6,902	0.065
	Colocar resorte	2	0.1299	924	6,928	0.065

PERSONAL NECESARIO : 6

TIEMPO POR PRODUCTO : 0.391

PRODUCCION HORA : 920

PRODUCCION TURNO : 6,902

TACK : 0.065

3450.920245

Figura 6.31 Formato de recopilación de tiempos de proceso y ensamble

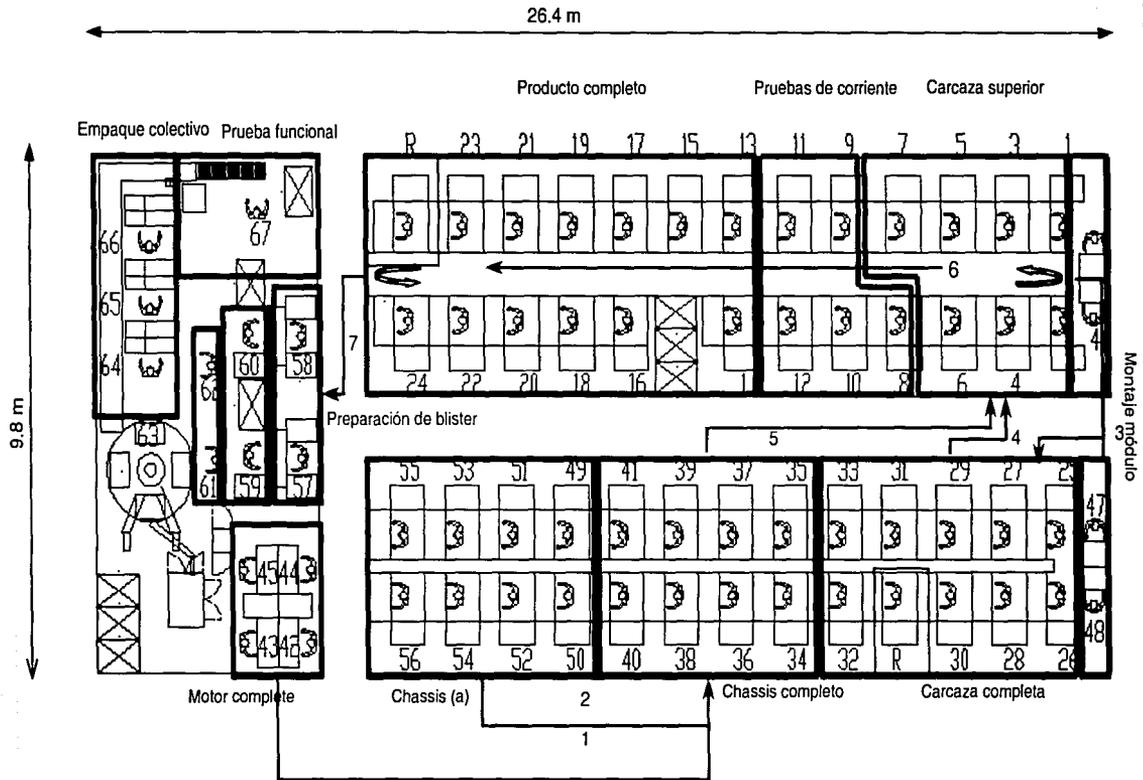


Figura 6.34 Ejemplo de elaboración de Lay-out en el que se muestra la distribución de estaciones de ensamble.

HOJA DE PROCESO PARA MAQUINAS DE INYECCIÓN

DATOS GENERALES

PIEZA		MATERIAL		R. ABRIR/CERRAR		R. SEGURO DEL MOLDE		
Código	31256654	Material tipo	PP	Apertura	250 mm	Tiempo	0.7 s	
Descripción	Ventilador	Código material	535246	Expulsión	20 mm	Distancia	90 mm	
Color	Natural	Código remolido	535426	Inicio.Exp.	110 mm	Presión	65 bar. %	
Producto	FX	Master batch	no aplica	Fuerza	140bar	Velocidad	180 mm/s; %	
Peso inyección	32.8gr							
Peso pieza	25.6gr							
MAQUINA		MOLDE		R. DOSIFICADOR				
Número interno	8	No. Inventario	11992	Contrapresion	5 bar. %			
Fuerza de cierre (KN)	1600	Cavidades	4	Distancia	31 mm;%			
Tipo	Klöckner	Noyo		Revoluciones	110 r/min.%;			
Diámetro husillo	45 mm	Coldada	fria					
ROBOT		PROCESO ADICIONAL		INYECCION				
Tipo		Tipo		Etapas	P(Bar;%)	V (mm/s)	T (seg)	PC (mm)
No. manipulador		Número		1	35	35	0.84	16
Prog. Cassette		Presión		2	40	45	0.24	5.5
Prog. EPROM		Temp.		3	28	10		4
Prog. Fijo		Tiempo		4				
				5				
TEMPERATURAS								
Husillo	Z1 200	Z2 200	Z3 200	Z4 200	Z5 200	Z6 200	Z7	
Manifold	Z1	Z2	Z3	Z4	Z5			
	Z6	Z7	Z8	Z9	Z10			
Termoregulador	55							
TIEMPOS (s)		CICLO REAL TOTAL						
Inyección	1.04	Manual						
Compactación	4	Auto 28.2						
Dosificación	4.3	Robot						
Refrigeración	18							

El molde tiene expulsión abajo de partes móviles : no

VERIFICAR TODOS LOS DISPOSITIVOS DE SEGURIDAD DE LOS MOLDES !

Elaboró : A. Quiroz Fecha : Aprobado por : C. Villa

Figura 6.35 Formato de hoja de proceso para el área de moldeo

CONTROL DE INVERSION EN MOLDEO

Número	Descripción	Modificación	Tiempo de entrega (semanas)	Proveedor	Cantidad	Costo por unidad	Total aprobado	Comentarios	Orden Interna		
									Número	Euros	USD
1	Robot para parte dura		16	VENTAX ROBOT INC.	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	Con instalación	N1-15016-C-0123	\$ 104,389 EUR	\$ 102,100 USD
	Robot para parte suave		16	VENTAX ROBOT INC.	1	\$ 50,000.00	\$ 50,000.00	Con instalación			
2	Refacciones robot 1	=	16	VENTAX ROBOT INC.	1	\$5,000.00	\$ 5,000.00				
	Refacciones robot 2	=	16	VENTAX ROBOT INC.	1	\$4,000.00	\$ 4,000.00				
3	Unidad de inyección (FM-250) (30 mm)		14	FERROMATE MLCACRON	1	\$ 33,823.93	\$ 33,823.93		N1-45016-C-0133	\$ 39,532 EUR	\$ 38,666 USD
4	Unidad de inyección (FM-175) (45mm)	=	14	FERROMATE MLCACRON	1	\$ 43,826.94	\$ 43,826.94	Estimado	N1-45016-C-0134	\$ 47,819 EUR	\$ 46,578 USD
5	Instalación unidades	=	2	FERROMATE MLCACRON	2	\$ 11,210.00	\$ 22,420.00		N1-45016-C-0135	\$ 24,911 EUR	\$ 24,365 USD
6	Conector eléctrico	=	14	FERROMATE MLCACRON	10	\$ 13.00	\$ 130.00		N1-45016-C-0136	\$ 148 EUR	\$ 145 USD
7	Termoregulador 140°C	=	5	WITTMANN	6	\$5,346.00	\$ 32,076.00		N1-45016-C-0124	\$ 36,640 EUR	\$ 34,859 USD
8	Movimiento de máquina	=	5	TRANSPORTE S DE MAQUINARIA	2	\$502.51	\$ 1,005.03	Estimate			
9	Servicio general a máquina	=	5	CONSTR. Y MANTTO. INDUST.	2	\$243.64	\$ 487.28				
10	Empaque de unidad de inyección vieja	=	4	COLIN PEREZ JUAN	2	\$286.43	\$ 572.86	FOR SELL	N1-45016-C-0137	\$656 EUR	\$ 642 USD
11	Banda de enfriamiento	=	4	ARELLANO BANDAS EUROPEAS	1	\$3,467.34	\$ 3,467.34	30 x 160 x 150 (cm)	N1-45016-C-0125	\$ 4,056 EUR	\$ 3,967 USD
12	Accesorios de conexión de moldes		1	IASCO	1	\$600.00	\$ 600.00	complement in all molds	-	-	-

Figura 6.36 Formato de control de inversiones para el área de moldeo

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

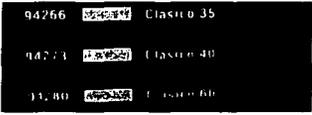
		Instrucción de inspección de recibo de materiales		Producto:	
Parte: Cepillo clásico		Material: Componentes empacados		Cepillo clásico P- 60	
Tamaño de muestra:		Descripción		Código compra: 9 852 506	Acot.: mm.
Frecuencia				Método	Nivel de Calidad
Military STD					
Tabla 1	Cada lote	Verificar que cada caja traiga 36 cepillos clásicos	(A)	Manual-visual	A / AQL=0.1
Tabla 1	Cada lote	Verificar combinaciones de colores en los cepillos Transparente Rosa Verde Azul	(B)	Manual-visual	A / AQL=0.1
Tabla 1	Cada lote	Verificar que la caja este marcada en recuadro 94280	(C)	Manual-visual	A / AQL=0.1
Tabla 1	Cada lote	Verificar código EAN 13 en Tarjeta 7 501086 49428 6 (Reverso de la tarjeta de los cepillos emblistados)	(D)	Lector de barras	A / AQL=0.1
Tabla 1	Cada lote	Verificar que el blister no este maltratado, no traiga partículas extrañas, que este bien sellada		Manual-visual	A / AQL=0.1
<p>NOTA: El supervisor debera utilizar esta instrucción con el tamaño de muestra según tablas Military Standard si detecta alguna anomalía en la pieza, debera reportarlo por escrito (Aviso de rechazo), si las características de la pieza cumplen con el plan antes descrito, se liberara el lote,dandolo de alta en el sistema como aceptado</p> <p>Forma de empaque: Revisar el empaque de acuerdo a instrucción.</p>					
					
					
Elaboro: P. Gomez		Autorizo: A. Lopez		Fecha:	Sustituye a:
				10 / Julio/ 2002	

Figura 6.37 Formato de pautas de inspección de calidad en recibo de materiales

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Plan de pruebas : 3-2203

Control de equipos de prueba

Descripción	Proveedor / responsable	Tiempo de entrega	Unidades	Cost USD	Estatus	Orden No.
Microscopio Vision, 60/40 con 34° de rotación	Vision Eng./ J. Haro	8	1	12744	Equipo a ser entregado en semana 30	WI-45016-C-0071
Consola de pruebas de corriente y voltaje, 1,5V+0.1V tiempo = 0-15 s.	GEDI / J. Haro	12	3	unidad 1 = 6790	Orden Wk-17 Entrega Wk-31 Instalación Wk-32	NI-45016-C-0028
				Unidad 2 21000	Orden Wk-37 Entrega Wk-48 Instalación Wk-50	NI-45016-C-0109 NI-45016-C-0109-1
				Unidad 3 22000	Orden Wk-41 Entrega Wk-48 Instalación Wk-50	NI-45016-C-0113
Consola de pruebas de sellado Llenado 3.5s to 700+500mbar Tiempo de estabilización 3 sec	ILUSA TM/ J. Haro	20	2	78000	Orden Wk-01 Entrega Wk-20 Instalación Wk-24	NI-45016-C-0047
				78000	Orden Wk-41 Entrega Wk-50 Instalación Wk-51	NI-45016-C-0104
	Consola de refacción	6	1	8180	Orden Wk-43 Entrega Wk-49 Instalación Wk-50	NI-45016-C-0114
Prueba de motor Voltaje 1,5V+0,5v max 210 mamp	GEDI TM / J. Haro	8	1	3670	Orden Wk-17 Entrega Wk-31 Instalación Wk-34	NI-45016-C-0029
Pruebas de vida Funcionamiento a 2min ON/ 2minOFF con cambio de 0,5-2,4N	Inotec/ J. Haro	10	1	11400	Orden Wk-10 Entrega Wk-33 Instalación Wk-33	NI-45016-C-0024
Equipo de pruebas de flujo Puebas de membrana	Ceta/J. Haro	-	1	8045	Orden Wk-26 Entrega Wk-31 Instalación Wk-32	NI-45016-C-0076
Indicador model 547.7 mitutoyo base 7052	Local / A. Gonzalez	2	1	712	Orden Wk-32 Entrega Wk-34	NI-45016-C-0103
Pruebas de interruptor Prueba 2s on/2s off	Local / A. Gonzalez	6	1	3165	Orden Wk-32 Entrega Wk-34	NI-45016-C-0103
Gage para control de bandeja azul	Local / A. Gonzalez	1	1			
Contacto Bateria Gage para ercibo de materiales	Local / A. Gonzalez	Pendiente	1	Pendiente	Pending	

TOTAL 253706

Figura 6.38 Tabla de control de equipo de calidad

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Calidad

Código	Descripción	Cant de integ	Un de medida	Demanda	Orden de compra	Cantidad de OC	Fecha estimada de aribo	Fecha real de aribo
9894001	Resorte A	1	pza	375000	29109	400000	15-Ago-03	18-Ago-03
9894002	Resorte B	1	pza	375000	29131	380000	01-Ago-03	04-Ago-03
9894003	Contacto Z	1	pza	375000	29132	390000	11-Ago-03	14-Ago-03
9894004	Sello para anillo	1	pza	375000	29133	380000	09-Ago-03	12-Ago-03
9894005	Sello	1	pza	375000	29134	375000	05-Ago-03	08-Ago-03
9894006	Motor	1	pza	375000	29191	390000	05-Ago-03	08-Ago-03
9894007	Eje completo	1	pza	375000	29134	400000	15-Ago-03	18-Ago-03
9894008	Pivote	1	pza	375000	29192	390000	10-Ago-03	13-Ago-03
9894009	Buje sinterizado	1	pza	375000	29193	375000	09-Ago-03	12-Ago-03
9894010	Contacto metalico	1	pza	375000	29194	380000	10-Ago-03	13-Ago-03
9894011	Contacto bateria	1	pza	375000	29194	390000	09-Ago-03	12-Ago-03
9894012	Interruptor	1	pza	375000	29197	400000	20-Ago-03	23-Ago-03
9894013	Etiqueta	1	pza	375000	29198	380000	22-Ago-03	25-Ago-03
9894014	Contacto negativo	1	pza	375000	29199	380000	18-Ago-03	21-Ago-03
9894015	Contacto motor	1	pza	375000	29199	400000	15-Ago-03	18-Ago-03
9894016	Cepillo 4x	0.25	pza	93750	29134	100000	02-Ago-03	05-Ago-03
9894017	Grasa	0.0001	Kg	37.5	29200	50	08-Ago-03	11-Ago-03

101

Capitulo 5. Desarrollo

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

Figura 6.39 Formato de control de materiales

Clas	No. de parte	Componente	Origen	Compu. / base / volumen	Integración	Tip	Procesos mm / 100	Centro de costo	Precio €/ 100	A % (Base)	€/ 100	DC TMC €/ 100	Meta	Not Meta
------	--------------	------------	--------	-------------------------	-------------	-----	----------------------	-----------------	------------------	---------------	--------	------------------	------	----------

Cepillo de baterías

Volumen / year

8000000

315.53

A	4.739.700	Cepillo empacado	TMC	I										
A		Preparación de lástas	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
A		Selección de lástas	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
A		Colocación de lástas en el eje magnético	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
A		Colocación de lástas en el eje	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
A		Creación de lástas UPC	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
A		Empaque en cartón de 12u	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
A		Empaque en cartón de 12u	TMC	I	100		13.46	58519			1.51	1.51	1.51	
V	4.741.120	Caja de transporte de 12u	Plástico	E	16.06	SH			41.95		6.99	6.99		6.99
V	0.835.358	Finta	Mex	I	0.002	LT			13.486.45		0.27	0.27		0.27
V	4.739.861	Baterías herméticas de 12u	Mex	I	33.33	SH			7.81		2.63	2.63		2.63
V	0.853.447	Cinta adhesiva	Mex	I	10	SH			0.67		0.07	0.07		0.07
PA	0.890.014	Baterías	USA	I	200	SH			30.00		60.00	60.00		60.00
F		Faltas							0.70		1.40	1.40		1.40
V	4.741.100	Blister de 12u	Mex	I	100	SH			8.03		8.03	8.03		8.03
V	4.741.112	Blister de 12u	Mex	I	100	SH			8.03		8.03	8.03		8.03
V	4.741.620	Instalador	Mex	I	100	SH			10.00		10.00	10.00		10.00
V	4.739.116	Instalador	Mex	I	16.6	SH			12.16		2.02	2.02		2.02
V	4.741.101	Etiqueta UPC	Mex	I	100	SH			0.64		0.64	0.64		0.64
V	4.741.095	Etiqueta de origen	Mex	I	100	SH			0.76		0.76	0.76		0.76
V	0.855.020	Etiqueta de origen magnética	Mex	I	100	SH			5.56		5.56	5.56		5.56
V	0.565.217	Faltas	Mex	I	9	m			7.81		0.70	0.70		0.70
V	4.741.121	Caja de transporte de 12u	Mex	I	8.33	SH			24.00		2.00	2.00		2.00
A	4.739.807	Cepillo de dientes	TMC	I	100		12.50	58519			1.40	1.40		1.40
MO	4.739.090	Culicida insecticida en cartón	TMC	I	100	SH	5.00	58517			1.08	1.08		1.08
KU		Plástico	Ger	E	0.3	Kg			170.00		0.51	0.51		0.51
AS		Suero								2.00	0.03	0.03		0.03
PA	4.739.510	Cepillo completo	TMC	I	100	SH			20.00		20.00	20.00		20.00
F		Faltas							47.00		0.24	0.24		0.24
Z		Abuma									0.34	0.34		0.34
A	4.739.817	Cepillo completo	TMC	I	100		28.10	58519			3.15	3.15		3.15
A		Preparación de lástas	TMC	I	100		19.50	58519			2.19	2.19		2.19
A		Preparación de lástas	TMC	I	100		12.50	58519			1.40	1.40		1.40
A		Colocación de lástas en el eje	TMC	I	100		18.50	58519			2.07	2.07		2.07
A		Preparación de lástas	TMC	I	100		12.00	58519			1.41	1.41		1.41
AS		Suero								0.50	0.55	0.55		0.55
PA	4.741.013	Cepillo	Ger	E	100	SH			3.00		3.00	3.00		3.00
F		Faltas							47.00		0.04	0.04		0.04
Z		Abuma									0.05	0.05		0.05
A	4.739.866	Cepillo completo	TMC	I	100		18.20	58519			2.04	2.04		2.04
A		Preparación de lástas	TMC	I	100		18.10	58519			2.03	2.03		2.03
MO	4.739.012	Culicida insecticida	TMC	I	100	SH	5.90	58517			1.27	1.27		1.27
KU		Plástico	Ger	E	0.4	Kg			180.00		0.78	0.78		0.78
PA	0.850.817	Baterías herméticas	Mex	I	0.1	SH			12.41		0.01	0.01		0.01
PS		Suero								2.00	0.04	0.04		0.04
A		Impresión (matricial o térmica)	TMC	I	100			58517			0.00	0.00		0.00
PA	4.739.033	Cepillo de 12u	Ger	E	100	SH			4.00		4.00	4.00		4.00
F		Faltas							47.00		0.05	0.05		0.05
Z		Abuma									0.07	0.07		0.07
PA	4.741.075	Cepillo de 12u	USA	I	100	SH			3.00		3.00	3.00		3.00
F		Faltas							47.00		0.00	0.00		0.00
Z		Abuma									0.05	0.05		0.05
A	4.739.676	Parte motor completa	TMC	I	100		78.00	58519			8.52	8.52		8.52
PA	4.739.007	Roerter de 12u	Mex	I	100	SH			1.21		1.21	1.21		1.21
PA	4.739.008	Roerter de 12u	Mex	I	100	SH			0.44		0.44	0.44		0.44
PA	4.739.843	Cable contacto	Mex	I	100	SH			4.00		4.00	4.00		4.00
PA	4.739.841	Cable contacto	Mex	I	100	SH			5.40		5.40	5.40		5.40
PA	4.739.031	Cable contacto	Ger	E	100	SH			1.45		1.45	1.45		1.45
F		Faltas							47.00		0.05	0.05		0.05
Z		Abuma									0.03	0.03		0.03
AS		Suero								2.00	0.45	0.45		0.45
A	4.739.827	Motor completo	TMC	I	100		11.10	58519			1.24	1.24		1.24
A		Selección de cables negro	TMC	I	100		25.50	58519			2.63	2.63		2.63
MO	4.739.019	Desecantador completo												
A		Ensamble	TMC	I	100		11.10	58519			1.24	1.24		1.24
PA	4.739.010	Desecantador metálico	Ger	E	100	SH			2.78		2.78	2.78		2.78
F		Faltas							47.00		0.08	0.08		0.08
Z		Abuma									0.05	0.05		0.05

TESIS
 PALA DE...
 ...

Clae	No de parte	Componente	Origen	Categoría de local e instalación	Impregnación	Tipo	Proceso m ² /100	Centro de costo	Precio €/100	A % (Bruto)	€/100	DC TMC €/100	Nota	Not. Nota
------	-------------	------------	--------	----------------------------------	--------------	------	--------------------------------	-----------------	-----------------	----------------	-------	-----------------	------	-----------

Cepillo de baterías													Volume / year	6000000	315.53
PA	4-739-024	Perno	Mex	I	100	Stk			0.48		0.48		0.48		
PA	4-739-018	Motor	China	II	100	Stk			34.00		34.00		34.00		
F		Filates			3.1	Kg			47.00				0.00	0.00	
Z		Alumina			3	%							0.00	0.00	
E		Alcázarones			1	%					0.34		0.34	0.34	
MO	4-739-004	Servite plástico	TMC	I	100	Stk	6.25	58517			1.35		1.35	1.35	
KU		Plástico	Ger	II	0.72	Kg			393.54		2.83		2.83	2.83	
KU	0-560-126	Material nervado	Ger	II	0.12	Kg			37.81		0.05		0.05	0.05	
PA	0-850-917	Batas plástica	Mex	I	0.1	Stk			12.41		0.01		0.01	0.01	
PS		Schro								1.00			0.04	0.04	
4-739-830		Carcasa mecánismo													
A		Cercalon de aluminio	TMC	I	100		12.50	58519			1.40		1.40	1.40	
A		Cercalon de acero	TMC	I	100		13.20	58519			1.48		1.48	1.48	
A		Componente union col	TMC	I	100		48.20	58519			5.40		5.40	5.40	
PA	4-739-525	Sello	TM	II	100	Stk			5.20		5.20		5.20	5.20	
F		Filates			0.03	Kg			47.00		0.01		0.01	0.01	
Z		Alumina			1.7	%					0.09		0.09	0.09	
PA	0-829-048	Grafito	Ger	II	0.008	Stk			26,905.00		2.13		2.13	2.13	
PA	4-728-024	Cable	Mex	II	100	Stk			1.20		1.20		1.20	1.20	
F		Filates			0.04	Kg			47.00		0.02		0.02	0.02	
Z		Alumina			1.7	%					0.02		0.02	0.02	
MO		Film	TMC	I	100	Stk	4.50	58517			0.97		0.97	0.97	
KU		Plástico	Ger	II	0.09	Kg			200.00		0.26		0.26	0.26	
KU	0-560-126	Material nervado	Ger	II	0.08	Kg			37.81		0.02		0.02	0.02	
PA	0-850-490	Batas plástica	Mex	I	0.03	Stk			1.98		0.00		0.00	0.00	
PS		Schro								2.00			0.03	0.03	
PA	4-731-040	Intermitente	Mex	I	100	Stk			12.00		12.00		12.00	12.00	
F		Filates			0.05	Kg			47.00		0.10		0.10	0.10	
Z		Alumina			3	%					0.36		0.36	0.36	
MO	4-739-009	Carcasa periferico	TMC	I	100	Stk	5.00	58517			1.08		1.08	1.08	
KU		Plástico	Ger	II	0.28	Kg			393.54		1.02		1.02	1.02	
KU	0-560-126	Material nervado	Ger	II	0.24	Kg			37.81		0.09		0.09	0.09	
PA	0-850-917	Batas plástica	Mex	I	0.02	Stk			12.41		0.10		0.00	0.00	
PS		Schro								1.00			0.02	0.02	
MO	4-739-021	Llave	TMC	I	100	Stk	3.40	58517			0.73		0.73	0.73	
KU		Plástico	Ger	II	0.078	Kg			473.94		0.37		0.37	0.37	
PA	0-850-490	Batas plástica	Mex	II	0.05	Stk			1.98		0.00		0.00	0.00	
PS		Schro								2.00			0.02	0.02	
PA	4-739-023	Eje	TM	II	100	Stk			24.95		24.95		24.95	24.95	
4-739-Adn		Carcasa impresora												0.00	
A		Impresora laser	TMC	I	100		11.50	58517			2.48		2.48	2.48	
AS		Schro								1.00			0.17	0.17	
MO		Carcasa superior	TMC	I	100	Stk	19.00	58517			4.10		4.10	4.10	
KU		Plástico	Ger	II	1.6	Kg			187.00		2.87		2.87	2.87	
PS		Schro								0.50			0.03	0.03	
MO	4-739-853	Carcasa inferior	TMC	I	100	Stk	19.00	58517			4.10		4.10	4.10	
KU		Plástico	Ger	II	0.81	Kg			535.54		3.27		3.27	3.27	
PS		Schro								2.00			0.28	0.28	
R		Raw												0.00	

Total 180.91 134.62

NAFTA INTEGRATION		
Total NAFTA DC	180.91	€/100
Total No NAFTA DC	134.62	€/100
Factor integración	95.38	€/100
Total	410.52	€/100
Nota integración	87.23	%

LANDED DC (TMC-USA)		
Volume (intermediario)	0.85	€
Freight TMC USA (0.056/€)	4.25	€/100
Transfer price (+27.5%)	402.30	€/100
Duty	0.00	€/100
LANDED DC (TMC-USA)	318.78	€/100

Fig. 6.40 Formato de cálculo de costo directo

TLIS CON FALLA DE ORIGEN

Fase 5. Revisión del producto, proyecto y proceso.

Como se ha comentado anteriormente, la última fase del desarrollo de un proyecto para la introducción de un nuevo producto, consiste en la revisión de cada una de las actividades desarrolladas en la puesta en marcha de nuestro producto.

Esto con objeto de identificar puntos débiles o bien oportunidades que permitan mejorar la ejecución de futuros proyectos.

La revisión también puede estar encaminada a detectar puntos de mejora en el diseño o métodos de fabricación del producto, con objeto de reducir costos de fabricación, de mejorar la calidad y presentación del producto o bien mejorar las condiciones de seguridad para las personas encargadas de operar los dispositivos de ensamble.

Los resultados de esta revisión deberán ser comunicados a todas las áreas de la compañía involucradas en el desarrollo de proyectos, así como al área de ingeniería central en Alemania.

El objetivo será promover y en su caso aplicar las modificaciones que se consideren convenientes en el procedimiento una vez desarrollado.

CONCLUSIONES

Al término del desarrollo de este trabajo podemos concluir :

- El presente trabajo establece los fundamentos esenciales para entender el desarrollo de un proyecto, en cada una de las etapas que lo componen, permitiendo de esta forma sentar las bases para la creación de un manual de procedimientos más completo y flexible.
- El presente trabajo ha sido aceptado por la gerencia de ingeniería, como referencia para todos los ingenieros de nuevos productos y como base para el desarrollo de un manual de procedimientos para el área.
- A diferencia de un simple manual de procedimientos, los fundamentos aquí mostrados permiten identificar variables y criterios que deben ser considerados para la buena toma de decisiones.
- De la misma manera permite identificar y estructurar cada una de las fases que componen un proyecto, así como al definir las responsabilidades del mismo y de los miembros del equipo de trabajo, mejorando la comunicación.
- Una vez implantado, servirá de introducción para aquellos ingenieros con escasa experiencia en el área, que se integren a este departamento, acortando el tiempo de aprendizaje y permitiendo un mejor desempeño de los mismos.
- Se propone el uso de formatos de control (incluidos en este trabajo) para evitar el descontrol en el manejo de la información.
- Se ha remarcado la importancia que tiene un enfoque global por parte del ingeniero de nuevos productos durante todas las fases de desarrollo de un proyecto, con objeto de buscar en todo momento la optimización técnica y económica, combinada con tiempos cortos de desarrollo que permitan mantener a la planta, como una opción competitiva frente a sus competidoras en otras partes del mundo.
- Este enfoque global responde a la preparación que el Ingeniero Industrial debe tener al combinar conocimientos del área técnica y económica y considerarlos como un sistema, que tiene una de sus mayores expresiones en el desarrollo de sistemas completos de producción que incluyen a todas las áreas de una compañía y que se ejemplifica en el desarrollo de un proyecto de introducción de nuevos productos.

-
- Consideramos que la estructuración de este trabajo y el tipo de ejemplos incluidos pueden ser aplicados no solamente para el caso específico de la empresa en donde se realizó el estudio, sino en todas aquellas en las que la introducción y renovación de los productos ofrecidos sea una constante, sin la cual se corre el riesgo de perder mercado y competitividad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

Yamal Chamoun : Administración Profesional de Proyectos La guía, Noviembre del 2002, México, editorial ian ediciones,

Gabriel Vaca Urbina: Evaluación de proyectos 3ra edición, México, editorial Mc-Graw Hill.

Juan José Trujillo del Río: Elementos de ingeniería industrial, México, editorial Limusa

Benjamin W. Niebel: Ingeniería industrial, métodos, tiempos y movimientos, México, editorial Alfa Omega.

Richard B. Chase, Nicholan J. Aquilano: Dirección y administración de la producción y de las operaciones 6a edición, México, editorial Irwin.

Marco Antonio Tiznado Santana: Microsoft Access 2000 Enter Plus, México, editorial Mc-Graw Hill.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN