

01173



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**PROPUESTA DE METODO PARA EL
DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN INGENIERIA (MECANICA)

P R E S E N T A :

ALFONSO OLOARTE MOLINA



DIRECTOR DE TESIS: DR. MARCELO LOPEZ PARRA

CD. UNIVERSITARIA, MEXICO, D. F.

2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

PROPUESTA DE MÉTODO PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la
UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el
contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: Alfonso Oloarte
Molina

FECHA: 23/Feb/04

FIRMA: Alfonso Oloarte Molina

Alfonso Oloarte Molina, 2004

*Con cariño y respeto a mi querida Universidad y Facultad de Ingeniería:
Por darme, como a todos tus hijos, la oportunidad de acceder al
conocimiento y de llevarme los mejores momentos de mi vida.*

*Al Dr. Marcelo López Parra:
Por su paciencia, apoyo y guía durante
todo el desarrollo de esta tesis.*

*A mis Padres:
Papá, Mamá, ustedes me han dado los sólidos cimientos
que sostienen todo lo que he podido construir.*

*A mis hermanos Aitxa, Aida, Alejandro:
Por su ejemplo, compañía y apoyo.*

*A Dios:
Nada sería posible sin el milagro de la vida que me has dado.*

*Alfonso Oloarte Molina.
2004*

PROPUESTA DE MÉTODO PARA EL DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO	PAGINA
Glosario de términos.	iii
1. Introducción al tema, objetivos.	1
1.1 Necesidad de un método para el desarrollo de nuevos productos.	2
1.2 Objetivos.	2
1.3 Propuesta para el desarrollo de nuevos productos.	2
2. Aspectos organizacionales que influyen en el proceso de desarrollo del producto.	5
2.1 Planeación estratégica (políticas de la empresa y expectativas respecto al producto).	5
2.2 Caso práctico. Cooper Industries.	8
3. Definición del tipo de producto a desarrollar.	10
3.1 Identificar el tipo de producto.	10
3.2 Planeación del producto considerando la variable tiempo.	11
3.3 Caso práctico. Mabe México S.A. de C.V.	12
4. Selección y organización del equipo de proyectos.	14
4.1 Estructuras jerárquicas.	14
4.2 Selección y cantidad de integrantes en el proyecto.	15
4.3 Caso práctico. Mabe México S.A. de C.V. (continuación).	16
5. Identificación de las necesidades del mercado.	19
5.1 El estudio de mercado.	19
5.2 El QFD como herramienta de análisis.	20
5.2.1 Caso práctico. Productos de iluminación industrial.	22
5.3 Determinación de las necesidades del cliente (estudio del consumidor).	24
5.3.1 El nicho de mercado.	24
5.3.2 Reconocer diferentes tipos de necesidades y requerimientos (Análisis Kano).	25
5.3.2.1 Relación unidimensional.	25
5.3.2.2 Relación "debe Ser".	26
5.3.2.3 Relación "Deleitadores".	26
5.3.3 La entrevista y las encuestas con el consumidor.	26
5.3.3.1 La entrevista.	26
5.3.3.2 Caso. Práctico. Productos dispensadores de agua. La encuesta abierta.	27
5.3.3.3 La encuesta cerrada.	29
5.4. La comparación competitiva técnica. (Benchmarking).	30
5.5 Comparación competitiva ante el cliente.	32
6. Definición de especificaciones técnicas.	34
6.1 Caso práctico. Guía para generación de especificaciones de Scott Technology.	34
6.1.1 Información básica del proyecto.	35
6.2 Objetivos de desempeño del producto.	35
6.3 Términos para el desarrollo del equipo.	36
6.4 Descripción preliminar del equipo.	36
6.5 Especificación de subsistemas.	36
6.5.1 Construcción mecánica.	36
6.5.2 Subsistema hidráulico.	36
6.5.3 Subsistema neumático.	37
6.5.4 Subsistema eléctrico y de control.	37
6.6 Suministros.	38

6.6.1 Eléctricos.	38
6.6.2 Aire comprimido.	38
6.6.3 Agua.	38
6.7 Seguridad.	38
6.8 Documentación.	38
7. El diseño enfocado a los requerimientos del cliente.	40
7.1 El diseño enfocado a la calidad.	40
7.2 El diseño para Seis Sigma.	42
7.2.1 Paso 1. Identificar.	43
7.2.2 Paso 2. Diseñar.	44
7.2.3 Paso 3. Optimizar.	45
7.2.4 Paso 4. Validar.	45
7.3 Consideraciones al aplicar diseño para Seis sigma.	46
7.4 Caso práctico. Diseño lavadora ID System de EASY.	47
7.4.1 Caso práctico. Identificar al cliente.	47
7.4.2 Caso práctico. Diseñar.	47
7.4.3 Caso práctico. Optimizar diseño.	48
7.4.4 Caso práctico. Validación del diseño.	49
8. Criterios para la evaluación del diseño.	51
8.1 La evaluación de la confiabilidad del diseño.	51
8.2 Conceptos básicos.	51
8.2.1 Confiabilidad.	51
8.2.2 Falla.	52
8.2.3 Índice de fallas (λ).	52
8.2.4 Tiempo promedio entre fallas (MTBF = Mean-time-between-failure).	52
8.2.5 Índice de llamadas de servicio. (SCR).	52
8.3 Ventajas al evaluar la confiabilidad del diseño.	52
8.4 Caso práctico. Rediseño de estufas de la marca IEM. Evaluar la confiabilidad del diseño en diez pasos.	54
8.4.1. Establecer las metas de confiabilidad.	54
8.4.2. Identificar los subsistemas y componentes críticos para lograr el objetivo.	55
8.4.3. Elaboración de diagramas de bloques funcionales (FBD).	55
8.4.4. Asignación de metas de confiabilidad.	56
8.4.5. Línea base / marco de referencia.	57
8.4.6. Analisis de Modo y efecto de falla (AMEF).	57
8.4.7. Predicciones de vida.	59
8.4.8. Diagrama de parámetros.	59
8.4.9. Definir y ejecutar plan de pruebas de vida.	59
8.4.10. Desarrollo y ejecución del plan de auditoría de confiabilidad.	60
9. Plan de manufactura y puesta en marcha.	61
9.1 Análisis competitivo del proceso de manufactura.	61
9.2 Confirmación del diseño/manufactura.	62
9.2.1 Línea base del proceso.	62
9.2.2 Uso de subgrupos racionales.	63
9.3 Los CTQ's del cliente llevados a la producción en planos de fabricación.	64
9.3.1 Identificación de los CTQ's en los planos de fabricación o de producto.	64
9.4 Disponibilidad para efectuar una corrida de prueba pre-piloto.	66
9.5 Disponibilidad para efectuar corrida piloto.	66
9.6 Disponibilidad para producción y auditoría postproducción.	67
10. Conclusiones.	69
ANEXO. Propuesta de revisiones técnicas a emplearse como seguimiento al proyecto.	70

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AME	Ingeniero de proyectos planta (Advanced manufacturing engineer)
AMEF	Análisis de Modo y Efecto de Falla
AQE	Ingeniero de Calidad proyectos (Advanced Quality Engineer)
CIC	Comité de Implementación de cambios
CTQ.	Criticos para la calidad del producto (Critical to Quality)
DDE	Diseño de Experimentos
DFQ	Diseño para la Calidad (Design for Quality)
DFR	Diseño para la confiabilidad (Design for Reliability)
DFSS	Diseño para Seis Sigma (Desig for Six Sigma)
DI	Diseño Industrial
DPMO	Defectos por Millón de Oportunidades
DPU	Defectos por Unidad
DS	Diseño en Ingeniería
FBD	Diagrama de bloques funcionales.
FRACAS	Reporte de Fallas y seguimiento de acciones correctivas (Failure Report And Corrective Actions System)
I&T	Corridas Iniciales para confirmación de conceptos de diseño del producto
kaizen	Mejora continua basada en la documentación de la realidad para disminuir operaciones sin valor agregado en un producto.
MKT	Mercadotecnia
MTBF	Tiempo promedio entre fallas.
MTR	Desarrollo de proveedores y materiales.
PE	Ingeniería del producto
PMG	Lider o gerente de proyectos.
PPM	Partes por millón
QFD	Despliegue de la función de la calidad (Quality function deployment)
Score Card	Matriz de calificación de características deseables de un producto.
Score board	Seguimeino a la matriz de calificación de características deseables de un producto.
SCR	Indice de llamadas de servicio.
Seis Sigma	Filosofía de calidad cuyo objetivo a largo plazo es alcanzar 3.4 partes erroneas por millon producidas
SIGMA	Medida estadística para medir la estabilidad y confiabilidad de un proceso/producto
SRV	Servicio y mantenimiento al producto.
Z st	Nivel de desviación estándar pronosticada a corto plazo

CAPÍTULO 1

INTRODUCCIÓN AL TEMA, OBJETIVOS.

Sabemos que hoy en día, países con economías en vías de desarrollo como México buscan continuamente la manera de mejorar su posición ante el cada vez más competido mercado mundial. Ante la tendencia mundial de eliminar las barreras arancelarias, se abre ante quien lo pueda tomar, un mercado consumidor prácticamente ilimitado ya que además, desde hace algunos años las distancias han dejado de ser un obstáculo para el flujo de mercancías. Muchos países han emprendido enormes esfuerzos para convertir sus economías en potencias exportadoras desarrollando capital humano y brindando incentivos fiscales y financieros a empresas exportadoras.

Ante esta nueva dinámica global, México parece quedar cada vez más rezagado. Ante países que hasta hace algunas años considerábamos “inferiores”, comparada la economía Mexicana, no queda ante buenas expectativas. El atraso tecnológico de la planta productiva nacional es cada vez más evidente; en economías como la brasileña, se destina el 0.9% del PIB a la inversión en ciencia y tecnología, en España el 1.0% y en México solo el 0.4%. Los resultados ante esta escasa inversión se reflejan en la capacidad del país para generar productos y servicios que puedan considerarse como innovaciones. Por ejemplo, en Estados Unidos de Norteamérica se han otorgado 708,676 patentes en el periodo de los años 1990-2000, en el mismo periodo se otorgaron en Corea 17,570, en España 1,937 y en México solo 522. Este tipo de datos nos puede dar alguna idea de porque algunos países inundan el mercado mundial con sus productos mientras otros, como México, no tiene una planta productiva lo suficientemente diversa para cubrir siquiera las necesidades de su mercado interno.

Se han atribuido a este innegable atraso diversas razones; la atonía en nuestra economía, reformas y programas gubernamentales que quedan sin rumbo cada sexenio, la falta de preparación del capital humano, el divorcio entre la investigación académica y la realidad de la industria nacional e incluso a características de tipo cultural y ético en empresarios y trabajadores que impiden una verdadera sinergia que surja de la planta productiva misma, sin necesidad de esperar a que un programa de gobierno los saque del atraso tecnológico.

En México, de las más de 2 millones de empresas registradas en 2001 del ramo industrial, el 99% se encuentran en la categoría de micro y pequeña y da empleo en su conjunto al 37% del personal del ramo, pero solo es en las grandes empresas, la mayoría de ellas transnacionales, es donde se invierte en mayor o menor grado en el desarrollo de nuevas tecnologías que se incorporan a sus productos y servicios, generando más del 50% del valor agregado que produce el sector. Por tanto no es difícil determinar cual es el sector productivo más vulnerable de la economía y que requiere apoyo para poder, primera instancia, pasar de emergente a confiable y posteriormente, manteniendo una estrategia de inversión en desarrollo tecnológico, alcanzar niveles de competencia y vanguardia [1].

1.1 Necesidad de un método para el desarrollo de nuevos productos.

La micro, pequeña y mediana empresa requiere de diversos impulsos, apoyos, cambio de actitud y asesoría especializada para desarrollar productos competitivos en el mercado global. Uno de los grandes problemas para acceder a la asesoría, es el gran costo que representa para una empresa con productos de poco valor agregado la contratación de personal multidisciplinario y calificado para el desarrollo de nuevos productos, contratación de asesores o consultores y el costo asociado a la infraestructura requerida para este propósito. Ahora bien, los primeros pasos deben darse si se quiere subsistir ente el ambiente de competencia y se requiere del apoyo del ámbito académico para generar información y guías que puedan ser tomadas y utilizadas directamente como una primera referencia al emprender un esfuerzo para comenzar con el desarrollo de nuevos productos.

De acuerdo a esta realidad de la industria nacional y buscando dando los primeros pasos para generar trabajos académicos que puedan ser utilizados como primeras referencias en la búsqueda de hacer más eficiente el desarrollo nuevos productos, se presentan a continuación los objetivos del presente trabajo.

1.2 Objetivos.

- Proponer un método para el desarrollo de nuevos productos.
- Presentar casos prácticos de desarrollo de nuevos productos en empresas de clase mundial, con el propósito de soportar los conceptos del método propuesto.
- Integrar la propuesta con los casos prácticos para facilitar la comprensión del método y permitir así que los conceptos presentados puedan comenzar a integrarse en un ámbito de empresas con poca cultura tecnológica y menor nivel de competitividad.

1.3 Propuesta para el desarrollo de nuevos productos.

De acuerdo a los objetivos, el presente trabajo ha sido desarrollado con la intención de ser una referencia directa para empresas pequeñas y medianas en el área del desarrollo de nuevos productos, siendo una primera propuesta para iniciar una línea de investigación en este campo en el centro de diseño de la facultad de ingeniería, para que como en muchas universidades del mundo se formen equipos multidisciplinarios que tengan una vinculación directa con la industria, compartiendo los mismos esquemas de exigencia en niveles de excelencia y tiempo de respuesta que demanda el mercado internacional.

El método para el desarrollo de nuevos productos propuesto en este trabajo se presenta a lo largo de los capítulos 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 y se esquematiza en el siguiente diagrama de flujo, el cual se explica en los párrafos siguientes de acuerdo al desarrollo de los capítulos. (Figura 1.1).

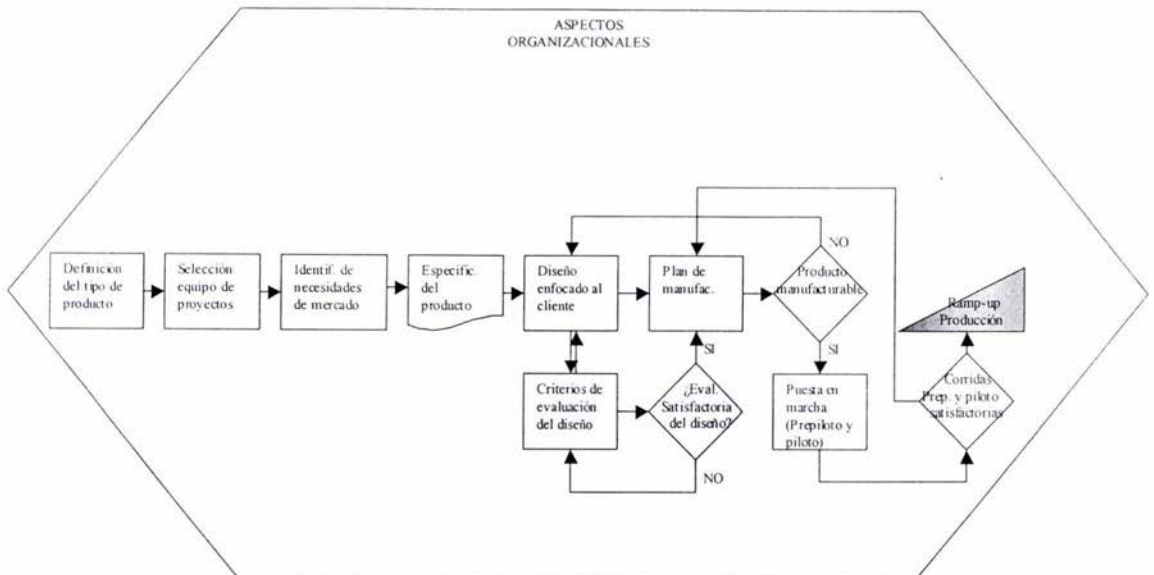


Figura 1.1. Método para desarrollo de nuevos productos, diagrama de flujo.

Esta propuesta de método para el desarrollo de nuevos productos comienza en el capítulo 2 por exponer la necesidad que existe de una “auto-evaluación” de la empresa que pretende generar un proyecto de desarrollo de nuevos productos, es decir, primero entender como funciona la empresa y los planes que tienen los dueños, directivos o accionistas respecto al futuro de la empresa, así como el riesgo que implica el desarrollo de este tipo de proyectos

En el capítulo 3 se establece una clasificación de los productos para comenzar a identificar los recursos de los que hay que disponer para su desarrollo, así como identificar desde estas etapas tempranas, la evolución y fases que podría tener nuestro producto respecto al tiempo y planearlo en consecuencia.

En el capítulo 4 se propone una guía para la conformación de un equipo de desarrollo de productos dependiendo de la estructura de la empresa, su tamaño, nivel de experiencia de los empleados, características, tamaño y cantidad de los proyectos a realizar.

En el capítulo 5 se guía al lector en la realización de un estudio de mercado de carácter técnico, pretendiendo que el producto a desarrollar realmente este enfocado a las necesidades y expectativas del cliente final. La importancia de un estudio de mercado, aunque sea de nivel muy básico estriba en que en esta etapa se genera la información base para justificar las especificaciones de un producto, priorizando las necesidades del consumidor, para enfocarse en lo “importante” o a las características del producto por las que el cliente esta dispuesto a pagar.

En el capítulo 6 se indica la necesidad de establecer las especificaciones objetivo del producto a partir de las necesidades del cliente antes de comenzar con el proceso de diseño

de detalle para finalmente establecer características generales que puedan ser medidas, en unidades de tiempo, longitud, masa, etc..

En el capítulo 7 se presenta en este método una propuesta para enfocar el diseño hacia la satisfacción de las necesidades del cliente, de una manera eficiente, reduciendo tiempos de diseño y aumentando los estándares de calidad percibidos por el cliente, dejando a un lado características no señaladas por el cliente como importantes en el estudio de mercado, evitando así el encarecimiento inútil del producto.

En el capítulo 8 se presenta una guía básica para evaluar la calidad, evaluando la confiabilidad del diseño traducida de “la voz del cliente”, es decir, evaluando los niveles de confiabilidad esperados en componentes críticos y compararlos con las especificaciones técnicas del producto buscando alcanzar los niveles de calidad esperados por medio del proceso de diseño.

En el capítulo 9 se presenta una propuesta para la fase de implementación del proceso de producción de un nuevo producto, tomando como base datos de procesos similares y buscando también que las necesidades del cliente sean reflejadas en las características del producto a ser inspeccionadas en proceso, además de validar que se han alcanzado los niveles de calidad pronosticados en el producto terminado y el proceso se comporte estable a lo largo del tiempo; para que finalmente, en el capítulo 10 se emitan las conclusiones al presente trabajo.

Por último, en forma de anexo se presenta una propuesta general de revisiones o “check list” para llevar un control del desarrollo del proyecto, pensada como una referencia inicial a ser modificada de acuerdo a las características particulares de cada proyecto.

A lo largo de cada capítulo de la propuesta se presentan “casos prácticos” donde se ejemplifica un caso real del uso de la metodología, con el doble propósito de hacer más entendible la propuesta y presentar una referencia de la validez de la metodología. Así mismo se ha buscado que cada capítulo pueda ser consultado individualmente, evitando la lectura de todo el texto cuando se requiere información en un aspecto específico.

La propuesta se ha conformado no solo a partir de la investigación académica, si no también a partir de experiencias profesionales en proyectos de implementación de nuevos productos y procesos. La inquietud de presentar esta propuesta inicial y muy ha surgido a partir de estas experiencias, en las cuales, de acuerdo a mi percepción, mientras algunas grandes empresas acumulan metodologías muy específicas y eficientes, en la pequeña y mediana empresa nacional se acumulan rezagos y reacciones erráticas ante la falta de información y capacitación, por lo que espero que este trabajo alcance por lo menos una modesta aportación y precedente en la búsqueda del desarrollo de la pequeña y mediana empresa.

Alfonso Oloarte Molina, Nov 2003.

Referencias.

- [1] Manufactura. Año 10/ Numero 99/ 2003
Tecnología e innovación.
Marcelo Lopez.

CAPITULO 2

ASPECTOS ORGANIZACIONALES QUE INFLUYEN EN EL DESARROLLO DE UN PROYECTO.

Antes de comenzar con el desarrollo de un producto, la empresa como un ente que busca beneficios monetarios a través de la transformación de materias primas en productos terminados, busca en su estructura una ventaja competitiva frente al mercado de proveedores de bienes sustitutos, por tanto es importante la “auto-evaluación” de la empresa que pretende generar el proyecto, es decir, primero se entiende la manera en que funciona la empresa, los planes que tienen los dueños, directivos o accionistas respecto al futuro de la empresa, entender el nivel de riesgo tanto técnico como comercial que está dispuesta a correr la empresa al desarrollar el producto, en donde se encuentra el poder de decisión de la empresa respecto al aceptar o rechazar un proyecto y cuales son los parámetros considerados para tomar esta decisión.

Aunque este análisis global de la empresa no compete en primera instancia al equipo de proyectos que desarrolla un nuevo producto, las decisiones finales afectan el nivel de recursos y prioridad otorgados a determinados proyectos.

2.1 La Planeación estratégica.

La planeación estratégica es una herramienta para producir decisiones fundamentales y acciones que den forma y conduzcan a la empresa hacia el futuro que buscan los individuos que forman parte de ellos. Cada persona que participa en la dirección de la empresa espera algo de ella, tiene un conjunto de objetivos al menos en el nivel de “deseos”. La falta de objetivos claros se detecta por la disparidad en la apreciación de la situación actual y las expectativas de futuro de la empresa [1].

Aunque la definición formal de planeación estratégica proviene del contexto militar, en el ámbito financiero y de negocios se define como las metas y objetivos básicos a largo plazo de la empresa, junto con la adopción de las acciones y la distribución de recursos necesarios para lograr estos objetivos.

En la realidad las estrategias surgen del interior de una organización sin ningún método formal de planeación. El director (muchas veces dueño) puede tener un plan que ha obtenido de manera intuitiva, hecho en su cerebro, basado en experiencia, juicio y pensamiento reflexivo y puede resultar o no en plan escrito o no, y que le permite reaccionar con rapidez. Aunque este plan resulte exitoso hasta cierto tamaño de empresas, es deseable que se formalice y extienda a todos los integrantes de la empresa, para tener una referencia clara de la directiva, acerca de cual es el futuro que se busca, descrito mediante una serie de objetivos claros que todos persiguen por igual, así como definir un marco de actuación bien definido por políticas consistentes que busquen facilitar el cumplimiento de los objetivos sin caer en la burocracia.

Un ejemplo de la falta de planeación estratégica clara es el caso la empresa fabricante de moldes ubicada en Querétaro México, denominada Tecnología en Metal, donde el

propietario, después de mantenerse en el negocio de fabricación de moldes para inyección en bajas cantidades y utilizando maquinaria convencional, pudo obtener un contrato para la fabricación de una gran cantidad de moldes, donde el pago inicial proporcionaba recursos suficientes para la adquisición de maquinaria CNC. Sin embargo, el propietario de la empresa no realizó ninguna planeación respecto a lo que implicaba para la empresa el cambiar su tecnología de producción en cuanto a capacitación, insumos, etc. No se preguntó si las personas encargadas del área del taller tenían los conocimientos o el interés de capacitarse en el uso de los nuevos equipos, considerando que esto implica un esfuerzo extra, además de que nunca se les planteó ningún tipo de remuneración o incentivo; en otros términos nunca se tuvo visión del rumbo de la empresa en el futuro ni de los intereses de las personas que la formaban. Esta falta de planeación estratégica, aunque fuera en un nivel muy básico, ocasionó grandes problemas para arrancar los nuevos equipos, generando enormes pérdidas por decisiones erróneas.

Para incurrir en complicaciones de planeación como la presentada, primeramente debe la empresa establecer una visión de sí misma en el futuro. Una vez establecida esta visión, el siguiente paso es tomar la decisión de iniciar el desarrollo de un proyecto prioritario, al que se le brinden los recursos, acciones y políticas acordadas por la dirección. Esto es, de acuerdo con lo esperado en el futuro, se puede acordar tomar altos riesgos o moderados, así como la posición de la empresa para enfrentar los riesgos, es decir la sensibilidad del proyecto ante las variables externas o internas de la empresa. (Figura 1.1).

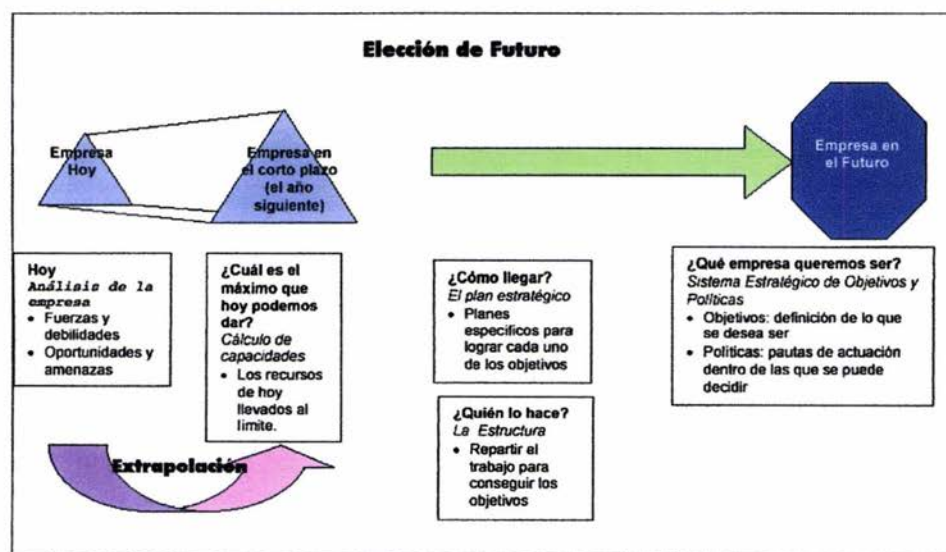


Figura 1.1. Los elementos básicos para la planeación estratégica.

Un aspecto importante para disminuir los riesgos es la diversificación de inversiones; mientras más amplia es la gama de productos desarrollados, se disminuye el riesgo en el total de la empresa por el fracaso de uno en particular. Otra variable que se debe de

considerar es el tiempo de duración de un proyecto, ya que existe una relación directa entre el riesgo y el tiempo de desarrollo. El riesgo financiero incluye la posible insolvencia y la variabilidad en las utilidades disponibles para el propietario o los poseedores de acciones comunes de la empresa.

A medida que una empresa aumenta la porción de pasivos, de contratos de arrendamiento y de acciones preferentes en su estructura financiera, se aumentarán los cargos fijos; por lo tanto, la probabilidad de que la empresa no sea capaz de satisfacer estos cargos fijos también aumenta y a medida que la empresa continúe usando apalancamiento financiero o dependencia, crece la probabilidad de insolvencia, que a la vez puede conducir a la quiebra legal.

Por otro lado, todo negocio está sujeto a fluctuaciones en las ventas que pueden conducir a variaciones en las utilidades para los propietarios o accionistas.

Para analizar el riesgo de un nuevo proyecto, usualmente la empresa clasifica sus programas de proyectos en tres categorías:

- Programas A. Rediseño total de productos y procesos.
- Programas B. Cambios de proceso de un producto, cambios estéticos o nuevos materiales.
- Programas C. Cambio de proveedor de un componente, cambios menores de proceso.

La empresa correrá más riesgo al desarrollar un programa A, por lo que su planeación será mucho más detallada, ya que un fracaso en este tipo de proyecto puede llevar incluso a la quiebra legal de toda la empresa (figura 2).



Figura 2.2. Riesgo técnico y de negocio que corre la empresa al desarrollar un proyecto

Después de analizar el riesgo, la directiva de la empresa tendrá mayores elementos para decidir la envergadura del o los proyectos a desarrollar, el presupuesto tope para desarrollarlo, así como el tiempo esperado de duración para determinar y planear el flujo de efectivo hacia el proyecto.

2. 2 Caso práctico. Cooper Industries.

El grupo multinacional Cooper Industries, reúne a 6 divisiones de fabricantes de productos eléctricos a nivel mundial, desde China hasta Norteamérica. Aunque el Corporativo en Houston Texas, dicta las políticas y objetivos del grupo, hasta hace poco tiempo cada operación mantenía sus propias prácticas de manufactura, administración y desarrollo de nuevos productos, basándose en las experiencias y criterios de los directivos locales y guiándose solo por necesidades y perspectivas locales o regionales, esto tenía como resultado que la puesta en marcha de proyectos conjuntos, búsqueda de objetivos comunes y desarrollo de productos que involucraran componentes manufacturados en diversas unidades de negocio se volvía prácticamente imposible o incosteable.

Hace un par de años la empresa decidió dar mayor importancia a la planeación estratégica a nivel global y redefinir su visión hacia el futuro. Ahora, se mantiene estrecho contacto con las diferentes divisiones; se realizan las reuniones de planeación estratégica cada 6 meses, donde se busca la comunicación directa con los altos directivos de cada división para conocer los problemas y retos a los que se enfrentan cada una de las unidades del negocio en todo el mundo, así como las oportunidades de crecimiento que puedan existir en cada región. También se toman acuerdos acerca de la estrategia global de la empresa en los próximos meses, así como se informa en cambios de la imagen corporativa, proyectos publicitarios, etc.

Una vez concluida la reunión de planeación estratégica global, cada presidente regional realiza una reunión similar en su división para aterrizar las estrategias corporativas a su caso regional, y así sucesivamente hasta llegar a todos los niveles de la empresa. De esta manera, la planeación estratégica se lleva desde los niveles de decisión más altos hasta todos los niveles inferiores de cada una de las operaciones a nivel mundial.

La empresa hoy. Fuerzas debilidades y oportunidades.

En la última reunión de planeación estratégica, se decidió dar mayor impulso a desarrollo de nuevos productos para contrarrestar la amenaza que representa el avance de productos asiáticos en el mercado. Una de las más importantes fortalezas de la empresa es su presencia a nivel mundial, contando con más de 50 unidades de negocio donde se produce una gran diversidad de productos para iluminación y control eléctrico. Esta fortaleza en el ramo da la oportunidad de mantener el liderazgo en el mercado a mediano plazo y revirtiendo el bance de la competencia.

Plan estratégico. Estructura.

El plan estratégico específico para lograr el objetivo de recuperar el liderazgo en el mercado fue denominado "Get connected". El cual se enfocará en un periodo de un año a implementar un sistema de negocios que permita a todo el grupo actuar más eficiente y efectivamente pudiendo todas las unidades de negocio intercambiar información y experiencia en tiempo real para reducir el tiempo de desarrollo de negocios y productos. El sistema deberá incluir información de las unidades de negocio, clientes, proveedores, e incluso de la comunidad donde se localice cada unidad.

En una segunda etapa se planea trasladar la ingeniería de los productos a una unidad única donde se podrá acceder a la información disponible en el sistema de todas las operaciones, las cuales a su vez, serán retroalimentadas por el centro mediante el desarrollo de nuevos proyectos.

Por las características y tamaño del grupo, se decidió que SAP era el sistema óptimo para el intercambio de información. Siendo la implementación de este sistema un proyecto de gran envergadura, se decidió la creación de un equipo multidisciplinario dedicado a la implementación del sistema en la primera etapa. Así en la segunda etapa se tendrá toda la estructura lista para que el flujo de información permita una mejor toma de decisiones acerca de que productos desarrollar, localización de las unidades más adecuadas para la implementación del proyecto, que proveedores son confiables a nivel mundial, etc.

La empresa en el futuro.

Con esta estrategia, se pretende que el grupo opere, en un plazo de 4 años, con un margen de utilidad más elevado y cuente con una capacidad de reacción al mercado más eficiente que le permita subsistir, lanzando con mayor oportunidad, productos con un costo competitivo a nivel mundial.

Referencias.

[1] Gabriel Baca Urbina.
Evaluación de proyectos.
McGraw-Hill 1995, México.

Bibliografía.

Henry Mintzberg.
El proceso Estratégico
Prentice Hall, 1996, México.

Nassir Sapag Chain
Criterios de Evaluación de proyectos.
McGraw-Hill 1993, España.

CAPÍTULO 3

DEFINICIÓN DEL TIPO DE PRODUCTO A DESARROLLAR.

Antes de decidir el iniciar el desarrollo de un proyecto, además de la planeación estratégica respecto a lo que se espera del producto, se debe conocer las variables esenciales que permiten disminuir el riesgo tanto técnico como comercial, si decidimos comenzar con el proyecto. Estas son; el reconocimiento del tipo de producto a desarrollar y su obligada evolución en el tiempo, definición del mercado y el lugar proyectado del producto en el mismo, que aunque son aspectos quedan fuera del proceso de desarrollo del producto, pueden ser el motivo para decidir cancelar el proyecto al observar un alto riesgo en cualquiera de ellos.

En esta sección comenzaremos por explicar la manera en que se deben clasificar los productos para comenzar a identificar los recursos de los que hay que disponer para su desarrollo, así como identificar desde estas etapas tempranas, la evolución y fases que podría tener nuestro producto respecto al tiempo y planearlo en consecuencia.

3.1 Identificar el tipo de producto.

Para optimizar el proceso de desarrollo de un producto, es necesario primeramente, determinar y entender cuales son las características de los productos que desarrolla una empresa, ya que es una de las variables de las que depende, la cantidad y características del personal que conformaran el equipo de trabajo, el tiempo requerido para el proyecto, el presupuesto asignado, etc. Los diferentes tipos de productos se pueden describir de la siguiente manera [1].

- Genéricos o impulsados por el mercado (Herramientas de mano o eléctricas, equipo deportivo, enseres domésticos).
- Impulsados por nueva tecnología donde a partir de esta, se busca darle cierto uso o ventaja competitiva en un nuevo producto (Gore-Tex, Productos de teflón, lycra).
- Productos soportados por plataforma o tecnología existente (Consumibles de computadora, impresoras, CD-players, automóviles convencionales)
- Producción intensiva donde el producto se restringe a las características que permitan producirlo en grandes cantidades (conductores, papel, químicos, alimenticios)
- Personalizados o por pedido en una línea establecida por la empresa (motores industriales, contenedores, bandas transportadoras, equipo industrial especializado).

Un producto puede poseer más de una de las características anteriores, e incluso cada empresa puede generar subcategorías. Una vez clasificados los productos, se pueden tomar las primeras consideraciones acerca del proceso de desarrollo de nuevos productos; para los productos soportados por plataforma existente, lo adecuado es que la empresa asuma desde el inicio que el nuevo producto se diseñara y construirá basado en la misma tecnología que usan sus diseños actuales en sus subsistemas (hidráulicos, eléctricos, neumáticos, etc.). También al considerar el producto como personalizado, la empresa debe buscar efectuar solo las variaciones estrictamente necesarias a las configuraciones actuales de sus

productos, para facilitar la capitalización de la experiencia y conocimientos actuales. Así mismo la similitud entre proyectos permitirá alcanzar un método para desarrollo de productos altamente estructurado.

El desarrollo de productos personalizados por otro lado, requiere obtener la mayor cantidad de información del cliente que para cualquier otro tipo de producto y el equipo de proyectos debe tener la apertura total para buscar satisfacer los deseos expresos de los clientes en todos los aspectos, llámese estética, funcionalidad, seguridad, productividad, facilidad de servicio y mantenimiento, dimensiones, etc. Es común que empresas de clase mundial hayan desarrollado un proceso altamente detallado que involucra decenas de pasos, ya que debido a la enorme cantidad de información que fluye en todas direcciones, es necesario un control de la misma, así como de las acciones que esta provoca.

3.2 Planeación del producto considerando la variable tiempo.

En la sección correspondiente a la etapa del estudio de mercado, estudiaremos las herramientas que nos permiten obtener la información necesaria de un cliente o conjunto de clientes, para determinar las características y cualidades que debe tener el producto para satisfacer sus necesidades, sin embargo es necesario saber para un proceso de desarrollo de productos exitoso, no solo debemos saber diferenciar al producto por su tipo, sino también por las variaciones que puede sufrir debido al nicho de mercado que busca atacar respecto al tiempo [2], esto buscando la necesidad de sobrevivencia del producto y de la empresa que lo genera ante el impresionantemente cambiante mercado consumidor y mercado competencia (figura 3.1).

- Una arquitectura fija, no cambia respecto al tiempo ni respecto al cliente. En este caso se busca estandarizar los costos de producción, así como disminuir el esfuerzo de diseño. En este caso se consideran productos como audio y video casetes, donde existe un formato aceptado por casi la totalidad del mercado.
- Una arquitectura con plataforma consiste en productos que comparten un concepto común de diseño y funciones y ofrece diferentes opciones “modulares” que se adaptan sin afectar al resto del diseño. El esfuerzo de diseño suele ser mayor, pero una vez superado, se pueden hacer cambios significativos a lo largo de la vida del producto sin invertir mucho tiempo o recursos. Aquí se puede buscar la plataforma generacional del producto, donde el diseño original se prepara para recibir una tecnología que ahora se proyecta que en el mediano plazo puede estar totalmente desarrollada para su uso o ha disminuido su costo. Este es el caso de productos como impresoras, tostadores, etc. que cada año lanzan un modelo nuevo cambiando solo la estética o mejorando solo una o dos de sus funciones. También se puede establecer una plataforma familiar, donde el mismo producto con diseño común ofrece diferentes soluciones en cuanto a tamaños y tecnológicas en sus subsistemas, teniendo el consumidor la opción de seleccionarlas en el momento de la compra, sin esperar a un futuro próximo. Es el caso de electrodomésticos que presentan opción de comprarlo con controles electrónicos o analógicos, con diferentes capacidades de almacenamiento, etc.

- Finalmente, una arquitectura ajustable en el uso, permite al usuario cambiar las condiciones de operación del equipo o máquina en el momento que lo desee de manera sencilla. Esto permite al usuario controlar las condiciones de operación del producto de acuerdo a como sus necesidades varían respecto al tiempo. Esto complica aún más el esfuerzo de diseño, ya que involucra incorporar elementos de control al producto, pero permite ofrecer una solución única a un amplio rango de consumidores que, aunque cambien sus necesidades en el tiempo podrán utilizar el mismo equipo sin realizar inversión alguna. Este el caso de equipos de sonido que permiten ajustar el volumen, graves, agudos, etc., así como el caso de bandas y equipo industrial que puede trabajar a velocidades o temperaturas ajustables dependiendo de la cantidad de operadores o el volumen de producción requerido.

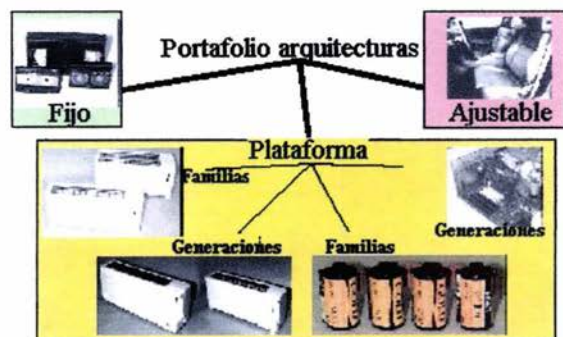


Figura 3.1. Diferentes tipos de arquitectura de productos.

La conveniencia para la empresa de seleccionar una o la combinación de más de una de las arquitecturas expuestas anteriormente, implica recurrir a un estudio de mercado de carácter técnico, el cual se presenta en el apartado siguiente.

3.3 Caso Práctico. Mabe México S.A. de C.V.

Mabe, es una empresa dedicada al diseño y fabricación de productos electrodomésticos, siendo sus tres líneas; lavadoras, refrigeradores y estufas. Dentro de estas tres líneas de productos, existen diversos modelos que funcionan bajo diversas plataformas tecnológicas. Periódicamente se reúne el CIP (Comité de implementación de cambios) para analizar la posibilidad de desarrollar proyectos de nuevos productos. En el año de 1999, en dicha reunión aparecieron datos importantes de una de sus divisiones. La empresa se percató que su línea mas fuerte de refrigeradores “Quasar” (14 y 16 pies cúbicos) estaba sufriendo una caída importante de ventas desde 1997. La competencia asiática, estaba introduciendo productos con características estéticas más llamativas y aspectos funcionales más actualizados. De tener en 1995 casi un 70% del mercado, ahora se contaba tan solo con el 45%. La inversión para sacar al mercado el Quasar había sido ya recuperada y el margen de utilidad en esta línea de productos es importante, de ahí que el mercado en este tipo de productos fuera tan competido.

Obtener un producto en menos de 2 años para contrarrestar la caída de ventas necesitaba una definición preliminar clara, ya que anteriormente bajo un esquema de diseño donde se comenzaba a desarrollar conceptos comenzando de cero y sin plantear lineamientos claros de lo que el mercado busca en el nuevo producto, había resultado en obtener nuevos productos después de casi 4 años, muchos cambios de diseño y especificaciones sobre la marcha y replanteamientos de los diseño debido a productos de la competencia que se lanzaban al mercado con propuestas novedosas durante el proceso de diseño del producto de la empresa.

Por tanto, se buscó utilizar el concepto de plataformas de productos para aprovechar una plataforma de diseño ya existente y facilitar el proceso de diseño y disminuir el tiempo del proyecto, también se utilizó se busco un diseño de producto que pudiera evolucionar bajo la misma plataforma, incorporando mejoras posteriores en un producto que se lanzaría en un lapso de dos años para reaccionar en el mercado y a su vez aumentar su periodo de vida en el mercado concepto de producto. En este caso se decidió utilizar aprovechar la plataforma de diseño y producción de Quasar, actualizando algunos aspectos tecnológicos y estéticos de acuerdo a “la voz del cliente” por medio de estudios de mercado preliminares (Ver capítulo 5). Por lo tanto, se seleccionó y definió un producto denominado “POLAR” cuyas características esenciales fueron las siguientes:

- **Tipo de producto:** Refrigerador familia de 13, 15 y 17 pies cúbicos “POLAR”.
- **Producto soportado por plataforma Quasar:** Top mouth (congelador superior), Aislante base Polioliol-Isocianato. lamina prepintada y liners en LD PE.
- **Mejoras tecnológicas:** Convección forzada, perfiles de temperaturas uniforme.
- **Planeación del producto en el tiempo:** Control analógico con perillas en la primera generación, control electrónico en segunda generación (3 años).
- **Características estéticas:** Por definir en estudio de mercado posterior.

Referencias.

[1] Karl T. Ulrich, Steven D.Eppinger.
Product Design and development, 2000.
McGraw-Hill, E. U. A.

[2] Janet S. Yu, Kevin N. Otto
Engineering Design Research Laboratory
Massachusetts Institute of Technology

Bibliografía.

Erik J. Zamirowski, Kevin N. Otto
Product portfolio architecture definition and selection.
Massachusetts Institute of Technology, 1999

CAPÍTULO 4

SELECCIÓN Y ORGANIZACIÓN DEL EQUIPO DE PROYECTOS.

Sin duda, la selección de los recursos humanos es de vital importancia en cualquier empresa. Al seleccionar una persona para desempeñar determinada tarea y tomar la responsabilidad de cumplir un objetivo, actualmente se desea no solo el conocimiento adquirido del individuo, si no también, sus valores, capacidad para solución de problemas, inclusive interesa a la empresa los aspectos socio-económicos en los que se desenvuelve el individuo.

4.1 Estructuras jerárquicas.

Dependiendo de la estructura de la empresa, su tamaño, nivel de experiencia de los empleados, características, tamaño y cantidad de los proyectos a realizar, existen diferentes formas en que se puede estructurar un equipo de desarrollo de productos; esto es, establecer una estructura jerárquica para la toma de decisiones. Esta estructura debe ser conocida y entendida por todos los integrantes del equipo, para evitar omitir o duplicar funciones y evitar conflictos entre los integrantes del equipo.

Las estructuras jerárquicas más comúnmente utilizadas son (Figura 4.1):

- *Funcional*: La división de departamentos es funcional (Dpto. diseño, Dpto. de calidad, etc).
- *Por proyectos*: La división de departamentos es por proyecto (Dpto. diseño proyecto Alfa, Dpto. diseño proyecto Beta, Dpto. diseño proyecto Gama)
- *Matricial ligera*: Representantes de varios departamentos colaboran en tiempo parcial en uno o varios proyectos.
- *Matricial pesada*: Existen responsables de cada área de tiempo completo asignados al proyecto y un equipo de apoyo que colabora en tiempo parcial.

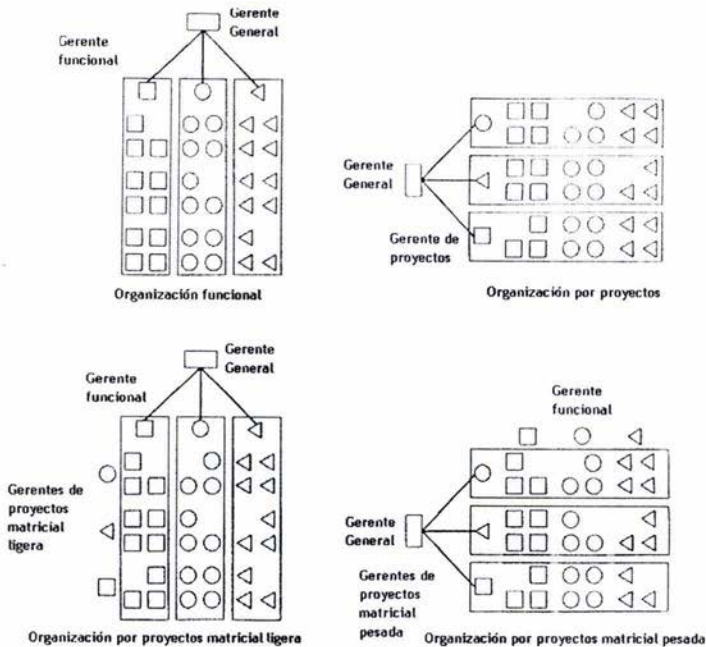


Figura 4.1. Tipos de organigramas para equipos de proyectos

4.2 Selección y cantidad de integrantes en el proyecto.

La selección del equipo de proyectos debe considerar también cuales de las funciones son críticas para el éxito del proyecto. Una organización funcional tiende a aprovechar la especialización del personal, sobre todo cuando se cuenta con verdaderos expertos en diversas áreas funcionales. La organización por proyectos se enfoca a que exista una rápida y efectiva coordinación entre diversas funciones necesarias en el proyecto. La organización matricial, siendo una organización híbrida, tiene la posibilidad de presentar los beneficios de ambos tipos de organización, sin embargo, se requiere de una dirección mucho más eficiente para lograr definir las responsabilidades y tiempos de participación en los diferentes proyectos de cada uno de los integrantes.

Una estructura común utilizada en la empresa para el desarrollo productos en el campo de los electrodomésticos esta conformada normalmente en la manera que se muestra a continuación (Figura 4.2).

Integrantes del equipo de proyectos			
	ID	Tiempo total	Equipo de apoyo (Tiempo parcial)
Persona (s)	PMG	Líder del proyecto	Dirección general, Finanzas, Contabilidad, etc.
	MKT	Mercadotecnia	Taller de modelos, laboratorio de pruebas confiabilidad,
	PP	Planeación del producto	Análisis FEM, metrología, electrónica, Ingeniería de
	DI	Diseño Industrial	campo, pruebas de empaque, diseño gráfico.
	DS	Diseño mecánico	
	PE	Ingeniería del Producto	Manufactura planta, producción planta, compras.
	AME	Ingeniero de proyectos (manufactura avanzada)	Contratistas
	AQE	Calidad proyectos	instalaciones electromecánicas, proveedores
	MTR	Materiales	maquinaria, proveedores materias primas, seguridad
	SRV	Servicio del producto	industrial, taller herramientas, mantenimiento, técnicos de servicio postventa, transaccional.

Figura 4.2. Conformación típica de equipo de proyectos para productos genéricos

Puede existir uno o más responsables en cada área del equipo de proyectos (por ejemplo puede existir un diseñador para sistemas hidráulicos y otro para sistemas mecánicos). Así mismo, dependiendo del “tamaño” del proyecto, una misma persona puede tomar dos responsabilidades al mismo tiempo (una misma persona puede ser responsable de asegurar disponibilidad de materiales, así como efectuar su liberación como calidad proyectos). También se puede nombrar a un coordinador en algún área (por ejemplo coordinador de diseño) si el tamaño del proyecto lo requiere. Sin embargo es importante que cada quien este consciente de cual o cuales son las áreas de su responsabilidad en el desarrollo del producto para evitar la duplicidad de acciones, así como la omisión de las mismas.

En muchos casos será necesario capacitar al personal de nuevo ingreso en los métodos de trabajo y filosofías corporativas como Seis Sigma, Diseño para Seis Sigma, NPI, etc, y reforzar los aspectos técnicos de su área de responsabilidad con cursos específicos para mejorar su desempeño.

Finalmente, una vez integrado el equipo de proyectos, se pueden incluir una o dos sesiones de Team Building (integración de equipos) programadas durante el transcurso del proyecto.

4.3 Caso Práctico. Mabe México S.A. de C.V. (continuación).

Una vez que se ha definido el tipo de producto y sus características básicas, se tiene la información suficiente para definir las características de las personas que integran el equipo de proyectos para el proyecto de la familia de refrigeradores “POLAR”.

Anteriormente su consideraba que se podía solicitar a personal de diversas áreas que colaboraran en tiempo parcial al proyecto y que además una persona, por el hecho de tener cierta experiencia dentro de la empresa, tendría los conocimientos necesarios para llevar a cabo su función de apoyo al proyecto, sin embargo debido a la presión existente en el mercado para obtener un producto en un periodo tan corto de tiempo (2 años) requirió que

se consideraran estructuras mucho más adecuadas para la magnitud del proyecto, ya que la experiencia señalaba que no sería posible concluir el proyecto en el tiempo esperado si no se planteaba desde un principio, la estructura del equipo, cantidad de integrantes y funciones perfectamente definidas. Utilizando conceptos similares a los expuestos en los párrafos anteriores, se definió por parte de la directiva, las características del equipo de proyectos de la forma que se explica enseguida.

En este caso, debido a la magnitud del proyecto se requirió más de una persona para cada área (diseño, calidad, manufactura, etc.), por lo que se decidió por una estructura jerárquica matricial pesada, asignando un gerente de proyecto con jefes o líderes de área, quedando los gerentes funcionales solo como personal de apoyo. También se divide el producto en subsistemas y se asigna un equipo para cada subsistema, aunque en algunos casos una misma persona atiende varios subsistemas en su área de responsabilidad.

El equipo queda conformado con la siguiente estructura y cantidad de integrantes (Fig 4.3):

LÍDER O GERENTE	GERENTE O LIDER DE PROYECTO (PMG)					
	LÍDER DS	LÍDER DI	LÍDER AME	LÍDER AQE	LÍDER MKT	LÍDER MTR
SUB- SISTEMA						
Puertas y gabinete	DS (1) PE (1)	DI (1)	AME (2)	AQE (1)	MKT (1)	MTR (1)
Sistema enfriamiento	DS (1) PE (1)		AME (1)	AQE (1)		
Ensamble y empaque	DS (1)	DI (1)	AME (2)	AQE (1)	MKT (1)	MTR (1)
Piezas termoformadas	DS (1)	DI (1)	AME (2)			
Proceso de espumado	PE (1)		AME (2)	AQE (1)	MKT (1)	
Accesorios	DS (1)	DI (1)	AME (1)	AQE (1)		MTR (1)
	TOTAL INTEGRANTES = 36 GERENTE (1), LÍDERES (6), DS (5), PE (3), DI (4), AME (6), AQE (5), MKT (3), MRT (3)					
EQUIPO DE APOYO	Finanzas, contabilidad, metrología, laboratorios de pruebas, análisis FEM, Servicio al producto, taller de herramientas, proveedores, etc.					

Figura 4.3. Estructura del equipo de proyectos para el refrigerador Mabe "POLAR"

Aunque cada uno de los integrantes pertenece a un departamento funcional (mercadotecnia, diseño industrial, etc) son asignados al proyecto por el tiempo que este durará (2 años). Así mismo, se diseñó un plan de entrenamiento en la metodología que maneja la empresa para la implementación de nuevos productos, así como en temas específicos dependiendo de la función a desempeñar (Curso de Pro-Engineer para DS, de simulación de procesos a AMES, de software FEM a PE, etc). También se realizan un par de sesiones de integración de equipos donde participan todos los integrantes del equipo en diversas dinámicas para aumentar el nivel de confianza y comunicación.

La estructura matricial con personal multidisciplinario ha demostrado sus bondades en proyectos anteriores ya que establece claramente las responsabilidades, funciones y limitación de cada integrante del equipo, además del apoyo que personal externo debe brindar al proyecto cuando el gerente lo requiera.

En este caso específico, permitió que el proyecto se desarrollara eficientemente, debido a que una persona experta en su área podía aportar su experiencia en la toma de decisiones, permitía una coordinación y comunicación eficaz con personal del área funcional de donde provenía cada integrante y éste podía manejar con mayor eficiencia los inconvenientes y conflictos cuando su área funcional era afectada por el proyecto. También al gerente de proyecto se le permitía, mediante la autoridad que le brindaba la estructura, expedir el apoyo de más personal en tiempo parcial, para la realización de análisis, pruebas en planta o campo, etc. en caso de ser negado el apoyo inicialmente por un área funcional.

Así el proyecto, que implicaba no solo rediseño del producto, sino también de los procesos, desarrollo de proveedores y pruebas en los productos de nuevas tecnologías, fue desarrollado en su totalidad en 18 meses, desde la decisión de desarrollar el producto en las reuniones de planeación estratégica, hasta el lanzamiento al mercado. Esto solo era posible si el proyecto contaba con el personal experto en cada área dedicado al 100%.

Bibliografía.

Karl T. Ulrich, Steven D.Eppinger.
Product Design and development, 2000.
McGraw-Hill, E. U. A.

Ely Dahan, John R. Hauser
Product Development - Managing a Dispersed Process
Handbook of Marketing, 2001

CAPÍTULO 5

IDENTIFICACIÓN DE LAS NECESIDADES DEL MERCADO.

El objetivo de un estudio de mercado es asegurarse que el producto que se pretende desarrollar realmente este enfocado a las necesidades y expectativas del cliente final. Este estudio, que muchas veces se deja a un lado, creyendo que intuitivamente se puede “adivinar” lo que el cliente desea, es fundamental, ya que aunque exista un equipo de diseño experto o se cuente con procesos con grandes ventajas competitivas, si no se tiene siempre en mente que todo producto comienza y termina en el mercado, el proyecto puede resultar un fracaso.

El cliente puede tener necesidades que muchas veces no es fácil identificar, estas pueden presentarse de manera explícita, latente u ocultas, y es necesario identificarlas mediante el estudio de mercado. Asimismo, la información que se genera de este estudio, proporciona la base para justificar las especificaciones de un producto, priorizando las necesidades del consumidor, para enfocarse en lo “importante”. Es necesario también, que la información generada sea transmitida a todos los integrantes del equipo de proyectos, para que en todo momento se tenga presente, que es lo importante para el cliente, al momento de tomar decisiones en su área de responsabilidad.

5.1 El estudio de mercado.

De manera general, el primer paso para desarrollar el estudio de mercado consiste en revisar casos de negocio, ya sea de la misma empresa, o de otras empresas, si se dispone de la información o en su caso, mediante la contratación de un consultor de negocios que haya tenido experiencias similares en otras empresas, Esto con el objetivo de identificar que proyectos tuvieron un impacto positivo en el mercado y revisar la manera en que se planearon y ejecutaron. Listar los posibles clientes del producto a desarrollar y aprovechando el conocimiento previo de la empresa respecto a su mercado, identificar clientes potenciales y si es posible, priorizarlos para definir segmentos de clientes. Posteriormente se deben determinar las necesidades del cliente, seleccionando un método de investigación del cliente, planear la manera en que se recolectaran los datos y ejecutar el estudio. Una vez que se ha obtenido esta información del cliente, se debe organizar y priorizar sus necesidades de acuerdo a un criterio estadístico. Posteriormente, es deseable evaluar el desempeño de productos de la competencia respecto a lo que el cliente percibe como importante e identificar áreas de oportunidad para innovación en el nuevo producto, así como identificar conceptos de diseño que puede “copiarse” o modificarse de acuerdo a las particularidades del proyecto. Finalmente, contando con toda esta información, determinar los requerimientos críticos para la calidad (CTQ's) que debe tener el nuevo producto.

En los apartados siguientes se desarrollarán estos pasos de una manera más detallada, comenzando por estudiar algunas herramientas muy útiles para la organización de la información obtenida en todo el estudio de mercado, como lo es el “Despliegue de la Función de la Calidad” (QFD por las siglas en ingles de Quality Function Deployment)

5.2 El QFD como herramienta de análisis.

Ordenar la información obtenida del consumidor, de productos de la competencia, así como de productos o procesos similares instalados en la empresa que genera el proyecto, opiniones de expertos en la empresa, etc. es una tarea complicada; pero lo es aún más analizarla y establecer correlaciones entre necesidades y posibles satisfactores.

Con el propósito de representar de manera ordenada toda la información obtenida y poder establecer correlaciones entre las medidas de información par a finalmente obtener un conjunto de especificaciones básicas del producto a desarrollar basadas en la “voz del cliente” es ampliamente recomendable utilizar el despliegue de la función de calidad (QFD).

El QFD ha sido empleado durante décadas en empresas automotrices, navieras, de productos electrónicos, etc. y su uso se ha extendido a muchas otras ramas de la industria y servicios. Es una herramienta muy extensa y a medida que se profundiza en la información que se ingresa en él, mas precisas son las conclusiones que se pueden obtener.

La forma más común en que se usa el QFD es en la forma de “la casa de la calidad”, la cual es una representación gráfica del flujo lógico, desde identificar los requerimientos del cliente al desarrollo detallado de las acciones para asegurar la satisfacción del cliente. Aunque obtener la información que requiere la casa de la calidad podría considerarse un trabajo extra, esta técnica resulta en planeación más efectiva y eficiente, costos reducidos de desarrollo, mejor alineamiento a lo que el cliente busca, introducción libre de problemas, y satisfacción del cliente aumentada.

A continuación se presenta el esquema general de la casa de la calidad y las características de cada “cuarto”, así como la relación que guardan (Figura 5.1).

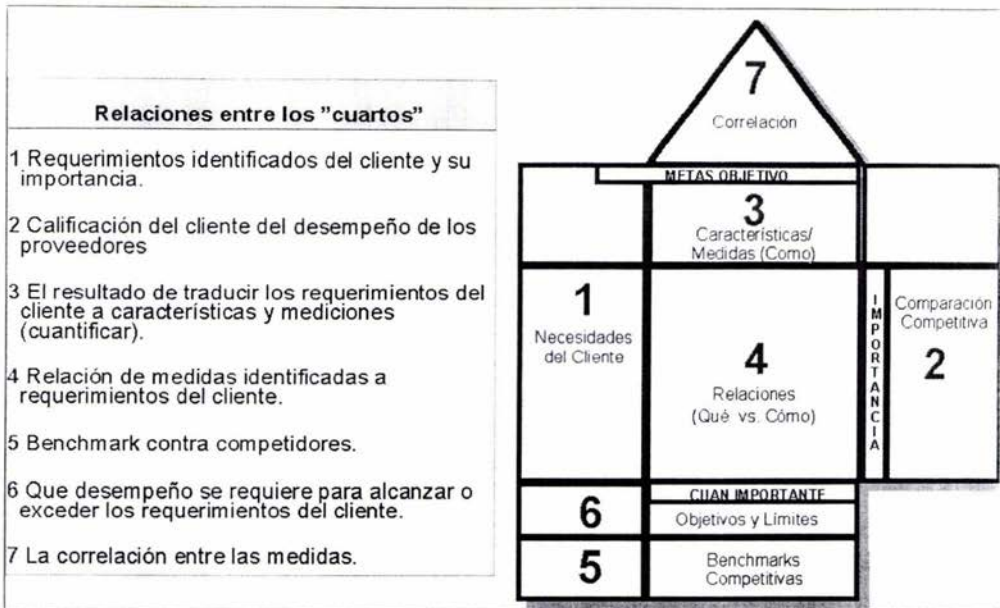


Figura 5.1. La casa de la calidad y la relación que existe entre los "cuartos".

Existen conclusiones iniciales que se pueden hacer inmediatamente al ver la información relacionada en los cuartos del QFD, algunos de los cuales se indican a continuación (figura 5.2.):

- A. Mayor calificación en la Comparación Competitiva: Capaz de manejar el mercado con el servicio o producto existente.
- B. Calificación más baja en la Comparación competitiva, pero mayor calificación en los benchmark competitivos (Cuartos 2 y 5): Ventajas Técnicas que posee el producto y que pueden ser usadas para mejorar la percepción del cliente en el mercado.
- C. Renglones vacíos en Cuarto 4: Deseos del cliente sin atender pueden generar una mala percepción en el cliente y que deberían tomarse como área de oportunidad.
- D. Columnas vacías en el Cuarto 4: Quizá existe una característica específica del producto que no refleja deseos del cliente.
- E. Correlaciones Fuertemente negativas en el Cuarto 7: Se debe considerar un rediseño para que una característica del producto no se contraonga a otras.
- F. Patrón diagonal de Correlaciones fuertes en el Cuarto 4: Alineación lineal de las características con los requerimientos del cliente. Se generan soluciones de diseño individuales para cada necesidad. Buscar que una solución d diseño satisfaga varias expectativas del cliente. Recuerda que múltiples clientes con requerimientos múltiples.
- G. Bajos Benchmarks competitivos Cuarto 5: Mal desempeño de largo plazo en el mercado.

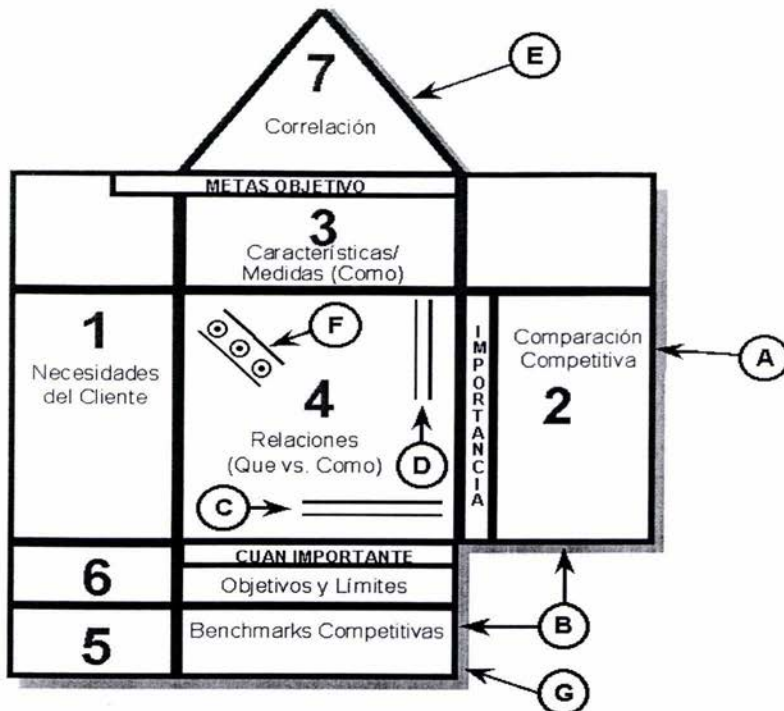


Figura 5.2. Conclusiones obtenidas analizando la casa de la calidad.

5.2.1 Caso práctico uso de QFD. Productos de iluminación industrial.

Como caso práctico de uso del QFD, se menciona un caso simple, donde se comparan tres líneas de productos para iluminación industrial en el punto de distribución (figura 5.3). Este es un ejemplo común de un QFD a primer nivel, es decir la percepción del cliente final acerca del producto además del nivel de servicio que percibe a través del distribuidor, siendo además un ejemplo fácil de seguir para explicar el uso del QFD.

Equipo de iluminación industrial en puntos de distribución.

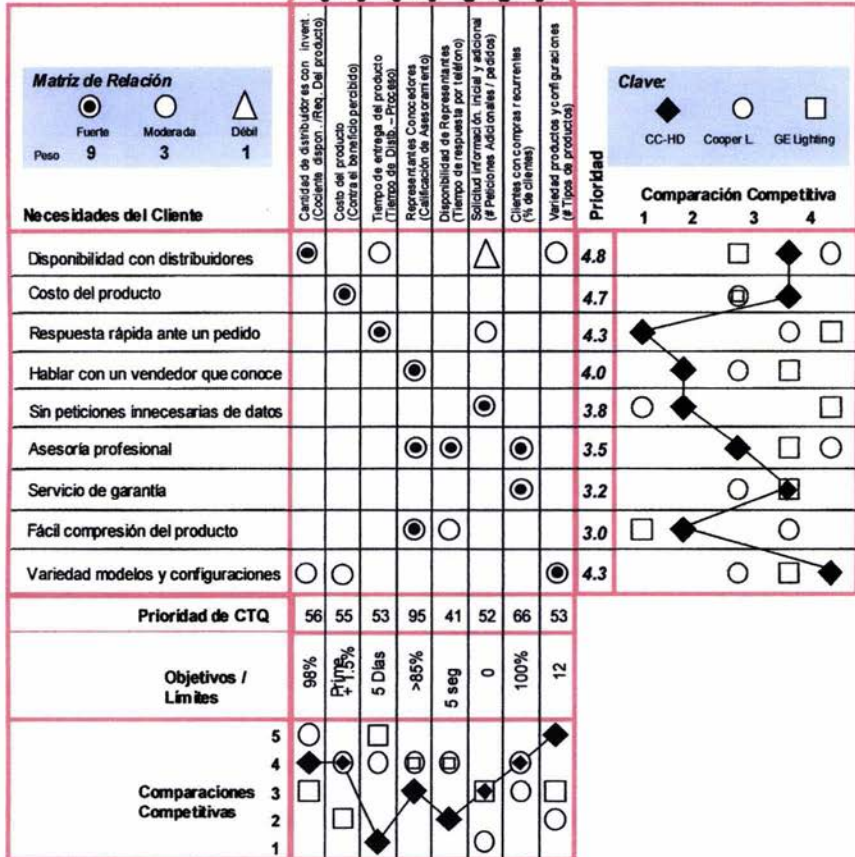


Figura 5.3. Ejemplo de QFD. Comparación de equipo de iluminación industrial en puntos de distribución.

En este caso se han detectado 9 necesidades y deseos principales de los clientes que buscan adquirir productos para iluminación industrial, así como también se han establecido una escala para medir la prioridad de cada una de estas necesidades que va de 0 a 5. En la parte superior se establecieron características medibles (Como's) que la marca ofrece para satisfacer las necesidades de los clientes. En la parte central se establecen las relaciones entre las necesidades del cliente y las características para satisfacerlas, estableciendo la magnitud de la relación utilizando una escala. Por ejemplo, la disponibilidad del producto con los distribuidores que percibe el cliente se relaciona fuertemente con el número de

distribuidores a los que la empresa fabricante mantiene con nivel de inventario constante, por tanto su relación es “fuerte”.

En la parte inferior, aparece la prioridad que debe darse a cada satisfactor y se obtiene multiplicando la prioridad de cada relación que aparece en la columna. Como ejemplo, en la primera columna aparece una relación de $9 \times 4.8 + 3 \times 4.3 = 56$, valor que aparece como “prioridad de CTQ”.

En el renglón siguiente, aparecen los objetivos en forma de especificaciones medibles estadísticamente.

Finalmente, aparecen en los extremos derecho e inferior las comparaciones competitivas para cada una de las necesidades del cliente y de los satisfactores medibles. Esta información se obtiene directamente del benchmarking.

5.3 Determinación de las necesidades del cliente (estudio del consumidor).

Como ya se ha expuesto, el estudiar el comportamiento y necesidades del consumidor es solo uno de los pasos del estudio del mercado, pero es a su vez el más importante, ya que de la confiabilidad y utilidad de la información obtenida, dependerá que las conclusiones sean o no validas, por tanto, es importante brindar al estudio del consumidor el tiempo y recursos necesarios, ya que es práctica común en las pequeñas empresas, menospreciar su utilidad y considerar que el gerente o dueño “conoce su negocio”, como para contratar los servicios de un profesional.

5.3.1 El nicho de mercado.

Para determinar las necesidades del consumidor que eventualmente consumiría el producto que se busca diseñar y producir, primero hay que establecer el nicho de mercado que se busca atacar con el producto. Una segmentación simplificada del mercado, considerando solo los ingresos del sector, es la siguiente:

- A. Consumidores ingresos altos
- B. Consumidores de ingresos medios (alto y bajo)
- C. Consumidores de ingresos bajos.

Si se trata de productos de consumo, se asume que la clasificación en cuanto a ingresos, se relaciona directamente a la clase social de determinada familia, si se trata de bienes de capital como maquinaria especializada, se tomará como referencia, los ingresos de la empresa, el número de empleados o el ingreso destinado a la inversión en tecnología.

Dependiendo del nivel de profundidad requerida en el estudio de mercado, se consideran otras variables para segmentar los nichos de mercado:

Geográficos: Regiones, densidad de población, clima, movilidad geográfica, necesidad de transporte de productos o servicios, etc.

Demográfica: Edad, sexo, forma de medir ingresos (familiar, individual, por empresa, por cantidad de socios o inversionistas), raza, ocupación, religión, nivel de educación del jefe de familia o director de la empresa, etc.

Psicológicas: Status social, grupos de referencia, vida familiar o política empresarial, aspiraciones, estilo de vida, carácter social de una empresa, concepciones estéticas, susceptibilidad al cambio, etc.

Comportamiento de compra: Tasa de uso del bien, variedad, fidelidad a determinada firma, beneficios buscados, periodos de reinversión de la empresa, etc.

Sensibilidad al esfuerzo de mercadotecnia: Sensibilidad a precios, publicidad, canales de distribución, promociones, etc.

5.3.2. Reconocer diferentes tipos de necesidades y requerimientos (Análisis Kano).

En esta etapa, los requerimientos identificados no son de igual importancia a una mayoría de los clientes. El propósito de este paso es determinar quienes son. Una técnica ha sido desarrollada por el Profesor Noriaki Kano de la Universidad Rika de Tokyo y sus colegas para atender esta necesidad. (figura 5.4) donde para algunos requerimientos de los clientes, la satisfacción del cliente es proporcional a la cantidad en que el producto o servicio es completamente funcional de acuerdo a sus características de diseño y para algunas otras características funcionales, la satisfacción del cliente no se comporta de la misma manera.

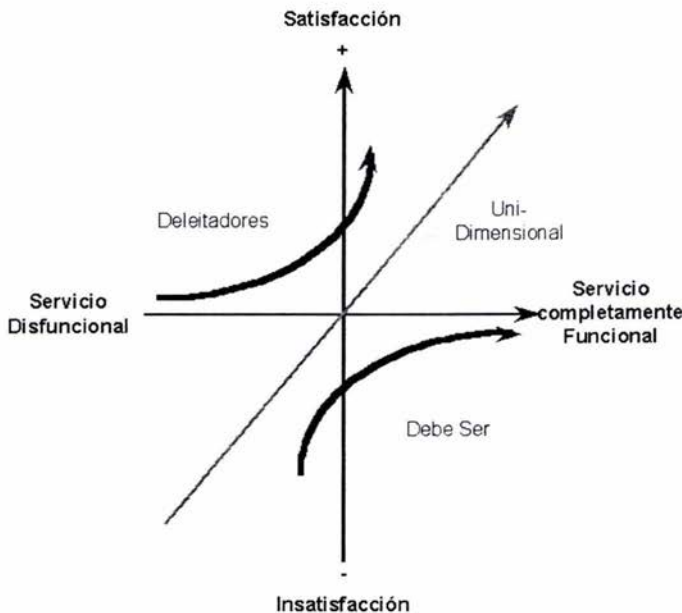


Figura 5.4. Modelo Kano para satisfacción del cliente

5.3.2.1 Relación unidimensional.

El eje horizontal de la figura 5.4 indica cuando es completamente funcional un producto o servicio y el eje vertical indica cuanto esta satisfecho el cliente. La línea que pasa por el

origen a 45 grados, representa la situación en la que la satisfacción del cliente es directamente proporcional a como es completamente funcional el servicio o producto. En otras palabras representa la situación en la que el cliente está más satisfecho con un producto o servicio completamente funcional y menos satisfecho con un producto o servicio menos funcional. Kano define tales requerimientos como “requerimientos unidimensionales. Una mejora del 10% en funcionalidad resulta en un 10% de mejora en satisfacción del cliente. Por ejemplo, a más rápido “tiempo de respuesta” en un sistema, o más “kilómetros por litro”, al cliente le gusta más.

5.3.2.2 Relación “debe Ser”.

Algunos requerimientos del usuario no son unidimensionales: hay también elementos “debe ser” y “deleitadores”. La curva de “debe ser” indica situaciones en las que el cliente está menos satisfecho cuando el producto o servicio es menos funcional, pero no está más satisfecho cuando el producto es más funcional. Por ejemplo, los clientes de una oficina de servicio esperan 99.9% de tiempo de sistema funcionando. Su nivel de satisfacción no mejora cuando el tiempo de funcionamiento se aumenta, pero el tiempo de paro conduce a una insatisfacción severa.

5.3.2.3 Relación “Deleitadores”.

La curva de deleitadores indica la situación en la que el cliente está más satisfecho cuando el producto o servicio es más funcional, pero no menos satisfecho cuando el producto o servicio es menos funcional. Por ejemplo, teniendo 15 opciones de desvanecer en una grabadora de video aumentaría la satisfacción para todos los clientes, pero una falta de todas las opciones. Posiblemente no conducirá a la insatisfacción para una mayoría de los compradores. Similarmente descubrir algunos rasgos interesantes en un programa de computadora aumentará la satisfacción del cliente en el punto en que este listo para ello.

Algunos requerimientos no se ajustan a ninguna de estas definiciones. Los clientes pueden ser indiferentes al requerimiento o no gustarles para nada.

5.3.3 La entrevista y las encuestas con el consumidor.

La única manera de saber que necesidades y deseos del cliente son “unidimensionales”, “debe ser” o “deleitadores”, es escuchando lo que se conoce como “la voz del cliente”.

Para efectuar un estudio del consumidor, es necesario muchas veces contar con prototipos físicos cuando se entrevistara a consumidores “no expertos” de un producto, por ejemplo cuando se pregunta acerca de un utensilio de cocina a una ama de casa, sin embargo cuando se entrevista a clientes que buscan características determinadas de un equipo o maquinaria industrial, es muy poco probable poder contar con un equipo prototipo, por esto, es deseable que este tipo de estudios del cliente sea guiado por un profesional de mercadotecnia asesorado por un experto técnico.

Los tres mecanismos más comúnmente empleados son:

- a) La entrevista abierta con clientes que conocen el producto o productos similares de la competencia.
- b) Encuesta abierta
- c) Encuesta cerrada.

5.3.3.1 La entrevista

La entrevista consiste en escuchar abiertamente todo lo que el cliente desea, piensa sugiere y reclama; es aquí donde entra la capacidad del profesional en mercadotecnia para saber distinguir, ordenar, priorizar las necesidades e incluso intuir necesidades no manifestadas.

El cliente puede expresar llanamente una necesidad y el entrevistador deberá buscar más información al respecto hasta llegar a parámetros que puedan ser medidos o ponderados, esto se llama descomposición de necesidades por niveles (figura 5.5). Retomando el ejemplo de la banca de crédito, vemos en la figura que de la expresión simple del cliente de buscar un “buen servicio”, el entrevistador puede buscar que se explique más detalladamente al respecto, detectando en una explicación más concreta que el buen servicio se refiere a que el grupo sea profesional en su trato y conozca a detalle las características de sus productos y servicios y finalmente concretar más sus requerimientos, como el deseo del cliente de que sus respuestas sean contestadas claramente y con paciencia, así como que el cliente neófito en el tema de los créditos, se sienta confortable durante el proceso. Finalmente se ponderan estos requerimientos, dependiendo del énfasis que haga el consumidor en cada tópico.

Necesidad de Primer Nivel	Nivel de necesidad secundario	Necesidad de Tercer Nivel	Prioridad
Buen Servicio	Grupo Profesional y Conocedor	Me hace sentir confortable durante el proceso de préstamo	4.2
		Personal con voluntad para contestar las preguntas	4.8
		Los empleados de préstamos deben ser pacientes durante el proceso de préstamo	3.8

Figura 5.5. Descomposición de las necesidades del cliente.

5.3.3.2 Caso de estudio. Productos dispensadores de agua de Ozono de México: La encuesta abierta.

Una vez que se han descompuesto las necesidades y priorizado con algún criterio aceptado por el equipo de trabajo, tal como “cuantas veces mencionaron los clientes un problema” o “algo que hace la competencia fue mencionada varias veces como un ejemplo para nosotros”, será fácil obtener un conjunto de preguntas básicas que serán ordenadas y

presentadas en forma sencilla por medio de una encuesta abierta. Esta encuesta debe de llegar a la mayor cantidad de clientes como sea posible, del nicho de mercado seleccionado, para obtener una conclusión más confiable acerca del comportamiento del cliente.

Este cuestionario puede ser muy simple e incluso solo ayudar a definir por ejemplo un color o forma dependiendo de la complejidad del producto. En el caso de un producto de Ozono de México, se realizó una encuesta para determinar el nivel de aceptación del consumidor respecto al prototipo de un purificador de agua por medio de ozonificación donde de realizan preguntas muy generales acerca de las características del producto (Figura 5.6), pero como se ha expuesto en apartados anteriores, en la medida que el estudio de mercado sea profundizado, se podrá preguntar al cliente sobre sus expectativas futuras, establecer subgrupos de consumidores para establecer familias de productos por tamaños o capacidades, así como establecer un posible número de productos que compartan la misma plataforma.

OZONO DE MÉXICO, S.A.
Encuesta abierta para el diseño de OZONIFICADOR de agua.
Consumidor promedio: Mujer 25 a 50 años, clase media/alta, México, D.F.
Nombre: _____
Edad: _____
Ocupación _____
Entrevistó: _____

¿Que piensa de este producto en el instante que lo ve por primera vez?

¿Utiliza usted normalmente purificadores de agua? _____ Si lo utiliza, ¿Dónde lo coloca?

¿Cuándo ve este producto, creé que sería útil en su hogar? _____ ¿Por qué?

¿Considera que el producto le dice por si mismo cual es su función, como usarse y sus ventajas?

¿Ha comprado productos que sirven para el mismo propósito? _____ ¿Cuantos?

¿Ha encontrado algún defecto importante o han tenido problemas con un producto similar? _____
 Menciónelo.

¿Nota algo diferente, mejor o peor en este producto?

Mencione las características principales que desearía de un producto similar a este.

¿Cuanto pagaría por el producto que cumpliera con esas expectativas?

¿Daría usted algún otro uso a este producto? _____ De un ejemplo.

Muchas gracias.

Figura 5.6. Encuesta abierta ozonificador de agua.

Algunas recomendaciones acerca de las características que debe tener la persona que va a efectuar un encuesta abierta, son que:

- Conoce el objetivo y características del producto y proyecto que lo genera.
- Que entienda la diferencia entre “deleitadores, requerimientos lineales y obligatorios”.
- Que puede guiar al consumidor para descubrir necesidades “ocultas”.

5.3.3.3 La encuesta cerrada.

La encuesta cerrada prioriza las necesidades detectadas en la encuesta abierta. El puntaje de cada requerimiento nos indica su nivel de importancia para el consumidor. Es conveniente asignar una escala numérica para calificar como percibe el cliente que se han satisfecho sus deseos y necesidades ante un producto (figura 5.7.).

Es también deseable saber si el entrevistado conoce y ha usado anteriormente un producto similar, ya que sus respuestas tendrán mayor valor al momento de evaluar el producto.

Recomendaciones.

- Muchas veces se capta el interés del consumidor ofreciendo un pequeño obsequio.
- Grabar o filmar la entrevista es útil para un análisis grupal posterior la actitud y reacciones del consumidor.

OZONO DE MÉXICO, S.A..
Encuesta cerrada para el diseño de OZONIFICADOR de agua.
 Consumidor promedio: Mujer 25 a 50 años, clase media/alta, México, D.F.

Nombre: _____
Edad: _____
Ocupación: _____
Entrevistó: _____

Por favor clasifique la importancia de las características del producto de acuerdo a la siguiente escala:
 1= Nada importante.
 2= Poco importante.
 3= De regular importancia.
 4= Muy importante.
 5= Extremadamente importante.

Ejemplo:
 El producto debe ser bonito. Respuesta: 4

1. El producto debe ser seguro para los niños. _____
 2. El producto debe ser barato. _____
 3. El producto se debe de poder limpiar cada semana. _____
 4. El producto se debe reemplazar cada 5 años. _____
 5. El producto debe tener un color en especial. _____
 6. El producto no debe ensuciarse ni escurrir el agua. _____
 7. El producto se debe sujetar fácilmente. _____
 8. El producto se debe poder desarmar en caso de descompostura. _____
 9. La purificación del agua debe ser continua. _____
 10. El producto debe ser compacto. _____
 11. El producto debe ser fácil de entender. _____
 12. El producto debe durar por lo menos 8 años. _____

Muchas gracias

Figura 5.7. Encuesta cerrada.

La entrevista, la encuesta abierta y la encuesta cerrada, son las herramientas más comunes para obtener información de los clientes potenciales de un producto, aunque en etapas posteriores se puede recurrir de nuevo a cierto segmento de clientes para determinar la especificación de un producto, más aun si el producto es de fabricación especial o sobre pedido, para lo cual la interacción con el cliente es decisiva. La definición de especificaciones se estudiará más adelante, pero hasta este momento podemos decir que hemos completado la fase que corresponde a obtener información de “la voz del cliente”

5.4. La comparación competitiva técnica. (Benchmarking).

El benchmarking permite comparar las características del producto que se pretende desarrollar contra productos o bienes sustitutos considerados como “los mejores de su clase”.

Para este ejercicio se debe reunir el equipo completo del proyecto ante los productos de la competencia, (si es posible) y comparar los conceptos que piensan desarrollar ante los de la

competencia respecto a lo que el cliente desea (nunca respecto a las opiniones del equipo). Los aspectos que normalmente se comparan son:

- Estética
- Funcionalidad
- Precio
- Garantía
- Costo de materia prima
- Costo de manufactura
- Empaque externo
- Información al consumidor y comercial

El desensamble total de un producto de la competencia ante expertos del área de materiales, manufactura y diseño, puede ser un ejercicio de gran valor para obtener ideas, comprender y comparar procesos de manufactura, así como conceptos de diseño.

Para determinar los costos de las materias primas y de procesos, es útil contar con datos históricos de compra de materiales, así como el costo de los procesos que emplea la empresa en ese momento para poder realizar una comparación competitiva fundamentada.

El análisis y comparación de todos los puntos mencionados se debe reportar en un documento que servirá como base para decisiones posteriores. En el caso de Ozono de México se propuso realizar un desensamble de productos de la competencia para comparar su costo, determinar el número de partes del producto e identificar características de diseño que se pudieran imitar. Un producto muy sencillo es un despachador de agua manual, el cual es fabricado por varias marcas de la competencia con conceptos muy similares, aunque con ciertas diferencias, lo que puede repercutir en una en una ventaja o desventaja competitiva debido a precio, funcionalidad o estética, por tanto se realiza el desensamble de uno de los productos de la competencia para determinar el precio y funciones de los componentes (figura 5.8).

Análisis de costos competencia (Teardown).				
Producto: Bomba de agua manual				
Marca: PASA				
ID: B				
Origen: México				
Precio de compra: \$ 21.00 M.N.			Fecha: 22 de noviembre 2001.	
Pieza	Cant.	Función	Material	Costo aprox (pesos).
Tubo succión	1	Se introduce en el garrafón. A través de él asciende el agua	LDW polietileno	2.50
Conexión universal	1	Conecta tubo succión con la varilla, funciona como tubo de descarga y tapa sello garrafón.	Huls	0.50
Tubo descarga	1	Salida de agua	LDW polietileno	0.50
Tapa sello garrafón	1	Tapar y sellar la boca del garrafón	Huls	1.00
Varilla	1	Varilla para bombear	Aluminio	4.00
agarredera	1	Sujeta la varilla para bombear al agua	HD polietileno	0.50
Tapón tubo	1	Sellar tubo succión.	HD Polietileno	0.50
diaphragma bombeo	1	Elevar el agua por el tubo succión	Huls	0.30
Sujetero diaphragma	1	Sujeta el diaphragma y lo ensambla con la varilla	HD polietileno	0.20
Valvula check	1	Permite el flujo del agua solo cuando asciende por tubo succión	HD polietileno	0.30
sello valv. check	1	Se cierra para evitar que el agua descienda por el tubo succión	Huls	0.20
Bolsa para empaque	1	Bolsa para proteger el producto y dar información al consumidor	PDS	0.30
TOTAL	11			11.30

Figura 5.8. Análisis comparativo de costos de la competencia

5.5 Comparación competitiva ante el cliente.

Finalmente, para completar la información necesaria en el QFD, se plantea un comparación competitiva ante los clientes, ya sea de conceptos de solución de problemas o de preferencia ante prototipos reales. Los puntos a comparar en la evaluación competitiva, deben ser los que se determinaron previamente como necesidades primarias del consumidor durante el estudio de mercado competidor. Consiste simplemente en dar al consumidor la decisión directa ante varias opciones de productos. Es recomendable no mencionar al consumidor cual de los productos comparados pertenece a la firma que realiza el estudio para evitar influir en sus decisiones (figura 5.9).

ESTUDIO DE MERCADO PARA DISEÑO DE PRODUCTO.		Nombre: _____	
Evaluación competitiva de dispensadores de agua para garrafón de 25 lts.		Edad: _____	
Consumidor promedio: Mujer, 25 a 50 años, clase media/baja, México, D.F.		Ocupación: _____	
		Entrevistó: _____	
<p>Evalúe las características siguientes en los tres productos que se le muestran de acuerdo a la siguiente escala:</p> <p>1 = No Cumple 2 = Cumple muy poco. 3 = Cumple en cierto grado 4 = Cumple bien 5 = Cumple perfectamente</p>			
Característica	Producto		
	A	B	C
El producto no permite el escurrimiento			
El producto se limpia fácilmente			
Considera que el producto no contamina el agua			
El producto es económico (costo beneficio)			
Considera que el producto es duradero			
Considera que el producto es fácil de usar			
Muchas gracias			

Figura 5.9. Evaluación competitiva ante el consumidor.

Completando la recopilación de toda la información referente al estudio del consumidor, lo restante es llenar la casa de la calidad y comenzar a establecer en equipo las relaciones pertinentes y buscar las relaciones, objetivos y soluciones propuestas, siempre enfocándose a la “voz del consumidor”.

El establecer las correlaciones correctas y definir los objetivos y especificaciones en el QFD, quedan fuera de todo procedimiento, ya que atienden a las características particulares de la empresa, del proceso productivo de la empresa, tecnología utilizada para diseño y análisis, además de ser indispensable el nivel de experiencia, formación profesional y capacidad del equipo de proyectos para determinar las mejores soluciones.

Bibliografía.

Bleach, R. Product Design and Corporate Strategy: Managing the connection for competitive advantage. McGraw-Hill, 1993.

Karl T. Ulrich, Steven D. Eppinger.
 Product Design and development, 2000.
 McGraw-Hill, E. U. A.

Ely Dahan, John R. Hauser
 Product Development - Managing a Dispersed Process
 Handbook of Marketing, 2001

CAPÍTULO 6

DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

El objetivo del estudio de mercado presentado en el capítulo anterior, fue establecer un método para determinar las necesidades de los clientes, clasificarlas y jerarquizarlas, para finalmente establecer características generales que puedan ser medidas, en unidades de tiempo, longitud, masa, etc. Esta primera definición del producto, debe refinarse hasta obtener todas las características medibles del producto. Así mismo, las especificaciones deben concordar con el tipo de producto a desarrollar, definido anteriormente, y que resultó de analizar la capacidad y ventajas y desventajas que presenta la empresa y el equipo de trabajo que desarrolla el proyecto.

Dependiendo del tipo de producto, la lista de especificaciones puede ser muy extensa o reducida, dependiendo directamente de la complejidad del equipo y de los subsistemas que lo compongan, aunque cabe mencionar que la intención de las especificaciones no es tratar de llegar al nivel de un diseño de detalle, se debe tomar como un lineamiento que da el cliente al diseño del producto. Así tal vez convenga realizar un listado de especificaciones para los diversos subsistemas de acuerdo al tipo de energía que los alimenta, como sistemas neumático, hidráulico, eléctrico, mecánico, electrónico, etc. o un listado de especificaciones por subsistemas de acuerdo a las funciones del equipo; sistema de enfriamiento, sistema de iluminación, sistema de variación de velocidad, sistema de control de temperatura, etc.

Algunas de las características principales que debe tener el listado de especificaciones son:

- La especificación debe presentarse yendo de lo general a lo particular.
- Es conveniente generar especificaciones individuales por subsistema después de completar la especificación general.
- Deben especificarse todos los requerimientos del cliente encontrados durante el estudio de mercado.
- Una especificación inicial, debe refinarse con la retroalimentación del cliente.
- Existen dimensiones que no se especifican dentro de un máximo y un mínimo, algunas pueden tener solo máximo o solo mínimo.

6.1 Caso práctico. Guía para generación de especificaciones de Scott Technology.

Podemos decir que existen tantas maneras de desarrollar una especificación como diferentes tipos de productos existen en el mercado, siendo muy complicado tratar de exponer la infinidad de formas que puede tomar una especificación de producto. Por tanto he decidido desarrollar el tema ejemplificando el caso de la empresa Scott Technology en Nueva Zelanda, que diseñan y fabrican equipo para unión de lámina metálica por medio de sistema Tog-&-Lock, quienes desarrollaron con sus clientes potenciales en México, una guía para determinar las especificaciones básicas de sus equipos especiales. En proyectos anteriores a aquellos en los que se ha utilizado formalmente una guía para generar especificaciones, los proyectos partían de entrevistas informales donde se planteaban las necesidades por parte del cliente e inmediatamente eran utilizadas para comenzar con conceptos de diseño, siendo que en etapas posteriores del proyecto se observaba que las

ideas iniciales dificultaban cumplir con alguna otra necesidad, lo que modificaba diseños, generaba costos asociados a incumplimientos y retrabajos y en general generaba una insatisfacción del cliente. Por otro lado cuando no se establecía formalmente el interlocutor para intercambio de información entre el cliente y el proveedor, existía muchas veces información proveniente de diversas personas por parte del cliente que eran transmitidas a varias personas del equipo del proveedor, generando confusión e incluso información contradictoria.

Actualmente, las especificaciones se van completando y modificando a partir de amplias entrevistas con el cliente final, para determinar sus necesidades y limitaciones en presupuesto, productividad del equipo, mantenimiento, servicio, capacitación, etc. buscando siempre cubrir sus expectativas y validando cualquier propuesta con el interlocutor designado por el proveedor, antes de comenzar con un diseño formal o fabricación del equipo [1].

Esta información se estructura y formaliza en el documento denominado “especificaciones técnicas” y es aprobado tanto por el cliente como por el proveedor. Este documento contiene la información que se lista en los apartados siguientes.

6.1.1 Información básica del proyecto.

Nombre del cliente o clientes potenciales.

Nombre del proyecto.

Responsable del proyecto.

Contacto cliente.

Nombre del / los productos para los que operará el equipo.

Críticos para la calidad del producto procesado (CTQ's) y método estadístico para evaluarlos y liberarlos.

Modelos del producto.

Colores del producto.

Tamaños del producto.

Características principales.

Características del material inicial o materia prima.

Requerimientos futuros.

Calidad percibida (apariencia, acabados superficiales).

Mezcla de modelos y tamaños a producir.

6.2 Objetivos de desempeño del producto.

La forma en que operará el producto.

Flexible programable: Se ingresan las condiciones de operación y el equipo se ajusta automáticamente.

Flexible Ajustable. Pueden cambiarse las condiciones de operación sin efectuarse modificaciones.

Flexible Adaptable: Al cambiar las condiciones de operación, es necesario realizar ajustes al equipo.

No flexible. El equipo opera solo para condiciones únicas predeterminadas.

Eficiencia esperada del producto.

Vida proyectada del producto.
 Lote mínimo a producir para mantener eficiencia.
 Niveles de Sigma esperados (capacidad del proceso).
 Cantidad de operadores y capacitación necesaria.

6.3 Términos para el desarrollo del equipo.

Precio esperado.
 Utilidad esperada.
 Calendario para revisiones y aprobación de conceptos, y avances.
 Acuerdos para procedimiento de liberación final del proceso de manufactura.
 Fecha para terminar el proyecto.
 Prever cambios al producto originados por el cliente, que impacten el diseño del producto.
 Empaque.
 Garantía.

6.4 Descripción preliminar del equipo.

Diagrama de flujo de operación propuesta para el producto.
 Descripción preliminar de la operación del producto.
 Operaciones donde existe interfase humana.
 Operaciones opcionales para el producto.
 Previsión en el producto de operaciones futuras.
 Dimensiones preliminares.

6.5 Especificación de subsistemas.

6.5.1 Construcción mecánica.

Tipos y calidad de materiales a utilizar en la estructura mecánica.
 Tipo de soldadura y tratamientos posteriores.
 Tratamiento térmico de componentes.
 Acabados superficiales.
 Marcas de componentes estándar aceptados en proceso para:
 Rodamientos.
 Bandas dentadas y/o en V.
 Cajas de engranes o reductores de velocidad.
 Acoplamientos y embragues.

6.5.2 Subsistema hidráulico.

Presión hidráulica de operación.
 Presión máxima y mínima permisibles.
 Características de los acoplamientos.
 Características de mangueras fijas y móviles.
 Características y aislamiento de los depósitos hidráulicos.
 Equipo de monitoreo de niveles.
 Temperatura permitida del fluido hidráulico.

Marcas de componentes estándar para:

Motores y bombas hidráulicas.

Válvulas.

Cilindros.

Mangueras.

Acoplamientos.

Manómetros.

Filtros, etc.

6.5.3 Subsistema neumático.

Presión máxima y mínima requerida.

Uso de reguladores de presión.

Características de los acoplamientos.

Uso de manómetros.

Localización de válvulas.

Marcas de componentes estándar para:

Válvulas.

Válvulas solenoide.

Reguladores de presión.

Actuadores.

Mangueras flexibles.

Tubería.

Silenciadores.

Acoplamientos.

6.5.4 Subsistema eléctrico y de control.

Voltajes monofásicos nominales.

Voltajes nominales permitidos en controles.

Frecuencia C.A.

Estándares de seguridad de referencia.

Características de los gabinetes de control.

Conexión.

Desconexión.

Aterrizaje.

Aislamiento.

Características del cableado.

Especificación de calibres.

Aislamiento eléctrico.

Identificación por colores.

Marcas de componentes estándar aceptados por el cliente para:

Gabinetes eléctricos.

Contactores y Switches.

Relevadores.

Push buttons.

Selectores.

PLC's.
Motores eléctricos.
Servomotores.
Variadores de frecuencia.
Pantallas.
Microprocesadores.
Software de programación.

6.6 Suministros.

Cantidad de suministros requeridos en el equipo y sus características.
Posiciones de las tomas de suministros.

6.6.1 Eléctricos.

Voltaje de alimentación.
Amperaje consumido.
Máximas variaciones permitidas.
Protección ante variación de voltaje.

6.6.2 Aire comprimido.

Presión de la línea de aire.
Máximas variaciones de presión permitidas.
Gasto volumétrico requerido.
Calidad del aire requerido.

6.6.3 Agua.

Presión hidráulica requerida.
Gasto volumétrico requerido.
Máximas variaciones permitidas.
Calidad del agua requerida.

6.7 Seguridad.

Seguridad del consumidor: Tipo de controles y botones.
Indicadores luminosos y audibles cuando el producto realiza movimientos que puedan dañar al operador.
Utilización de lubricantes solubles en agua y degradables.
Emisión de ruido.

6.8 Documentación.

Se debe especificar las características de la información al consumidor y de mercado para la fase de liberación del proceso de manufactura del producto desarrollado y entregarse al cliente en forma de manuales:

Manuales de operación.
Manuales de mantenimiento.
Planos generales del equipo y de todos los componentes.
Diagramas eléctricos.
Diagramas electrónicos.
Diagramas hidráulicos.
Diagramas neumáticos.

Lo anterior es solo una propuesta de las características que deben especificarse en un producto genérico, pudiéndose desarrollar cada uno de los puntos mencionados tan ampliamente como el cliente y la complejidad del equipo lo requiera. En muchas empresas se considera excesivo generar un documento tan complejo aún antes de comenzar formalmente con el desarrollo de un producto, sin embargo, al comparar los gastos, tiempo invertido e insatisfacción provocada en el cliente por cada una de las faltas de funcionalidad, calidad percibida o documentación acerca de los requerimientos de un cliente, contra el costo de desarrollar una especificación formal del producto, la utilidad de este documento es definitiva.

Referencias.

[1] Scott Technology Limited.
Polar production line specification
Nueva Zelanda
1998.

Bibliografía.

Karl T. Ulrich, Steven D.Eppinger.
Product Design and development, 2000.
McGraw-Hill, E. U. A.

Janet S. Yu, Kevin N. Otto
Engineering Design Research Laboratory
Massachusetts Institute of Technology

CAPÍTULO 7

EL DISEÑO ENFOCADO A LOS REQUERIMIENTOS DEL CLIENTE.

El diseño se puede considerar un arreglo inteligente de partes, componentes y procesos para producir una unidad de producto completa y funcional que cumpla con las expectativas de calidad del cliente. Por otra parte, el proceso mediante el cual se llega un diseño final es uno de los aspectos más estudiados en la ingeniería. Existen infinidad de metodologías enfocadas al diseño, casi tantas como personas se dedican al diseño. Muchas veces incluso se confunde el “diseño de un producto” con el “desarrollo de un producto” siendo el primero solo una fase del todo el proceso que involucra todo el desarrollo del producto. En esta propuesta, el diseño es una parte de todo el proceso de desarrollo del producto, y por tanto, se debe limitar a materializar en forma de planos, bases de datos o programas, las necesidades del cliente transformadas en especificaciones. Siendo el proceso de diseño en gran parte un proceso creativo, a algunos diseñadores incomoda el hecho de que se limite su imaginación y creatividad, pero el objetivo de la presente metodología es satisfacer las necesidades del cliente, de una manera eficiente, reducir tiempos de diseño y aumentar los estándares de calidad percibidos por el cliente; recordemos que de acuerdo al modelo Kano (capítulo 4), los deleitadores son características de un producto que no interesen al consumidor y que sin embargo se traducen en costo de diseño y producción, encareciendo inútilmente un producto. Existen en México, infinidad de casos de diseño de productos que fueron creados en industrias y centros de investigación a partir de la iniciativa de una persona o grupo, sin ninguna justificación financiera y de mercado, de factibilidad y sin pensar muchas veces en el costo de producción o si existe otro producto sustituto que ya satisface la necesidad del consumidor a un precio menor, o casos en que una vez que se ha terminado el diseño, se trata de encontrar un nicho de mercado que se adapte al producto. Todos estos son ejemplos de proyectos de alto riesgo a nivel de negocio, por lo que muchas veces, estos diseños quedan a nivel de proyectos trunco o fracasos financieros. Así mismo, el concepto de calidad, entendida como la confiabilidad de un producto durante el tiempo de su vida útil, es todavía un objetivo poco alcanzado en el diseño de la industria mexicana, siendo muchos los factores que provocan esto; como la falta de documentación, la falta de capacitación de quien se dedica al diseño, la falta de organización y de objetivos claros del producto desde las fases tempranas, etc.

7.1 El diseño enfocado a la calidad.

Tradicionalmente la calidad se ha entendido como la verificación de las especificaciones de manufactura, medidas en una línea de producción, ya sea inspeccionando al 100% o utilizando muestreos para trazar gráficas del proceso.

Actualmente, el concepto de calidad, en empresas de clase mundial, ha evolucionado y se ha enfocado al proceso completo de desarrollo de un producto, principalmente desde las fases del diseño. El diseño tiene una contribución directa a la calidad, al costo y al desempeño total de un proceso, todo esto con el único propósito de satisfacer al cliente.

El proceso de diseño para la confiabilidad (DFR) se enlaza con los métodos estadísticos de medición de la calidad para la toma de decisiones [1], así como también toma datos de los niveles de calidad en los que trabaja un proceso actual para enfocar las especificadas de diseño en dimensiones y tolerancias a lo que el proceso es capaz de obtener. El *diseño para*

la confiabilidad (DFR) sigue ciertos procedimientos que se apoyan, como ya se mencionó, en métodos estadísticos para la toma de decisiones (figura 7.1).

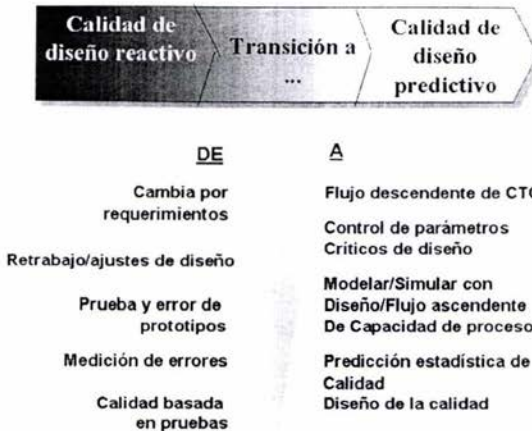


Figura 7.1. Evolución del diseño enfocado a la calidad

Estos son algunos de los puntos claves utilizados en la filosofía del diseño para la confiabilidad [3]:

- DFR es un diseño predictivo con la calidad al frente.
- DFR es el flujo descendente de Requerimientos (Flujo descendente de Críticos para la calidad o CTQ's) igualados por el flujo ascendente de capacidad del proceso.
- DFR mueve medidas de calidad y predictibilidad de mejora durante las fases tempranas de diseño.
- DFR es una mejora a nuestros procesos actuales de diseño.
- DFR utiliza las capacidades de los procesos de Manufactura para tomar decisiones finales de diseño.
- DFR monitorea varianzas de proceso para verificar que se consigan los requerimientos del cliente.

También para definir el objetivo de calidad del proyecto, es necesario que el equipo de trabajo se enfoque en seguir la metodología de DFR al iniciar con el proceso formal del diseño. Este procedimiento tiene también la intención de determinar la factibilidad del nuevo diseño, ya que contempla aspectos y restricciones de manufactura y aseguramiento de calidad; también en este proceso se podría determinar que el proyecto no es viable o que no representa ninguna ventaja competitiva.

Los conceptos del diseño para la calidad permiten identificar las contribuciones del diseño a los niveles de calidad de un producto y entender la relación de costo existente al descubrir errores a lo largo del proceso de diseño/manufactura. Una de las metodologías más avanzadas de DFR es el diseño que tiene como meta a largo plazo la obtención de *Six Sigma*, parámetro estadístico de la desviación estándar de un proceso que busca solo 3.4

fallas por millón de partes producidas. Esta metodología de DFQ se conoce como *Diseño para Seis Sigma* (DFSS).

7.2 El diseño para Seis Sigma.

El diseño para seis sigma es una metodología sistemática, que aporta herramientas para diseñar productos y procesos constantes y capaces de absorber variaciones inherentes a materiales, maquinaria y personal, de tal forma que logren satisfacer las expectativas del cliente y que puedan ser producidos a un nivel de errores que tienda a 6 sigma [2].

El diseño para la calidad utiliza métodos estadísticos para predecir y mejorar la calidad de un producto, antes de construir prototipos; para posteriormente verificar esta calidad en corridas piloto y unidades de pre-producción y producción. Esto enfoca la detección de problemas en el producto en las fases iniciales de desarrollo, disminuyendo el costo elevado que tiene la detección de estos errores en las fases de manufactura (figura. 7.2).



Figura 7.2. Relación de los costos incurridos en el desarrollo del producto dependiendo del enfoque de la calidad.

En general, el proceso de diseño para la calidad consta de 4 pasos bien definidos (figura 7.3):

- Identificar
- Diseñar
- Optimizar
- Validar

Estos pasos se comprenden mejor si se ven como un diagrama de flujo que se debe de seguir hasta terminar con el paso desarrollado y continuar con el siguiente, por lo que se presentará de esta manera en este trabajo, conforme se desarrollen cada uno de los pasos.

La Metodología DFQ

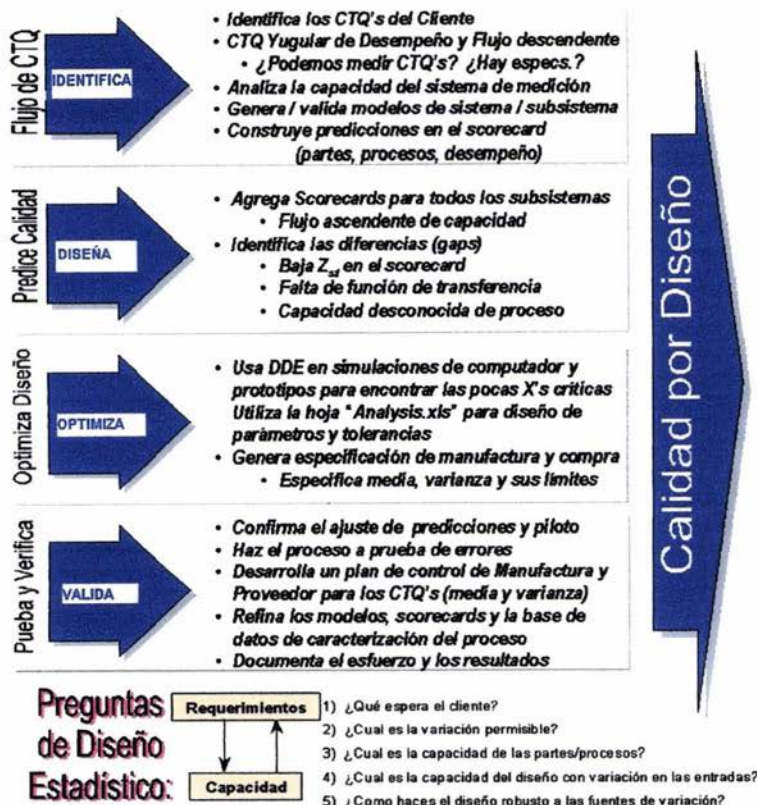


Figura 7.3. Los cuatro pasos del diseño para la calidad [3].

7.2.1 Paso 1. Identificar.

El primer paso se enfoca a utilizar la información del estudio de mercado con el cual se identificó al cliente y sus necesidades, para con esto, al enlazar las necesidades del cliente empatadas con las capacidades del proceso, se tiene una muy buena base para finalizar esta etapa con un diseño conceptual completo en el segundo paso.

En este caso se considera al cliente del diseño a cualquiera que debe interactuar con el producto o equipo, por ejemplo:

- El usuario final (Operadores de maquinaria, amas de casa).
- Distribuidores.
- Manufactura y ensamble (La planta o taller que manufacturará el producto).
- Ventas y distribución.
- Servicio y mantenimiento.

Al identificar al cliente, enseguida se debe proceder a contestar la pregunta ¿Qué quiere el cliente? Es decir las salidas de interacción del producto con el usuario, cualquiera que este sea:

- Apariencia, desempeño, facilidad de uso (como se programa o se opera, “se ve” robusto y moderno de acuerdo a las expectativas previamente definidos del cliente.).
- Fácil de ensamblar y capaz de producir (plantilla de operadores, compra de nuevo herramental, tiempos y movimientos de los ensambles, etc.).
- Necesidades en el Mercadeo (Volumen a producir, diversidad de modelos o colores).
- Entrega a tiempo (En cuanto tiempo se entrega un pedido).
- Prever transporte sin daño (calidad del empaque).

7.2.2 Paso 2. Diseñar.

El segundo paso se enfoca al diseño del producto, también enfocándose al análisis previo de las restricciones que impone el cliente y los procesos de manufactura para alcanzar las metas de calidad. Aquí se proponen configuraciones y se validan respecto a la meta de calidad y especificaciones del producto definidas anteriormente junto con el cliente, y se realizan las iteraciones necesarias hasta llegar al diseño de detalle (figura 7.4).



Figura 7.4. Diagrama de flujo para cumplir con los pasos de identificación (paso 1) y diseño (paso 2) [3].

7.2.3 Paso 3. Optimizar.

El tercer paso se enfoca a optimizar el diseño detallado analizando el desempeño a nivel de partes identificando aquellas que se encuentran en subsistemas que el cliente consideró crítico en sus especificaciones, por lo se le presenta especial atención. También se iterará hasta llegar a los niveles de calidad establecidos como meta (niveles de desviación estándar) hasta liberar completamente el diseño (figura 7.5).

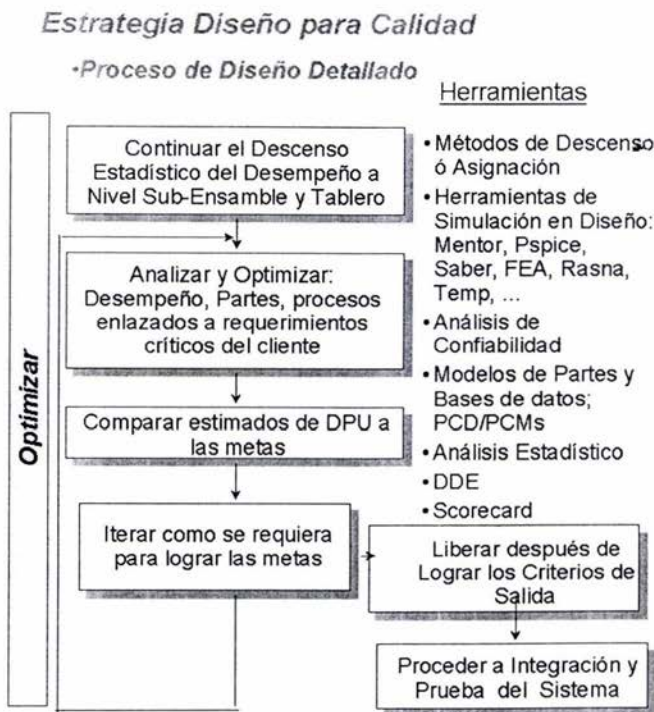


Figura 7.5. Diagrama de flujo para completar el 3er paso de optimización [3].

7.2.4 Paso 4. Validar.

El cuarto paso se enfoca a validar y auditar que se cumplan las metas de calidad propuestas para el diseño en el producto y que los niveles de desviación estándar obtenidos del proceso sean congruentes con los que especifica el diseño del nuevo producto.

Esto se lleva a cabo por diversos análisis y simulaciones de proceso, llevando en forma “ascendente” el análisis de la capacidad de los procesos de partes individuales, subsistemas y desempeño total para compararlos con las especificaciones de diseño (figura 7.6). Si la capacidad no es la requerida, se debe pensar en modificaciones al diseño o en su caso, modificaciones e inversiones en los equipos y procesos hasta cumplir con la especificación

del cliente. Finalmente se debe documentar la liberación final del diseño, ya sea en forma de planos, bases de datos, programas CNC, etc. debiéndose llevar un control y difusión de la información generada a todos los involucrados en el proyecto.

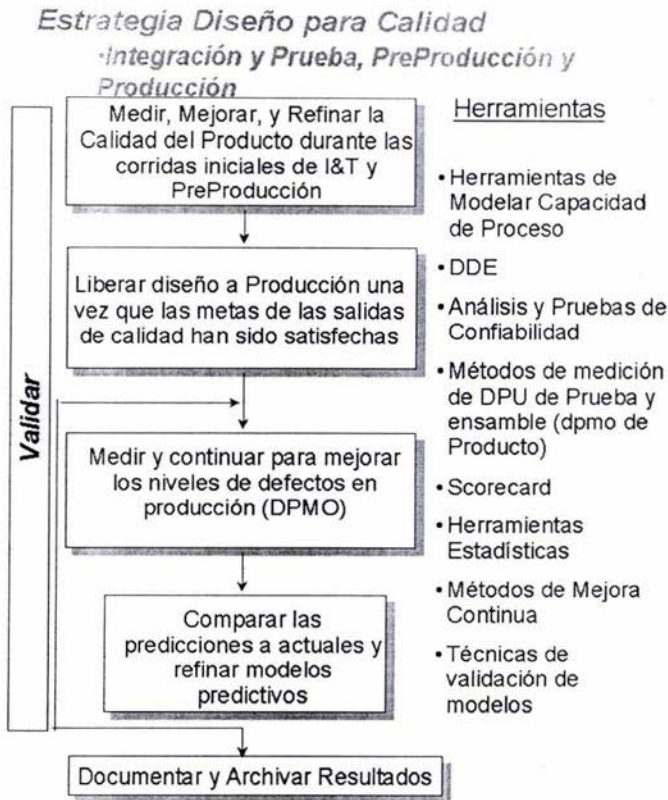


Figura 7.6. Diagrama de flujo para completar el 4º de paso de optimización [3].

7.3 Consideraciones al aplicar diseño para Seis sigma.

No existe una metodología de diseño universal aplicable a cualquier producto o proceso, así como tampoco existen sistemas de diseño y simulación que puedan cubrir cualquier necesidad, aunque existen diversas herramientas de simulación y análisis de procesos básicos recomendables, como los que se sugieren en la figura 7.6. Será responsabilidad del experto en manufactura determinar cual es la más apropiada a utilizar para identificar las mejoras a efectuar en un ensamble, por ejemplo, y controlar las variables del proceso con especificaciones de diseño. Otras herramientas fundamentales son el análisis estadístico y el desarrollo de funciones de transferencia de las variables del proceso.

7.4 Caso práctico. Diseño lavadora ID System de EASY.

La marca EASY, buscando mantener su presencia en el mercado, rediseño recientemente algunos de sus productos de la línea de lavadoras, en las capacidades de mayor venta en el mercado (10 y 12 kg). Después de realizado el estudio de mercado, se obtuvieron algunas conclusiones respecto al mercado consumidor, información tomada por el equipo de proyectos para comenzar con el diseño de detalle del producto, siguiendo el modelo anterior, la empresa siguió el procedimiento mencionado, siguiendo el esquema de los cuatro pasos; identificar, diseñar, optimizar y validar. A continuación se mencionan algunos pocos ejemplos representativos de toda la información generada en cada uno de los pasos

7.4.1. Caso práctico. Identificar al cliente.

Como ya se mencionó, es cualquiera que debe interactuar con la lavadora y tiene expectativas respecto al diseño de ella, algunos clientes son:

- El usuario final (Amas de casa en el mercado de Latinoamérica divididas por segmentos de mercado).
- Distribuidores (Elektra, Liverpool, Sears, Famsa, Fagor).
- Manufactura y ensamble (Planta lavadoras, Monterrey N.L.).
- Ventas y distribución (Corporativo, Trade-export).
- Servicio (Serviplus).

Así mismo cada cliente puede tener un requerimiento respecto al diseño del producto, es decir, las salidas de interacción de la lavadora:

- Apariencia, desempeño, facilidad de uso (no maltrata la ropa, como se programa o se opera, “se ve” robusta y moderna).
- Fácil de ensamblar y capaz de producir (plantilla de operadores, compra de nuevo herramental, tiempos de movimientos de los ensambles, etc. para la planta Monterrey).
- Peticiones de Mercadeo (Volumen a producir, diversidad de modelos o colores).
- Entrega a tiempo (En cuanto tiempo se entrega un pedido).
- Sin daño (calidad del empaque).

7.4.2. Caso práctico. Diseñar.

Al llegar al paso de diseño de detalle, las expectativas del conjunto de clientes deben ser cuantificadas, por ejemplo haciendo uso del despliegue de la función de calidad (QFD), para diseñar en función, solamente de lo que el cliente espera para definir las especificaciones del producto. Algunas de ellas son las siguientes:

- Claro entre el borde de lamina ensamblada $< 0.030''$.
- Ruido máximo admisible durante ciclo de lavado $< 35\text{dBa}$.
- Ciclo de entrega al distribuidor de 3 días.
- El servicio se pueda hacer por el frente de la lavadora.
- Capacidad de la tina de 15 kg.
- 48 lavadoras en una caja de trailer para distribución.

Una vez que se ha detectado al cliente, cualquiera que este sea, por parte de mercadotecnia y se han establecido claramente sus requerimientos, se deben definir en términos de ingeniería. La manera de llevar todos estos requerimientos a especificaciones de diseño reales y alcanzables, consiste en “hacer descender” todas estas características críticas para la calidad (CTQ’s) hasta los componentes esenciales del diseño, para que el diseño en su totalidad, sea lo que espera el cliente.

7.4.3 Caso práctico. Optimizar el diseño.

Esta “traducción” de los requerimientos ambiguos del cliente (voz del cliente) que va desde expresiones como “Quiero que se vea bien” hasta la determinación de una especificación de diseño como que el largo del borde lateral del gabinete de la lavadora que ensambla con la tapa sea de 6” +0.03, -0.00, se lleva a cabo por medio de nuevos despliegues de la función de calidad (QFD) en distintos niveles de diseño y generalmente de forma iterativa. Al llegar a determinar los CTQ’s de los componentes individuales, será relativamente sencillo determinar los puntos de proceso a controlar en cada componente para alcanzar el objetivo de satisfacer al cliente (figura. 7.7).

Ejemplo de Flujo descendente de CTQs

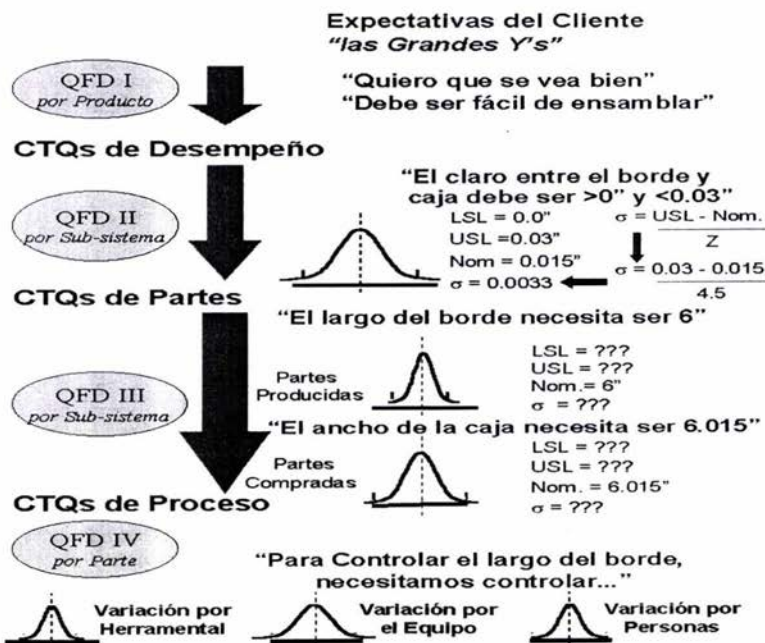


Figura 7.7. Procedimiento de descenso de CTQ’s a partir de “la voz del cliente”[3].

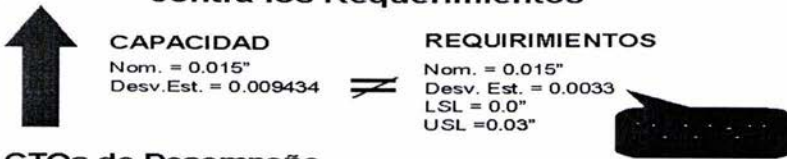
En este paso de diseño se deben emplear herramientas como análisis de tolerancias para especificar el desempeño del diseño en conjunto, de partes y de proceso, además del conocimiento específico y la experiencia del personal de la empresa, en su campo.

7.4.4 Caso práctico. Validación del diseño.

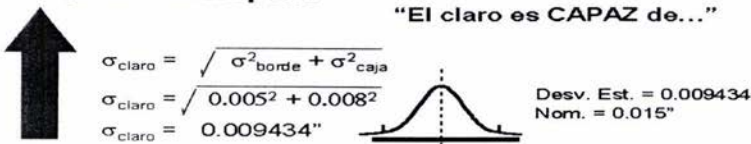
En lo que respecta a la validación de la capacidad del proceso para satisfacer al cliente, es necesario que los procesos de producción sean capaces de alcanzar los niveles de calidad exigidos por el diseño, que a su vez fue concebido con el propósito de satisfacer al cliente en sus necesidades expresas. Por tanto se debe comparar la capacidad del proceso desde el último componente y “ascender” esta comparación hasta el nivel de subsistema y producto, con este análisis ascendente de la capacidad de proceso, se determinó que tanto las piezas, los procesos y los ensambles que se llevan a cabo en un proceso similar de una lavadora actual contribuyen en cierta medida con la desviación estándar total del proceso (igual a 0.009434), lo cual es mayor que el objetivo de diseño (igual a 0.0033); por tanto es claro que la capacidad del proceso actual podrá alcanzar los niveles de calidad esperados por el cliente (figura 7.9).

Ascenso de Capacidades de Proceso

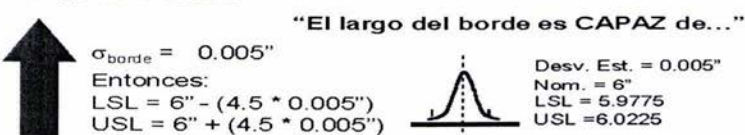
Hay que Comparar las Capacidades
contra los Requerimientos



CTQs de Desempeño



CTQs de Partes



CTQs de Proceso

“El Proceso es CAPAZ de...”

$$\sigma_{\text{proceso}} = \sqrt{\sigma_{\text{herramental}}^2 + \sigma_{\text{equipo}}^2 + \sigma_{\text{personas}}^2}$$

Figura 7.9. Procedimiento de ascenso de capacidad para satisfacer los requerimientos del cliente.

Por tanto, comienza un proceso de iteración donde se estudia de la posibilidad de cambiar el diseño, buscando solucionar el problema de forma que permita al proceso alcanzar los niveles de calidad requeridos o en su caso liberar recursos económicos para la adquisición de equipos o en último de los casos, aceptar el proceso como se encuentra en la actualidad, en detrimento de la satisfacción del cliente. En el caso de la firma EASY, el volumen de ventas esperado de acuerdo al estudio de mercado, justificó que se liberaran recursos para la compra de equipo de doblado y unión de lámina que utiliza el sistema Tog-&-Loc de la

firma BTM Corp, lo cual aseguró una mejora en la capacidad del nuevo proceso para alcanzar la calidad esperada por el cliente final.

Referencias.

- [1] Taguchi, G. *Introduction to Quality Engineering*. Tokio, Japón Asian Productivity Organization 1986.
- [2] Prasan, Biren. *Concurrent Engineering Fundamentals, Vol II*. Prentice Hall, U.S.A. 1995.
- [3] General Electric Co. *Introduction to Design for Six Sigma*, Training Handbook, U.S.A. 1997. Adaptado para Mabe Integra, México.
- [4] Ulrich, Karl T, *Product Design and Development* McGraw-Hill, Inc. U.S.A. 1995.

Bibliografía.

- Ashley, DARPA Initiative in Concurrent Engineering, Mechanical Engineering, April, 1992.
- Asimow, M., *Introduction to Design*, Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1962.
- Buaron, Roberto, *How to Win the Market Share Game?* Try Changing the Rules, Management Review, January, 1981.

CAPÍTULO 8

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL DISEÑO.

Después de la explosión en los años 70's de teorías en el campo de la calidad enfocadas principalmente al control de los procesos industriales, fue fácil darse cuenta que la calidad enfocada solamente en el piso de producción, no era capaz de alcanzar las ambiciosas metas de disminución de defectos. Por tanto, se vio la clara necesidad de aplicar conceptos de calidad desde el proceso de diseño, así como establecer metodologías para poder determinar y evaluar la confiabilidad del diseño mediante simulación de las condiciones de un producto en un laboratorio, ensayos destructivos de productos, desarrollo de sistemas de computadora para simulación para análisis de esfuerzos, etc. Con esto se trata de asegurar que el diseñador contemple aspectos de ensambles, niveles de calidad esperada, vida de un producto, lograr un diseño robusto, manufacturable, de fácil servicio, etc.

Cabe recordar que la calidad debe ser entendida y traducida de “la voz del cliente”, buscar las características del producto que le dan valor agregado a los ojos del consumidor y evaluar estas características para determinar los niveles de confiabilidad esperados en componentes críticos y compararlos con las especificaciones técnicas del producto buscando alcanzar los niveles de calidad esperados por medio del diseño.

8.1 La evaluación de la confiabilidad del diseño.

La evaluación de la confiabilidad busca medir los aspectos del diseño que se enfocan directamente al cliente por lo que su aplicación más importante es en productos de consumo directo como electrodomésticos, equipos electrónicos como televisiones, sistemas de sonido, etc. y en general cualquier bien que haya sido producto de un diseño de ingeniería y busque satisfacer las necesidades de un cliente final. Básicamente los aspectos más relevantes son los siguientes:

- Costo total del producto.
- Confianza del cliente en el producto para futuras ventas.
- El producto funciona cuando el cliente lo necesita.
- Seguridad en el producto.
- Costo de garantía (servicio, refacciones).

8.2 Conceptos básicos.

Dependiendo del tipo de producto, lo que el cliente percibe como crítico o cualquier aspecto considerado como importante para el producto, se debe definir un plan de pruebas específico, sin embargo, los conceptos básicos para evaluar el desempeño de un producto se mencionan a continuación.

8.2.1 Confiabilidad.

Es la capacidad del producto de mantener sus características funcionales a través del tiempo. Es la probabilidad de que un sistema desarrolle su función en un periodo de tiempo especificado bajo condiciones de uso establecidas sin presentarse fallas.

8.2.2 Falla.

Es un evento que produce insatisfacción en el cliente.

Evento o estado de no operación, en el que alguna parte o componente del sistema puede desarrollar su función para la cual fué diseñado.

8.2.3 Índice de fallas (λ).

Es un promedio de fallas por unidad de tiempo.

Se puede expresar como fallas por año, fallas por hora, fallas por millón de ciclos.

8.2.4 Tiempo promedio entre fallas (MTBF = Mean-time-between-failure).

Se puede expresar como unidad de tiempo entre fallas ocurridas, ciclos /fallas, años /fallas, etc.

$$MTBF = 1 / \lambda$$

El calculo del MTBF es también una medición básica de confiabilidad para elementos que no se reparan sino que son sustituidos por partes de repuesto (foco, válvula, balero, motor, etc.).

8.2.5 Índice de llamadas de servicio. (SCR).

El SCR (siglas de Service Call Rate), es el registro que lleva la empresa de las llamadas de servicio para reparación que recibe de sus productos, durante y después del periodo de garantía, normalmente se expresa como el porcentaje de llamadas del total de unidades vendidas. El técnico de servicio registra el modo de falla y las piezas reemplazadas para determinar que fallas son más recurrentes y el costo que generan a la empresa.

8.3 Ventajas al evaluar la confiabilidad del diseño.

Las ventajas de la aplicación de los conceptos anteriores es cuando como ejemplo, una empresa piensa en un diseño con atributos novedosos para el cliente, como nuevas características estéticas, bajo consumo de energía, etc. Aunque se considera un nuevo desarrollo de diseño, la empresa emplea datos de modelos anteriores para iniciar el proceso de diseño estableciendo desde un principio cual el estado actual del producto y si es factible mejorar su rendimiento empleando este método de evaluación. En la figura 8.1 observamos el índice de fallas en meses de una lámpara interior de una estufa en un banco de simulación de uso estándar y el cálculo del índice de fallas. El estudio de este índice también ha ayudado para que en el estudio y aplicación del diseño para la confiabilidad, se hayan tipificado las causas de la falla a lo largo de toda la vida de un producto en tres grandes categorías que se deben atacar desde el diseño, una vez que el diseñador ha sido retroalimentado con los resultados de las pruebas realizadas durante la evaluación.

Cálculo del tiempo promedio entre fallas

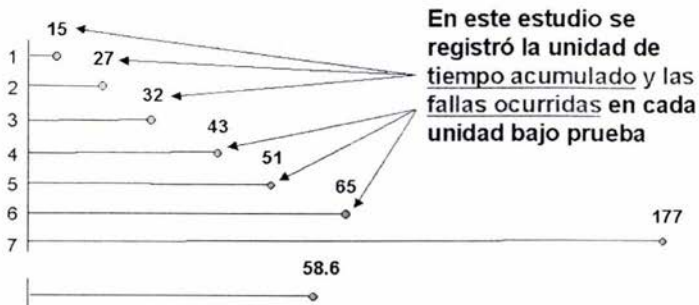


Figura 8.1. Cálculo del tiempo promedio entre fallas

Las tres principales causas de la falla de un producto, son (figura 8.2):

Al inicio de la vida del producto, las fallas se deben a problemas de calidad de los materiales, deficiencias en la mano de obra o en el proceso o a partes con diseño “frágil” y describe contra el tiempo, una curva exponencial con pendiente negativa.

Cuando el producto trabaja en su estado estable, la mayoría de los sistemas tienden a fallar por factores externos, es decir, por un uso diferente al del propósito del diseño. En este periodo, el índice de falla se mantiene constante.

Al final de la vida útil del producto, aparece el desgaste en el producto y las fallas son causas por factores del deterioro del componente o sistema.

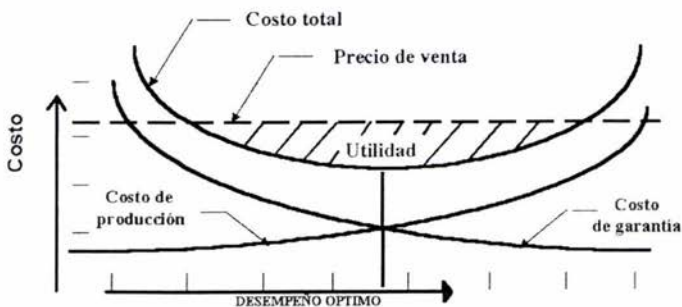


Figura 8.2. Desempeño en el tiempo del producto (MTBF) y la utilidad óptima.

Otro aspecto importante que se ataca al evaluar la confiabilidad del diseño, son la reducción de costos fijos y variables, lo que nos lleva a un costo menor de producción y costos generados por la atención de fallas que ocurren en el periodo de tiempo en que la garantía del producto es válida. En la figura 8.2, observamos esta relación, lo cual implica un incremento o disminución de la utilidad de la empresa. Aquí vemos, que no simplemente se trata de disminuir infinitamente el MTBF, ya que esto llevaría a implementar costos procesos de desarrollo de productos, así como el aumento del costo del producto al seleccionar materiales y procesos forzosamente más caros. El objetivo es establecer desde el diseño, un producto con un MTBF tal, que nos brinde un punto óptimo de costos de garantía y de producción para obtener la utilidad máxima a la empresa.

8.4 Caso práctico. Rediseño de estufas de la marca IEM. Evaluar la confiabilidad del diseño en diez pasos.

De manera general, se puede decir que existen diez pasos básicos a seguir para efectuar una evaluación de nivel básico a la confiabilidad del diseño. Estos pasos se han aplicado con éxito en empresas que diseñan productos de diversa índole, como es el caso de la firma de estufas IEM, donde, en paralelo al trabajo de diseño de sus nuevos productos, se desarrolla un proceso de evaluación del diseño.

Antes de establecer un método con criterios claros para evaluar los conceptos de diseño, era común que se realizara una reunión con personal de calidad y laboratorios de pruebas para acordar, de acuerdo a la experiencia y opiniones personales, cuales serían las pruebas más adecuadas a realizar al producto, sin embargo se corría el riesgo de que las pruebas realizadas no cubrieran los aspectos que a los clientes interesan, lo que a la postre resultaba en un aumento en llamadas de servicio, disminución en la vida del producto y en general un percepción de baja confiabilidad del producto por parte del cliente final.

En el caso específico del diseño reciente de una estufa con sistema de convección forzada para el mercado de exportación, a la par del proceso de diseño de casi un año, mediante definición de las metas claras de calidad y pruebas de laboratorio, fue posible asegurar la confiabilidad esperada del producto final. El hecho de que estos pasos se desarrollaron en paralelo con el proceso de diseño, permitió ir evaluando cada liberación de diseño, para detectar tempranamente los errores de diseño, buscando que esto fuera en lo posible antes del lanzamiento del nuevo producto. Los diez pasos propuestos y llevados a cabo se exponen brevemente a continuación.

8.4.1 Establecer las metas de confiabilidad.

Antes de diseñar se debe establecer cual es el SCR que será aceptado en el diseño, es necesario considerar el nivel de SCR en el corto y largo plazo, para determinar cuantas llamadas de servicio se pronostican durante el tiempo que la garantía es válida.

Es necesario consultar a los expertos del equipo de trabajo en ingeniería del producto y en servicio al producto para establecer las metas de confiabilidad del nuevo diseño con base en datos de diseños similares. En el caso de la nueva estufa, se determinaron para las características nuevas del producto como válvulas rediseñadas en los quemadores, lámpara

de larga duración en el horno y encendido electrónico, los siguientes niveles de servicio esperados en el diseño (tabla 8.1).

Subsistema / SCR	1 año	10 años
Válvulas quemadores	0.2%	0.5%
Lámpara horno	8 %	45 %
Encendido electrónico	1.5%	2.5%

Tabla 8.1 Service Call Rate objetivo de algunos subsistemas en estufa de nuevo diseño.

8.4.2 Identificar los subsistemas y componentes críticos para lograr el objetivo.

Los esfuerzos de confiabilidad deben estar orientados hacia el logro de la misión establecida en los objetivos del producto. Por tanto, el siguiente paso es la identificación de los subsistemas y componentes más importantes para aplicar en ellos la evaluación de la confiabilidad del diseño. No es difícil imaginar que los componentes críticos en la estufa son aquellos que brindan la seguridad al usuario final, así como los componentes que incorporan el uso de alguna nueva tecnología no probada en diseño de productos anteriores, por tanto, todos los componentes que caigan dentro de estas dos categorías, serán considerados como críticos.

8.4.3 Elaboración de diagramas de bloques funcionales (FBD).

Es la construcción gráfica de elementos funcionales de un sistema y sus interrelaciones, se complementa con la misión crítica que corresponde a cada elemento del sistema.

Los diagramas de bloques funcionales para la estufa se construyeron en forma general de la siguiente manera (Figura 8.3 y 8.4):

- Definir el sistema y los subsistemas críticos que lo integran.
- Iniciar con las funciones de subsistemas considerando todas sus entradas/salidas.
- Relacionar las entradas/salidas funcionales de cada uno de los subsistemas.
- Desarrollar el diagrama de cada uno de los componentes y realizar la descripción de las funciones en forma de tabla.

Horno con Convección

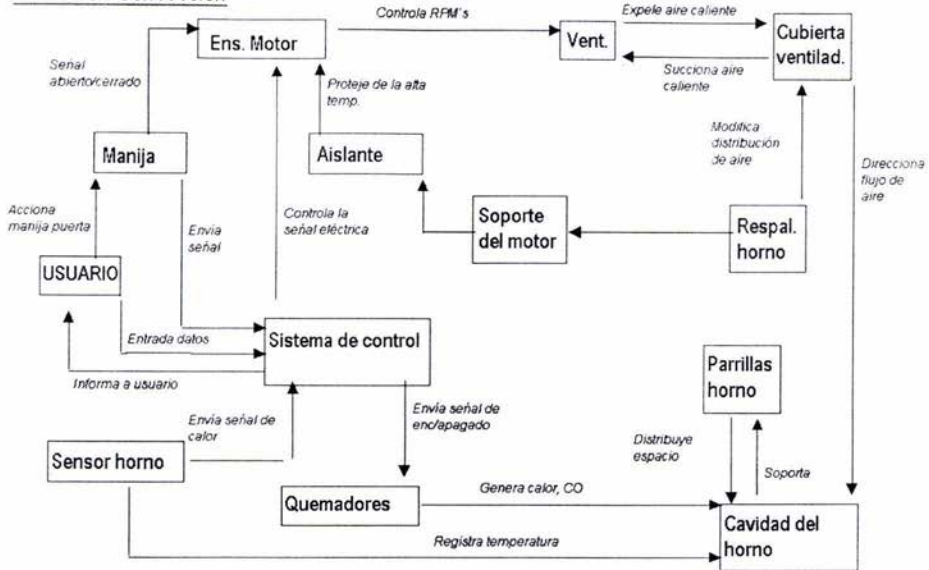


Figura 8.3. Diagrama de bloques funcionales del subsistema de convección de la estufa.

SISTEMA	FUNCIÓN
Sistema de convección	Mejora la distribución de calor en la cavidad del horno. Reduce el tiempo de cocimiento. Incrementa la capacidad del horno (parrillas múltiples). Mantiene niveles uniformes de temperatura, CO, ignición, flama.
1. Ventilador	Expelle el aire caliente. Provee un flujo de aire controlado. Resista altas temperaturas
2. Ensamble de control	Activa / desactiva motor. Activa / desactiva quemadores. Indica al usuario la temperatura, encendido, tiempo, etc. Recibe señales y los traduce en otras señales.
3. Sensor del horno	Registra la temperatura real en el horno y lo transforma en voltaje.

Figura 8.4. Descripción de las funciones del subsistema de convección mostradas en el diagrama de bloques .

8.4.4 Asignación de metas de confiabilidad.

En este paso, el objetivo fue asignar el SCR de un nivel de sistema a nivel de subsistema o componente, es decir, el índice de falla de cada componente, deber de ser tal que al realizar la sumatoria de las fallas individuales, esta coincida con SCR comprometido para el subsistema en su conjunto. Para esto, es necesario contar con la información completa de los registros del SCR de para determinar, de acuerdo al código o modo de falla en todos los

componentes, la validez del nivel de confiabilidad propuesto respecto a productos anteriores.

8.4.5 Línea base / marco de referencia.

En este paso se comparó el diseño anterior contra el nuevo diseño en términos de confiabilidad tales como indica el índice de falla SCR o tiempo promedio de fallas (MTBF). Con la línea base se pueden tomar decisiones para enfocar los esfuerzos de diseño hacia subsistemas o componentes específicos para mejorar la confiabilidad del producto en su totalidad y obtener ventajas competitivas. En el caso de la estufa de convección, los niveles de SCR generales propuestos, fueron superiores a los del diseño anterior.

8.4.6 Análisis de Modo y efecto de falla (AMEF).

Se realizó un análisis de Modo y efecto de fallas potenciales, con el cual se pudieron identificar posibles modos de falla, efectos causas y acciones correctivas.

El AMEF tiene aplicación para analizar estos aspectos en las distintas fases de vida del producto, desde la fase de diseño, para analizar componentes o subsistemas en las diferentes etapas del desarrollo del producto; durante la manufactura para analizar cualquier proceso de manufactura, ensamble, evaluación de diseño, etc; finalmente durante la fase del uso final para analizar cómo los usos que le dé el cliente al producto, puedan causar que éste no funcione correctamente; es muy importante para identificar problemas potenciales de seguridad (tabla 8.2).

Tabla 8.2. AMIEF de la estufa TEM para el subsistema de puertas

ANÁLISIS DEL MODO Y EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL																
PROCESO PUERTAS				MODELO (S) AFECT Polar 2000					INGENIERO DE MANUFACTURA A. Ojarte				FECHA			
RESPONSABLE DEL PROCESO V. Salazar/ J. Arzate/ A. Villar				INGENIERO DE CALIDAD					DISEÑADOR Víctor Salazar				Agosto 02/99			
Nombre de la parte o componente	Función de la parte	Modo (s) de la falla potencial	Efecto (s) de la falla potencial	Causa (s) de la falla potencial	Controles actuales en el proceso	ocurrencia	severidad	detección	Prioridad de riesgo	Acciones recomendadas	Control propuesto	ocurrencia	severidad	detección	Prioridad de riesgo	Responsable
Puerta	Soporta remate intermedio, remate superior, alejar espuma, apariencia Dar acceso al interior del refrigerador, sellar la unidad para evitar intercambio de calor	Puerta no adquiere la forma requerida	Mala apariencia, mal ensamble y fuga de espuma	Por complejidad de radio y formas, por altura reducida en end caps	La maquinaria actual no puede dar la forma, misma probabilidad de falla	5	4	2	40	Diseñar un radio manufacturable que absorba las deformaciones por diferencia de radios	Indicar en el plano de fabricación el CTQ correspondiente al radio.	1	4	1	4	Víctor Salazar Alfredo Hernandez
Lámina formada	Define la estética de la puerta, contiene a la espuma y se aloja en los remates Dar estructura a la puerta. Apariencia	Deforme, floja Torcida, tensa Rayada, oxidada Contaminada Ondulada Abombada	Falta planicidad a la puerta Mala apariencia	Mal diseño Material inadecuado	FEA Pruebas de laboratorio	1	7	1	7	Generar especificaciones del material en el plano	Marcar como CTQ el material en el plano	1	7	1	7	Víctor Salazar
Remates	Complementa un contenedor con el desarrollo de lámina da forma y robustez a la lámina perfilada, define la estética de la puerta permite que la puerta gire	Fuera de dimensiones Alabeada Decolorada fractura de remates deformación	Apariencia y ensamble con puerta Fuga de espuma	Paredes delgadas, radios pequeños, material inadecuado, sobre empaque de espuma, mal diseño	Ninguno Prueba de densidad y pruebas de vida Pte Con Rubisel	3	8	3	72	Análisis de tolerancias de geom. de lámina y desarrollo Selección de material C-mold FEA Pruebas de confiabilidad indicar CTQ de materiales Análisis de expertos	Marcar como CTQ el material en el plano	1	8	3	24	Víctor Salazar Rubisel Rodriguez
Remate superior	sujeción de puerta, provee reversibilidad															
Remate intermedio	facilitar apertura de puerta apariencia, provee reversibilidad															
GRADO DE OCURRENCIA AMIEF DE DISEÑO					GRADO DE SEVERIDAD AMIEF DE DISEÑO					GRADO DE DETECCIÓN PARA AMIEF DE DISEÑO						
CRITERIO	PUNTAJACIÓN				CRITERIO	PUNTAJACIÓN				CRITERIO	PUNTAJACIÓN				Probabilidad de liberar	
-Remota probabilidad de ocurrencia (media +/- 6 desv. std.)	1				-Sin efecto para el cliente					*Métodos de detección probados disponible: 1					3,4	
-Baja probabilidad de ocurrencia (media +/- 4 desv. Std)	2				-El cliente quizá tenga una leve incomodidad					2 de concepto.						
-Baja probabilidad de ocurrencia sin documentación que	3				-El cliente va a estar inconforme debido a leve falla de funcionamiento					*Análisis por computadora disponible en las e	2				100	
-Fallas ocasionales	4				-El cliente se incomoda por la presencia de la falla, a					*Simulación y/o modelos en las etapas iniciales: 3	4				200	
-Índice de falla relativamente moderada con documentación de	5				-degradación en el comportamiento y apariencia del producto.					*Pruebas en prototipos en las etapas iniciales: 4	5				500	
-Índice de falla relativamente moderado pero sin	6				-El cliente está insatisfecho moderadamente por el de					*Pruebas en componentes de pre-producción: 5	6				1,000	
-Alta probabilidad de ocurrencia	7				-El cliente genera una queja o llamada de servicio por l					*Pruebas en componentes similares a los del	6				2,000	
-Número alto de fallas	8				-El cliente está insatisfecho, el desempeño del product					*Pruebas en producto con componentes protot	7				5,000	
-La falla es casi segura basándose en las pruebas de vida	9				-severamente afectado					*Pruebas de durabilidad en productos con cor	8				10,000	
-La falla es segura basándose en las pruebas de vida significativas	10				-El cliente está muy insatisfecho, El producto es inoperable pero seguro ó					*Pruebas de durabilidad en productos con cor	9				20,000	
					-Potencialmente peligroso. en peligro El componente					*Técnicas no probadas y no confiables dispon	9				20,000	
					-Efecto peligroso, falla repentina, no cumplimiento de normas guber.					*No se tienen disponibles técnicas conocidas: 9	9				50,000	

8.4.7 Predicciones de vida.

Existen varios modelos o distribuciones estadísticas que sirven para representar la probabilidad de falla de los sistemas, haciendo uso de estos modelos se puede predecir el tiempo de sobre vivencia de componentes o sistemas.

Dos distribuciones de probabilidad, la Exponencial y Weibull fueron utilizadas en la predicción de la probabilidad de falla de sistemas mecánicos, eléctricos o electrónicos.

También se efectuó el cálculo con base en la estadística para determinar el tamaño de muestras para realizar pruebas de confiabilidad a nivel laboratorio y en corridas prepiloto y piloto de producción y con los resultados obtenidos determinar las predicciones de vida finales del producto en su totalidad.

8.4.8 Diagrama de parámetros.

El diagrama de parámetros es una herramienta que utiliza la lluvia de ideas para desarrollar el plan de pruebas de confiabilidad. El objetivo del plan de pruebas de confiabilidad fue incluir las condiciones ambientales aplicables al producto, como son el calor, la contaminación por grasas, químicos, humedad, etc. para entender y cuantificar todos los modos de falla. El diagrama de parámetros también facilita la ejecución del AMEF y el diseño de experimentos (figura 8.5).

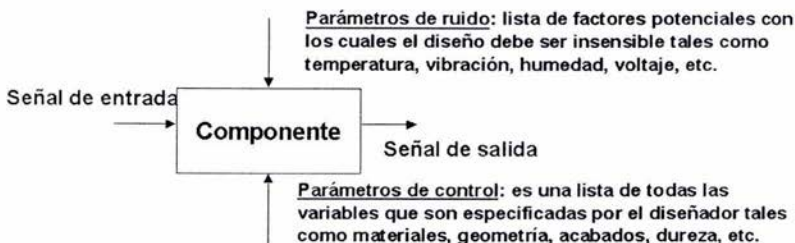


Figura 8.5. Diagrama general de parámetros

8.4.9 Definir y ejecutar plan de pruebas de vida.

Auxiliados por los diagramas de parámetros se definieron las condiciones, cantidad, duración y parámetros a controlar en las pruebas aceleradas de laboratorio, los modos de falla estudiados en el AMEF y las fallas registradas en campo, para calcular los niveles de SCR del producto a nivel laboratorio, es decir, cuantificar la confiabilidad de sub-sistemas y componentes mediante la experimentación directa.

Para dar seguimiento las pruebas se utilizó la técnica de FRACAS (Failure Report And Corrective Actions System) que es un proceso proactivo que inicia con datos de fallas encontradas en pruebas de vida de laboratorio, este sistema organiza la información y asegura el seguimiento. Las fallas son registradas cuando éstas aparecen, las acciones correctivas son desarrolladas por los ingenieros responsables y son aprobadas por un comité de revisión de fallas.

Es necesario cuestionar los procedimientos de pruebas de vida y asegurar que éstos involucren los factores de severidad que estarán presentes en el campo.

8.4.10 Desarrollo y ejecución del plan de auditoría de confiabilidad.

Este plan de auditoría de confiabilidad tiene como objetivo verificar que las variaciones del proceso de fabricación a lo largo del tiempo, no afectan los niveles de confiabilidad demostrados durante el desarrollo del producto. Estas auditorías deben llevarse a cabo periódicamente y para ello se pueden desarrollar proyectos Seis Sigma, Kaizen, etc. La auditoría se puede emplear para monitorear la confiabilidad del producto en el campo durante su vida útil.

Con estos diez pasos, brevemente desarrollados, se puede obtener una evaluación global del diseño, lo cual mejorará la capacidad de la empresa o grupo que genera un proyecto a solucionar las necesidades del cliente traducidas a especificaciones, siempre empleando datos reales para la toma de decisiones.

Bibliografía.

Statistical Methods for Reliability Data
Meeker and Escobar, 1998

Six Sigma Manual, General Electric Co.
Mabe, Tecnología y desarrollo 1999

Ireson, Coombs, and Moss,
Handbook of Reliability Engineering and Management
McGraw Hill, 1990

<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/main.htm>
Engineering Statistics Handbook, cap. 8.

Abell, Derek F. and John S. Hammond,
Strategic Market Planning: Problems and Analytical Approaches,
Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1979, pp. 214.

http://web.staffs.ac.uk/schools/engineering_and_technology/des/aids/robust/dfx/wav/dfxintro.wav
Design for X World Wide Web.

http://www.emp.pdx.edu/Searchable/Std_projects%20PDF%20files/emp-9771/Design/DFX/dfxterms.htm
Design Methods: Design for X.

<http://claymore.engineer.gvsu.edu/eod/design/design-52.html#pgfId-934375>
Design, engineer on a disk, Hugn Jack 1999.

CAPÍTULO 9

PLAN DE MANUFACTURA Y PUESTA EN MARCHA.

El desarrollo de un producto solo queda concluido cuando se ha puesto en marcha su producción exitosamente, esto quiere decir que se han alcanzado los niveles de calidad pronosticados en el producto terminado, el costo de manufactura se encuentra en los niveles pronosticados y el proceso se comporta estable a lo largo del tiempo. Por tanto el proceso de diseño es solo una parte del desarrollo del producto, la otra parte tiene lugar en la planta, por parte del ingeniero de proyectos o de manufactura avanzada AME, analizando la línea de producción de los productos actuales, probando nuevos equipos, diseñando la distribución de la planta (layout), estudiando la capacidad de los procesos, validando la compatibilidad de los conceptos de diseño con los procesos de manufactura, así como administrando y generando mejoras en los procesos iniciales y asegurando la viabilidad de la producción del producto a través del tiempo.

9.1 Análisis competitivo del proceso de manufactura.

En el presente método para desarrollo del producto, se propone que el AME no limite su función solo al diseño de procesos, si no que participe activamente desde las etapas del estudio de mercado (capítulo 5) donde a través del Tear Down de productos de la competencia, se establecen ventajas o desventajas competitivas de procesos y ensambles en los diferentes subsistemas del diseño, validando los conceptos generado desde el diseño conceptual de acuerdo a los procesos de manufactura existentes, así como evaluar el riesgo técnico de aceptar un nuevo diseño que implica un cambio de proceso o la implementación de un avance tecnológico significativo.

Una vez concluido el desarrollo de QFD (capítulo 5) y paralelo al desarrollo de las especificaciones técnicas del producto (capítulo 6), el AME desarrolla las siguientes funciones encaminadas a reducir el tiempo en que el diseño es liberado y se tiene la disponibilidad de comenzar con la fabricación:

- Revisión competitiva por desensamble de competencia hasta subsistemas “tear down”. (Ver capítulo 5).
- Análisis preliminar del proceso de manufactura.
- Identificar posibles equipos/herramental de largo tiempo de fabricación.
- Aceptación y acuerdo de criterios diseño/manufactura.
- Evaluación de riesgo técnico preliminar identificando aspectos de alto riesgo/impacto.
- Necesidad de equipos de pronta liberación.
- Aprobación para ordenes de compra de equipos y herramental de largo plazo de fabricación.
- Plan maestro de evaluación de equipos y criterios de aceptación para liberación.

9.2 Confirmación del diseño/manufactura.

En los capítulos 7 y 8 se presentó la metodología de diseño para la confiabilidad (DFR) y diseño para seis Sigma (DFSS) donde se indica la manera en como los avances en las etapas de diseño tienen forzosamente que ser validadas desde el punto de vista del plan de manufactura, pruebas de ensamble, funcionalidad, etc (figura 9.1).

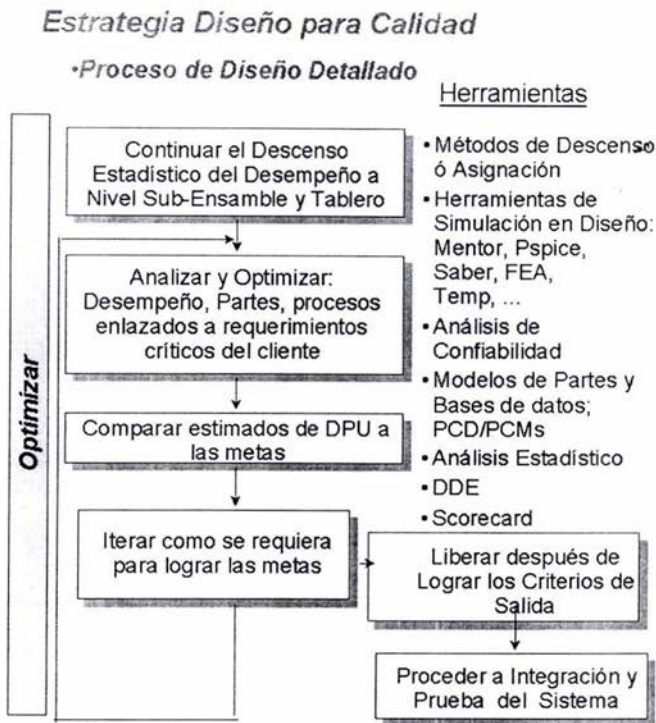


Figura 9.1. Optimización del diseño detallado de acuerdo al desempeño del proceso.

De acuerdo a la sección 7.2.3, en la etapa de diseño de detalle, cada propuesta o especificación está enfocada a la satisfacción del cliente, recordando a su vez que el cliente no es solo el consumidor final, si no también lo es el proceso de manufactura. Por tanto el diseño de una parte o componente liberado al proceso debe ser lo suficientemente robusto para adecuar las tolerancias a los procesos que típicamente utiliza la planta para obtener el componente en cuestión (Figura 9.1.) y con esto desarrollar un plan de manufactura confiable a largo plazo.

9.2.1 Línea base del proceso.

Con el objetivo de entender el comportamiento de los procesos actuales respecto a los procesos que se implementarán con un nuevo diseño, se obtiene la línea base del proceso

actual, antes de especificar el diseño detallado del producto. La línea base del proceso se define como “la cuantificación de la bondad de un proceso existente usando datos muestrales antes de que cualquier mejora se implemente” [1] La clave para obtener la línea base del proceso es obtener datos muestrales representativos del proceso, logrando la mayor aleatoriedad posible y replicando cada uno de los datos obtenidos, para ello se hace uso de subgrupos racionales.

9.2.2 Uso de subgrupos racionales.

Un Subgrupo Racional es aquel que representa, lo más cerca posible, un conjunto de condiciones homogéneas. Para obtener subgrupos que tengan la máxima oportunidad de ser racionales, nosotros tratamos de incluir en una muestra, piezas que fueron hechas lo más aproximado posible al mismo tiempo [2]. La toma de datos de un proceso se realiza utilizando subgrupos racionales de 5 elementos que se recolectan en un mismo momento, realizando esta recolección varias veces a lo largo del tiempo, tantas como sea necesario, para captar los cambios en las variables que puedan influir en el desempeño del proceso; esto es, cambio de operadores, diferentes equipos para la misma operación, diferente materia prima, clima, horarios, etc.

Los subgrupos racionales nos permiten distinguir la señal “negra” del proceso y diferenciarla del “ruido blanco” para determinar los parámetros estadísticos del proceso de interés, buscando el nivel de Sigma del proceso (Figura 9.2).

Con este análisis el equipo de proyectos estará en condiciones de determinar tolerancias y pronosticar el desempeño del proceso del nuevo producto; así mismo el ingeniero de manufactura avanzada contará con información confiable para medir cualquier proyecto de cambio de proceso en el futuro y compararlo contra el proceso actual.

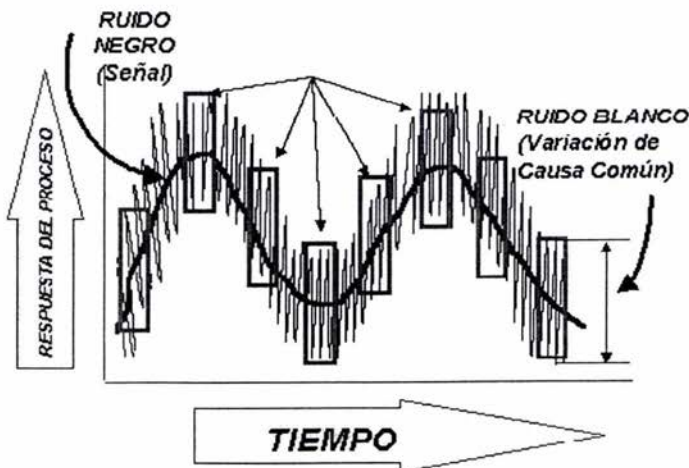


Figura 9.2. Grafica del desempeño del proceso utilizando subgrupos racionales.

Cabe reiterar que este estudio del proceso se realiza en las fases tempranas del proyecto, ya que para el momento de que el diseño final ha sido liberado, cada componente contará no solo con las tolerancias de diseño, si no también con la capacidad de proceso aceptable, o en otros palabras, el nivel de Sigma esperado.

Al finalizar esta etapa el AME debe tener finalizada y aceptada por el equipo de procesos de la planta, el resultado de la línea base del proceso para validar la confirmación de diseño de acuerdo a los equipos/proceso existentes en ese momento, presentando los acuerdos y acciones convergentes de todo el equipo para asegurar la manufacturabilidad de:

- Ensamble de sistemas, subsistema y componentes.
- Análisis de sensibilidad de los procesos.
- Resultados de desempeño de los procesos actuales.
- Fecha de disponibilidad para liberación de equipos y herramientas (en casa y proveedor).

9.3 Los CTQ's del cliente llevados a la producción en planos de fabricación.

Al terminar la fase de confirmación del diseño, el documento que representará el esfuerzo concluido tanto del equipo de diseño como de todo el equipo de proyectos en general, es el plano de fabricación de todos los sistemas, subsistemas y componentes que forman al producto liberado por diseño. El plano de fabricación del producto no solo incluye tolerancias permitidas y capacidad de proceso aceptable, debe también contener información de lo que al cliente le interesa y percibe como valor del producto. Definidos los CTQ's en etapas anteriores de acuerdo a la información del cliente que a través del QFD se llevo a estas especificaciones de diseño, se busca ahora que en la línea de producción se tengan siempre presentes.

Los CTQ's llevados a un plano de fabricación se clasifican de la siguiente manera:

•R = CTQ Regulatorio

Una característica que representa un parámetro de diseño específico que debe de ser conocido y controlado para asegurar que dicho parámetro solicitado por una agencia regulatoria o un requerimiento de seguridad esta siendo alcanzado y se mantiene.



•E = CTQ de Ingeniería (Funcionamiento del producto)

Una característica que afecta desempeño, tiempo de vida, etc.

•P = Process CTQ

Una característica que afectará la producibilidad, al proceso, al ensamble, el manejo, etc.

9.3.1 Identificación de los CTQ's en los planos de fabricación o de producto.

Los CTQ se caracterizan en el dibujo mediante  o  como sigue:



Un CTQ que necesita una verificación inicial de su dimensión para garantizar que la nominal establecida se esta alcanzando, esto se hace por medio de un estudio de capacidad con un mínimo de 30 piezas y una valor de Z aceptable y donde la variación del proceso debe de ser monitoreada en el tiempo.



Un CTQ que necesita una verificación inicial de su dimensión para garantizar que loa nominal establecida se esta alcanzando, esto se hace por medio de un estudio de capacidad con un mínimo de 30 piezas y una valor de Z aceptable pero ya no se monitorea a través del tiempo.

los CTQ's deben de poder ser medibles y proporcionar a los inspectores de calidad los instrumentos adecuados para su medición, ser incluidos en el plan de calidad detallando como será controlado y medido (figura 9.3).

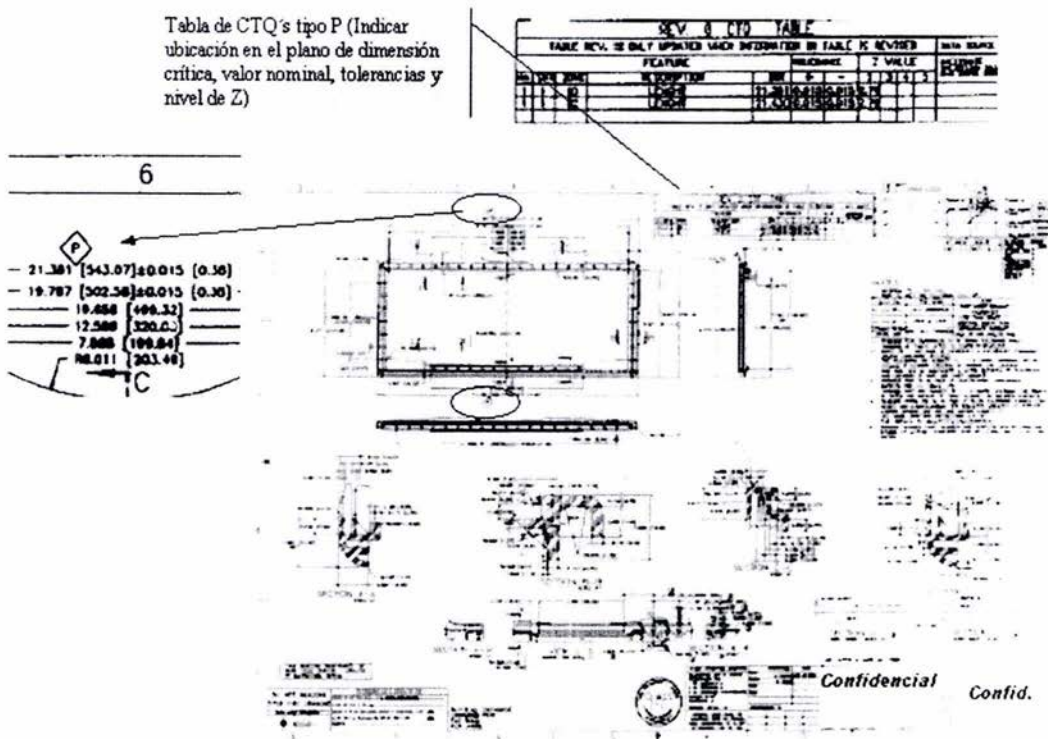


Figura 9.3. Indicación de CTQ's en planos

Además de lo que concierne a la validación del diseño, el equipo de manufactura proyectos se avoca a la tarea de desarrollar el plan de manufactura, realizando un plan detallado de compra de equipos, de los cuales, también se genera una especificación similar a la presentada en el capítulo 6 de acuerdo a los tiempos ciclo buscados, distribución de equipos, etc.

9.4 Disponibilidad para efectuar una corrida de prueba pre-piloto.

Una vez que se han completado los puntos anteriores y se cuenta con el estudio completo de línea base, conceptos de diseño validados para los procesos de manufactura propuestos, los requerimientos del cliente llevados a planos en forma de CTQ's, etc. se desarrolla el plan para efectuar una corrida pre-piloto de producción.

Una corrida pre-piloto consta de la fabricación en serie de un volumen acordado de unidades del producto, buscando que el lote sea lo más representativo posible de acuerdo a los modelos y/o familias del mismo producto a lanzar al mercado. En la corrida piloto se busca completar la evaluación del producto, actualizar los planes de calidad 6 sigma, Verificar disponibilidad de herramientas y equipos, dar disposición de primeras piezas para herramental de largo tiempo de entrega y verificar la disponibilidad de producto externo o maquila.

Para verificar la disponibilidad para efectuar la corrida pre-piloto, se debe completar y revisar la siguiente información por parte del equipo de proyectos:

- Revisión y aprobación de cambios en especificaciones técnicas del producto debido a la capacidad del proceso.
- Pruebas en sistemas, subsistemas y componentes completas y documentadas.
- Confiabilidad demostrada conforme al plan.
- Documentación y validación de la evaluación de las pruebas de campo.
- Evaluación de riesgo técnico y acciones de abatimiento.
- Valores de desviación estándar actualizados de acuerdo a la capacidad de los procesos.
- Revisión de los CTQ's conforme a datos de proceso similar.
- Plan de seguridad industrial (cumplimiento con leyes vigentes).
- Estatus de Implementación del plan de calidad (casa y proveedor).
- Dimensionamiento de 1ª pieza al 100%, disposición de la misma.
- Plan de control de calidad finalizado.
- Programa de ajustes en piezas clave.
- Auditoria de confiabilidad de proveedores completa.
- Aceptación de niveles calidad para efectuar corrida pre-piloto.
- Aceptación de partes provisionales.
- Identificación de piezas con desviación.

Una vez completada y validada esta información se procede a efectuar la corrida pre-piloto de acuerdo a la cantidad de unidades acordadas.

9.5 Disponibilidad para efectuar corrida piloto.

La corrida piloto es la última fase del desarrollo del producto antes de que toda la información se transfiera completamente a la operación o unidad de negocio. Es también la

última etapa donde todos los aspectos de diseño, manufactura, planes de comercialización, niveles de calidad etc, pueden actualizarse. Por tanto se comienza por completar Evaluación de la corrida pre-piloto para asegurar disponibilidad de equipos en la planta, asegurar la disponibilidad de la totalidad de materiales en planta, realizar la disposición de primera pieza para todas los componentes, asegurar la disponibilidad de producto externo o maquila, actualizar y monitorear los planes de calidad 6 Sigma y finalmente realizar el plan para cerrar todos los puntos para asegurar la disponibilidad de efectuar la corrida piloto.

9.6 Disponibilidad para producción y auditoria postproducción.

En la fase de producción se transfiere toda la información generada por el equipo de proyectos hacia la unidad de negocio que manufacturará el producto. El cierre del proyecto se realiza cuando se observa una estabilidad del proceso después de la fase de arranque o "Ramp Up". Se comienza con la evaluación de la corrida piloto en conjunto con el equipo de la operación, donde se actualiza la información siguiente:

- Revisión del cierre de todos los puntos pendientes de revisiones anteriores.
- Revisión de resultados de corrida piloto.
- Especificaciones técnicas del producto liberadas y notificación de cambios firmadas.
- Revisión de calidad final (en planta y en casa de proveedor si aplica).
- Confirmar disposición de las pieza.
- Liberación de número de partes y ensamblés.
- Acciones internas de corrección.
- Actualización de seguridad industrial después de la corrida piloto.
- Confirmación de la implementación del plan de calidad (en casa y proveedor).
- Estudios de capacidad de proceso a corto plazo.
- Programas de proveedores y planta para cumplimiento de valores de Z a largo plazo.
- Revisión del plan de Auditoria de confiabilidad.
- Transferencia de CTQ's a planta..
- Plan de inspección.
- Confirmar disponibilidad para servicio, kits de refacciones para garantía.
- Disponibilidad en planta para producción.
- Equipos y herramientas liberados.
- Balance de línea confirmado para diferentes volúmenes de producción.
- Liberación de dispositivos y estaciones de trabajo.

La fase de evaluación en postproducción tiene la intención de asegurar la viabilidad de los procesos de manufactura a largo plazo y a conducir programas de mejora en los productos y procesos implementados.

Cumpliendo el paso anterior se finaliza con la curva de arranque de producción al mismo tiempo que se audita el cumplimiento en confiabilidad del producto final y se implementa el plan de control y aseguramiento de calidad en planta. También se completa la documentación del proyecto para el cierre de programa y se revisa la implementación del plan de mejoras post producción.

Al final del proyecto se cierran también todos los proyectos de DFR Y DFSS que se hayan abierto en las diversas fases del proyecto, así como se establece un plan de operaciones estables en manufactura y se entrega toda la documentación a un comité de implementación de cambios(CIC) en la operación, buscando nuevas oportunidades de mejora y a largo plazo, de nuevos proyectos de desarrollo de productos.

Referencias.

- [1] GE appliances manufacturing, training manuals, 1999.
- [2] Manual de Control de Calidad Estadístico de AT&T ©1956

Bibliografía.

Rajiv Suri, Chris Painter
Process Capability to Guide Tolerancing in Manufacturing Systems
Center for Innovation in Product Development, MIT, 2001.

Kenneth Crow,
Design for manufacturability imperative.
DRM Associates, management consulting, 1996.

Hugh Jack,
Engineer on a disk, manufacturing and design, 2001.
<http://claymore.engi-neer.gvsu.edu>.

CAPÍTULO 10

CONCLUSIONES.

Se ha planteado un método para el desarrollo de nuevos productos de acuerdo a los objetivos buscados. Este método se desarrolló complementando y tratando de integrar la investigación con experiencias en empresas tanto nacionales como internacionales, donde se ha recabado información para presentar los casos reales y prácticos de desarrollo de nuevos productos con el propósito de soportar los conceptos del método propuesto.

El método planteado buscó ser lo más general posible, planteando en muchos casos, solo conceptos básicos de las herramientas metodológicas, las cuales deberán ser profundizadas o incluso sustituidas de acuerdo a cada necesidad particular, ya que el objetivo principal fue presentar una guía para el desarrollo de nuevos productos.

Los casos prácticos presentados soportan la validez de los planteamientos presentados en este trabajo, donde en la mayoría de los casos, las empresas han logrado implementar exitosamente métodos de trabajo de clase mundial adecuándolos a la cultura empresarial en México. Se ha seleccionado en cada capítulo un caso en que se pueda apreciar claramente la ventaja de seguir el método propuesto. No se buscó seguir como ejemplo de un solo caso, debido a que se correría en riesgo de restringir el método a un solo tipo de producto o empresa, además de que no sería fácil mostrar las ventajas de todos los pasos del método, ya que dependiendo del tipo de producto, empresa y organización, se puede profundizar mucho en un paso y dejar de lado casi completamente otro, lo cual refuerza el planteamiento inicial de que esta propuesta debe tomarse solo como una referencia inicial para que la que la empresa u organización pueda modificar, ampliar o reducir de acuerdo a sus necesidades específicas.

Sería subjetivo el afirmar que la forma en que se ha presentado el método facilite que los conceptos presentados puedan comenzar a integrarse fácilmente en un ámbito de empresas con poca cultura tecnológica y menor nivel de competitividad, sin embargo considero que sin lugar a duda, este objetivo podrá ser alcanzado mediante el desarrollo de más trabajos en esta línea de investigación dentro del Centro de Diseño y Manufactura (CDM), los cuales puedan enriquecer el método mediante más experiencias reales de asesoría en el desarrollo de nuevos productos en diversas empresas, lo cual además, permitirá establecer un contacto estratégico y más estrecho entre el centro y la industria mexicana, que sin duda resultará en una retroalimentación favorable para ambas partes y en general para nuestra sociedad.

ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA

ANEXO

PROPUESTA DE LISTA DE REVISIONES (CHECKLIST) A EMPLEARSE DURANTE LAS REVISIONES TÉCNICAS.

Nota: El comité revisor deberá estar formado por gente considerada expertos en todos las áreas involucradas en el desarrollo del producto (Gerente de diseño, Gerente de manufactura, jefe de manufactura planta, gerente de mercadotecnia, etc.).

Así mismo, si no se cuenta con un organigrama en la empresa definido expresamente para el desarrollo de nuevos productos, se debe buscar contar con opiniones de gente de todas las áreas de la empresa, independientemente de su nivel jerárquico.

T1 Revisión de conceptos técnicos de diseño y proceso.

Revisión de puntos a cumplir después de la definición del tipo de producto (capítulo 3), seleccionar al equipo de proyectos (capítulo 4) y de la identificación de las necesidades del mercado (capítulo 5).

Nombre del proyecto:		Lider de proyecto			Fecha:	
Puntos de revisión		Responsable	Objetivo	Real	R/A/V	Comentarios
Objetivos técnicos de proyecto definidos/revisados		PMG	Si			
Necesidades del mercado identificadas		MKT	Si			
Planeación de producto definida (familias, plataformas)		PP	Si			
Conceptos de diseño definidos		DI	Si			
Diagrama de bloques funcionales completos para cada opción de diseño		AME/DS	Si			
QFD de proceso completo		PMG	Si			
Especificación técnicas del producto definidas		PMG	100%			
Revisión competitiva por desensamble de competencia hasta subsistemas (tear down)		DS/AME/ MTR	Si			
Revisión por serviciabilidad		SRV	Si			
Factibilidad de conceptos de diseño (comparado con procesos y productos similares)		DS	Si			
Análisis preliminar del proceso de manufactura.		AME	Si			
Identificar posibles equipos/herramental de largo tiempo de fabricación.		AME	Si			
Revisión de factibilidad del plan de proceso		AME	Si			
Aceptación y acuerdo de criterios diseño/manufactura.		AME/DS	Si			
Evaluación de riesgo técnico preliminar identificando aspectos de alto riesgo/impacto		DS/AME/ AQE	Si			
Revisión de patentes actuales, sumario de posibles violaciones		MTR	Si			

T2 Revisión de factibilidad técnica de diseño y proceso.

Revisión de puntos a cumplir después de la definición de las especificaciones técnicas (capítulo 6).

Nombre del proyecto:		Lider de proyecto			Fecha:	
Puntos de revisión		Responsab.	Objetivo	Real	R/A/V	Comentarios
Revisión de estatus de los puntos pendientes de TI		PMG	100%			
Especificaciones técnicas del producto actualizadas		PMG	Formato de cambio			
Finalizado el plan de producto		PP /MKT	100%			
Objetivos de serviciabilidad definidos		DS/ SRV	Si			
FEA, FMEA, DFA, análisis de tolerancias,		DS	100%			
Análisis de capacidad de procesos.		AQE/AME	Si			
Validación de resultados al punto anterior y acuerdo de acciones correctivas		AQE/AME	Si			
Análisis de riesgo completo. Puntos sin alto riesgo/impacto (no rojos)		PMG	Si			
Cumplimiento con normas de seguridad del producto (toxicidad, cableado eléctrico, etc)		DS	Si			
Scorecard con niveles de Z estimados		DS/AME	Si			
QFD de segundo nivel completo		PMG	100%			
Funciones de transferencia hasta componentes críticos		DS/AME				
Establecer plan preliminar de calidad: ■ Plan maestro de calidad ■ Plan de análisis de partes críticas ■ Auditoria de confiabilidad		AQE	Presentar plan			
Revisión de los puntos importantes del programa del proyecto: ■ Necesidad de equipos de pronta liberación ■ Aprobación para OC de equipos y herramental de largo plazo de fabricación ■ Plan maestro de evaluación de equipos y criterios de aceptación para liberación.		AME /PMG	Presentar Plan 100%			
Pruebas de campo		PE	Presentar. Plan			0
Construcción de modelos y partes para evaluación.		DS/PE	Presentar. Plan			
Identificación y evaluación de proveedores claves		MTR	Presentar plan			
FMEA de proveedores		MTR	Si			
Evaluación de capacidad productiva proveedores		MTR	Si			

T3 Confirmación técnica de diseño y proceso.

Revisión de puntos a cumplir después de finalizar el proceso de diseño enfocado al cliente (capítulo 7) y la evaluación del diseño (capítulo 8).

Nombre del proyecto:		Líder de proyecto			Fecha:	
Puntos de revisión		Responsab.	Objetivo	Real	R/A/V	Comentarios
Revisión de objetivos técnicos del proyecto		PMG	100%			
Revisión del cierre de todos los puntos pendientes de revisiones anteriores		PMG	100%			
Revisión y aprobación de cambios en especificaciones técnicas del producto		PMG/DS	100%			
Resultados para la confirmación de diseño y equipos/proceso (acuerdos, acciones convergentes). <ul style="list-style-type: none"> ■ Sistema, subsistema y componentes. ■ Análisis de sensibilidad ■ Resultados de desempeño 		DS/AME	100%			
Evaluación de riesgo técnico y acciones de abatimiento (no rojos)		PMG/DS	100%			
Confirmación de la seguridad del diseño		EP/DS/SRV	Si			
presentación de valores de Z estimados		AQE/DS				
presentación de scorecards actualizados		AQE/DS/AME	100%			
Bases de datos y planos actualizados y liberados		DS	Si			
Funciones de transferencia completas		DS/AME	Si			
Confiabilidad del diseño: <ul style="list-style-type: none"> ■ Verificación del plan de pruebas de confiabilidad (ya en progreso) ■ Auditoria de confiabilidad de proveedores 		DS/AQE/PE	Si			
Implementación del plan de calidad (en casa y proveedores) <ul style="list-style-type: none"> ■ Actualización del service call rate ■ Adecuación al plan de proceso. ■ Aseguramiento de calidad en planta 		AQE/MTR	Si			
Fecha de disponibilidad para liberación de equipos y herramientas (en casa y provd)		AME	Si			
Pruebas de empaque y embalaje de producto		DS/PE	Si			
Confirmación de no violaciones a patentes.		MTR	Si			

T4 Disponibilidad técnica para efectuar corrida pre-piloto.

Revisión de puntos a cumplir después de finalizar el plan de manufactura y antes de efectuar la corrida pre-piloto (capítulo 9).

Nombre del proyecto:	Lider de proyecto			Fecha:		
Puntos de revisión	Responsab.	Objetivo	Real	R/A/V	Comentarios	
Revisión de objetivos técnicos del proyecto	PMG	100%				
Revisión del cierre de todos los puntos pendientes de revisiones anteriores	PMG	100%				
Revisión y aprobación de cambios en especificaciones técnicas del producto	PMG/DS/ AME	100%				
Evaluación del producto: ■ Pruebas en sistemas, subsistemas y componentes completas y documentadas ■ Confiabilidad demostrada conforma al plan ■ Documentación y validación de la evaluación de las pruebas de campo	DS/PE/ AQE	100%				
Evaluación de riesgo técnico y acciones de abatimiento (no amarillos)	PMG/DS/ AME	100%				
Aprobación de diseño por agencias de seguridad públicas o privadas	DS/MTR	Si				
Valores de Z actualizados	AQE/DS	100%				
Revisión de los CTQ's conforme a datos de proceso similar.	AQE/DS/ AME					
Plan de seguridad industrial (cumplimiento con leyes vigentes)	AME	Presentar plan				
estatus de Implementación del plan de calidad (casa y proveedor): ■ Dimensionamiento de 1ª pieza al 100%, disposición de la misma. ■ Plan de control de calidad finalizado ■ Programa de ajustes en piezas calve ■ Auditoría de confiabilidad del proveedor completa.	AQE/AME/ DS	Si				
Aceptación de niveles calidad para efectuar corrida pre-piloto: ■ Aceptación de partes provisionales. ■ Identificación de piezas con desviación.	AQE/PMG/ AME	Completo				

T5 Disponibilidad técnica para efectuar corrida piloto.

Revisión de puntos a cumplir después de finalizar el plan de manufactura y antes de efectuar la corrida piloto (capítulo 9).

Nombre del proyecto:		Lider de proyecto			Fecha:	
Puntos de revisión	Responsab.	Objetivo	Real	R/A/V	Comentarios	
Revisión de objetivos técnicos del proyecto	PMG	100%				
Revisión del cierre de todos los puntos pendientes de revisiones anteriores	PMG	100%				
Evaluación de pruebas: <ul style="list-style-type: none"> ■ Sistemas ■ Subsistemas ■ Componentes ■ Cumplimiento con necesidades del mercado 	DS/PE/AQE /MKT	100%				
Revisar cumplimiento con especificaciones técnicas del producto y aprobación de cambios desde T4.	PMG	100%				
Disposición de 1ª pieza: <ul style="list-style-type: none"> ■ Confirmar niveles finales de Z ■ Documentar niveles mayores o menores al objetivo. 	AQE/DS	100%				
Revisión de resultados corrida pre-piloto: <ul style="list-style-type: none"> ■ Acciones correctivas ■ Acciones de control por calidad 	PMG/AQE	100%				
Estatus de acciones para cumplimiento con seguridad industrial	AME	Si				
Confirmar plan final de calidad para corrida piloto	AQE/AME	Si				
Disponibilidad de proveedores para corrida piloto: Iniciar estudios de capacidad de proceso a corto plazo en casa y proveedor.	MTR/AQE	Si				
Confirmar objetivos de serviciabilidad y disponibilidad de kits de refacciones.	SRV/DS	SI				
Disponibilidad en casa para corrida piloto: <ul style="list-style-type: none"> ■ Equipos y herramientas definitivos ■ liberados en casa. ■ Instructivos de operación terminados ■ Balance de línea. ■ Capacitación mano de obra ■ Dispositivos y estaciones de trabajo críticas 	AME/AQE	Completo 100%				

T6 Disponibilidad técnica para Producción.

Revisión de puntos a cumplir después de finalizar el plan de manufactura y antes de iniciar Ramp up de producción (capítulo 9).

Nombre del proyecto:	Lider de proyecto			Fecha:		
Puntos de revisión	Responsab.	Objetivo	Real	R/A/V	Comentarios	
Revisión de objetivos técnicos del proyecto	PMG	100%				
Revisión del cierre de todos los puntos pendientes de revisiones anteriores	PMG	100%				
Especificaciones técnicas del producto liberadas y notificación de cambios firmadas	MTR/AQE/ DS/AME	Completo				
Revisión de calidad final (en casa y proveedor): <ul style="list-style-type: none"> ■ Confirmar disposición de 1ª pieza ■ Actualizar y confirmar desviación del proceso desde TS. 	AQE/MTR/ AME	100%				
Revisión de resultados de corrida piloto: <ul style="list-style-type: none"> ■ Liberación de # partes y ensambles ■ Acciones internas de corrección. 	PMG/AQE/ MTR	100%				
Actualización de seguridad industrial después de la corrida piloto.	AME	100%				
Confirmación de la implementación del plan de calidad (en casa y proveedor): <ul style="list-style-type: none"> ■ Estudios de capacidad de proceso a corto plazo. ■ Programas de proveedores y planta para cumplimiento de valores de Z a largo plazo. 	AQE/AME	Si				
Revisión del plan de Auditoria de confiabilidad: <ul style="list-style-type: none"> ■ Transferencia de CTQ's a CTP's Plan de inspección	AQE/AME	Si				
Confirmar disponibilidad para servicio, kits de refacciones para garantía	SRV	Si				
Disponibilidad en planta para producción. <ul style="list-style-type: none"> ■ Equipos y herramientas liberados ■ Balance de línea confirmado para diferentes volúmenes de producción ■ Liberación de dispositivos y estaciones de trabajo 	AME/AQE	100%				