

Tema 2

DISEÑO DEL PRODUCTO.

Diseño de Sistemas Productivos y Logísticos

Departamento de Organización de Empresas, E.F. y C.

Curso 04 / 05

TEMA 2.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	4
2 CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS.....	6
3 EL DISEÑO DEL PRODUCTO	7
4 LA SELECCIÓN DE PRODUCTOS Y SERVICIOS	8
4.1 DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES GENERALES	8
4.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y SELECCIÓN.	10
4.3 DISEÑO PRELIMINAR	10
4.4 DISEÑO DETALLADO	12
4.5 CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE PROTOTIPOS, PLANTAS PILOTOS Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE MERCADO.....	16
5 DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD).....	17
5.1 ¿DÓNDE ESTAMOS?.....	18
5.2 DEFINICIÓN DEL QFD.....	20
5.3 LAS MATRICES DEL QFD.	21
5.4 ¿CUÁNDO UTILIZAR UNA U OTRA MATRIZ?	24
5.5 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL QFD.	25
5.6 LA MATRIZ DE LA CALIDAD.....	26
5.7 CONSEJOS PRÁCTICOS RESPECTO A LA MATRIZ DE LA CALIDAD.....	38
5.8 LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.	38
5.9 LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.....	38
5.10 PAUTAS DE ANÁLISIS PARA LA MATRIZ DE LA CALIDAD...39	
5.11 EXPERIENCIAS INDUSTRIALES.....	41

5.12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL QFD.	43
6	ANÁLISIS DE VALOR	45
7	DISEÑO PARA OPERACIONES (DFMA)	46
7.1	¿QUÉ ES DFMA?.....	48
7.2	PRINCIPIOS.	48
7.3	VENTAJAS.....	52
8	EL DISEÑO PARA LA LOGÍSTICA.	53

1 INTRODUCCIÓN

El crecimiento de una empresa depende en gran medida de su capacidad para introducir nuevos productos y realizar un desarrollo consistente de los mismos. La Estrategia de Productos y Servicios consistirá fundamentalmente en seleccionar, definir y diseñar los mismos.

La definición del producto y el análisis del cliente se debe hacer de modo simultáneo. Separar el desarrollo del producto de las relaciones con el cliente sólo genera problemas: los diseñadores persiguen sus propias fantasías, dejando que operaciones y ventas se encarguen de determinar cómo fabricar y cómo vender respectivamente.

Es importante destacar que la decisión que se adopte sobre el producto o servicio a ofrecer, marcará las decisiones que se tomen en las distintas áreas de la Dirección de Operaciones. Así, por ejemplo, los equipos y la disponibilidad del personal son distintos en un servicio de urgencias de un hospital que en el caso de una Clínica de Cirugía Estética, lo mismo en su actividad publicitaria y el perfil requerido al personal a contratar. Por otra parte, las decisiones sobre la selección y diseño de un producto deben ser tomadas por la organización en su conjunto dado que toda ella se verá afectada por las mismas.

El diseño de los productos tienen implicaciones en: a) El proceso productivo; b) los costes de los procesos, de los materiales y de los sistemas de distribución y almacenamiento; c) la calidad del producto, y d) la cuota de mercado.

La introducción de nuevos productos constituye hoy en día uno de los planes de acción fundamentales para alcanzar la ventaja competitiva. El escenario en que las empresas se mueven actualmente sugiere que las dificultades e incertidumbres asociadas al desarrollo de nuevos y mejores productos están creciendo, lo mismo que la presión para una mayor rapidez en su desarrollo.

En numerosas industrias tecnológicamente avanzadas se pueden identificar con los siguientes rasgos:

- Competencia global y doméstica creciente.
- Desarrollo continuado de nuevas tecnologías que hacen obsoletos rápidamente productos ya existentes.
- Necesidades y demandas cambiantes de los clientes que truncan la vida de los productos.
- Superiores costes de desarrollo de los nuevos productos.
- Necesidad creciente de involucrar a organizaciones externas en el desarrollo de nuevos productos (por ejemplo: clientes, proveedor, colaboradores estratégicos, gobiernos, etc.).

Dada la tendencia actual del mercado, la definición, selección y diseño del producto se realizan de forma continua en el tiempo. Algunos factores que afectan a las oportunidades surgidas de la evolución del mercado son:

Cambio económico: mientras que la disponibilidad de fondos de las familias crece a largo plazo, se producen cambios en los ciclos económicos Y en los precios a corto plazo.

Cambio tecnológico: ha impulsado la caída de numerosas barreras en el campo del conocimiento (por ejemplo: actualmente es posible hacer operaciones quirúrgicas sin necesidad de «abrir» al paciente, transmitir miles de datos y documentos por correo electrónico o asistir a videoconferencias).

Cambio sociológico y demográfico: los hábitos y necesidades de los consumidores están cambiando (por ejemplo: aumenta la demanda de comidas preparadas y de bajas calorías entre la población femenina trabajadora, se construyen viviendas con menor número de dormitorios, aparecen nuevos vehículos de mínimas dimensiones).

Cambio político: genera la aparición de nuevos acuerdos sobre el comercio, tarifas, contratos para la Administración, etc.

Otros cambios: prácticas comerciales, requisitos profesionales, relaciones con clientes, relaciones con distribuidores, etc.

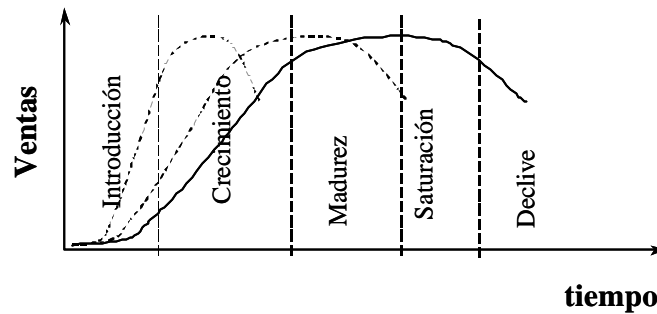
De la misma manera que estos cambios afectan al resto de la empresa la función de operaciones debe prestar atención a los mismos para anticiparse a ellos y mejorar, por tanto, la estructura productiva de la empresa.

2 CICLO DE VIDA DE LOS PRODUCTOS

La respuesta del mercado a cada producto suele tender, genéricamente hablando, a seguir un patrón más o menos predecible, al cual se le denomina ciclo de vida del producto. Este ciclo pretende recoger el hecho de que la mayoría de los productos atraviesa, a lo largo del tiempo, una serie de etapas, que se diferencian entre sí por la forma de crecimiento de las ventas con relación al tiempo.

El concepto de ciclo de vida alude al hecho de que el patrón de la curva de ventas con respecto al tiempo pasa por 5 fases: **Introducción, Crecimiento, Madurez, Saturación y Declive**. El nivel de ventas varía con respecto del tiempo y por tanto debe variar el nivel de producción, y con ella los procesos.

En cualquier caso, la característica más importante de los ciclos de vida en los últimos tiempos es que estos son cada vez más cortos, lo que obliga a estar permanentemente variando la oferta para adecuarnos al mercado.



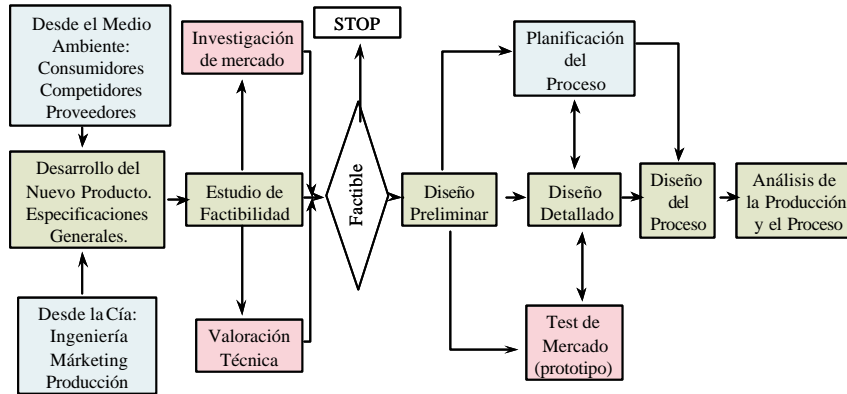
La importancia de este hecho tiene tres vertientes. Por un lado hay que sacar más productos más rápidamente, lo que generalmente conduce a la pervivencia de diferentes modelos de modo simultáneo (diferenciándolo por precios, por marcas o por grados). Además las repercusiones de un retraso en el lanzamiento son relevantes, puesto que el producto puede quedar obsoleto antes de salir. Por último, el tiempo disponible para obtener beneficios de un producto es menor (lo cual no implica necesariamente que los beneficios sea menores).

3 EL DISEÑO DEL PRODUCTO

El proceso de diseño del producto no es un proceso lineal ni tampoco fácilmente parametrizable, sin embargo para su estudio es necesario que lo esquematicemos de alguna manera, dando por sentado que cualquier esquema intenta representar un proceso que no es estándar, como el de la generación de nuevos productos.

Uno de los esquemas posibles es el planteado a continuación. Para llegar a la obtención de un producto o servicio hay que recorrer un camino en el que en primer lugar damos las **especificaciones generales** del producto, en segundo lugar realizamos un **análisis de viabilidad**, si el producto se demuestra viable entonces tiene sentido hacer un diseño preliminar que dará lugar a tres actividades paralelas en la que la más importante es el **Diseño Detallado**, al mismo tiempo se empieza a planificar el **Diseño del Proceso** que sería la siguiente etapa. Por último se entraría en la última fase de Implantación donde generalmente hay que reanalizar

tanto el producto como el proceso. Todas las fases están íntimamente relacionadas y, en numerosas ocasiones, deben desarrollarse simultáneamente.



4 LA SELECCIÓN DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

4.1 DEFINICIÓN DE ESPECIFICACIONES GENERALES

Bajo este nombre englobamos lo que hemos denominado definición de especificaciones generales y análisis de factibilidad. Esta primera etapa consta de dos partes: *la generación de ideas y la evaluación de las mismas*.

Las ideas sobre posibles nuevos productos o modificaciones y mejoras de los ya existentes pueden provenir de muchas fuentes (clientes, investigación de mercados, vendedores, departamento de I+D, proveedores, competidores, etc.) que pueden clasificarse como fuentes externas y fuentes internas.

Se distinguen dos tipos básicos de generación de ideas: tirón de la demanda y empuje tecnológico.

Aquellas ideas que surgen a partir de una necesidad identificada forman parte de lo que se conoce como **tirón de la demanda**, mientras que las que provienen de los resultados de la investigación (por ejemplo: cirugía por láser o satélites de

comunicación) se incluyen dentro de la categoría denominada de **empuje tecnológico**.

Durante la selección de un producto o servicio es importante tener presente que éste es algo más que las características tangibles proporcionadas al cliente, pues incluye también los aspectos intangibles que pueden influenciar significativamente el comportamiento de los consumidores (por ejemplo: dos restaurantes distintos pueden emplear las mismas materias primas y cocineros de idéntica cualificación y, sin embargo, el resultado final puede ser considerado por los clientes como algo completamente distinto). Es importante analizar, por tanto, cuáles pueden ser estos aspectos que no constituyen la esencia del producto en sí pero pueden contribuir enormemente a su aceptación.

Debido a la vinculación con el mercado que debe existir en esta fase, el departamento de Marketing desempeña un papel esencial, sugiriendo nuevos productos o servicios, nuevos clientes, nuevos mercados, e incluso, si es necesario, cambios en la orientación empresarial.

En determinadas ocasiones, las firmas no destinan sus fondos a investigar, sino que los aplican a imitar ideas que ya han conseguido éxito (por ejemplo: fabricantes de ordenadores clónicos o empresas textiles que copian tendencias) o a adquirir los derechos sobre los inventos de otras empresas.

La opción de imitar supone, por una parte, que la empresa no será pionera en el mercado pero, por otra, le da la oportunidad de mejorar con cierta rapidez diseños ya existentes y poderlos ofrecer a mejores precios. La adquisición de derechos elimina los riesgos de mortalidad de la investigación, pero requiere el desarrollo del producto o servicio antes de conocer si será o no un éxito. Otras compañías prefieren investigar en procesos en lugar de en productos, éste sería el caso de los productos derivados del estudio del tratamiento del plástico, la lycra, la fibra de vidrio, etc. No obstante, aquellas empresas que han conseguido mejores resultados en los últimos años han dedicado sus esfuerzos a investigar conjuntamente los productos y los procesos.

Cabe reseñar que una última visión del proceso de creación de nuevos productos nos indica que las ideas son como las malas hierbas, surgen en cualquier lugar y la organización debe estar presta a recogerlas...

También se pueden clasificar los desarrollos de nuevos productos en función de la novedad del producto y del mercado de destino: a) Mejoras de productos existentes dirigidas al mercado habitual de la empresa. b) Productos nuevos en el mercado habitual o c) Productos en mercados nuevos para la empresa. Cada una de las estrategias tienen riesgos y beneficios asociados que deben ser estudiados.

4.2 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD Y SELECCIÓN.

Durante esta etapa las distintas ideas sufren una batería de pruebas antes de recibir la aprobación necesaria para que se inicie su diseño y desarrollo. Entre estas pruebas se incluyen las estimaciones de necesidades y análisis de mercado, valoración de las reacciones de los competidores, análisis de viabilidad económica, estudios de factibilidad técnica y listas de control del ajuste a las características y condiciones organizativas. De acuerdo con los resultados de estos estudios, sólo las ideas realmente factibles pasarían a una siguiente fase.

4.3 DISEÑO PRELIMINAR

Esta fase sigue a la de evaluación y selección. En ella, el equipo de diseñadores no especifica el propio bien o servicio, sino cómo debería funcionar éste cuando el cliente lo emplee, es decir, cuánto tiempo debería durar, qué debería hacer, cómo debe ser de rápido en su función, etc. El paso siguiente consistirá en tomar decisiones sobre los materiales a emplear, etc. Si se llega a un acuerdo razonable, se posee ya el concepto de diseño o diseño preliminar. Si las decisiones que llevaron a él fueron adecuadas, el prototipo que se desarrolle a partir del mismo superará previsiblemente la siguiente fase de pruebas. Cuando éste no sea el caso habrá que repetir toda la etapa de diseño preliminar, con el consiguiente incremento de costes

y retrasando la presentación del producto en el mercado. Entre los factores a considerar al decidir sobre el concepto de diseño se encuentran

- *Función a realizar*: Se deben identificar claramente las funciones que el nuevo producto debe desarrollar, estableciendo jerarquías entre ellas si fuera necesario.
- *Costes*: No deben ser excesivos para el mercado objetivo.
- *Tamaño y Forma*: Deben ser compatibles con la función y ser aceptables y atractivos para el mercado.
- *Calidad*: Debe ser compatible con el propósito. Un nivel excesivo puede encarecer el producto en demasía y una calidad insuficiente dará lugar a reclamaciones o incluso a la falta de aceptación del producto en el mercado.
- *Impacto ambiental*: De acuerdo con este aspecto, el artículo no debería dañar el ambiente o estar envasado en recipientes peligrosos.
- *Producción*: Cuando se diseña un producto, se debe considerar cómo se va a fabricar simultáneamente.
- *Tiempo*: El producto debe estar disponible con rapidez y, en cualquier caso, cuando sea requerido. Esta característica, especialmente relevante en los servicios, está tomando cada vez mayor importancia.
- *Accesibilidad*: Considerando este aspecto lo que se pretende es conocer cómo el cliente va a conseguir el producto o servicio desarrollado.
- *Necesidad de recipiente*. El diseño del recipiente así como de las diferentes unidades de carga a considerar tendrá una especial repercusión en los costes logísticos y además definen en muchos casos el producto final.

4.4 DISEÑO DETALLADO

Ya se indicó en la introducción que el éxito de un producto puede ser mayor cuando se anima a participar en su diseño y desarrollo a aquellas personas que más pueden contribuir potencialmente a dicho éxito. En las empresas donde existen claras divisiones departamentales, el mejor enfoque a seguir parece ser el de crear formalmente un equipo responsable, que deberá encargarse de convertir las necesidades del mercado, referidas a un posible o hipotético producto, en un producto comercializable con éxito. Entre sus participantes deben encontrarse personas de Marketing, Fabricación, Compras, Control de Calidad o personal de servicio de campo (en algunos equipos también participan representantes de los proveedores y distribuidores).

Los aspectos más importantes a considerar se detallan a continuación

4.4.1 Estandarización

Durante la etapa de diseño, el equipo responsable debe definir aspectos tales como: variaciones posibles en la fórmula o composición del producto, forma del producto, envase y diseño del producto. La inclusión de versiones distintas puede contribuir a reforzar la demanda, pero ello será a cambio de costes de producción y distribución adicionales. En algunos casos, la variación es inevitable.

La existencia de diferentes tamaños o formas hace que el distribuidor o el fabricante tengan que mantener inventario suficiente de cada uno de ellos, con lo cual, la suma de los diferentes stocks suele arrojar una cifra muy superior a la que se mantendría normalmente si sólo se trabajara con una versión básica.

No obstante, siendo importantes estas razones, no son las únicas, ni las que más peso han tenido, a la hora de motivar a las empresas para incrementar la estandarización de sus productos. Durante mucho tiempo, el objetivo primordial del diseño de los bienes o servicios ha sido simplificar el proceso productivo con el

objeto de minimizar el coste unitario de aquellos, aunque también el uso de estándares contribuye a la simplificación del proceso de diseño.

Es obvio, pues, que la estandarización tiene algunas importantes ventajas en costes, tales como:

- Minimizar el número de piezas diferentes en almacén.
- Minimizar el número de cambios necesarios en los equipos de producción.
- Simplificar los procedimientos operativos y de control.
- Permitir la realización de compras de volumen superior y obtener descuentos por cantidad.
- Minimizar los problemas de servicio y reparación.
- Facilitar la fabricación de largas series de producción y la automatización del proceso.
- Justificar un mayor gasto en el perfeccionamiento del diseño y en la mejora de los procedimientos de control de calidad.

La estandarización también ayuda a la consecución del servicio al cliente, pues éste obtiene ventajas con ella ya que puede encontrar los artículos comunes en cualquier establecimiento (por ejemplo: pilas, bombillas, cintas de vídeo, baterías de automóviles, etc.). Igual ocurre con las empresas de servicio: así, los códigos postales ayudan a identificar las ciudades, existen modelos estandarizados para efectuar las declaraciones de renta, solicitar la renovación del DNI, etcétera.

No obstante, la estandarización conlleva algunas desventajas. Así, las piezas y componentes estandarizados pueden ser de inferior calidad o inferior rendimiento que las que no lo son, aunque el peor inconveniente es la rigidez o faltar de flexibilidad (por ejemplo: el diseño actual de los teclados de ordenadores y máquinas de escribir puede ser fácilmente mejorado, pero la difusión de estos nuevos diseños encontraría muchas dificultades entre el conjunto de usuarios de las versiones

convencionales, que podrían no desear aprender un nuevo sistema). Otra desventaja del uso de componentes estandarizados es que la diferenciación de productos es más complicada.

4.4.2 Diseño modular

El diseño modular permite crear variedad o, al menos, generar una apariencia de variedad, sin incurrir en los costes de la producción a medida. Mediante esta técnica se crean módulos o submontajes que son intercambiables y que permiten obtener diferentes combinaciones.

Estas son algunas de las ventajas:

- Si se producen fallos, son más fáciles de diagnosticar y remediar (no es necesario identificar la pieza concreta, basta con determinar el módulo y proceder a su sustitución por otro en buenas condiciones).
- Las reparaciones son más sencillas y rápidas, lo que contribuye a reducir sus costes y los de las tareas de mantenimiento, así como las necesidades de formación de los técnicos dedicados a estas actividades.
- La planificación y programación del proceso productivo se simplifican, lo mismo que la gestión de los materiales.

Entre los inconvenientes destaca la dificultad (e incluso imposibilidad) de desensamblar los módulos, lo cual impide la reutilización de aquellas piezas que no se encuentren dañadas, con el consiguiente coste de materiales para la empresa fabricante y los consumidores, que han de pagar el módulo entero, aunque sólo esté parcialmente dañado.

Algunos de los autores especializados en diseño modular insisten en que la clave de un diseño orientado de forma modular es la estandarización de los interfases entre los componentes, y de los componentes con los usuarios. De este modo el diseño

modular permite la mejora de los módulos de manera individual sin tener que modificar parte (o todo) el resto del diseño. Incluso si hay varias alternativas para un mismo problema (módulo) la generación de todas las alternativas produce productos diversos.

4.4.3 Fiabilidad

La fiabilidad de un producto o servicio se suele definir como la probabilidad de que éste funcione adecuadamente, esto es, de acuerdo con sus especificaciones, durante un cierto período de tiempo y bajo unas condiciones operativas específicas. La fiabilidad del producto debe ser consistente, es decir las diferentes partes y subconjuntos deben tener una vida similar o al menos controlada.

4.4.4 La ingeniería del valor

En ocasiones, los equipos de desarrollo se encargan de realizar el estudio denominado ingeniería del valor. Los programas de simplificación, uno de los elementos básicos de ésta, persiguen la reducción del número de componentes y operaciones individuales necesarias para la generación de un producto o servicio. Dicha disminución suele dar lugar a decrementos en los costes de materiales y mano de obra, así como a un servicio más sencillo y a una fiabilidad superior. Es cada vez más frecuente que el equipo de diseño busque la forma de combinar funciones en una sola pieza.

4.4.5 Seguridad

Este último aspecto tiene que ver con la seguridad que ofrece el producto. La mayor parte de las normas relativas a seguridad, son normas legales, por tanto no interesa introducirse mucho en ellas, en estos apuntes, aunque pueden ser vitales para la supervivencia comercial del producto. Las disposiciones legales más comentadas son las relativas a juguetes y productos electromagnéticos, con la peculiar característica de que cada país tiene una normativa diferente, lo que supone una clara barrera de entrada para productos fabricados en el exterior.

4.5 CONSTRUCCIÓN Y PRUEBA DE PROTOTIPOS, PLANTAS PILOTOS Y REALIZACIÓN DE PRUEBAS DE MERCADO

Esta es una de las fases más importantes del proceso de desarrollo de un nuevo bien o servicio; el prototipo pretende reflejar las características más importantes que aquél deberá presentar en su estado final, por lo que se elabora a partir del concepto de diseño generado en la fase anterior. Sin embargo, algunas cualidades importantes no pueden ser recogidas por el prototipo, por lo que éste se considera más un elemento para la recogida de información adicional que para la toma de decisiones. En este sentido, piénsese, por ejemplo, que algunos prototipos de coches son de madera; éste material permite reflejar con bastante exactitud las características físicas del modelo, pero no otras como su velocidad o confort. Otro factor a considerar es que una gran parte de los prototipos están efectuados a escala, por lo que es de vital importancia que las diferencias entre proporciones estén detalladamente reflejadas a fin de que no induzcan a confusión en desarrollos posteriores del producto. En otras ocasiones se hacen las pruebas con productos auténticos.

A veces interesa, además, representar el tipo de proceso productivo más adecuado para el producto, en cuyo caso se procede a la construcción de plantas pilotos, que son reproducciones a escala de la hipotética planta productiva en que el producto será fabricado y de las condiciones de proceso necesarias. Para evaluar correctamente el funcionamiento de los prototipos y plantas pilotos suele acudir al desarrollo de pruebas de mercado con muestras del producto o servicio.

La evaluación pretende comprobar el rendimiento en relación con diversos criterios de medida: rendimiento de ingeniería, atractivo para los clientes, duración, facilidad de uso, facilidad de producción, etc., pudiendo emplearse evaluadores internos o externos. De acuerdo con los resultados obtenidos, el diseño preliminar puede ser aceptado y ampliado, modificado o rechazado.

5 DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

Con frecuencia se han leído expresiones relacionadas con la Calidad y la forma de alcanzarla. Así, por ejemplo, desde hace algunas décadas es bien conocida la frase:

“la Calidad no se controla, la Calidad hay que fabricarla”

Los estudiosos de la Calidad descubrieron entonces que para fabricar Calidad era necesario disponer, entre otras cosas, de un diseño de Calidad. Por esa razón, surgió posteriormente otra expresión, igualmente conocida:

“la Calidad hay que diseñarla”

Esta segunda expresión establece la necesidad de obtener la Calidad en el diseño, como condición imprescindible para alcanzar la Calidad final. La Calidad ya tiene que nacer en el diseño del Producto o Servicio. Si el diseño no es de Calidad, los esfuerzos en la producción y en el Servicio al Cliente resultarán en vano.

En general, hoy parece claro que, si se parte de un diseño de Calidad, en el que se hayan considerado tanto las características y requerimientos del Cliente, como los aspectos técnicos del Producto o Servicio y del proceso productivo que permitirá su obtención, será muy fácil obtener dicha Calidad y, en consecuencia, se pueda satisfacer al Cliente..

El QFD (Quality Function Deployment, o Despliegue de la Funcion Calidad) pretende lograr un diseño de Productos o Servicios de Calidad escuchando la *“Voz del Cliente”* de forma científica, y posteriormente garantizar que dicha información pasa a las Características del Producto o Servicio.

La mayor parte de Técnicas de Calidad se ocupan de la Calidad de Conformidad, es decir, de la eficacia en el cumplimiento de unas especificaciones previamente establecidas. El QFD se dirige hacia el Diseño de la Calidad, ya que permite establecer desde la óptica del Cliente cuál es la Calidad que necesitan los Productos o Servicios.

El QFD se desarrolló en Japón durante los años 60 por el Profesor Yoji Akao. Actualmente está en fase de expansión por todo el mundo, con aplicaciones en los distintos sectores de actividad industrial y de servicios.

La metodología que contempla el QFD hace uso de *“las siete herramientas de Gestión de la Calidad”*, concretamente, de los diagramas matriciales. Emplea además un conjunto de conceptos y símbolos propios del QFD.

5.1 ¿DÓNDE ESTAMOS?.

Actualmente se pueden encontrar consumidores más preparados y más informados. En este contexto, las empresas se encuentran obligadas, más que nunca, a incorporar la verdadera Calidad que desea el Cliente en los productos y servicios que suministran. Sucede, sin embargo, que no necesariamente se utiliza en la tarea tan crucial de escuchar al Cliente alguna herramienta suficientemente fiable.

Por otro lado, reducir el tiempo de introducción en el mercado de productos y servicios, mejorando a la vez su Calidad, es uno de los mayores retos para las empresas en este fin de siglo. La historia reciente está salpicada de numerosos ejemplos en los que un producto ha llegado al mercado demasiado tarde, o bien ha fracasado porque en su proceso de concepción y desarrollo se han ignorado las verdaderas necesidades de los Clientes.

Hoy se habla mucho, dentro del contexto empresarial, de la “satisfacción del Cliente”: el cliente siempre tiene razón, el cliente es el rey, etc. Sin embargo, a la hora de colocar en el mercado un producto o servicio que satisfaga plenamente las necesidades y requisitos del cliente, raramente se utiliza algún método estructurado de planificación o diseño que asegure en todas las etapas la satisfacción del Cliente.

Estamos entonces en una situación en que la Voz del Cliente es ignorada, o acallada por el bullicio de otras voces internas de la empresa: departamentos que “interpretan” sesgadamente lo que necesita el Cliente, personas que quieren

imponer aquella tecnología que les gusta especialmente, grupos de opinión con más peso que inducen a la toma de una decisión equivocada, etc.

Este apartado trata sobre la metodología conocida como QFD (Despliegue de la Función Calidad), que pone el énfasis en asegurar la Calidad de productos y servicios desde el inicio de su diseño, partiendo de la Voz del Cliente, y encadenando de modo sistemático cada etapa posterior.

Centrémonos durante unos instantes en el concepto de Calidad. De un modo general, podemos pensar que la Calidad es el grado en que producto o servicio satisface las necesidades del Cliente y del mercado. Siendo así, resulta claro que la clave para el éxito en el desarrollo de nuevos productos es la comprensión precisa y completa de las necesidades de los Clientes y del mercado al que nos dirigimos. Este es precisamente el punto de partida del QFD.

Tradicionalmente, las metodologías asociadas a la mejora de la Calidad se han basado en la aplicación del método científico a los problemas de la fabricación de productos o entrega de servicios. Se trata de un enfoque analítico, a través del cual se estudian los factores que intervienen en un problema o defecto, con el fin de seleccionar las acciones correctivas más apropiadas para evitar su repetición.

Sin embargo, cuando se trata de desarrollar un nuevo producto o servicio, no basta con prestar atención solamente a los defectos, o a la información contenida en las reclamaciones; es necesario empezar por averiguar cuáles son los requisitos de Calidad –explícitos e implícitos- de nuestro Clientes. Dichos requisitos deben incorporarse a la planificación del producto o servicio, y a su diseño, y desplegarse desde ahí aguas abajo hacia el punto de fabricación del producto o prestación del servicio. El QFD es, en este sentido, una metodología que utiliza un enfoque de diseño, opuesto al enfoque analítico citado anteriormente.

Aunque los orígenes del QFD se remontan a 1968 en Japón, concretamente gracias a la aportación de Yoji Akao, las primeras aplicaciones de esta metodología en Occidente empiezan en los años ochenta. Hoy se está utilizando con entusiasmo en el diseño y desarrollo de productos y servicios, y cada sector está adaptando el

QFD a su medida: existen aplicaciones especiales para el software, la educación, la sanidad, la construcción, las industrias de proceso, etc.

Los resultados obtenidos con el QFD son en muchos casos espectaculares: reducciones en el tiempo de desarrollo del más de un 50%, reducción a la mitad de los problemas en las fases iniciales de desarrollo, Clientes más satisfechos y mayores ventas.

5.2 DEFINICIÓN DEL QFD.

Siguiendo a Yoji Akao, el creador del Despliegue de la Función Calidad, es una metodología mediante la cual las necesidades o requisitos de los Clientes son convertidas en “*características de Calidad*”, y a partir de ellas, se establece un “*diseño de Calidad*” (valores para las citadas características) para el producto o servicio. Dicho diseño se va desarrollando mediante el despliegue sistemático de las relaciones entre necesidades y características, empezando con la Calidad de cada componente funcional, y extendiendo el despliegue a la Calidad de cada pieza y proceso. De este modo, la Calidad global resultante del producto o servicio adquiere forma a través de esta intrincada red de relaciones.

El QFD se sirve continuamente de matrices, en las que se buscan y señalan interrelaciones. Si bien existen unas pocas matrices estándares, en la práctica cada aplicación puede requerir el diseño de matrices especiales (en Japón se ha contabilizado más de un centenar de matrices distintas). Sin embargo, la construcción de las matrices no es un fin en si mismo, sino un medio de planificar, comunicar y tomar decisiones en relación con el diseño de un producto o servicio.

Las matrices citadas se construyen y se analizan mediante la participación activa de un equipo integrado por personal de Marketing, Ingeniería de Diseño, Aseguramiento de la Calidad, Fabricación, Finanzas, etc. Por tanto, el QFD es muy adecuado en el contexto de la Ingeniería Simultanea.

Pero, ¿qué es lo realmente novedoso de esta metodología? Tradicionalmente, las empresas han venido convirtiendo las necesidades de los Clientes en el lenguaje

técnico propio a través de un proceso en el que un equipo de ventas o planificación, que recoge las necesidades del mercado, las resume, y las entrega a un equipo de ingeniería o desarrollo para su conversión en planes de diseño o especificaciones de diseño. Estamos ante un proceso secuencial, en el que estas conversiones son operaciones subjetivas que tienen lugar en las mentes de las personas implicadas. Por tanto, dado que la conversión de las necesidades del Cliente se asemeja a una caja negra, es frecuente que las decisiones tomadas en el desarrollo del producto o servicio estén mal orientadas. El QFD, con sus distintas matrices, viene a solucionar este problema introduciendo rigor, objetividad y sistemática a lo largo de todo el proceso.

5.3 LAS MATRICES DEL QFD.

En el QFD se utiliza el término “matriz” para designar la confrontación de una tabla que contiene información sobre los requisitos o necesidades (QUEs) con otra tabla que contiene información sobre los medios para cubrir esos requisitos (COMOs). Las matrices se construyen con la finalidad de clarificar relaciones entre los QUEs y los COMOs críticos para conseguir la satisfacción del Cliente.

En casi todas las matrices del QFD, se utiliza un conjunto de símbolos para señalar las interrelaciones entre los QUEs y los COMOs. La notación más extendida es la siguiente:

- ⊙ Relación fuerte (9 puntos)
- Relación media (3 puntos)
- ? Relación débil (1 punto)

A continuación describimos brevemente algunas de las matrices más comunes en el uso del QFD.

Matriz de la Calidad o “Casa de la Calidad”

La matriz fundamental en el QFD se conoce como Matriz de la Calidad (o también “Casa de la Calidad”, por la forma que suele adoptar). Esta matriz resulta de situar en la parte izquierda la Tabla de Necesidades del Cliente (QUEs), y en la parte superior la Tabla de Características de Calidad (COMOs). En la parte segunda del capítulo desarrollaremos un ejemplo detallado de la construcción de esta matriz.

La Matriz de la Calidad es el instrumento del QFD más popular, aunque no es ni mucho menos la única matriz en el contexto de esta metodología. Se trata, sin embargo, de una poderosa herramienta para la planificación de nuevos productos o servicios, y fuera del Japón es, en muchos casos, la única matriz utilizada.

Matriz Características de Calidad-Funciones

Las Características de Calidad se sitúan en la parte superior, y las Funciones (lo que el producto o servicio “hace”) en la parte izquierda. Su propósito es identificar funciones del producto o servicio para las que no existe ninguna Característica de Calidad, o Características de Calidad a las que no corresponde ninguna función. El resultado obtenido es una mejor definición de Funciones y Características de Calidad.

Matriz Características de Calidad-Características de Calidad

Esta matriz confronta las Características de Calidad entre sí, para identificar posibles correlaciones positivas o negativas entre ellas. Es frecuente que se sitúe formando parte de la Matriz de Calidad, ocupando la posición de techo de la “Casa de la Calidad”.

Matriz Características de Calidad-Componentes

Las Características de Calidad (únicamente las más críticas) se sitúan a la izquierda, y los componentes en la parte superior. El propósito de esta matriz es identificar cuáles son los componentes más relacionados con las Características de Calidad más críticas.

Matriz Necesidades del Cliente-Funciones

Esta matriz está integrada por las Necesidades del Cliente en la parte izquierda, y las Funciones en la parte superior. Partiendo de las relaciones entre Necesidades y Funciones, señaladas como siempre mediante la notación habitual, se llega a identificar el valor relativo (%) de cada Función. Este porcentaje, multiplicado por el coste previsto para el producto o servicio, se convierte entonces en el coste previsto para cada función. Esta matriz se utiliza básicamente para identificar funciones susceptibles de reducción de costes.

Matriz Mecanismos-Funciones

Los Mecanismos corresponden al primer nivel de detalle en el producto. Esta matriz muestra cómo se relacionan los Mecanismos con las Funciones. Los Mecanismos se sitúan en la parte superior, y las Funciones en la parte izquierda. A través de los símbolos de relación que se llegan a determinar en esta matriz, se obtiene el coste previsto para cada Mecanismo (se ha partido del coste previsto para cada Función). El objetivo de esta actividad es seleccionar Mecanismos en los que deba realizarse una reducción de coste.

Matriz Mecanismos-Características de Calidad

Los Mecanismos se sitúan en la parte superior, y las Características de Calidad en la parte izquierda. El propósito de esta matriz es identificar las relaciones entre Mecanismos y Características de Calidad, y descubrir cuáles son los mecanismos más relacionados con las Características de Calidad más críticas.

Matriz Mecanismos-Componentes

En la parte superior de esta matriz se sitúan los Mecanismos, y en la parte izquierda los Componentes. El propósito de la matriz es establecer el coste de cada componente (partiendo del coste previsto de cada mecanismo), e identificar componentes candidatos a una reducción del coste.

Matriz Modos de Fallo-Necesidades del Cliente

En la parte superior se colocan los Modos de Fallo posibles del producto o servicio (un Modo de Fallo es la incapacidad para llevar a cabo las tareas para las que ha sido concebido). En la parte izquierda se sitúan las Necesidades del Cliente. Mediante las relaciones identificadas en la matriz, se consigue establecer cuáles son los Modos de Fallo prioritarios en los que hay que trabajar. Otras matrices muy similares a ésta se pueden realizar combinando los Modos de Fallo con las Funciones, con las Características de Calidad y con los Componentes.

5.4 ¿CUÁNDO UTILIZAR UNA U OTRA MATRIZ?

En general, no existe un flujo determinado a seguir en la utilización de las diversas matrices. Cada aplicación requerirá un estudio particularizado, que llevará a la decisión de completar una o varias de las matrices anteriores (téngase en cuenta que existen muchas otras matrices). Sin embargo, a continuación vamos a indicar qué matrices podrían utilizarse para diferentes propósitos en el marco del QFD:

Objetivo/Propósito	Matrices a utilizar
Analizar las necesidades de los clientes	Matriz de la Calidad Funciones-Necesidades del Cliente Modos de Fallo-Necesidades del Cliente
Funciones Críticas	Características de Calidad-Funciones Mecanismos-Funciones Modos de Fallo-Funciones
Establecer Características de Calidad	Matriz de la Calidad Características de Calidad-Funciones Características de Calidad-C de C Mecanismos-Características de Calidad Modos de Fallo-Características Calidad
Identificar Componentes críticos	Características de Calidad-Componentes Mecanismos-Componentes
Establecer objetivos de coste	Funciones-Necesidades del Cliente

	Mecanismos-Funciones Mecanismos-Características de Calidad Mecanismos-Componentes
Establecer objetivos de fiabilidad	Modos de Fallo-Necesidades del Cliente Modos de Fallo-Funciones Modos de Fallo-Características Calidad Modos de Fallo-Componentes

5.5 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DEL QFD.

Para comprender el funcionamiento del QFD en la empresa es útil establecer una serie de etapas o fases. Una etapa previa sería la correspondiente a la organización del proyecto.

Organización para el QFD.

Un primer elemento es la selección adecuada del proyecto. Esta selección debería realizarla la Dirección. Al principio, debe empezarse con proyectos que no sean excesivamente complejos, pero que tengan posibilidades de mejorar la comunicación horizontal entre los miembros del equipo.

Un segundo elemento es la selección del equipo. Conviene que los miembros del equipo representen a diferentes áreas o disciplinas dentro de la empresa: Marketing, I+D, Ingeniería, Fabricación, Calidad, etc. Conviene además que se trate de personas con capacidad de decisión dentro de la organización. Por último, es adecuado contar con la presencia de un líder suficientemente experimentado en las técnicas de QFD.

Para cada proyecto, y sobretodo en los proyectos iniciales, debería delimitarse con precisión el campo de aplicación o alcance del estudio, y los resultados o beneficios que esperamos obtener.

Fases del QFD.

Una vez se ha establecido adecuadamente la organización para el proyecto de QFD, las tres etapas de su aplicación serían las siguientes:

1. Fase descriptiva, que corresponde al estudio y descripción del producto o servicio desde los distintos puntos de vista: Necesidades del Cliente (QUEs), Características de Calidad (COMOs), Funciones del producto o servicio, mecanismos, componentes, modos de fallo, etc.
2. Fase de ruptura, en la que se identifican los posibles *cuernos de botella* o áreas críticas y se diseñan soluciones adecuadas, a través de un proceso creativo. Los objetivos a cubrir en esta fase son, por ejemplo, reducciones de coste, incrementos sustanciales de la fiabilidad, incorporación de nuevas tecnologías, cambios en los procesos actuales, etc.
3. Fase de puesta en marcha, en la que el equipo del proyecto de QFD determina la forma de llevar a buen término la producción del nuevo producto o la prestación del servicio, identificando todos los pasos necesarios para ello.

5.6 LA MATRIZ DE LA CALIDAD.

5.6.1 Pasos para la construcción de la Matriz de la Calidad.

La mejor forma de exponer la potencia de la metodología del QFD es trabajando sobre un ejemplo propio de cada empresa. Esto no sería posible a través de este capítulo, necesariamente limitado en su extensión. Por tanto, vamos a desarrollar paso a paso un ejemplo, y le invitamos a que posteriormente lo intente adaptar al caso particular de un producto o servicio de su propia empresa. Recuerde que el QFD es útil en las etapas de concepción, diseño y desarrollo.

Los pasos que se exponen a continuación no deben seguirse a ciegas. EL QFD puede proporcionar resultados espectaculares, tal como está sucediendo en muchas

aplicaciones. Sin embargo, mal aplicado, puede resultar en una gran cantidad de trabajo y esfuerzo sin ningún resultado beneficioso. Insistimos en que es fundamental adaptar el método a las particularidades de cada caso.

El caso que vamos a desarrollar corresponde al desarrollo de un nuevo modelo de ordenador personal portátil.

Paso 1º: Obtención de la voz del Cliente.

En este primer paso se trata de averiguar las Necesidades de los Clientes (los QUES), a través de uno o varios de los siguientes métodos:

- Encuestas respondidas directamente por los Clientes
- Entrevistas
- Estudios de mercado
- Análisis de registros de reclamaciones/garantías
- Datos obtenidos por la red de ventas durante sus visitas a los Clientes
- Etc.

La lista de necesidades de los Clientes referida al producto objeto de estudio debe comprobarse y contrastarse, para asegurar que cada elemento de la lista cumple los siguientes requisitos:

- Expresa una idea única
- Está redactado en sentido afirmativo
- No incluye números o valores
- No incluye palabras que se refieran a: Características de Calidad, Funciones, Precio o Fiabilidad del producto

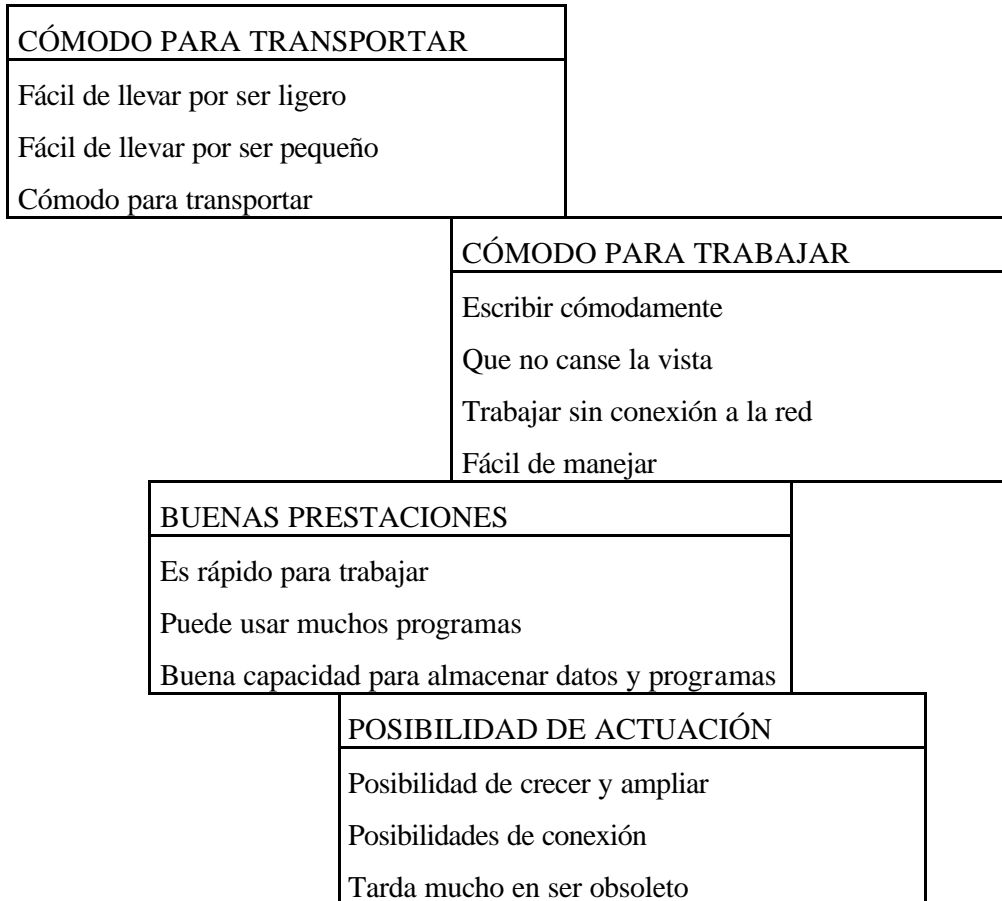
- Está expresado de forma clara y comprensible para el equipo de trabajo de la compañía

Los puntos de control mencionados son de vital importancia, pues si en lugar de reunir necesidades de los Clientes (QEs) se toman modos de satisfacer esas necesidades (características de Calidad, COMOs), todo el trabajo subsiguiente del QFD resultará sesgado.

Una vez se dispone de la lista de Necesidades del Cliente, deben agruparse y priorizarse los elementos de dicha lista. Esta tarea suele realizarse por medio de la técnica conocida como *Diagrama de Afinidad*. El resultado obtenido será una agrupación de la información en forma de árbol, compuesta de dos, tres o cuatro niveles de detalle. En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los pasos a seguir para procesar la Voz del Cliente:

1	Convertir las expresiones del Cliente (sus propias palabras) en datos verbales, usando expresiones simples que contengan un significado único.
2	Agrupar los datos verbales y asignar un título que describa los datos de modo general. Escribir el título en una tarjeta o cuartilla
3	Usar los títulos descriptivos como detalles aproximadamente de tercer nivel. Agrupar los títulos en categorías similares, asignando títulos descriptivos para el primer y segundo niveles. (Diagrama de Afinidad)
4	Clarificar cuáles son los detalles de primer nivel de las Necesidades del Cliente. Ajustar añadiendo a las Necesidades del Cliente segundos y terceros niveles de detalles, si es necesario.
5	Asignar números de clasificación para cada nivel, y organizar los niveles resultantes en una Matriz de Necesidades del Cliente.

A continuación se muestra un ejemplo de construcción de la Matriz de Necesidades del Cliente, para el caso de un ordenador portátil. El ejemplo desarrollado es muy simplificado pero por ello es especialmente interesante en esta introducción.



A partir de la ordenación de las Necesidades obtenida en el ejemplo anterior, obtendríamos la Matriz de Necesidades del Cliente:

NIVEL 1	NIVEL 2
1. Cómodo para transportar	1.1 Fácil de llevar porque es ligero
	1.2 Fácil de llevar por ser pequeño
	1.3 Cómodo para transportar
2. Cómodo para trabajar	2.1 Escribir cómodamente
	2.2 Que no canse la vista
	2.3 Trabajo sin conexión a red
	2.4 Fácil de manejar
3. Buenas prestaciones	3.1 Rápido para trabajar
	3.2 Puedo usar muchos programas
	3.3 Buena capacidad para almacenar datos y programas
4. Posibilidad de Actualización	4.1 Posibilidad de crecer y ampliar
	4.2 Posibilidades de conexión
	4.3 Tarda mucho en ser obsoleto

Es de destacar que esta disposición en niveles (dos, en este caso) es análoga al Diagrama en Árbol citado anteriormente.

Paso 2°: Asignar el grado de importancia.

Cada elemento de la lista confeccionada en el paso anterior (último nivel de detalle) debe ser evaluado en función de su importancia para el Cliente, utilizando una escala del 1 al 5 (1 = poco importante, 5 = muy importante).

Esta evaluación se puede obtener a partir de estudios o encuestas a Clientes, a través de información en poder del personal de marketing, etc. Debe tenerse presente la segmentación de mercados, las respuestas de distintos tipos de Clientes, etc, en el sentido de que la importancia de cada Necesidad posiblemente no sea

evaluada del mismo modo por parte de distintos tipos de Clientes. En todo caso, un paso preliminar debe ser decidir a qué tipo de Cliente nos vamos a centrar (a quién va destinado el producto o servicio en estudio).

Un ejemplo de encuesta que se podría utilizar en este paso se muestra a continuación:

Necesidades del Cliente	Importancia de la Necesidad					Marca	Evaluación del producto				
	1	2	3	4	5		1	2	3	4	5
Fácil de manejar	1	2	3	4	5	A	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	B	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	C	1	2	3	4	5
Escribir cómodamente	1	2	3	4	5	A	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	B	1	2	3	4	5
	1	2	3	4	5	C	1	2	3	4	5

Un error a evitar es *suplantar* al Cliente a la hora de evaluar la importancia. Posiblemente, el Cliente tenga una opinión distinta respecto a sus necesidades de la que pueda tener el fabricante.

Paso 3º: Evaluación de la Compañía y de la Competencia.

A través de una encuesta como la presentada en el ejemplo anterior, se trata de averiguar cómo evalúa el Cliente nuestro producto o servicio para cada una de las Necesidades explicitadas. Asimismo, se realiza la misma tarea para los dos o tres competidores principales. Este tipo de información se puede obtener a veces de las revistas o publicaciones especializadas.

Esta actividad de evaluación y comparación se conoce también con el nombre de *benchmarking* competitivo.

La evaluación se realiza también desde el valor 1 (comportamiento pobre) al valor 5 (comportamiento muy bueno)

La información resultante puede presentarse en la matriz en forma numérica, o también en forma gráfica.

Paso 4º: Meta de la Compañía y Ratio de Mejora.

Para cada Necesidad del Cliente (nos estamos refiriendo todo el tiempo a las Necesidades de último nivel o más detalladas), se debe tomar en este paso una primera decisión en el proceso de planificación del producto o servicio. Se trata de determinar, a la vista de la importancia que el Cliente otorga a cada Necesidad, y teniendo en cuenta la posición respecto a los competidores, cuál va ser el valor meta (1-5) en el que se desea situar al producto o servicio.

A partir del valor meta establecido, directamente puede calcularse el ratio de mejora dividiendo el valor meta por el valor actual de la compañía respecto a cada Necesidad del Cliente.

Paso 5º: Aspectos Vendedores.

Los aspectos vendedores son ciertas Necesidades del Cliente que constituyen un importante estímulo para el Cliente a la hora de tomar la decisión de compra. Según su intensidad, se clasifican en fuertes (símbolo ⊕, valor 1.5) o medios (símbolo ○, valor 1.2). A las Necesidades del Cliente que no constituyen aspecto vendedor, no se les asigna ningún símbolo, pero se les otorga un valor de 1.0.

Se suele limitar el número de aspectos vendedores fuertes a tres.

Paso 6º: Peso Absoluto y Relativo.

Para cada Necesidad del Cliente, el peso absoluto se calcula según la siguiente expresión:

$$\text{Peso absoluto} = \text{Importancia} \times \text{Ratio Mejora} \times \text{Aspecto Vendedor}$$

El peso relativo de cada Necesidad del Cliente se obtiene expresando su correspondiente peso absoluto en % (se divide cada peso absoluto por la suma total de pesos absolutos, y se multiplica el resultado por 100).

Con los pasos vistos hasta aquí, la Matriz de Necesidades del Cliente queda como sigue:

NIVEL 1	NIVEL 2	Importancia	Compañía	Competidor A	Competidor B	Meta	Ratio Mejora	Asp. Vendedor	P. absoluto	P. relativo
1. Cómodo para transportar	1.1 Fácil de llevar porque es ligero	5	4	2	5	5	1.2	○	7	8.6
	1.2 Fácil de llevar por ser pequeño	5	4	3	5	5	1.2	⊙	9	10.7
	1.3 Cómodo para transportar	4	4	4	4	4	1.0		4	4.8
2. Cómodo para trabajar	2.1 Escribir cómodamente	2	2	5	4	4	2		8	9.5
	2.2 Que no canse la vista	3	2	4	4	3	1.5		5	5.4
	2.3 Trabajo sin conexión a red	3	3	5	4	4	1.3		4	4.7
	2.4 Fácil de manejar	4	4	4	4	5	1.2	○	6	6.9
3. Buenas prestaciones	3.1 Rápido para trabajar	3	2	4	4	4	2	○	7	8.6
	3.2 Puedo usar muchos programas	3	3	4	3	4	1.3		4	4.7
	3.3 Buena capacidad para almacenar datos y programas	4	3	5	4	5	1.7	⊙	10	12.2
4. Posibilidad de Actualización	4.1 Posibilidad de crecer y ampliar	3	3	4	4	4	1.3		4	4.7
	4.2 Posibilidades de conexión	5	4	5	5	5	1.2	⊙	9	10.8
	4.3 Tarda mucho en ser obsoleto	3	2	4	3	4	2	○	7	8.6

Paso 7º: Generar las Características de Calidad.

Para cada Necesidad del Cliente, se trata de identificar una o más “características sustitutivas”, llamadas Características de Calidad. Estas son aquellos parámetros a medir o controlar para satisfacer cada Necesidad concreta.

En la medida de lo posible, las Características de Calidad no deben incluir nombre de piezas, componentes o ensayos.

NECESIDAD DEL CLIENTE	CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD
Ligero	Peso, dimensiones
Pequeño	Dimensiones
Cómodo para transportar	Peso, dimensiones, geometría
Escribir cómodamente	Dimensiones teclas, presión teclado
No canse la vista	Radiación pantalla, ángulo visión
Trabajar sin conexión a red	Tiempo autonomía, tiempo de carga
Fácil manejo	Localización de controles
Rápido para trabajar	Velocidad procesador, velocidad acceso a información
Usar muchos programas	% compatibilidad
Buena capacidad	Mbytes memoria
Creecer/ampliar	Número ranuras expansión
Posibilidades conexión	Número conexiones exteriores
Tarda en ser obsoleto	Velocidad, Mbytes memoria, expansión

Una vez obtenidas, las Características de Calidad deben agruparse en niveles utilizando el Diagrama de Afinidad, tal como se hizo en el paso primero con las Necesidades del Cliente. A la matriz resultante se le da el nombre de Matriz de Características de Calidad.

Aspecto exterior	Dimensiones Peso Geometría
Alimentación	Tiempo de autonomía Tiempo de carga
Proceso de Información	Velocidad acceso a información Velocidad de proceso Mbytes memoria
Entrada/Lectura datos	Localización controles Dimensiones teclas Presión teclado Radiación pantalla Ángulo de visión
Compatibilidad	% compatibilidad
Salidas exteriores	Número ranuras expansión Número conexiones

Paso 8º: Integrar la matriz de Necesidades del Cliente y la Matriz de Características de Calidad.

Se disponen ambas matrices una frente a la otra; en la parte izquierda se sitúa la Matriz de Requisitos del Cliente, y en la parte superior la Matriz de Características de Calidad. A la Matriz resultante se la conoce como **Matriz de la Calidad o Casa de la Calidad**. Para rellenar las relaciones entre Necesidades del Cliente y Características de Calidad, se utilizan los tres símbolos mencionados anteriormente:

- ⊙ Relación fuerte (9 puntos)
- Relación media (3 puntos)

? Relación débil (1 punto)

Adicionalmente, s veces es interesante añadir en la parte superior de la Matriz de Características de Calidad una matriz adicional, en forma de triángulo, en la que se identifican las correlaciones positivas y negativas entre las Características de Calidad. A esta disposición se la conoce como el *techo* de la Casa de la Calidad.

En el ejemplo anterior, una posible correlación negativa se puede encontrar entre el peso del ordenador y el tiempo de autonomía. Es decir, para aumentar el tiempo de autonomía posiblemente sea necesario incorporar una batería más grande, y por tanto más pesada.

Paso 9º: Importancia de cada Característica de Calidad y Valores Meta de Diseño.

En este último paso, utilizamos las relaciones identificadas en la Matriz de la Calidad y las convertimos en un valor numérico, que se obtiene en cada casilla multiplicando la intensidad de la relación (1 = débil, 3 = media, 9 = fuerte) por el peso relativo asignado a la Necesidad del Cliente que está implicada en cada relación.

De esta forma, sumando cada columna obtenemos un valor numérico para cada Característica de Calidad. Este valor, expresado en tanto por cien, es la importancia de cada Característica de Calidad.

A partir de ahí se puede establecer un valor meta para cada Característica de Calidad. Para ello, se presta atención evidentemente a la importancia de cada Característica de Calidad (priorización). También puede ser necesario comparar los valores de los competidores. Con todo ello, determinamos un objetivo o valor meta para cada Característica de Calidad.

5.7 CONSEJOS PRÁCTICOS RESPECTO A LA MATRIZ DE LA CALIDAD.

Tal como hemos repetido anteriormente, la Matriz de la Calidad (también denominada *Casa de la Calidad*) es la más utilizada en el contexto del QFD. Anteriormente se ha visto los pasos a seguir para su construcción. En esa sección nos proponemos dar una serie de pistas para verificar la Matriz de la Calidad una vez construida.

5.8 LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LAS NECESIDADES DEL CLIENTE.

Cada una de las Necesidades (QEs) debe ajustarse a los siguientes requisitos:

- Expresión clara y concreta, comprensible para todo el equipo
- No incluir negaciones en la expresión de la necesidad
- No incluir números ni características
- Idea única, no mezclar varias necesidades
- Incluir sólo las necesidades del Cliente, no características del producto.

5.9 LISTA DE COMPROBACIÓN PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD.

Cada una de las Características de Calidad (COMOs) debe cumplir los siguientes requisitos:

- No debe incluir nombres de componentes o piezas
- Debe poder medirse o controlarse
- No incluir nombres de pruebas o ensayos, ni nombres de procesos

- Al menos debe existir una Característica de Calidad para cada Necesidad del Cliente
- No incluir Necesidades del Cliente

5.10 PAUTAS DE ANÁLISIS PARA LA MATRIZ DE LA CALIDAD.

Una vez estudiadas y señaladas las correlaciones entre los Ques y los COMOs en la Matriz de la Calidad, pueden presentarse alguno de los siguientes casos:

- 1. Para algunas Necesidades del Cliente no existe correlación con las Características de Calidad (LÍNEA VACIA).** En esta situación, existe alguna Necesidad del Cliente que no está siendo atendida por el producto o servicio. Convendría añadir alguna Característica de Calidad adicional para las Necesidades del Cliente que no están cubiertas.
- 2. Algunas Características de Calidad no presentan correlación con ninguna Necesidad del Cliente (COLUMNA VACÍA).** Aquellas Características de Calidad del producto o servicio que no tienen relación con ninguna Necesidad del Cliente, posiblemente sean superfluas o innecesarias.
- 3. Algunas Necesidades del Cliente no presentan correlaciones fuertes con ninguna Característica de Calidad.** Existen entonces Necesidades del Cliente para las que no se ha desarrollado ninguna Característica de Calidad suficientemente adecuada. Posiblemente sea necesario añadir Características de Calidad adicionales para esas Necesidades del Cliente.
- 4. Existen muchas correlaciones débiles.** Este caso parece indicar que las Características de Calidad no son importantes o no están bien definidas, puesto que las Necesidades de los Clientes no representan correlaciones fuertes con dichas características. Debería revisarse la asignación de importancia de las correlaciones.

5. **Alguna Necesidad del Cliente tiene correlaciones con muchas Características de Calidad, o con todas ellas (LINEA REPLETA).** Esta situación puede indicar que la Necesidad del Cliente a la que corresponde la línea repleta no está bien definida (incluye aspectos referentes a coste, fiabilidad, funciones, etc.). También puede suceder que en lugar de tratarse de una Necesidad del Cliente de tercer nivel, corresponda en realidad a un primer o segundo nivel.
6. **Alguna Característica de Calidad presenta correlaciones con muchas Necesidades del Cliente, o con todas ellas (COLUMNA REPLETA).** La Característica de Calidad afectada por esta situación debería revisarse. Posiblemente incluya elementos relativos al coste, funciones, tecnología, etc., que no deben figurar en la Matriz de la Calidad.
7. **Existe un grupo de correlaciones formando un bloque en alguna zona de la Matriz.** Esta situación indica que pueden existir problemas en la jerarquización en niveles de las Necesidades del Cliente y de las Características de Calidad.
8. **Las correlaciones forman una pauta diagonal a lo largo de la Matriz.** Posiblemente la Voz del Cliente haya sido interpretada de forma sesgada, de modo que en vez de Necesidades del Cliente tenemos en realidad Características de Calidad en la parte izquierda de la matriz. Deberían reformularse las Necesidades del Cliente sin incluir las influencias técnicas.
9. **Para algunas Necesidades del Cliente se repite la misma serie de correlaciones con las mismas Características de Calidad (LINEAS REPETIDAS).** Puede tratarse de un problema de jerarquización tanto de las Necesidades del Cliente como de las Características de Calidad. Las Necesidades del Cliente que aparecen

como filas repetidas quizá deban expandirse a un nivel de detalle superior.

5.11 EXPERIENCIAS INDUSTRIALES.

Una vez tratados los detalles acerca de la metodología del QFD, vamos ahora a concentrarnos en los aspectos de la implantación o puesta en marcha.

El QFD se empieza a practicar con asiduidad en Japón hacia 1978, coincidiendo con la publicación de un primer texto sobre QFD de Yoji Akao en ese país. En USA la aplicación práctica llega a mediados de los años ochenta.

Existen diferencias sustanciales en cuanto al uso del método en ambos países. En primer lugar, la utilización en Japón está mucho más extendida (algunas encuestas realizadas a asociaciones empresariales indicaban en 1986 que alrededor de un 50% de las empresas encuestadas aplicaban el método). Por otro lado, en USA la aplicación del QFD se ha concentrado inicialmente alrededor del sector del automóvil (los tres gigantes de esta industria y los proveedores más avanzados) y en sector de la electrónica. A partir de estas empresas en Europa está también muy extendido el QFD en las empresa del sector de la automoción, aunque empresas pequeñas (en nuestro entorno el Instituto de Biomecánica de Valencia por ejemplo)

En cuanto a las matrices utilizadas la diferencia también es interesante: mientras que las empresas japonesas usan casi un centenar de matrices diferentes, las empresas norteamericanas se centran básicamente en la denominada *Matriz de la Calidad* o *Casa de la Calidad*.

Pero, sin duda, lo más ilustrativo es observar los resultados obtenidos por las compañías que han aplicado el QFD. Entre los logros más significativos pueden citarse:

- Reducción del tiempo de diseño entre 1/3 y 1/2.
- Mejor comprensión de las Necesidades de los Clientes
- Mejora en el análisis y comparación de los productos de la competencia

- Mejora en la determinación de la planificación del producto
- Mejora en la determinación del diseño del producto
- Mejor comunicación y mayor solidaridad entre los departamentos
- Comunicación más fluida de los objetivos de diseño hacia fabricación
- Menos cambios en el diseño en las últimas fases de desarrollo

Y como consecuencia de lo anterior, Clientes más satisfechos y mayores ventas.

Vistos los resultados reportados por las compañías usuarias del QFD, también es necesario advertir de los problemas que se pueden encontrar en su aplicación. En este sentido, es útil reproducir una afirmación del *padre* del QFD, Yoji Akao:

“En muchos de los casos publicados, el QFD ha reducido a la mitad los problemas encontrados en las etapas iniciales del diseño, reduciendo el tiempo de desarrollo entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$, ayudando al mismo tiempo a asegurar la satisfacción del consumidor y el incremento de las ventas. Sin embargo, aplicado incorrectamente, el QFD puede aumentar el trabajo sin producir ningún resultado beneficioso”.

Algunos de los problemas en relación con la aplicación del QFD son los siguientes:

- Las matrices adquieren proporciones demasiado grandes (concretamente, la denominada *Casa de la Calidad*).
- Dificultades para recoger la información de los usuarios (la *Voz del Cliente*), y para comprender dicha información. Esto conduce a lentitud en el proceso.
- Dificultades para evaluar la fuerza o grado de las correlaciones en las matrices.
- Aplicación inicial orientada a un producto completamente nuevo, que nadie conoce, lo cual implica dificultades para recoger las Necesidades de los Clientes.

- Problemas de comunicación entre los diferentes departamentos o divisiones involucrados en la aplicación.
- Personas trabajando en el proyecto de QFD por obligación y sin convicción.

Todos estos problemas han ayudado a definir unas reglas prácticas para la implantación que son aplicables en la mayoría de los casos:

- Llevar a término los proyectos iniciales para el caso de un producto o servicio ya existente, aunque solo sea como vía para llegar a comprender el método y su aplicación específica en el caso particular de una determinada empresa.
- Centrarse en proyectos que ayuden a mejorar la comunicación y las interrelaciones entre departamentos.
- Establecer desde las etapas iniciales límites de tiempo y tamaño para el estudio o aplicación del QFD.

5.12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES PARA LA IMPLANTACIÓN DEL QFD.

A continuación se ofrece al lector que desee experimentar con el QFD una serie de consejos de índole práctica, para asegurar una puesta en práctica con éxito.

1. No copiar la forma, usar la filosofía. Las empresas son muy distintas entre sí. Pretender *importar* una metodología desde el exterior sin hacer el esfuerzo de adaptación necesario puede ser una invitación a los problemas. Le aconsejamos que utilice únicamente aquellas matrices que aporten nuevos puntos de vista en el proceso de diseño de su producto o servicio.
2. Selección de la primera experiencia. Es vital que la primera aplicación del QFD tenga todo a su favor para desembocar en el éxito. Para ello, no es adecuado ser excesivamente ambicioso; no se comprometa con un

producto o servicio completamente nuevo. Es mejor que lo intente con un proyecto de cierta importancia y prioridad, pero que tenga ingredientes conocidos dentro de la compañía.

3. Elija a un equipo de *entusiastas*. Seleccione para esta experiencia a un grupo de personas acostumbradas a trabajar en equipo, y a quienes atraiga la utilización de nuevas técnicas de gestión. El QFD es una metodología que persigue la mejora continua de la Calidad de productos y servicios, y por tanto no será necesariamente bien visto por los amantes del inmovilismo, la burocracia y el individualismo. Un buen líder para este equipo puede ser la persona que tenga a su cargo la responsabilidad en el lanzamiento de productos nuevos.
4. Acuda a un consultor o facilitador externo si es necesario. Un obstáculo frecuente en los primeros proyectos es el desconocimiento de todas las posibilidades del QFD, que se manifiesta en la forma de avances inseguros y dubitativos, progreso lento, y relación coste/eficacia poco satisfactoria. Cuando no exista en la compañía una persona especialmente experimentada y formada en el QFD, puede resultar muy útil la participación de un asesor externo especialista en la materia, sobretodo cuando este profesional conoce a fondo a la empresa.
5. Informe periódicamente a los Departamentos implicados. Las personas clave de ventas, marketing, diseño, desarrollo, producción y calidad no deben quedar al margen de los resultados de esta actividad. A través de reuniones periódicas, infórmeles de los avances, promueva una adecuada comprensión de la utilidad y metodología de las matrices, y *venda* los beneficios del QFD a lo largo de la compañía.
6. Las matrices no son un fin en si mismo. Tenga presente en todo momento lo que desea obtener de cada matriz. Calibre adecuadamente si los posibles beneficios justifican el tiempo requerido para completar las diferentes matrices. Siempre que pueda, priorice, y sobretodo, no se convierta en un esclavo de las matrices.

6 ANÁLISIS DE VALOR

Una vez diseñado el producto la técnica del análisis de valor es utilizada para reducir el coste del producto en base a la reducción o eliminación del coste de aquellos componentes que no añaden valor al cliente, o al menos, que la relación valor/coste no justifica la presencia de un determinado componente. La mejora a conseguir puede revestir dos formas: la *mejora del producto* o la *mejora del proceso productivo*,

El análisis del valor no da lugar a grandes modificaciones del proceso, sino que actúa más bien como mecanismo recurrente a la ingeniería del valor: no sólo interviene después, sino que, además, puede volverse a emprender a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida del producto. Mediante la aplicación de esta técnica, todos aquellos componentes del bien o servicio que añaden costes, pero no incorporan ningún valor al resultado final (suponiendo que éste ha sido aceptado por los clientes), son candidatos a la sustitución o eliminación. El proceso a seguir está formalizado y procede en *fases* sucesivas. En la *primera* se analiza el objetivo básico del bien o servicio, a fin de refinarlo; en la *segunda se* estudia la función básica que debe desempeñar y en la *tercera* se consideran las funciones secundarias.

El análisis de valor es una técnica desarrollada en los finales de los 40 en *General Electric*, desde entonces se ha configurado como una herramienta poderosa de reducción de costes.

Las fases fundamentales en las que se divide el análisis de valor son: Análisis funcional; Establecer la relación entre la función y el coste; Establecer la relación entre la función y el valor. Como se puede apreciar utilizamos el concepto de función para ligar el valor y su coste.

Las funciones se definen como un verbo y un nombre, y se clasifican en primarias y complementarias.

La técnica establece cuatro tipos de valor sobre los que cada función debe relacionarse: valor de Producción, valor de Uso, valor de Estima y valor de Cambio.

- *Valor de Producción*: Proveniente del coste industrial del producto.
- *Valor de Uso*: Atributos o cualidades del producto respecto a su uso y características de funcionamiento.
- *Valor de Estima*: Expresa el deseo de poseer un producto.
- *Valor de Cambio*: probabilidad que tiene un producto de ser cambiado o intercambiado por otro.

7 DISEÑO PARA OPERACIONES (DFMA)

El comienzo de las técnicas DFMA tuvo lugar en los Estados Unidos en torno a 1977 en un clima en el que debido a la fuerte competencia japonesa primaban:

- Reducción de los costos de fabricación de los productos.
- Acortamiento de los tiempos de desarrollo de nuevos productos.

Se desarrollaron estudios experimentales para determinar los efectos de las distintas características de los componentes en los tiempos de ensamblado, algunas de estas características influyentes son la simetría, el tamaño, el peso, el espesor o la flexibilidad de los componentes.

La introducción de la metodología completa de estas técnicas se hizo en 1989.

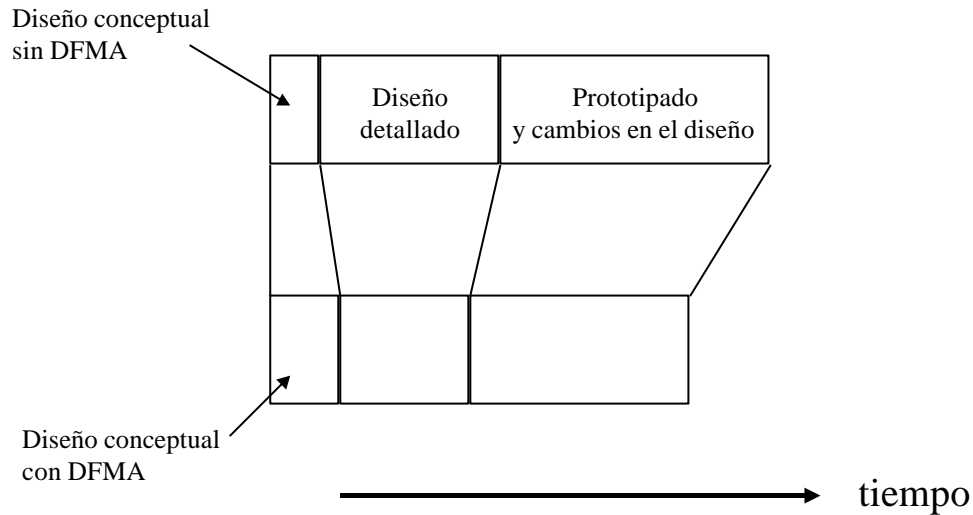
Para conseguir los citados objetivos se intentó subsanar uno de los mayores problemas existentes, la gran separación entre los departamentos de Diseño y Fabricación.

Además se hizo uso de las relaciones encontradas en la práctica entre los siguientes factores:

- Número de componentes de un producto.
- Número de elementos de sujeción (generalmente tornillos).
- Número de operaciones de montaje.
- Tiempo de montaje.
- Tiempo de desarrollo del producto.

Según estas relaciones una disminución en el número de componentes reducirá el número de sujeciones, el número de operaciones de montaje, y con ellas se reducirán también el tiempo de montaje y el tiempo de desarrollo de un producto nuevo.

A partir de esto se observa que una inversión de tiempo en las etapas iniciales de diseño del producto de cara a reducir su complejidad, supone un ahorro en el tiempo durante su diseño detallado y la fase de prototipado. La siguiente figura representa lo que se intenta conseguir con esta técnica.



7.1 ¿QUÉ ES DFMA?

Design for Manufacture and Assembly es una técnica que permite analizar de forma sistemática cualquier diseño propuesto anteriormente. A partir de este análisis se proponen posibles modificaciones del diseño existente que reducen el número de piezas y los tiempos de montaje, con ellos también se reducen el tiempo de desarrollo y del producto y su coste superior.

La metodología DFMA consta de unos criterios de aplicación sistemática y una serie de principios o guías. Estos principios sirven como ayuda a la hora de tomar decisiones durante el diseño de un elemento concreto.

7.2 PRINCIPIOS.

La técnica se basa en los principios siguientes:

- Diseño de un componente base (chasis).
- Diseño modular.

- Todas las operaciones de montaje deben hacerse en una dirección, a ser posible, verticalmente.
- Favorecer el uso de componentes multifuncionales.
- Eliminar los ajustes cuando sea posible.
- Proveer a los componentes de partes que los hagan autoposicionables.
- Proveer acceso directo a todos los submontajes.
- Minimizar los niveles de ensamblado.
- Facilitar la orientación de los componentes haciéndolos lo más simétricos posible,

En un análisis DFMA se pueden distinguir dos etapas principales:

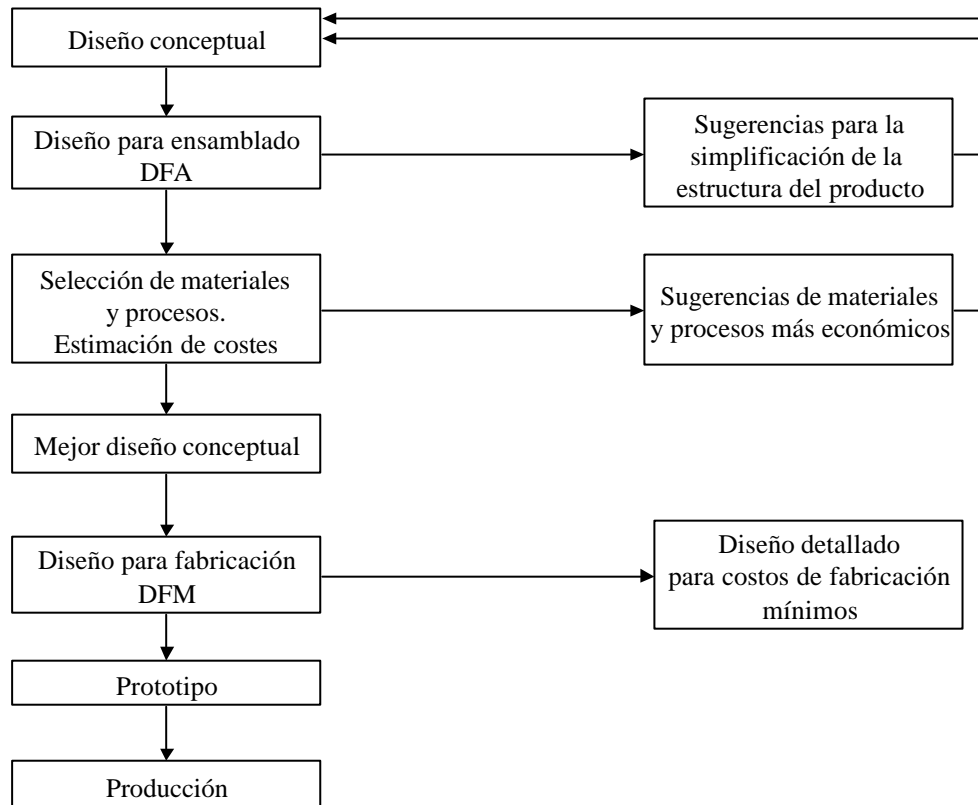
1. Diseño para montaje (DFA). En el que se pretende simplificar la estructura del producto mediante una reducción en el número de piezas que lo componen.

El diseño para montaje se realiza con la ayuda de unos criterios contra los que se compara cada una de las piezas. Es importante que en esta etapa el equipo de trabajo sea multidisciplinar, es decir, esté formado por personas de procedencia variada dentro de la fábrica, en concreto debe haber componentes del departamento de fabricación además de los habituales del departamento de diseño.

2. Diseño para fabricación. Estimación temprana de los costes de fabricación de los componentes (DFM) mediante una selección conjunta de los materiales y los procesos productivos.

En esta etapa se trabaja con los componentes anteriormente definidos se pretende determinar los procesos productivos y materiales que harán mas económica la fabricación del producto.

El esquema general de la metodología de trabajo DFMA es el siguiente:



Como se puede ver en este esquema, se hace uso de la metodología DFA para ayudar a simplificar la estructura del producto modificando el diseño conceptual. Se realiza una selección conjunta de los materiales y los procesos productivos que proporcionaran un mayor ahorro a la hora de fabricar los distintos componentes y, cuando se tiene un diseño suficientemente bueno se pasa a la etapa de DFM donde se hará un diseño detallado de cada parte del producto. Aquí se tendrán en cuenta los requisitos de cada componente para fijar unas tolerancias lo más amplias

posibles, se intentará también que los procesos productivos sean los que respeten estas tolerancias con el menor precio de fabricación.

La aplicación de la metodología DFA es sencilla. Las piezas que componen el producto son analizadas por los siguiente criterios en el orden en el que se incorporan al producto durante su montaje.

1.- Durante la operación del producto, ¿Tiene la pieza en cuestión movimiento relativo con otra ya montada anteriormente?. Solo se consideran movimientos grandes, movimientos que puedan ser acomodados por elementos integrales de material elástico no se consideran.

2.- ¿Debe ser la pieza de diferente material o debe estar aislada de todas las otras piezas montadas anteriormente?. Solo se aceptan razones fundamentales concernientes a las propiedades del material.

3.- ¿Debe estar la nueva pieza separada de todas las otras piezas porque de otra manera el necesario montaje y desmontaje serían imposibles?.

Con ayuda de estos tres criterios se pueden localizar las piezas que hacen disminuir la eficiencia de montaje, es decir, se encontrarán las piezas que en teoría no son necesarias y podrán suprimirse del aparato. El siguiente ejemplo aclara la aplicación de estas herramientas.

Dentro de la etapa de DFM se intenta que el coste de producción de las piezas que se han determinado en la fase anterior sea el mínimo posible. Para conseguir esto, lo primero que se hace es una selección temprana de los materiales y los procesos productivos.

A la hora de elegir conjuntamente estos dos factores, normalmente, se tiende a buscar soluciones entre los procesos productivos que son conocidos por el equipo de diseñadores, este campo de búsqueda es normalmente muy estrecho, por lo que puede que no se encuentre la solución óptima.

Para ayudar a los equipos de diseño en esta labor, existen técnicas de aplicación sistemática similares a las descritas hasta ahora, que, con ayuda de programas informáticos permiten ampliar el campo de soluciones.

7.3 VENTAJAS.

La aplicación de los *principios del DFM* no sólo permite conseguir importantes reducciones de costes sino que, adicionalmente, brinda otras **ventajas**, como:

- Reducción del número de componentes del producto o servicio.
- Incremento de la estandarización de componentes.
- Mejora de los aspectos funcionales de los productos.
- Mejora en el diseño de trabajo.
- Mejora en la seguridad en el trabajo.
- Mejora en la capacidad de prestación de servicios y mantenimiento del producto.
- Diseño robusto en calidad.

En términos generales, *el objetivo del DFMA* es crear, durante la etapa de diseño, un producto que resulte fácil de fabricar. Los principios que se aplican para lograr este objetivo suelen estar orientados por la idea de que es mejor diseñar productos que contengan menos elementos, pero de mayor complejidad que las piezas sueltas que lo podrían. Resulta conveniente precisar que el *DFMA suele actuar de dos maneras*: por una parte, *reduciendo el coste de las diferentes*

piezas individuales que componen un producto y, por otra, disminuyendo el coste del montaje de una colección de piezas. Por lo que respecta al DFA, éste pretende la evaluación y mejora de un concepto de diseño a través de cambios, en ocasiones relevantes, en el número de piezas a ensamblar y en la localización o disposición de éstas.

8 EL DISEÑO PARA LA LOGÍSTICA.

El diseño para la logística se centra en la reducción de costes e incremento del valor añadido en la fabricación de un determinado producto mejorando su diseño teniendo en cuenta los procesos no productivos por los que pasa el mismo (Almacenes intermedios, intercambiabilidad de piezas, número de variantes).

Un producto cuyas piezas no puedan ser utilizadas para fabricar otros productos, por falta de compatibilidad, un producto del que hemos de tener muy distintos niveles de almacenes por falta de coordinación con los distintos proveedores...

Por otro lado la Unidad de Carga utilizada (el diseño del embalaje) tiene una relación fundamental con el diseño de almacenes, los modos de transporte o los sistemas de manipulación que se puedan utilizar.

Algunos sectores desperdician hasta el 20% de capacidad de sus sistemas de transporte debido a un incorrecto diseño de la unidad de carga, y no pueden modificar dicho diseño por los costes asociados que tiene.