

Diseño del producto y del proceso

Desarrollo del producto

Hoy en día, además de tenerse en cuenta las funciones del producto, éste se debe diseñar, de acuerdo con los requerimientos de calidad, costo, velocidad y en el tiempo disponible, con las características exigidas por el cliente; por ello, es importante desarrollar en conjunto el sistema de fabricación y el producto.

La ingeniería de manufactura continúa su desarrollo basado en la planificación total para la fabricación. Antes de la II Guerra Mundial, la función de la ingeniería que recibió mayor atención fue la ingeniería de herramientas y en donde la función principal del ingeniero de herramientas era el diseño de soportes y accesorios para ser usados en máquinas cargadas y accionadas manualmente, para cumplir con los puntos de localización, las dimensiones de referencia y otras tolerancias críticas de fabricación, siendo el responsable, al mismo tiempo, del desarrollo de la tecnología de corte, incluyendo la especificación de las velocidades y alimentaciones utilizadas para las herramientas cortantes en las operaciones de maquinado. Conforme se iban definiendo los conceptos para la mecanización, el ingeniero de herramientas aplicaba dichos conceptos en la práctica, extendiéndose al trabajo del metal, el ensamble y otras áreas de producción.

En contextos, como el de la industria de la fundición, le correspondió a la función de la fabricación de patrones, facilitar los modelos y cajas de fundición, accesorios y demás elementos relacionados con la fabricación. Mientras que en otras áreas se desarrollaba una práctica especializada de esta naturaleza, siendo el camino para la fabricación automatizada.

La función de planificación de la fabricación (antes de 1940) era compartida entre el ingeniero de herramientas, como maestro mecánico de la planta, responsable de los instrumentos mecánicos, desde su diseño hasta su retiro, incluyendo la selección del equipo, su operación, mantenimiento y el desarrollo de nuevos proyectos; y el gerente de producción, quien tenía un importante papel en la planeación de la fabricación, aunque limitado por cuanto era sólo una parte de su trabajo, no siendo un experto en todos los campos bajo su responsabilidad. Todos ellos dependían del tomador y analista de tiempos, quienes suministraban la información sobre la ejecución de la operación planeada. Con el desarrollo de las operaciones y el equipo de fabricación, estos se hicieron más complejos y sofisticados, evolucionando, de este modo, la planeación de la fabricación hasta

convertirse en una verdadera disciplina de la ingeniería.

En la medida en que la ingeniería de manufactura evolucionaba, se presentaron cambios en los procedimientos para apoyar la nueva disciplina. Las hojas de ruta suministradas a los operadores de máquinas, suministraban la información sobre el movimiento de las partes, desde la materia prima hasta el producto terminado. Las hojas de ruta se remplazaron por hojas de proceso que incluían la función adicional de descripción de los detalles de cada paso del proceso, teniendo en cuenta los requerimientos de las máquinas-herramientas y la automatización, estableciendo las condiciones de las operaciones para las máquinas-herramientas y los equipos individualizados del proceso.

Los dispositivos empleados como cajas, barriles y otros recipientes de almacenamiento dentro de un proceso, fueron remplazados y mejorados, mediante dispositivos de transporte y la automatización. El control de estos equipos manuales ha avanzado de forma notable desde los interruptores manuales, la calibración, la palanca de avance y retroceso accionada manualmente hasta los complejos controles electrónicos y los calibradores automáticos.

Con el continuo aumento de empresas a nivel global, el diseñador del producto y la persona encargada del desarrollo del proceso, tienden a superar la barrera habitual que separaba estas dos disciplinas. La creación de un equipo de funciones relacionado

con el desarrollo del proceso debe participar en el diseño de un producto nuevo o en el mejoramiento de uno ya existente, sin darle trascendencia al concepto, el cual se denomina "ingeniería concurrente", "definición de producto integrado" o "ingeniería simultánea", mientras se continúa con la fabricación de productos de alta calidad, oportunamente y con el mejor precio.

Actualmente, existen herramientas, sistemas y empresas especializadas que formalizan el proceso de desarrollo de productos que generan ingresos para la empresa y para satisfacer al cliente. Igualmente, se encuentran técnicas rápidas de desarrollo de prototipos que promueven conceptos de diseño con celeridad, contribuyendo al desarrollo del producto y al inicio de la producción, antes de disponer de las herramientas duras planificadas.

Ingeniería concurrente o simultánea

Es un fenómeno que surge a principios de la década de los ochenta, en el Japón, llegando a Europa a través de América y a Estados Unidos a finales de esa misma década.

La Ingeniería Concurrente (CE), también llamada Ingeniería Simultánea (especialmente en Brasil, donde el término «concurrente» es asociado con competencia), Ingeniería Paralela, Ingeniería Total o Diseño Integrado de Producto, entre otros nombres, es una filosofía que incide en la cultura de las

organizaciones y replantea la forma convencional de trabajar los proyectos.

El acuerdo sobre una definición usual facilita la comunicación y la comprensión.

El término de Ingeniería Concurrente que tiene una amplia aceptación a nivel universal, es el contenido en el reporte R-338 del *Institute for Defense Analysis* (IDA), julio de 1986:

“La ingeniería concurrente es un enfoque sistemático para un diseño integrado, concurrente del producto y de su correspondiente proceso de fabricación y servicio.

Este enfoque tiene por finalidad estimular a los responsables del desarrollo, desde su inicio a considerar todos los elementos del ciclo de vida y del producto, desde la concepción hasta su disposición, incluida la calidad, el costo, la

programación y las necesidades del consumidor final o usuario”

Ahmed Al-Ashaab, define la ingeniería concurrente como:

«Es un enfoque integrado del desarrollo del producto que hace énfasis en las expectativas del cliente, por medio de la producción de productos de alta calidad, con mayor rapidez y menor costo. Apoya los valores del trabajo multidisciplinario en equipo, como son la cooperación, la confianza y el compartir e intercambiar los conocimientos y la información, de tal manera que la toma de decisiones durante la etapa del diseño, considere todos los aspectos del ciclo de vida del producto».

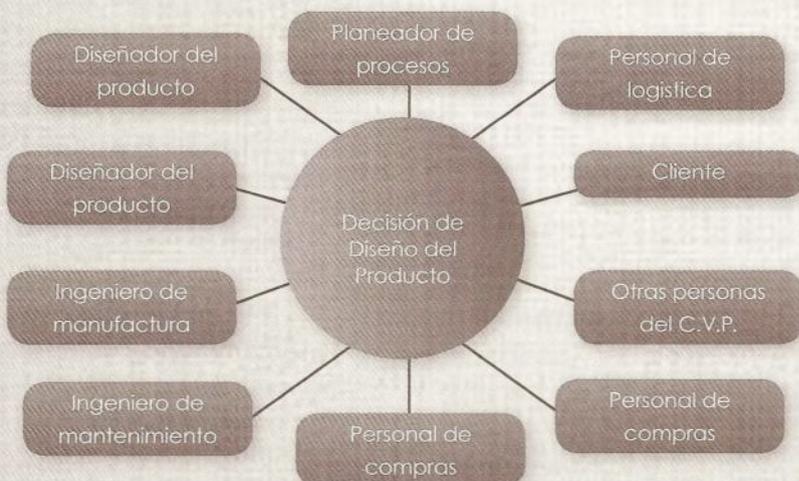


Figura 10.1 Ingeniería concurrente.

«La ingeniería simultánea es el proyecto simultáneo de un producto y su proceso de manufactura».

La ingeniería concurrente actual es una filosofía basada en los sistemas informáticos y cuyo aporte fundamental consiste en una evolucionada forma de tratar la información disponible. Bajo esta idea, se han planteado diversas definiciones, aunque quizá la que mejor responde a esta idea, es:

“Filosofía de trabajo basada en los sistemas de información y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo”.

La aplicación de la Ingeniería Concurrente o Simultánea, tiene una característica especial y es que cada nuevo proyecto se maneja como una fuerza o equipo multidisciplinario, destacando el uso de técnicas disciplinadas. Para aplicar la Ingeniería Simultánea, el equipo de trabajo debe estar conformado por ingenieros de diseño de producto, ingenieros de fabricación, personal de marketing, de compras, de finanzas y los principales proveedores del equipo de fabricación y componentes. Además, debe tener carácter permanente durante la duración del proyecto para que su trabajo tenga la prioridad que merece.

En los equipos de trabajo multidisciplinarios, la clave está desde el comienzo, cuando el diseño no es más que un anteproyecto; los ingenieros de fabricación que hacen parte del

equipo, tienen tanta información sobre el producto como cualquier otro miembro del grupo. De este modo, empiezan a planificar las instalaciones de fabricación con el mismo concepto con el que los ingenieros de diseño planifican el objeto que van a producir, es decir, se desarrolla un trabajo simultáneo. Existe una interrelación directa y permanente, que suministra recomendaciones para reducir los costos, el número de piezas, así como para aumentar la calidad. Una de las ventajas de contar con personal de marketing en el equipo, es el asegurar que las metas de ventas sean alcanzables y lo más importante, enfatizan sobre las expectativas de los clientes, permitiendo una mayor ponderación, en la Ingeniería Simultánea que en la ingeniería tradicional.

Es evidente, que este enfoque facilita la identificación, en una fase temprana, donde se hacen las rectificaciones o modificaciones con un costo menor, que si se hicieran posteriormente.

Las anteriores definiciones incluyen al interior de la compañía, a todos sus integrantes y entes que participan de cualquier manera, en el ciclo de vida de un producto y en la responsabilidad de su diseño.

Es indudable, que el diseño ya no es una tarea unipersonal, sino una tarea de equipo, siendo responsabilidad del equipo y, por lo tanto, las decisiones significativas deben ser tomadas en función de la información suministrada por cada una de las personas afectadas, extendiendo esta información a sus proveedores.

El desarrollo de la Ingeniería Concurrente (CE) consta de cuatro elementos:

1. Opinión del cliente
2. Equipos multidisciplinarios
3. Herramientas automatizadas
4. Administración del proceso

El interrogante radica en el compromiso de todas las personas en el momento exacto. Es indispensable conocer a fondo, los requisitos del producto, captando con eficacia la opinión del cliente; enfatizando sobre la capacidad de producción y de soporte del producto y comprometiendo a las disciplinas relacionadas en los equipos de CE. Así mismo, es necesario la adquisición y utilización de herramientas adecuadas, con el objeto de facilitar el desarrollo eficiente de paquetes de datos técnicos. Finalmente, el desarrollo de los procesos de producción y del producto debe ser paralelo.

Si desde un comienzo, se reúnen y se comprenden todos los requisitos que debe satisfacer el producto en su ciclo vital, es posible reducir los costos y así evitar costosos rediseños y repeticiones del trabajo, además de reducir el proceso de desarrollo. Esto se obtiene captando las necesidades y las expectativas del cliente, incluyendo las disciplinas relacionadas con la fabricación, desde el inicio. El trabajo en equipo en todos los procesos que tienen que ver con el producto, brinda una evolución permanente desde el desarrollo, hasta la producción. La CE permite tener:

- Una comprensión de las necesidades del cliente.
- Ciclos cortos.
- Calidad desde su inicio, con diseños viables.
- Mínimos costos.
- Períodos de desarrollo cortos.
- Transición progresiva entre el desarrollo y la producción.
- Respeto por los compañeros del equipo.
- Clientes satisfechos.

Considerando los cuatro elementos principales de la CE, la opinión del cliente comprende todas y cada una de las necesidades y expectativas de la comunidad de clientes, incluyendo los consumidores finales. La CE se identifica por alcanzar la calidad del producto, sólo si es escuchada la opinión del cliente y se le da respuesta. La forma ideal implica incorporar, desde el comienzo, todas las necesidades y expectativas en las especificaciones del producto.

Los equipos multidisciplinarios con el personal apropiado, facilitan los medios para permitir que todas las necesidades, incluso las capacidades de producción y de apoyo, sean parte integral del diseño del producto. Los equipos de CE son de base amplia, puesto que involucran a representantes de ingeniería de diseño, producción, apoyo a clientes, compras, aseguramiento de la calidad, sistemas empresariales, nuevos negocios y mercadotecnia, así como

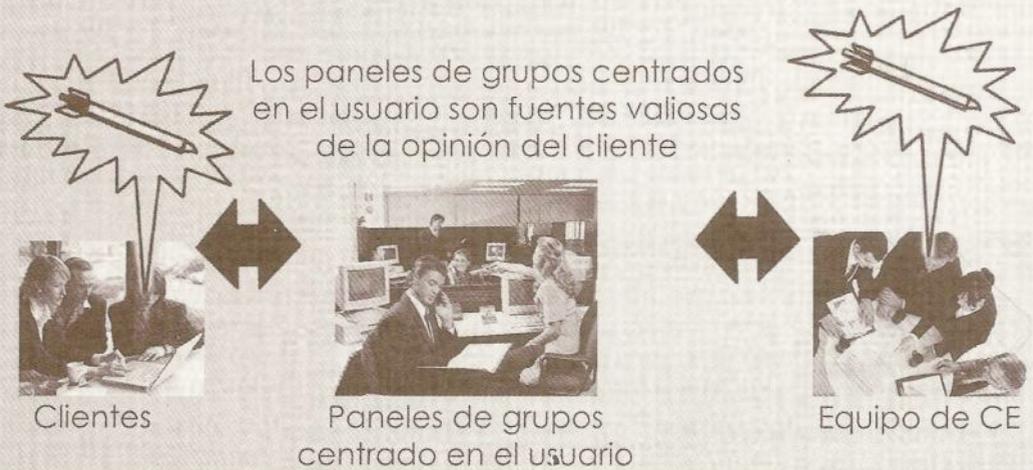


Figura. 10.2 Necesidades del cliente traducidas en requisitos para el diseñador.

a los proveedores. Estos equipos suelen ser exitosos porque prevén las necesidades a futuro y las incorporan en los productos y procesos. Sin embargo los integrantes del equipo no deben ser de tiempo completo; en algunos casos, se requiere y se solventa la participación de tiempo parcial. En las pymes y productos simples, es suficiente un equipo pequeño, aunque las funciones siguen siendo las mismas.

Las herramientas y técnicas de automatización son las responsables de brindar eficiencia y eficacia en el desarrollo de los productos y servicios. Generalmente, se utilizan sólidas herramientas de diseño de modelado, como instalaciones fijas de desarrollo electrónico (EDF, electronic development fixtures), durante el desarrollo de prototipos, en lugar de maquetas para verificar la habilitación y la operación de los mecanismos, antes de ser fabricado el hardware.

La clave para el control y mejoramiento de la organización es la administración del proceso, así como los procesos empleados para desarrollar, construir y respaldar un producto. Aunque, este es el elemento más reciente y poco practicado, es provechoso al definir los flujos y procesos de trabajo del programa para, luego, ser mejorados. Los procesos son los que definen las relaciones entre las tareas y conectan la misión de la organización con los pasos detallados necesarios para su desempeño.

Los procesos que atraviesan todo el programa ofrecen un medio de identificación para los participantes, quienes, a su vez, intervienen e indican las interrelaciones dentro del equipo. Igualmente, los procesos del producto son parte de una administración de procesos que requiere definir y desarrollar en conjunto, los procesos de producción y diseño del producto. Todas las empresas registradas en ISO 9000, saben de la importancia de

este paso de definición del proceso del producto para su certificación y mantener vigente el estado ISO.

Diseño tradicional frente al diseño concurrente

Estableciendo, en forma concluyente, la importancia que tiene la etapa de diseño y cómo las actividades que se desarrollan se proyectan en toda la organización, la siguiente Figura presenta el ciclo de vida de un proyecto de desarrollo de un producto bajo los enfoques de la ingeniería tradicional y de la Ingeniería Simultánea, que se destaca notoriamente por la reducción del tiempo del CVP.

John R. Hartley, en su libro *Concurrent Engineering*, muestra una situación tradicional de las actividades presentadas en las empresas. La ingeniería convencional maneja un enfoque secuencial en el proceso de desarrollo de un producto, conocido comúnmente como “Comunicación

sobre la pared». En este enfoque, cada área de la empresa, después de ejecutar la parte que le corresponde, transfiere su resultado al sector siguiente, quedando a la espera. Cada unidad organizacional que recibe la información, encuentra fallas, según la perspectiva de su especialidad, siendo retornada al sector de origen para los ajustes correspondientes.

Este enfoque tradicional genera conflictos, cambios y retroalimentaciones en las diferentes etapas, como resultado de no considerarse algunas de las características necesarias, en el inicio del proceso; lo cual se manifiesta en el aumento de los costos y el tiempo de desarrollo del producto, poniendo en riesgo la calidad del producto, ya sea porque no se toman las medidas correctivas o porque los cambios que se aprecian como «parches», se pueden evitar, si desde el comienzo se trabaja en un diseño integrado del producto. En la siguiente Figura (10.3)

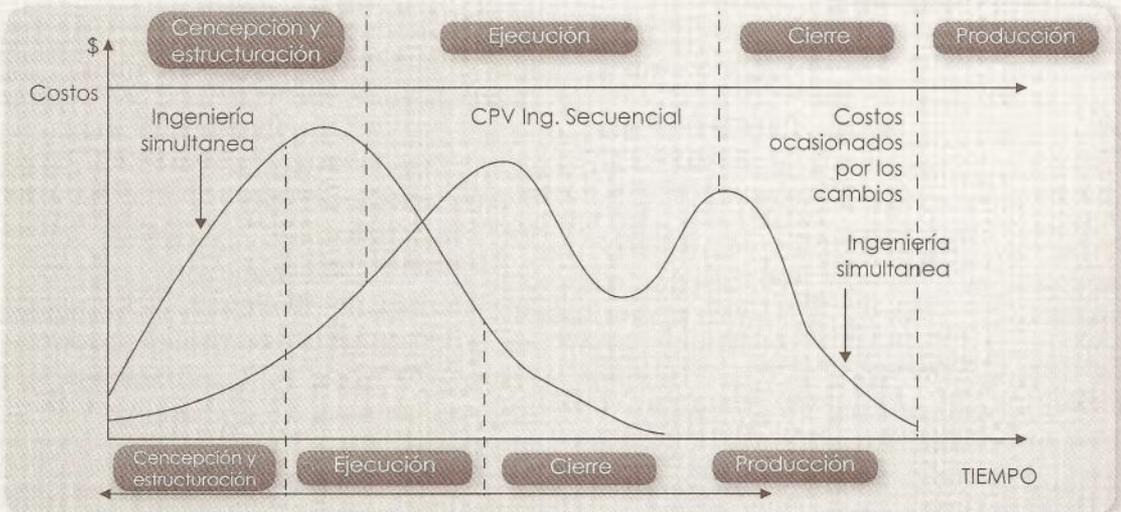


Figura. 10.3 CVP bajo el enfoque tradicional y concurrente.

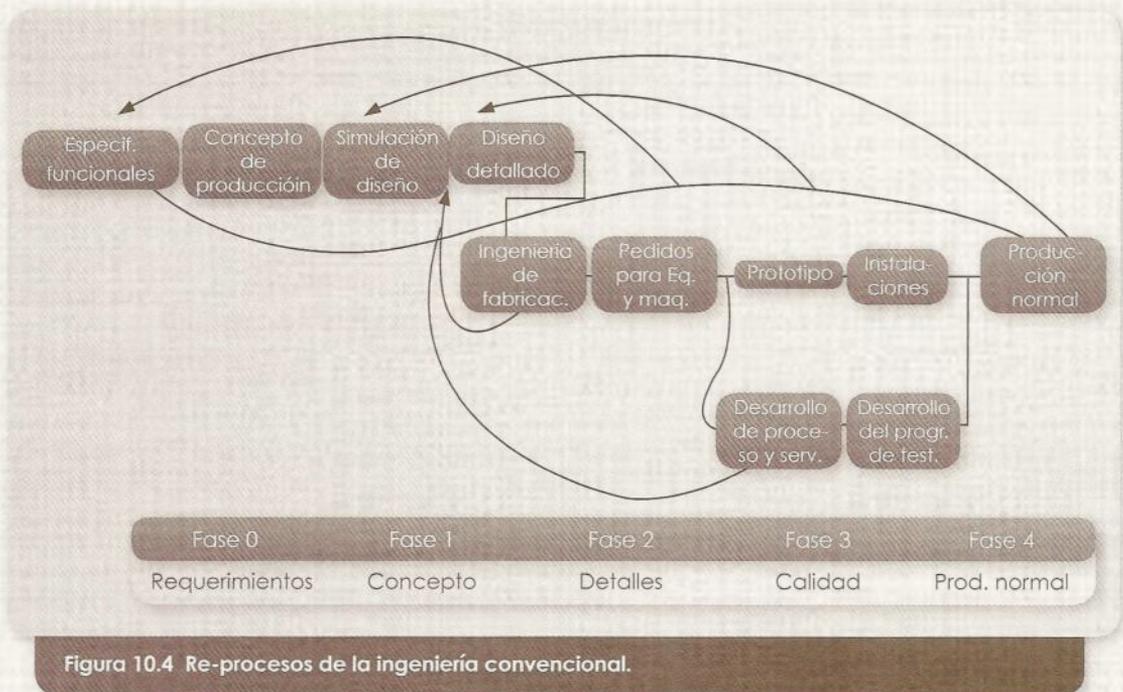


Figura 10.4 Re-procesos de la ingeniería convencional.

se observan los re-procesos de la ingeniería convencional.

Mientras que el enfoque de la ingeniería concurrente se basa en el trabajo real en las diferentes etapas, exigiendo más tiempo en la definición detallada del producto y en la planificación, haciendo las modificaciones en la fase del diseño, antes de la salida del prototipo o a las muestras de producción, presentando una reducción considerable del costo. No obstante, bajo este enfoque, en las primeras etapas, el tiempo se incrementa, evidenciándose que el tiempo total de ciclo disminuye significativamente.

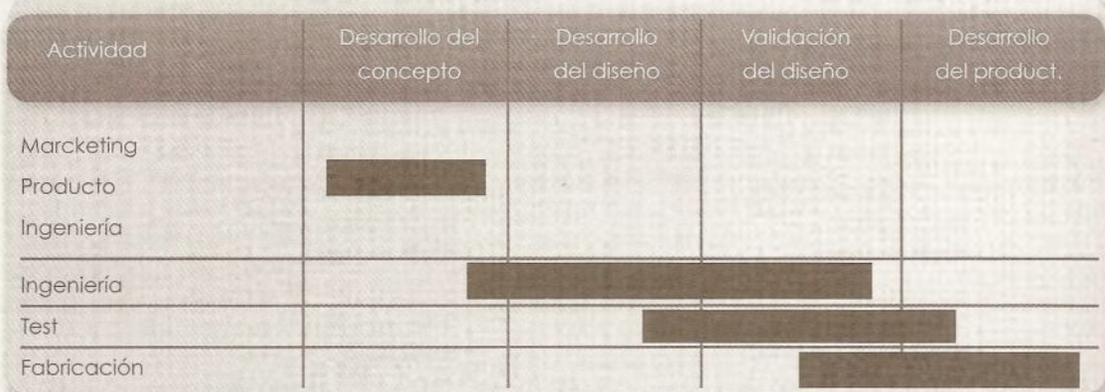
Consulte la figura 10.5; en la página siguiente.

La siguiente situación permite aclarar algunas de las ideas relacionadas

con la concurrencia, convergencia y simultaneidad de la información necesaria para la elaboración de un proyecto de diseño; para ello, se analiza, aunque sea de modo superficial, el diseño de un producto de los que se encuentran en el mercado.

Como ejemplo, se toma el diseño del sistema de aire acondicionado de un edificio:

“Un arquitecto proyecta un edificio, nave, vivienda u oficina y, normalmente, debe prever la instalación de algún tipo de acondicionamiento de aire. Para dimensionar su edificio, necesita datos de volumen relativos al sistema de aire acondicionado, volúmenes que ha de prever en sus planos. Pero el instalador del sistema no le dará las dimensiones de los equipos que necesita, si no ve previamente los planos del edificio a acondicionar. No se puede definir el



Ingeniería convencional



Ingeniería concurrente

Figura 10.5 Comparación de las actividades de los enfoques tradicional y concurrente.

sistema de aire acondicionado si no se ha dimensionado, con antelación, el edificio. No se puede dimensionar el edificio si no se hacen las previsiones oportunas para habilitar los espacios necesarios que habrá de ocupar el sistema de aire acondicionado que todavía no se ha definido. Hace falta una concurrencia en el diseño.

No hace falta entrar en la complejidad de los elementos que se han de tener en cuenta para levantar cualquier construcción. Se da por supuesto

que, tras no pocas idas y venidas, el edificio se construye. El edificio es ocupado por una empresa que desea ubicar sus oficinas. La distribución es aparentemente válida, pero no ha pasado un mes y ya se han levantado cuatro mamparas, se ha tirado un tabique y se ha ampliado el despacho del director general, que no era suficientemente grande. Como consecuencia de ello, aquella persona que debería tener una ventana a la izquierda para recibir luz indirecta, tiene que situar su mesa de espaldas a

la misma con lo que la luz del día se refleja permanentemente en su pantalla y le obliga a cerrar las persianas para poder trabajar. Además, no se sabe por qué razón, se le ha colocado su mesa debajo de la salida de un chorro de aire frío que le provoca un resfriado permanente.”

En el esquema se observa que hay algo que falla; no es nada complejo, es sencillamente falta de información. La solución a este problema de diseño pasa por que se coordinen las herramientas necesarias para hacer que la información relativa al producto, considerando su ciclo de vida, esté disponible para el equipo de diseño. Ante la presencia de cualquier proyecto de diseño, el volumen de información que se maneja, hace necesaria la exigencia y la concurrencia de varias personas, cada una de ellas realizando aportes particulares al diseño. Y la mejor forma de coordinar este flujo de información es a través de herramientas informáticas, entrando, de este modo, al diseño concurrente. La aplicación de nuevas tecnologías a cualquier fase del desarrollo de nuevos productos tiene que tener como objetivos principales, la innovación en los productos, la reducción del tiempo de desarrollo y, por ende, el tiempo de puesta en el mercado.

Un principio clave de la Ingeniería Concurrente es la introducción de la calidad desde el inicio del diseño, eliminando cualquier elemento que pueda verse afectado por variaciones en la producción. Se requiere de una cultura en la que cada una de las personas involucradas en el proceso,

sea responsable de la calidad. Es aquí donde encaja la filosofía de la Ingeniería Concurrente y la Calidad Total, cuyo fin común es la satisfacción del cliente.

Diseño concurrente e ingeniería simultánea

Como se mencionó al principio, la ingeniería concurrente, es también, denominada, ingeniería simultánea e ingeniería corporativa. Aun cuando los conceptos se aplican indistintamente, existe una diferencia de matiz que es necesario aclarar. La ingeniería concurrente nace de la concurrencia o retroalimentación de la información desde áreas de fabricación, hacia el diseño, con el fin de diseñar, al mismo tiempo, el producto y el sistema de fabricación del producto. Esta idea evoluciona rápidamente y logra una concurrencia de información, no sólo de fabricación hacia el diseño, sino de los demás elementos implicados.

Desde el punto de vista de planificación, la filosofía de la concurrencia implica una simultaneidad de tareas, al abordarse en paralelo tanto el diseño del producto como el diseño del sistema de fabricación, los esquemas de montaje y embalaje, el plan de lanzamiento e, incluso, la obsolescencia. Este hecho hace que en los sectores de planificación y organización no se hable de ingeniería concurrente, sino de ingeniería simultánea.

La empresa extendida como empresa Global

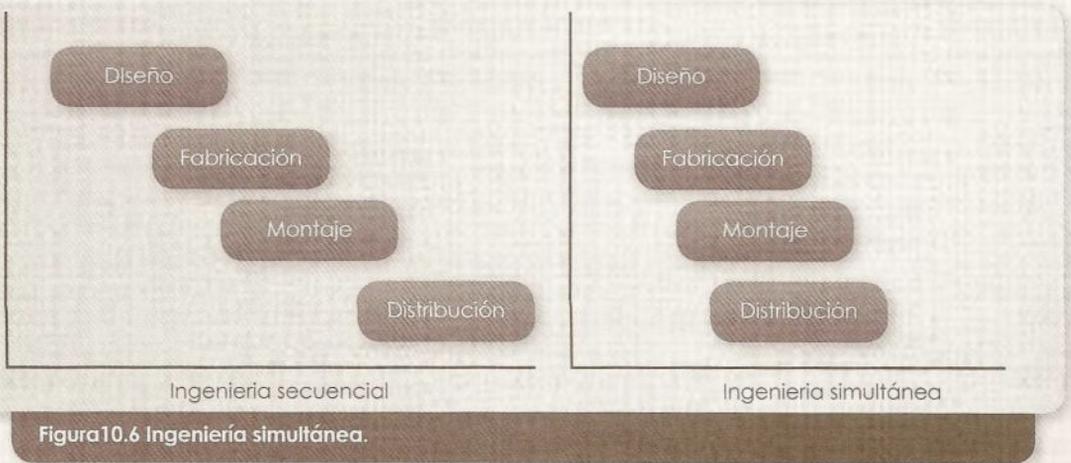


Figura 10.6 Ingeniería simultánea.

Hoy en día, al nombrar la Ingeniería Simultánea, inmediatamente se debe

Referenciar el concepto de «Empresa Extendida o Ampliada», que apoya los aspectos organizacionales en su implementación y apunta hacia el sistema de manufactura como un elemento de una cadena de valor que le da servicio a un consumidor.

“La clave del concepto de empresa extendida es que ya no trata a sus proveedores y clientes como tal, sino que los integra haciéndolos parte activa de ésta”

La empresa extendida es considerada como una “Empresa Global” representada por las organizaciones o parte de las organizaciones, clientes, proveedores y subcontratistas, todos ellos encargados del diseño, desarrollo, producción y entrega de un producto al usuario o consumidor final. Sin embargo, el desafío de la empresa extendida es, realmente, un resultado de dirección más que técnico; el éxito de una empresa extendida se determina, en gran parte, por la velocidad y la

eficiencia con que la información cambia y es administrada entre los socios de negocios, lo cual, requiere de mecanismos de comunicación e información eficientes que apoyen la interacción efectiva entre los entes que conforman la empresa extendida; de ahí, la importancia de las Tecnologías de Información (TI).

La empresa extendida es un concepto nuevo y en evolución, responsable por el ciclo completo de vida del producto, desde la adquisición del material y manejo de los suministros, producción y manufactura del producto, distribución del producto y servicio al cliente, hasta el reciclaje y la destrucción de los productos cuya vida ha terminado. Y es precisamente aquí, donde radica la importancia de la empresa extendida, que tiene en cuenta, además, la etapa de reciclaje y deshecho en relación con las reglamentaciones referentes a la producción limpia y conservación del medio ambiente. En la siguiente Figura se observa la estructura de la empresa extendida, la coordinación de las relaciones y la comunicación entre

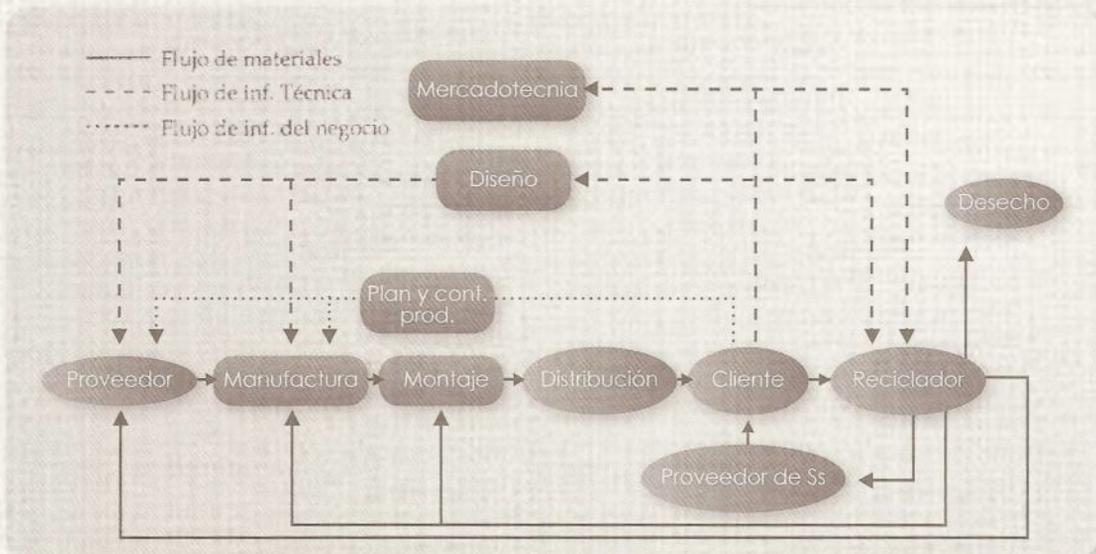


Figura.10.7 Estructura de la empresa extendida.

Nucor Corporation (A) y su tecnología

las entidades que la conforman. Es evidente que este concepto define un ambiente donde los socios de negocio trabajan unidos, en la búsqueda de metas a largo plazo, con base en la lealtad y responsabilidad mutua.

En 1998, Nucor era una de las 500 compañías de Fortune, con 6.900 empleados y ventas de 4.300 millones de dólares en acero y productos de acero. Su presidente general, F. Kenneth Iverson, ha dirigido la compañía por más de 30 años. Durante su gestión, la industria del acero ha enfrentado numerosos problemas, incluyendo la competencia foránea, las relaciones laborales tensas y la desaceleración de la demanda de acero (en parte relacionada con los materiales sustitutos). A pesar de estas dificultades de la industria, las ventas de Nucor durante la dirección de Iverson crecieron a una tasa compuesta anual del 17%. Por varios años, tanto Iverson como el director ejecutivo, John Correnti, fueron nombrados Acereros del Año, por la revista New Steel.

Nucor no tiene un departamento formal de investigación y desarrollo, un grupo de ingeniería corporativo ni un director de tecnología, sino que se apoya en los proveedores de equipo y otras compañías para que hagan la función de investigación y desarrollo. Nucor adopta los adelantos tecnológicos que desarrollan esas empresas, sea en la fundición de hierro y acero o en la fabricación. Equipos compuestos de gerentes, ingenieros y maquinistas deciden que tecnología adoptar.

Las fundidoras integradas usan altos hornos para producir acero con el mineral de hierro. En 1969, Nucor adoptó el concepto de “mini-fundidora” (originado en

Europa y Japón) en su planta de Darlington, Carolina del Sur. A diferencia de las acerías integradas, las mini-fundidoras no usan mineral de hierro, sino hornos eléctricos de pequeña escala para convertir chatarra de acero en acero terminado. Nucor compra la chatarra a terceros en mercados abiertos. Para el segmento industrial de acero no laminado (barras de refuerzo para construcción, rodillos, tuberías, vías férreas y tornillos), las mini-fundidoras tienen una ventaja de costos sobre las acerías integradas, a tal grado que las expulsaron del segmento de productos básicos de la industria.

Hasta mediados de la década de 1980, las mini-fundidoras no elaboraban los productos de acero laminado que necesitan los clientes del sector automovilístico y de Electrodomésticos; este mercado había sido dominado por los productores de acero integrados. En 1987, Nucor hizo historia al construir la primera mini-fundidora (en Crawfordsville, Indiana) que hacía laminados de acero, con lo que entro en un segmento privilegiado de la industria.

En la planta de Crawfordsville, Nucor apostó a la técnica de fundición de láminas delgadas desarrollada por SMS Schloemann-Siemag, una compañía de Alemania

Occidental. Ingenieros de más de 100 acerías visitaron SMS para conocer esta tecnología, que se había demostrado en una pequeña planta piloto, pero no había sido probada comercialmente. Nucor fue la primera en adoptar el proceso y consiguió los derechos de SMS en un contrato sin exclusividad y con una cláusula de transferencia de tecnología. La inversión de Nucor en la planta de Crawfordsville representó cinco veces las ganancias netas de la compañía en 1987 e igualó el capital total de los accionistas, ese año.

En 1997, Nucor había construido otras dos mini-fundidoras (en Hickman, Arkansas, y Charleston, Carolina del Sur) que usaban el proceso de colado continuo de planchones delgados para producir rollos de acero laminado. La primera fábrica competitiva de rollos de acero apareció en 1995, ocho años después de que Nucor iniciará este esfuerzo.

En 1987, la búsqueda de la excelencia técnica llevó a Nucor a la fundación de Nucor-Yamato Steel Company, un centro de propiedad conjunta de Nucor y Yamato Kogyo, de Japón, que funcionaba en Estados Unidos, una fundidora de acero estructural con su propia tecnología de colado continuo.

Varios años después, Nucor comenzó a preocuparse porque las nuevas mini-fundidoras de otras compañías aumentarían mucho el precio de la chatarra e, incluso, la volvieran imposible de conseguir. Para precaverse de esta posibilidad, en 1994, estableció una planta en Trinidad, en las Antillas. La planta adoptó con éxito una tecnología que aún no había sido probada comercialmente para hacer carburo de hierro, un sustituto de la chatarra de hierro para abastecer a la planta de laminados de Crawfordsville. Sin embargo, en 1998, Nucor concluyó que abastecerse de carburo de hierro de la planta de Trinidad era económicamente inviable y la cerró.

Además de abrir plantas nuevas, Nucor moderniza continuamente las que tiene.

Su filosofía es construir o reconstruir, por lo menos, una fundidora por año; si se trata de reconstruir, lo hace por completo, en lugar de solo “poner nuevas chimeneas en partes de la vieja fundidora”. Al construir plantas nuevas o reconstruirlas, la compañía no recurre a contratistas externos, sino que entrega la responsabilidad de la gestión del diseño y la construcción a un pequeño grupo de ingenieros seleccionados de las instalaciones de Nucor. Por ejemplo, cuando decidió adicionar otra fundidora en Nucor-Yamato de Blytherville, Arkansas, asignó al supervisor de la cámara del horno de la primera fundidora la coordinación del diseño y la construcción del horno de la segunda. Este supervisor, Greg Mathis, comentó: “Lo pusieron todo en mis manos: la planeación, la ingeniería, los contratos, los presupuestos [...]. Lo que quiero decir es que hablamos de una inversión de millones de dólares y yo era responsable de todo. Salió bien [...] porque mi equipo y yo sabíamos qué no hacer, gracias a nuestra experiencia de trabajo con el primer horno.”¹

Además, la planta fue construida por trabajadores de la zona, que estaban conscientes de que luego serían contratados para operar las fundidoras. Iverson explicó el razonamiento de este enfoque de administración de la tecnología: “Aceptamos que aproximadamente la mitad de nuestras inversiones en ideas y tecnologías nuevas no darán resultados aprovechables [...]. Todas las plantas de Nucor tienen un pequeño almacén de equipo comprado, probado y desechado. El conocimiento que acumulamos con nuestras supuestas “fallas” puede llevarnos a un éxito espectacular [...]. Dejamos que los empleados inviertan en tecnología. La gente de las fundidoras detecta y escoge la mayor parte de la tecnología. Esta avanza tan deprisa en tantos frentes que ningún pequeño grupo de ejecutivos puede estar bien informado.”²

En 1991, el entonces presidente estadounidense George Bush padre, entregó a Iverson la Medalla Nacional de Tecnología, el mayor premio por logros e innovaciones tecnológicas.

1 Ibid., pp. 89-90.

2 Ibid., pp. 5, 96, 150.

Herramientas y técnicas asociadas a la Ingeniería Simultánea

Para la aplicación de los fundamentos de Ingeniería Concurrente, lo ideal y esencial sería disponer del enfoque simultáneo, de herramientas y técnicas que faciliten y agilicen el proceso de toma de decisiones, así como el cambio cultural; no es necesario que la empresa realice grandes inversiones en computadoras, software sofisticado y equipos de última generación. El desafío para fabricar hoy en día, es apoyarse en técnicas que den una ventaja competitiva por el uso de Tecnología de Información y herramientas que permitan el enlace eficiente a través de toda la cadena del valor.

Mientras se continué con la utilización de las técnicas de gestión tradicionales no se puede decir que se está aplicando la Ingeniería Concurrente. El liderazgo debe venir de arriba, con altos directivos apoyando de forma decisiva y fácil, los medios para desarrollar las capacidades de los equipos de trabajo. Además, deben practicar una política de delegación, aprobando que el equipo saque adelante el proyecto con mucha autonomía, hasta el punto que, si un alto directivo cree realmente que el proyecto marcha en dirección equivocada o contraria, debe reunir a todo el equipo de trabajo para llegar a una verdadera decisión de beneplácito.

Entre las herramientas esenciales para la Ingeniería Simultánea se incluyen los Sistemas de Diseño Asistido por Computador (CAD), que son importantes en paralelo, con lo cual se minimiza el riesgo en el momento de decidir por la opción más práctica. Para maximizar los beneficios de la Ingeniería Concurrente se debe proyectar hacia la utilización

no sólo del Diseño, sino también de su integración con la Fabricación Asistida por Computador (CAD/CAM). Mediante una correcta combinación del hardware y software, permitiéndole a los ingenieros de diversas disciplinas trabajar en paralelo, logrando disminuir la fabricación de los prototipos y reducir significativamente los plazos de ejecución. Igualmente, la Ingeniería Asistida por Computador (CAE) es otra de las herramientas que permite, a través del software, elaborar proyectos de alta eficiencia.

El uso de CAD/CAM/CAE tiene como prioridad automatizar el trabajo de la elaboración de proyectos, mientras que la Ingeniería Simultánea se ocupa más de garantizar la interacción entre los miembros del equipo que trabajan en el proyecto.

La ingeniería Concurrente se ajusta perfectamente al concepto de Calidad Total, puesto que ésta calidad es responsabilidad de cada individuo y en la Ingeniería Concurrente el principio básico es que la calidad del diseño concierne a todos los departamentos. El enfoque simultáneo se apoya en el compromiso de la gente y en técnicas, como:

- **Despliegue de la función de calidad (QFD).** Se especifica el producto en una matriz, relacionando los deseos del consumidor (atributos del cliente) con las características cuantificadas de ingeniería.
- **Control estadístico de proceso (Spc).** Conjunto de técnicas y procedimientos aplicados a

las diversas fases del proceso de manufactura para reducir o eliminar las fallas en la calidad del producto final.

- **Análisis de fallas (FMEA).** Conjunto de actividades que identifican las posibles fallas de un producto o proceso y sus causas, las medidas que pueden impedir o reducir la posibilidad de ocurrencia y la documentación del proceso, cuyo resultado será la recomendación de mejoras.
- **Diseño para manufactura y ensamble (DFMA).** A través del software se le avisa al diseñador de productos sobre las implicaciones de su trabajo, en la fase de manufactura.
- **Los métodos de Taguchi.** Conducen a un diseño robusto no afectado por las variables del proceso de producción.
- **Justo a tiempo (JIT).** Método de producción que tiene disponibles los materiales para cuando se requieren, reduciendo considerablemente los costos de inventario.
- **Benchmarking.** Conjunto de procedimientos, por medio de los cuales, se comparan los parámetros y especificaciones de un producto con la competencia que tiene el máximo desempeño.
- **Manufactura integrada por computador (OM).** Uso del software que permite aprovechar los recursos de la informática para conectar el equipo de manufactura

con la base de datos del área de proyectos.

La tendencia actual se orienta hacia la búsqueda de una mayor integración funcional. La Ingeniería Simultánea pretende aplicar las herramientas que les permitan a todos los integrantes del equipo del proyecto tener acceso compartido a la información actualizada del mismo, de tal manera que puedan almacenarlos y procesarlos de forma clara.

Despliegue de la función de Calidad (QFD)

Un producto puede ser considerado como un conjunto de particularidades. Entre estas, se cuenta la forma, las características, el desempeño, la durabilidad, la confiabilidad, el estilo y el diseño del mismo. Es común, escuchar entre los usuarios, que un producto es de excelente calidad, cuando estos perciben que contiene un mayor valor dentro de sus especificaciones.

Por tal razón, la calidad se origina en el diseño del producto o servicio; si el diseño no es de calidad, los esfuerzos aunados en la producción y el servicio al cliente serán insuficientes. Hoy en día, es evidente que, si se parte de un buen diseño, en donde se hayan tenido en cuenta las características y requerimientos del cliente, los aspectos técnicos del bien o servicio y el proceso productivo que permitirá su adquisición, será fácil obtener la calidad deseada y, por consiguiente, la satisfacción del cliente.

El QFD (Quality Function Deployment), busca lograr un diseño de bienes o servicios de Calidad, brinda una estructura para garantizar que los deseos y necesidades del cliente sean atendidos con esmero, para que esta información sea trasladada a los requisitos técnicos internos de la empresa, desde el diseño de los componentes hasta el montaje final.

El QFD se dirige hacia el diseño de la calidad, permitiendo establecer desde la óptica del cliente, cual es la calidad que requiere el bien o servicio.

El QFD fue desarrollado en Japón, durante los años 60, por el profesor Yoji Akao; este despliegue de la función de calidad se define como “una disciplina para la planificación y el desarrollo, en los cuales se despliegan los deseos y las necesidades de los clientes clave en cada etapa de una organización”. El despliegue de la función de calidad comprende varias fases, en las que las necesidades del cliente se traducen en varios niveles de requisitos técnicos. Por lo general, las fases se comprueban mediante varias matrices relacionadas:

- **Fase 1. Planificación del producto.** Las necesidades del cliente se traducen en requisitos técnicos o especificaciones de diseño en el lenguaje técnico interno de la empresa.
- **Fase 2. Diseño del producto.** Los requerimientos técnicos se traducen en características de las piezas.
- **Fase 3. Planificación del proceso.** Las características de las piezas

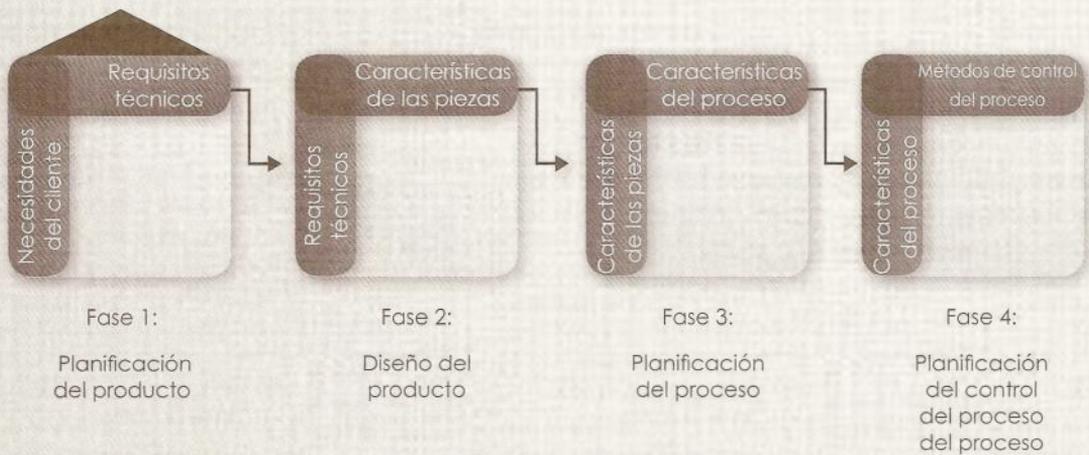


Figura. 10. 8 Fases del QFD.

se traducen en características del proceso.

- **Fase 4. Planificación del control del proceso.** Se asignan métodos de control específicos a las características del proceso.

El programa hace uso de las “siete herramientas de la Gestión de Calidad”, expresamente los diagramas matriciales, además de un conjunto de conceptos y símbolos propios del QFD. Las matrices buscan y señalan interrelaciones, se construyen y se analizan por medio de la participación activa de un equipo integrado por personal de marketing, Ingeniería de Diseño, aseguramiento de la Calidad, Fabricación, Finanzas, etc. Por lo tanto, es apropiado en el contexto de la Ingeniería Concurrente.

Matrices del QFD

Las matrices se elaboran, con el fin de aclarar las relaciones entre los qué y cómo, factores críticos en la

consecución de las necesidades del cliente.

Matriz de la Calidad o “Casa de la Calidad” (House of Quality). Es la matriz fundamental, se le denomina “Casa de la Calidad”, por la forma que adopta. En la parte izquierda de la tabla se sitúan las necesidades del cliente: ¿Qué quieren y necesitan los clientes del producto o servicio?; y en la parte superior, las características o requisitos técnicos: ¿Cómo logrará la empresa el qué?

Matriz Característica de Calidad-Funciones. Las características de Calidad se ubican en la parte superior y las Funciones en la parte izquierda. Su fin es identificar las funciones del bien o servicio para las que no exista ninguna característica de calidad relacionada con alguna función. El resultado es una buena definición de funciones y características de calidad.

Matriz característica de Calidad- Características de Calidad. Su particularidad consiste en la

confrontación de las características de Calidad, con el fin de identificar posibles correlaciones positivas o negativas entre sí. Generalmente, se sitúan haciendo 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 (las más críticas) se sitúan a la izquierda, mientras los componente 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. Está integrada por las necesidades del cliente en la parte izquierda y las funciones en la parte superior. Partiendo de las relaciones entre las necesidades y funciones, se identifica el valor relativo (%) de cada función.

El porcentaje multiplicado por el costo previsto para el bien o servicio, es el resultado previsto para cada función. Usualmente, es utilizada para identificar funciones susceptibles de reducción de costos.

Matriz Mecanismos-Funciones. Los mecanismos hacen referencia al primer nivel de detalle en el producto. Es el prototipo del cómo se relacionan los mecanismos con las funciones, situando los mecanismos en la parte superior y las funciones en la parte izquierda. Mediante los símbolos de relación determinados en esta matriz, se obtiene el costo previsto para cada mecanismo (partiendo del costo previsto para cada función). Su

propósito es seleccionar mecanismos que faciliten ejecutar una reducción de costos.

Matriz Mecanismos- Características de Calidad. Los mecanismos se sitúan en la parte superior y las características de calidad en la parte izquierda. Su finalidad consiste en identificar las relaciones existentes entre los mecanismos y las características de calidad, revelando cuales son los mecanismos que están relacionados con las características de calidad críticas.

Matriz Mecanismos-Componentes. Los mecanismos se sitúan en la parte superior y los componentes en la parte izquierda. El propósito de la matriz es establecer el costo de cada componente (partiendo del costo previsto de cada mecanismo) e identificar los componentes candidatos para una reducción del costo.

Matriz Modos de Fallo- Necesidades del cliente. En la parte superior se sitúan los modos de fallo posibles del bien o servicio (el modo de fallo es la incapacidad para desarrollar una tarea específica). En la parte izquierda se sitúan las necesidades del cliente.

A través de las relaciones identificadas en la matriz, se establecen los modos de fallo principales en los cuales se ha de trabajar. Se pueden elaborar otras matrices similares a esta, combinando los modos de Fallo con las funciones, las características de calidad y los componentes.

Utilización de una matriz

Por lo general, no existe una estructura definida a seguir en la utilización de las diferentes matrices. Cada aplicación requiere de un estudio individual, el cual lo conduce a la decisión de completar una o varias de las matrices anteriores. Las empresas japonesas utilizan un centenar de matrices diferentes, mientras que las empresas norteamericanas, se centran en la denominada Matriz de la Calidad o Casa de la Calidad. Lo importante, son los resultados alcanzados por las compañías que han aplicado el QFD. Entre los logros más notables se citan:

- Reducción del tiempo de diseño
- Mayor comprensión de las necesidades del cliente
- Mejoramiento 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
- Mayor comunicación y solidaridad entre los departamentos
- Comunicación fluida de los objetivos de diseño hacia la fabricación
- Reducción de cambios o modificaciones en las últimas etapas del desarrollo

Entre los resultados obtenidos por las compañías usuarias del QFD, es necesario advertir de los inconvenientes que se puedan encontrar en su

aplicación. Por tal razón, es bueno tener en cuenta la 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, disminuyendo el tiempo de desarrollo entre $\frac{1}{2}$ y $\frac{1}{3}$, ayudando, a la vez, a garantizar la satisfacción del consumidor y el incremento de las ventas. Sin embargo, aplicado incorrectamente el QFD puede aumentar el trabajo sin producir resultados beneficiosos”. A continuación, se expone un ejemplo simplificado para las bobinas de papel, utilizadas en imprentas comerciales:

- Necesidades del cliente.*** Los deseos y las necesidades del cliente, expresados con sus propias palabras.
- Requisitos técnicos.*** Especificaciones de diseño con las que se pueden cumplir los deseos del cliente, expresadas en el lenguaje interno de la empresa.
- Matriz de la relación.*** Indica con símbolos dónde hay relaciones entre las necesidades del cliente y los requisitos técnicos, así como el grado de intensidad.
- Valores blanco.*** Muestran las metas cuantificables para cada requisito técnico.
- Importancia para el cliente.*** Indica los requisitos más importantes para los clientes.
- Ponderación de la importancia.*** Indica cuales son los requisitos técnicos más importantes de lograr.

En este diagrama se calcula cada ponderación, multiplicando la calificación de "la importancia para el cliente" por el valor asignado a una relación y se coloca el total en la columna correspondiente.

g. Matriz de correlación. Indica con símbolos dónde existen relaciones entre los pares de requisitos técnicos y su grado de intensidad.

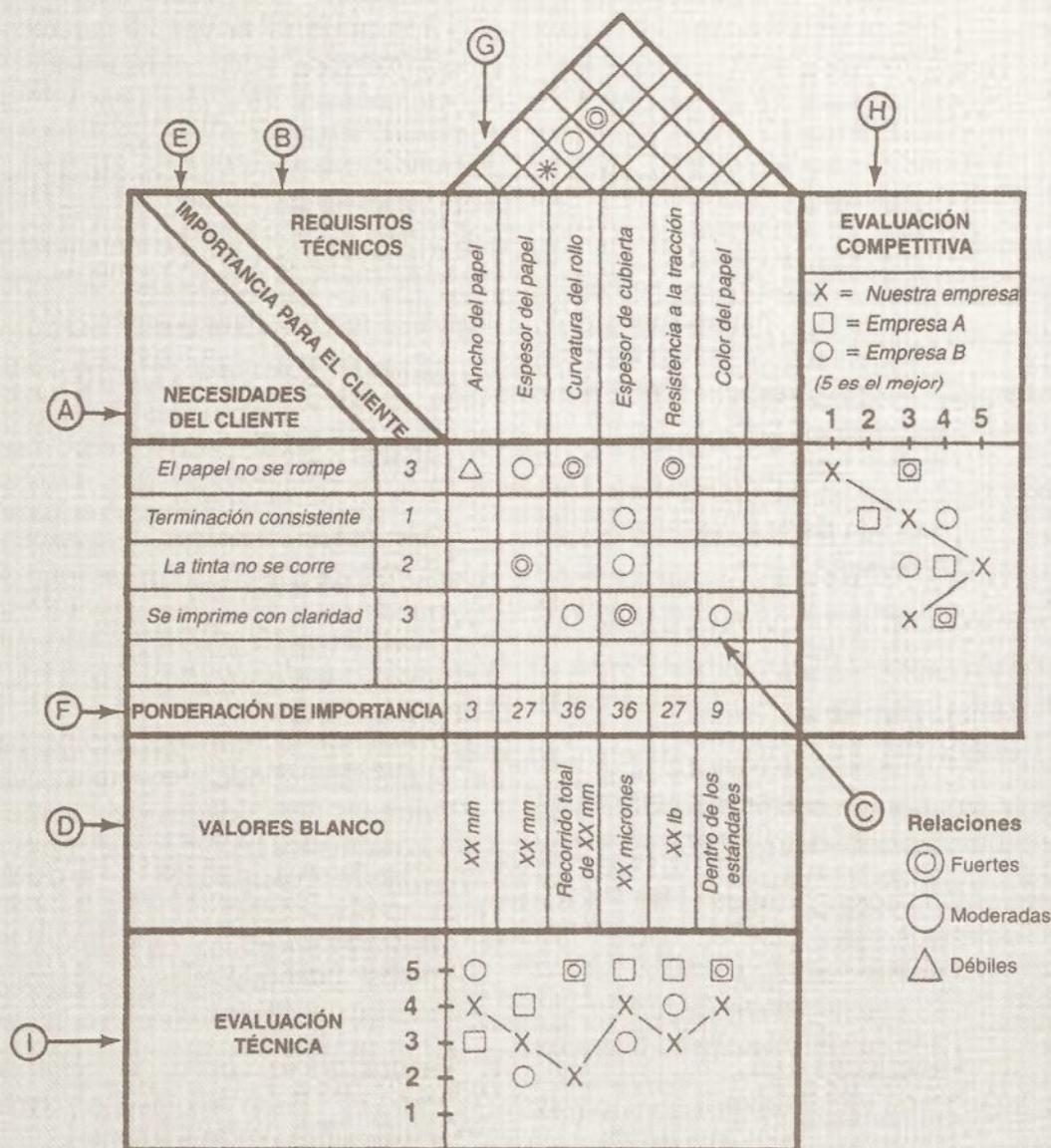


Figura. 10.9 Casa de la Calidad del despliegue de la función calidad para el inventario de bobinas de papel.

h. Evaluaciones competitivas.

Muestran en qué grado una empresa y sus competidores satisfacen las necesidades de los clientes, de acuerdo con estos últimos.

i. Evaluación técnica. Muestra en qué grado la empresa y sus competidores cumplen los requisitos técnicos.

Ingeniería corporativa

La evolución de los sistemas de diseño asistido es muy rápida. Actualmente, una compañía puede tener dos profesionales trabajando en paralelo, uno en las oficinas centrales en el continente americano y otro, en fábrica en el continente asiático. Estas dos personas pueden mantener una comunicación continua y permanente, trabajando en el mismo proyecto, manejando los mismos planos y las mismas aplicaciones informáticas de cálculo y, además, hablando y “viéndose la cara” a través de la pantalla del ordenador.

Es la misma tecnología que se ha utilizado cuando dos técnicos hablan por el teléfono, mientras analizan unos planos previamente enviados por un sistema tradicional, como es el correo postal o el fax. Gracias al correo electrónico, el envío de información y la comunicación se hizo, en su momento, rápidamente, aunque esta situación ha llegado a su punto de máxima utilidad con la incorporación de los sistemas basados en Internet.

La aparición de Internet ha marcado un hito en las comunicaciones en general, pero también se ha centrado en las utilidades de los sistemas de diseño asistido. Bajo este planteamiento, cuando son varias las personas de una misma compañía las que trabajan bajo esta filosofía, ya no se habla sólo de ingeniería concurrente o simultánea, sino que abarca un concepto más ambicioso, conocido como la ingeniería corporativa.

Sin embargo, dos asuntos relevantes son el costo real, el costo incurrido, y otro muy distinto, el denominado costo comprometido. Los costos derivados de las fases de diseño no son más que los dedicados a la adquisición de papel y a la utilización del ordenador. Además, las decisiones que en esta fase se toman, condicionan el costo de fabricación y las pruebas, razón por la que el análisis económico no debe ser de costos incurridos, sino de costos comprometidos. El resultado del análisis se observa en la gráfica de la Figura 10.9, en la que se presenta el costo de una modificación o un cambio, en el momento en que se produce.

Consulte la figura 10.10 y 10.11; en la página siguiente.

Aplicaciones del CE

Para profundizar un poco más en el campo de la ingeniería concurrente y su campo de aplicabilidad en el diseño industrial, se analizan dos situaciones reales que se dan en diversos sectores, como son:

- El diseño mecánico.

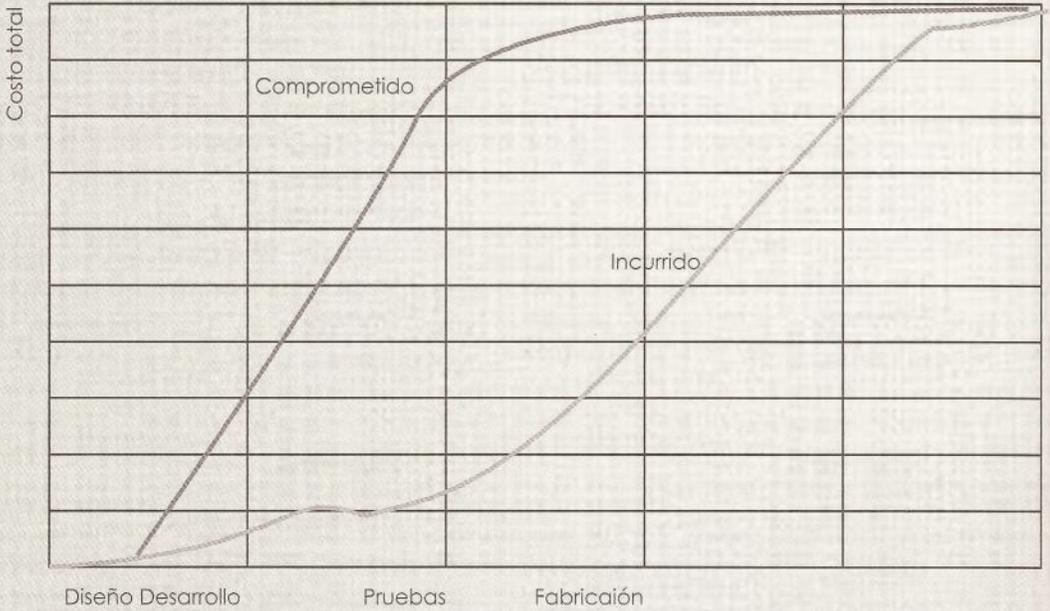


Figura 10.10. Costo comprometido, frente al costo incurrido

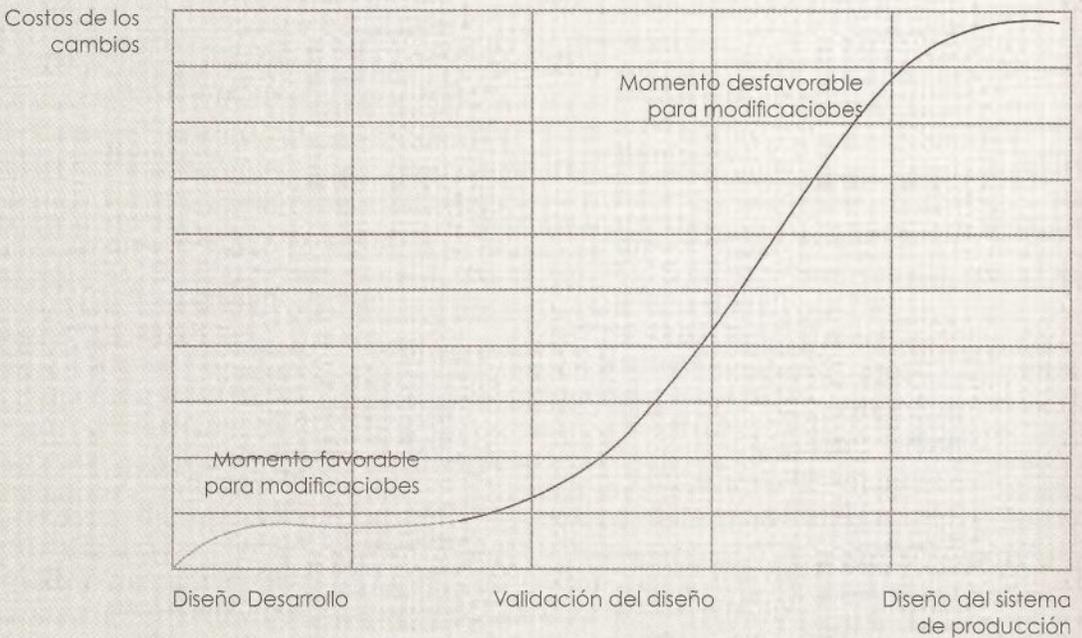


Figura 10.11 Costo de modificación.

- El montaje.

El mayor logro de la ingeniería concurrente consiste en la interrelación e integración de las herramientas informáticas; entre estas herramientas se destaca una de fundamental valor, el simulador, el cual es un sistema informático que, con base en la información contenida, puede hacer una previsión de funcionamiento de un prototipo virtual y, con ello, ayudarle al equipo de diseñadores a adecuar sus especificaciones a la funcionalidad del conjunto.

Diseño mecánico

El campo del diseño mecánico es el sector en el que más ha avanzado la ingeniería concurrente; ello, debido, probablemente, a que el diseño del automóvil, como un conjunto de elementos mecánicos acoplados con precisión, ha estado sometido a fuertes exigencias para obtener, cada vez más, mejores resultados.

Señalando al sector del automóvil, Japón es un líder indiscutible, cuyo liderazgo es, sin lugar a dudas, el resultado de su capacidad para elaborar y poner en funcionamiento herramientas cada vez más sofisticadas de diseño y fabricación automatizados; herramientas entre las cuales, la ingeniería y el diseño concurrentes son un engranaje más. El diseño mecánico tuvo una primera fase, en la que los dibujos y planos de las piezas se elaboraban con sistemas informáticos y donde los primitivos sistemas de diseño asistido en dos dimensiones, tenían por misión realizar con un ordenador las

mismas tareas que previamente había realizado el delineante proyectista sobre su mesa de trabajo. Estos sistemas evolucionaron con rapidez hacia los sistemas sofisticados, obteniendo con ellos, herramientas muy potentes de modelado de sólidos, capaces de mover piezas en el espacio y generar planos en dos dimensiones a partir del modelado en tres dimensiones. Estos sistemas siguen en continuo desarrollo y han avanzado hacia el diseño concurrente. El diseño concurrente en este sector se reproduce en un conjunto diseño-fabricación a la hora de fabricar una pieza. En ese orden, el diseñador, sobre su puesto de trabajo, crea la pieza a diseñar con su modelador de sólidos. A su vez y con base en las herramientas de diseño asistido, genera los planos detallados en dos dimensiones de

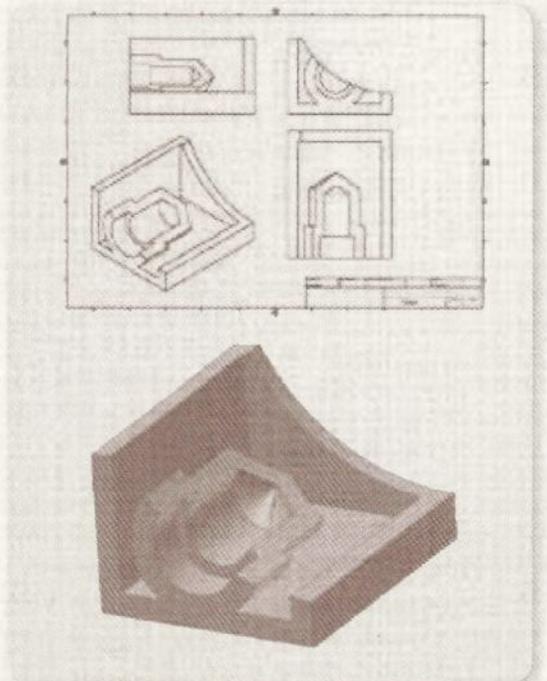


Figura 10.12 Sistemas informáticos en ingeniería concurrente.

la pieza; planos que son analizados y corregidos por un tercero, quien puede ser el cliente, el responsable de la fabricación o el responsable de montaje o todos a la vez. Asimismo, con base en las herramientas informáticas, el diseñador, sobre su propio puesto de trabajo, puede simular el proceso de fabricación con herramientas de control numérico y el montaje, por ejemplo, robotizado de la pieza.

En ambos casos, el mismo diseñador o cualquier otro usuario puede detectar con facilidad un error en un plano generado en dos dimensiones. También, es posible que al ejecutar un programa de mecanizado en el simulador, detecte un fallo. Pues bien, la potencia de los sistemas de diseño concurrente puede llegar al punto en que, al hacer una modificación sobre los planos 2D, el propio sistema es capaz de regenerar los 3D acorde con la modificación. Incluso, si se modifica el programa de fabricación de una pieza, el propio sistema es capaz, también, de modificar y regenerar tanto el modelo 3D inicial como los 2D obtenidos a partir de él. Como se aprecia, con esta tecnología se está entrando en la fabricación sin documentos. La planta de producción donde la información se transmite única y exclusivamente mediante sistemas informáticos.

Montaje

En el campo del montaje aún se debe localizar otro factor importante en la idea de la concurrencia para la transmisión de la información de diseño. Si en la fase de montaje,

simulado por supuesto, se detecta un problema que afecta a más de una pieza, por ejemplo un ajuste, la modificación introducida, que afecta a varias piezas, debe ser capaz de ser procesada en todas de una manera automática, sin obligar al diseñador a recordar y localizar cuáles son las piezas a las que esta modificación pueda afectar. Se gestionan las modificaciones de manera automática, sin intervención exterior, único elemento que garantiza que el conjunto guarda su integridad y su coherencia intrínseca.

Como se ha visto, la cantidad de información que necesita el equipo de diseño es de tal magnitud que su manejo mediante métodos convencionales



Figura 10.13 Simulación de ensamblado.

no es factible. Se hace necesario, por tanto, la utilización de los ordenadores y los sistemas informáticos como herramientas habituales de diseño.

Pero, la utilización de estas herramientas termina haciendo lo

mismo, por lo que la mejor manera de sacarle partido a estos sistemas es utilizarlos en toda su potencialidad, aprovechando sus capacidades y evolucionando los métodos de diseño y desarrollo de los productos.

Impacto cultural en la organización

El desafío de trabajar bajo el enfoque de la Ingeniería Simultánea requiere de tiempo y una especial capacitación del talento humano para sensibilizarse con su encuentro, para continuar con el adiestramiento en las técnicas y habilidades requeridas para su implementación.

Durante su implementación se puede presentar resistencia y conflictos por parte de las personas, en especial los jefes de área, quienes sienten la pérdida de poder a favor de los equipos de los proyectos o por la presión de los plazos de entrega de las tareas que se realizaban en varios meses y que con el enfoque simultáneo se tienen en pocos días. Concluyendo, no es una tarea fácil y más cuando el prototipo ha sido la Ingeniería Secuencial con etapas definidas, donde cada departamento tiene la responsabilidad de una función en particular, la cual se desarrolla después de que la anterior ha sido terminada.

Es claro que la Ingeniería Concurrente conduce a cambios importantes dentro de las organizaciones, especialmente, en su forma de hacer negocios y donde la dirección debe estar dispuesta para comprobar que se desarrolle bajo una nueva estructura.

Los sistemas jerárquicos que tienen la mayoría de las organizaciones, obstaculizan el trabajo en equipo, por lo que se debe ser cuidadoso y prepararse para un proceso de transición hacia estructuras organizacionales más flexibles y dinámicas que suministren y apoyen el desarrollo de nuevas actitudes, valorando y promoviendo el trabajo en equipo, así como los sistemas de evaluación del desempeño donde se tenga en cuenta no sólo la competencia técnica, sino también la creatividad y el éxito como integrantes de un equipo. Algunas veces, la tendencia es una reorganización con énfasis en el mercado y la competitividad, como en el caso de las estructuras circulares, matriciales y las unidades estratégicas de negocios.

Los prototipos que rigen actualmente tanto la formación de los profesionales como el desempeño del talento humano en las empresas, tienden a valorar el trabajo individual. La Ingeniería Concurrente requiere de un cambio cultural en el que la creatividad, la polivalencia, el trabajo multidisciplinario, la confianza y el entusiasmo sean la razón de ser de la concepción del trabajo. En muchas empresas de clase mundial, principalmente las japonesas, el enfoque simultáneo está tan arraigado a su cultura, que el trabajo en equipo es inherente a las decisiones políticas y a las operaciones del día a día y, por supuesto, no conciben una forma diferente de trabajar; es simplemente de sentido común.

Perspectivas de futuro

Tal como se ha apreciado hasta el momento, se tiende a trabajar con gran cantidad de información, obtenida de diferentes fuentes, capaz de saturar el cerebro más privilegiado, por lo que hace falta y se hace imprescindible, el uso del ordenador.

Se hace necesario que todas las personas relacionadas directa o indirectamente con el producto se responsabilicen, en la medida correspondiente, con el diseño del mismo, desde el departamento de estudios de mercado hasta el servicio postventa.

Es responsabilidad de los directores de desarrollo, el facilitar esta tarea, de tal forma que si un técnico no ve facilitada esta labor, no será su responsabilidad sino de los propios directivos de la compañía.

Por todo ello, es prioritario hacer un replanteamiento de los procedimientos clásicos de desarrollo de los productos y adecuarlos a la tecnología actual, a la tecnología de la información, que pasa, necesariamente, por la ingeniería concurrente.

Diseño de productos y servicios

Proceso de diseño de productos

En la actualidad, la mayoría de compañías subcontratan las funciones principales en lugar de asumirlas ellas mismas. Estas compañías especializadas en fabricar productos para otras empresas son llamadas

fabricantes por contrato y han tenido éxito en las industrias de productos electrónicos, ropa, medicamentos, plásticos y fabricación a la medida. Una definición simple de fabricante por contrato dice que es una organización que tiene capacidad para fabricar y/o comprar los componentes necesarios para producir un producto o un aparato terminado.

Los fabricantes por contrato han cambiado significativamente la forma en que las compañías fabriles tradicionales funcionan en la actualidad. Los fabricantes por contrato asumen diferentes funciones de una compañía, dependiendo de la situación; por ejemplo, en la industria automovilística, producen muchas de las partes y piezas, como son los asientos y otras partes del interior, las piezas de los faros delanteros y las luces traseras, el equipo electrónico, al igual que los sistemas de radio/CD y de navegación GPS. Los automóviles de hoy, se ensamblan en las regiones de los países, donde se venden los productos, con el primer propósito de reducir los costos de transporte y administrar el riesgo cambiario; se requiere de una buena coordinación para dirigir la red de plantas ensambladoras y a los fabricantes por contrato asociados para lograr el éxito.

La función de los productos, al igual que la fabricación a terceros, también es subcontratada por muchas compañías. El diseño de productos varía de acuerdo con el tipo de industria, por ejemplo en los productos de consumo, algunas actividades fundamentales consisten en comprender las

preferencias de los consumidores y aplicar pruebas de mercado con los productos proyectados; en los productos farmacéuticos es usual realizar numerosas pruebas clínicas, que requieren de experimentos seguros y controlados, para comprobar la seguridad y la efectividad de un producto potencial. Las compañías que se especializan en el diseño de productos, cuentan con procesos altamente desarrollados para respaldar las actividades requeridas por la industria.

Debido a las ventajas potenciales al utilizar a fabricantes por contrato para producir productos y a empresas especializadas en diseño para diseñarlos, una empresa debe

considerar cuál es su competencia clave. La competencia clave de una compañía es aquello que puede hacerlo mejor que sus competidores, siendo algo sencillo y destacado desde el diseño de los productos hasta la asignación sustentable de los empleados de una empresa. El objetivo primordial es contar con una competencia clave que le genere una ventaja competitiva de largo plazo para la compañía.

La empresa Honda Motor Co. Ltda, en el terreno de los motores (el mayor fabricante mundial de motores de combustión interna), ha explotado esta competencia clave en el desarrollo de una serie de productos de calidad, desde las podadoras de césped y

¿Bill Gates y su golpe de suerte?

aspiradoras de nieve, hasta camiones y automóviles. En otro ejemplo de la industria automovilística, se ha dicho que la competencia clave de Volvo es la seguridad.

Una competencia clave cumple con tres características:

1. Brinda acceso potencial a una amplia variedad de mercados.
2. Incrementa los beneficios que perciben los clientes.
3. Los competidores tienen dificultad para imitarla.

El producto que hizo que Microsoft despegara a su posición de liderazgo en la industria del Software fue el MS-DOS, el sistema operativo para las computadoras personales IBM y las compatibles con ella. Sin embargo, el programa DOS original fue desarrollado no por Microsoft, sino por Seattle Computer, donde se le conocía como Q-DOS (siglas que en inglés significan

“sistema operativo rápido y sucio”). Cuando IBM estaba buscando un sistema operativo para operar su PC original, habló con diversas compañías de software, entre ellas, Microsoft, preguntándoles si podrían desarrollar un sistema así. Seattle Computer no fue una de ellas. Bill Gates, que ya era un jugador en la emergente comunidad de computación de Seattle, sabía que Seattle Computer había desarrollado un sistema operativo de disco y se puso en acción: pidió 50.000 dólares prestados a su padre, un socio de alto rango en una firma prominente de abogados de Seattle y, luego, fue a visitar al director general de Seattle Computer, ofreciéndole comprar los derechos del sistema Q-DOS de la empresa. Claro que no le reveló que IBM estaba buscando un sistema operativo de disco. Seattle Computer, que tenía problemas de liquidez, acepto de inmediato. Gates entonces rebautizo al sistema como MS-DOS, lo mejoró y le otorgó un permiso a IBM para utilizarlo. El resto, como se dice, es historia.

Así es que ¿Gates tuvo suerte?, por supuesto que sí. Tuvo suerte de que Seattle Computer no hubiera escuchado nada acerca de la solicitud de IBM. Tuvo suerte de que IBM se acercó a Microsoft. Tuvo suerte de saber acerca del sistema operativo de Seattle

El iPad y sus secretos de mercado

Computer. Y tuvo suerte de tener un padre lo suficientemente rico como para prestarle 50.000 dólares con tan poco previo aviso. Sin embargo, atribuir a eso todo el éxito subsecuente de Microsoft sería equivocado, Si bien MS-DOS le dio a Microsoft un posicionamiento muy importante en la industria, no le garantizaba a Microsoft que continuaría disfrutando del éxito mundial del que goza. Para hacerlo, Microsoft tuvo que construir el conjunto adecuado de recursos y las capacidades necesarias para producir un torrente continuo de software innovador, que es precisamente lo que la empresa hizo con el efectivo generado por el MS-DOS.

Fuente: Stephen Manes y Paul Andrews, Gates (Nueva York: Simon & Schuster, 1993).

Luego de varios años de especulaciones de todo tipo, la tablet de Apple -bautizada como iPad- se encuentra entre nosotros. Este

iPhone/iPod, del tamaño de un libro, ha puesto nuevamente de manifiesto la genialidad de Steve Jobs y sus empresas para mercadear productos, utilizando avanzadas ideas de marketing, generadas en Harvard y MIT.

Sin haber culminado una carrera en marketing, al igual que Bill Gates, Steve Jobs entendió que el mercado somos todos y cada uno de nosotros. Sus aportes han mejorado nuestra manera de vivir en muchos aspectos, han facilitado la forma en que trabajamos, leemos, estudiamos, nos comunicamos, ampliando nuestros horizontes. Algunos de los secretos en el mercadeo de Apple son simplemente sentido común para llegar a sus potenciales compradores y convertir su marca en un verdadero “estilo de vida”. Steve Chazin, un ex -ejecutivo de mercadeo de Apple, aconseja imitar el éxito de mercadeo de esta empresa, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Deles poder a sus compradores tempranos. Ayúdele a sus clientes para que le ayuden.
2. Convierta su historia en memorable.
3. Vaya más allá. Sorprenda y encante a sus clientes.
4. Enfóquese en lo que la gente hace con su producto. No en lo que el producto hace.

Con este nuevo equipo de Apple, bautizado como iPad, pueden realizarse innumerables actividades: surfear en la Web con el navegador Safari, enviar y recibir e-mails, jugar miles de juegos, reproducir música, ver videos y leer libros digitales. Usando Skype, una aplicación que se integra al iPad, se pueden hacer y recibir llamadas telefónicas. El iPad no es un teléfono celular, aunque tiene numerosas aplicaciones VOIP que permiten que lo sea. Esto nos hace pensar que los teléfonos celulares serán cosa del pasado. Toda la telefonía del futuro se ve orientada al VOIP, voz sobre la Internet, especialmente cuando la conexión inalámbrica -Wi-Fi- se hace más común y sin coso en los lugares públicos (hot spots) de muchos países desarrollados.

Por otra parte, al iPad, aunque es un “touch screen”, puede conectársele un teclado adicional, para facilitar el trabajo de textos escritos. Como se sabe, más del 90% de las personas usan las computadoras, solamente como máquinas de escribir.

APPS: las aplicaciones son programas que funcionan en el iPhone, iPad y en el iPod. Muchos de estos programas, a diferencia de los que hemos estado usando, no se archivan en los discos duros de los

equipos. Su principal característica es que se encuentran en la nube. Para hacerlos funcionar, se requiere de una conexión inalámbrica a la Internet. Las apps han sido la verdadera novedad y revolución en la computación que ha introducido Apple en el gran mercado consumidor. Se ve que Steve Jobs no solo lee lo que los “sabios” dicen que sucederá, sino que lo pone en práctica de inmediato. Ese ha sido su extraordinario éxito.

Las características del iPad de Apple incorporan los principales elementos que se visualizan en la computación del futuro:

Integración a la red: La integración de este equipo iPad con la Red, es superior a los equipos de su tamaño que hemos visto. Se puede decir que se trata de un equipo hecho para la Red. Se encuentra diseñado para el “cloud computing”.

Transportabilidad: El iPad es una computadora completa, con una pantalla de 10” (9.7” para ser exacto), liviana, delgada y muy fácil de transportar. Las PC “netbook”, adaptadas al concepto de

“mobil computing”, tienen ese mismo tamaño de monitor, pero siguen siendo PC.

Convergencia: Como todos los productos de Apple, no hay nada nuevo en ellos, todos han sido una inteligente convergencia de tecnologías salidas antes al mercado, con un diseño atractivo y de eficiencia superior. ¿Cuántas veces hemos oído hablar del “marketing de convergencia”? Este es un caso de inteligente uso del concepto.

La diferencia hace la diferencia: Las primeras computadoras eran negras y grandotas. Apple lanza la primera PC de color blanco. Es el caso de las tabletas PC de MS, las portátiles eran pesadas y gruesas. Los iPad son blancos y delgados, livianos y “touch screen”.

Fuente: Jorge E. Pereira.

Otro buen ejemplo a citar es la empresa Black and Decker, el fabricante estadounidense de herramientas. La competencia tecnológica central de Black and Decker son los motores eléctricos de entre 200 y 600 watts. Todos sus productos son modificaciones de esta tecnología básica (con la salvedad de sus bancos de trabajo, linternas, sistemas para recargar baterías, hornos tostadores y cafeteras).

Los tres mercados para los cuales la compañía fabrica sus productos, son:

1. El mercado de los talleres caseros. En este mercado, utiliza

pequeños motores eléctricos para producir taladros, sierras circulares, lijadoras, fresadoras, herramientas giratorias, pulidoras y destornilladores motrices.

2. **El mercado de limpieza y mantenimiento del hogar.**

En este mercado, utiliza pequeños motores eléctricos para producir plumeros eléctricos, aspiradoras, podadoras de setos, podadoras de césped, sopladoras de hojas y rociadores a presión.

3. **El mercado de aparatos para cocina.**

En este mercado, utiliza pequeños motores eléctricos para producir abrelatas, procesadores de alimentos, batidoras, máquinas para hacer pan y ventiladores.

El desafío para las empresas, está en la toma de decisiones sobre el manejo de las funciones críticas para alcanzar el éxito. Por una parte, se encuentra la empresa integrada de manera vertical, en donde todas sus actividades, desde el diseño hasta la fabricación de las piezas individuales, se manejan a nivel interno; y por otra, se encuentran las empresas que sólo comercializan los productos y subcontratan con terceros todas las funciones de diseño y producción.

Los siguientes son ejemplos de lo que están realizando algunas compañías exitosas:

Sun Microsystems, diseña los chips SPARC para sus estaciones de trabajo de alto desempeño; sin embargo, subcontrata la manufactura de esos chips con fabricantes especializados

(conservando la titularidad de la propiedad intelectual).

Una compañía farmacéutica le compra información, acerca de los blancos genéticos, a una compañía especializada en genómica, contrata a un especialista en combinaciones químicas para que haga una rápida síntesis y tamización de los posibles candidatos e, incluso, contrata a una organización dedicada a las investigaciones para que realice las pruebas clínicas, pero conservando la titularidad del patrimonio intelectual (patentes, datos experimentales, marcas registradas, etc.) del medicamento, que con el tiempo llegará al mercado.

Dell, ha desarrollado, de manera sucesiva, sistemas especializados que amparan su estrategia operativa para fabricar por encargo, creando una serie de procesos logísticos que van desde el diseño de su página Web, hasta la infraestructura de sus sistemas de información (proceso de difícil imitación).

Dell es dueña de los datos que las personas adquieren. De igual manera, se ha integrado verticalmente, en forma de instalaciones de ensamble final, diseñados para producir lotes de una sola unidad. Por último, si bien, Dell subcontrata los componentes a terceros, utiliza relaciones de largo plazo con sus proveedores y los enlaza con su sistema de información para respaldar una respuesta expedita.

Fase 0: Planeación	Fase 1: Desarrollo del concepto	Fase 2: Diseño del sistema	Fase 3: Diseño de los detalles	Fase 4: Pruebas y afinaciones	Fase 5: Producción de transición
MARKETING *Articular la oportunidad del mercado. *Definir los segmentos del mercado.	*Informarse de lo que necesitan los clientes. *Identificar a usuarios líderes. *Identificar productos de la competencia.	*Preparar plan de las opciones del producto y la familia extendida del producto. *Establecer punto(s) del precio de venta meta.	*Formular plan de marketing.	*Elaborar materiales de promoción y lanzamiento. *Facilitar pruebas de campo.	*Colocar la primera producción en manos de clientes clave.
DISEÑO *Considerar plataforma y arquitectura del producto. *Evaluar nuevas tecnologías	*Investigar la viabilidad de los conceptos del producto. *Desarrollar los conceptos del diseño industrial. *Construir y probar prototipos experimentales.	*Generar arquitecturas alternativas del producto. *Definir principales subsistemas e interfaces. *Alinear el diseño industrial.	*Definir la geometría de las piezas. *Elegir materiales. *Asignar tolerancias. *Completar la documentación de control del diseño industrial.	*Pruebas de confiabilidad. *Pruebas de duración. *Pruebas de desempeño. *Obtener permisos de autoridades reguladoras. *Aplicar cambios al diseño.	*Evaluar el producto de la primera producción.
PRODUCCIÓN *Identificar restricciones de la producción. *Establecer la estrategia de la cadena de suministro.	*Estimar costos de producción. *Evaluar viabilidad de la producción.	*Identificar a proveedores de los elementos fundamentales. *Analizar si conviene fabricar o comprar. *Definir el plan final de montaje. *Establecer costos meta.	*Definir los procesos de producción de piezas y partes. *Diseñar el maquinado. *Definir los procesos que aseguren la calidad. *Iniciar la adquisición de equipamiento con mucho tiempo.	*Facilitar la transición de los proveedores. *Alinear los procesos de fabricación y montaje. *Capacitar a la fuerza de trabajo. *Perfeccionar los procesos para asegurar la calidad.	*Iniciar la operación de todo el sistema de producción.
OTRAS FUNCIONES *Investigación: Demostrar tecnologías disponibles. *Finanzas: Preparación metas de la planeación genérica: Asignar los recursos al proyecto.	*Finanzas: Presentar un análisis económico. *Jurídico: Investigar cuestiones de patentes.	*Finanzas: Proporcionar análisis de convivencia de fabricar o comprar. *Servicios: Identificar cuestiones de servicios.			

Figura. 10.14 Proceso genérico del desarrollo de productos.

Proceso genérico del desarrollo de productos

Un proceso representa la secuencia básica de los pasos o actividades que la empresa sigue para concebir, diseñar y llevar un producto al mercado. La

mayoría de estas tareas implican actividades intelectuales, en lugar de físicas.

Algunas empresas definen y realizan un proceso de desarrollo preciso y detallado, mientras que otras, ni

quiera pueden describir sus procesos. Cada organización emplea un proceso diferente al de otras compañías; de hecho, la misma organización puede aplicar distintos procesos a diferentes grupos de productos.

Las seis fases del proceso genérico del desarrollo, son:

Fase 0. Planeación. Esta actividad, también, es conocida como la “fase cero”, debido a que precede a la autorización del proyecto y al inicio del proceso de desarrollo del producto. La fase comienza con la estrategia de la compañía, incluyendo la evaluación de los desarrollos tecnológicos y los objetivos de mercado. El producto de la fase de planeación es el enunciado de la misión del proyecto, el cual especifica el mercado meta del producto, las metas del negocio, los supuestos fundamentales y las restricciones.

Fase 1. Desarrollo del concepto. En esta fase se identifican las necesidades del mercado meta, se generan y evalúan los conceptos alternativos del producto, seleccionando uno o varios conceptos para su mejor desarrollo y pruebas. El concepto es una descripción minuciosa de la forma, función y características propias del producto, acompañado de un análisis de los productos de la competencia y una justificación económica del proyecto.

Fase 2. Diseño del sistema. En esta fase se incluye la definición de la arquitectura del producto y su división en subsistemas y componentes. El plan final del ensamble dentro del sistema

de producción se define en esta fase. El producto va acompañado de un plano geométrico, una especificación del funcionamiento de cada uno de los subsistemas del producto y un diagrama preliminar del flujo del proceso dentro del proceso final del ensamble.

Fase 3. Diseño detallado. Incluye la especificación completa de la geometría, los materiales y las tolerancias de todas las piezas del producto, además de la identificación de las piezas estándar a adquirir. Se establece un plan del proceso y se diseña el ensamblado para cada pieza que se fabricará dentro del sistema de producción. El producto de esta fase son los planos o archivos de computadora que describen la geometría de cada pieza y el ensamblado para su producción, las especificaciones para las piezas que se comprarán y los planes del proceso para fabricar y armar el producto.

Fase 4. Pruebas y afinación. Se consideran la construcción y evaluación de múltiples versiones del producto, previas a su producción. Construyendo los primeros prototipos con piezas que tienen la misma geometría y propiedades de los materiales que la versión del producto a producir, aunque no siempre se fabrican con los mismos procesos a usar en su producción. Los prototipos se prueban para determinar si el producto funciona para aquello que fue diseñado y si el producto satisface las exigencias del cliente.

Fase 5. Producción de transición. En esta fase, el producto se fabrica

utilizando el sistema de producción que se quiere tener. Su objetivo es capacitar a la fuerza de trabajo y eliminar los cuellos de botella que pudieran presentarse en los procesos de producción. Los productos fabricados en esta fase, son suministrados a clientes preferidos y evaluados cuidadosamente para identificar cualquier falla. El paso de la producción de transición a la constante suele ser gradual. En algún punto de la transición, el producto es lanzado y queda disponible para su distribución generalizada.

El proceso de desarrollo descrito en la Figura 10.11, es genérico y los procesos particulares varían de acuerdo con el contexto de la empresa. Suele ser usado en una situación donde el mercado lo hala; es decir, la empresa inicia el desarrollo del producto ante una oportunidad del mercado para, luego, utilizar las tecnologías disponibles que se requieren para satisfacer la necesidad del mercado (el mercado "jala" las decisiones del desarrollo).

Junto a los procesos genéricos jalados por el mercado, se presentan algunas variantes comunes, como son los productos impulsados por la tecnología, los productos de plataforma, los productos de un proceso intensivo, los productos a la medida, los productos de riesgo elevado, los productos que se construyen rápido y los sistemas complejos.

Productos impulsados por la tecnología. En estos productos se presenta el caso cuando una empresa inicia con una nueva tecnología propia

y busca un mercado adecuado para su aplicación; en otras palabras, la tecnología "impulsa" el desarrollo. Gore-Tex, una lámina expandida de Teflón fabricada por W.L. Gore Associates, es un buen ejemplo de un producto impulsado por la tecnología. La compañía ha creado decenas de productos que incorporan el Gore-Tex, entre otros, las venas artificiales para cirugía vascular, los aislantes para cables eléctricos de alto desempeño, tela para ropa deportiva, hilo dental y forros para las bolsas de gaitas.

Productos de plataforma. Estos productos se construyen en torno a un subsistema tecnológico existente (una plataforma tecnológica). Algunos ejemplos son el motor híbrido del Prius de Toyota, el sistema operativo Vista de Microsoft y el sistema de imágenes de video de las cámaras Canon. Estas compañías realizaron cuantiosas inversiones para desarrollar estas plataformas, conduciéndolas a realizar mayores esfuerzos para incorporarlas a los distintos productos.

Los productos de plataforma son similares a los impulsados por la tecnología, debido a que el equipo empieza la actividad del desarrollo, partiendo del supuesto de que el concepto del producto incluirá una tecnología particular. La principal diferencia es que la plataforma tecnológica ya ha demostrado su utilidad en el mercado para satisfacer las necesidades de los clientes. En muchos casos, la empresa supone, con anterioridad, que la tecnología también será útil en los mercados relacionados. Los productos creados

TIPO DE PROCESO	DESCRIPCIÓN	CARACTERÍSTICAS DISTINTIVAS	EJEMPLOS
Genéricos (productos jalados por el mercado).	El equipo empieza con una oportunidad del mercado y selecciona las tecnologías adecuadas para satisfacer las necesidades de los clientes.	El proceso suele incluir las fases de la planeación distintiva, el desarrollo de un concepto, las pruebas, la afinación y la producción de transición.	Artículos deportivos, muebles, herramientas.
Productos impulsados por la tecnología.	El equipo empieza con una nueva tecnología y, después, encuentra un mercado adecuado.	La fase de planeación implica casar las tecnologías y el mercado; el desarrollo del concepto presupone una tecnología.	Ropa impermeable de Gore-tex sobre Tyek.
Productos de plataforma	El equipo presume que el nuevo producto se construirá en torno a un subsistema tecnológico establecido.	El desarrollo del concepto presupone una plataforma tecnológica probada.	Aparatos electrónicos de consumo, computadoras, impresoras.
Productos con proceso interactivo	Las características del producto están muy limitadas por el proceso de producción.	Un proceso existente de producción se debe especificar desde el principio o tanto el producto con el proceso deben desarrollarse juntos desde el principio.	Frituras, cereales para el desayuno, productos químicos, semiconductores.
Productos a la medida	Los nuevos productos son pequeñas variantes de configuraciones existentes.	La similitud de los proyectos permite un proceso de desarrollo agilizado y muy estructurado.	Motores, interruptores, baterías recopiables.
Productos de alto riesgo	La incertidumbre técnica o del mercado producen un elevado peligro de fracaso.	Se identifican los riesgos desde el principio y se sigue su rastro a lo largo del proceso. Las actividades de análisis y de pruebas se desempeñan tan pronto como es posible.	Productos farmacéuticos, sistemas espaciales.
Productos que se constituyen con rapidez	La rápida creación de modelos y prototipos permite muchos ciclos de diseño-construcción-prueba.	Las fases del diseño detallado y las pruebas se repiten varias veces hasta que el producto queda terminado o se agota el tiempo/presupuesto.	Software, teléfonos celulares.
Sistemas complejos	Los sistemas se descomponen en varios subsistemas y muchos componentes.	Muchos equipos, que trabajan en paralelo, desarrollan los subsistemas y componentes y ello va seguido de la integración y la validación del sistema.	Naves aéreas, motores de aviones jet, automóviles.

Figura. 10.12 Variabilidad del proceso de desarrollo de un producto genérico.

sobre plataformas tecnológicas son más simples de desarrollar en caso de que la tecnología se desarrolle partiendo de cero. Por tal razón y porque se pueden compartir los costos entre varios productos, una empresa tal vez ofrezca un producto de plataforma

en mercados que no justifican el desarrollo de una tecnología única.

Productos de un proceso intensivo.

Los semiconductores, los alimentos, los químicos y el papel, son algunos ejemplos de productos de un proceso intensivo; el proceso de producción

tiene repercusiones en las propiedades del producto, de modo que el diseño del producto y el diseño del proceso de producción, prevalezcan como una unidad. La mayoría de los productos de un proceso intensivo se producen en volúmenes grandes (a granel), en lugar de unidades independientes. Generalmente, el producto y el proceso se desarrollan de forma simultánea, por ejemplo, el cereal de desayuno, las frituras o los comestibles en bolsa, donde la creación de una nueva Figura requiere de actividades para el desarrollo del producto y para el proceso. En otros casos, el proceso existente limita el diseño del producto, debido a las capacidades del proceso, siendo el caso de un nuevo producto de papel que se produce en una fábrica de papel dada o un nuevo aparato semiconductor producido en una instalación existente que fabrica discos.

Productos personalizados. Estos productos corresponden a pequeñas variantes de una configuración estándar que, por lo general, se elaboran para responder al pedido específico de un cliente, entre ellos, interruptores, motores, baterías y recipientes. El desarrollo de estos productos se fundamenta en implementar los valores de las variables del diseño, como las dimensiones físicas y los materiales. Las compañías están habilitadas para producir rápidamente estos productos personalizados, utilizando un diseño y un proceso de desarrollo estructurado en torno a las capacidades del proceso a utilizar.

Productos de alto riesgo. Son productos que contienen una incertidumbre respecto de la tecnología o el mercado, existiendo un mayor riesgo técnico o de mercado. El proceso genérico del desarrollo de productos se modifica para afrontar situaciones de alto riesgo, tomando oportunas medidas para contrarrestarlos desde las primeras etapas de la creación del producto.

Requiriendo que algunas actividades de diseño y prueba se efectúen más pronto dentro del proceso. Por ejemplo, si hay gran incertidumbre respecto al desempeño técnico del producto, entonces tiene sentido crear modelos que funcionen con las características fundamentales y probarlos durante el proceso.

Para garantizar el éxito de las soluciones, se exploran múltiples caminos viables de forma paralela o simultánea. Las revisiones del diseño deben evaluar los niveles de riesgo con exactitud, con la expectativa de reducir el riesgo dentro del tiempo, sin retrasarlo.

Productos de prototipos rápidos. Para el desarrollo de algunos productos, como el software y muchos productos electrónicos, la creación y las pruebas de modelos de prototipos se ha convertido en un proceso tan rápido que el ciclo de diseño-construcción-prueba es repetitivo. La fase del diseño del sistema (que en este proceso le sigue al desarrollo del concepto) profundiza la desintegración del producto en características clasificadas de acuerdo con su prioridad, grande, mediana o escasa, seguida de varios ciclos de

actividades de diseño, construcción, integración y prueba, iniciando por los puntos de mayor prelación. El proceso aprovecha el ciclo rápido de los prototipos, utilizando el resultado de cada ciclo para modificar las prioridades del ciclo siguiente. Los clientes pueden participar en el proceso de las pruebas.

Cuando se agota el tiempo o el presupuesto, todas las características de alta o mediana prelación quedan incorporadas al producto que evoluciona; las características de escasa prelación se excluyen hasta la siguiente generación del producto.

Sistemas complejos. Los productos a gran escala, como automóviles y aviones, son sistemas complejos compuestos por subsistemas y componentes que interactúan. Mediante su desarrollo, las modificaciones al proceso genérico del desarrollo de productos abordan diversas cuestiones relativas al sistema. La fase de creación del concepto considera la arquitectura del sistema como una unidad, considerando múltiples arquitecturas como conceptos que compiten por el sistema general.

El diseño del sistema es crítico. En esta fase, el sistema se divide en subsistemas y éstos en componentes. La creación de cada componente se asigna a distintos equipos. Otros más tienen el reto especial de integrar los componentes a los subsistemas y éstos al sistema general.

El diseño detallado de los componentes es un proceso, llamado ingeniería concurrente, que se desplaza

en paralelo y cuenta con equipos de desarrollo independientes trabajando al mismo tiempo. Los especialistas en ingeniería de sistemas administran las interacciones de los componentes y los subsistemas. La fase de pruebas y afinación no sólo incluye la integración del sistema, sino múltiples pruebas y la correspondiente validación del producto.

Diseño pensando en el cliente

Durante los últimos años, las compañías han centrado todas sus energías en las actividades y adelantos tecnológicos (electrónica), que en alguna parte de su largo recorrido o trayecto olvidaron al cliente. Por tal razón, es fundamental profundizar sobre el tema del diseño del producto desde el punto de vista del usuario. El concepto de diseño industrial se refiere a diseñar pensando en la estética y el usuario.

La mayoría de usuarios se han sentido molestos con algún producto en situaciones, como fijar las opciones en el teléfono celular, reparar un automóvil, ajustar el termostato de un horno computarizado u operar un teléfono de tarjeta en el aeropuerto, casi todos se ha expresado de modo descortés con el fabricante de estos.

Muchas veces, las piezas son inaccesibles, la operación es complicada o no existe una lógica para asimilar las instrucciones o controlar la unidad.

En otras ocasiones, se presentan condiciones más delicadas: los bordes metálicos son filosos y los consumidores se cortan la mano tratando de llegar a un punto para hacer un ajuste o una reparación.

Otros productos tienen excesivas características tecnológicas, más de las que se necesitan. Casi todas las personas que adquieren productos electrónicos no los saben operar en su totalidad, utilizando una pequeña cantidad de las características ofrecidas.

Todo lo anterior se presenta porque los chips de computadora son económicos y porque el adicionar más controles no necesariamente incrementa el costo. Incluir un reloj con alarma o una calculadora en un horno microondas cuesta poco. ¿Pero los necesita? ¿Qué ocurre cuando usted pierde el manual del usuario de alguno de estos complejos aparatos? ¿Por qué le brinda tan poca ayuda el icono de "Ayuda" de su computadora? ¿Dónde ha quedado la voz del cliente?

Es una de las compañías de diseño industrial más exitosas del mundo. Su fundador, David M. Kelley y sus colegas, piensan que el trabajo es un juego, que las tormentas de ideas son una ciencia y que la regla más importante es romper las reglas. El novedoso proceso de diseño de IDEO se centra en dos actividades, las cuales son repetitivas:

1. **Tormentas de ideas.** IDEO aplica algunas reglas estrictas durante sus sesiones de trabajo.
 - Deje para después los juicios de opinión, para no interrumpir el flujo de ideas.
 - Basarse en las ideas de otros, resulta ser más productivo que llevarse la gloria por las propias.
 - Permanezca concentrado en el tema; las salidas tangentes están prohibidas.
 - Una persona a la vez, de modo que no silencie al brillante individuo que susurra sus palabras de forma pausada desde cualquier rincón del recinto.
 - Busque la cantidad: 150 en 30-45 minutos está bien.
 - Fomente las ideas fuera de lugar.

- Sea visual, es decir, proyecte las ideas para que otros las puedan entender.

2. **Prototipos rápidos.** Resulta más fácil discutir el modelo de algo, por sencillo que este sea, que expresar una cantidad de ideas abstractas o poco precisas. Los prototipos rápidos se basan en tres puntos: hágalos en bruto, rápido y bien. Perfeccionar un modelo en las primeras etapas es una pérdida de tiempo, mientras que hacerlo bien no significa que este deba funcionar; sin embargo, si se refiere a crear una cantidad moderada de pequeños modelos que se enfocan a problemas específicos. Un ejemplo es cuando un grupo de IDEO diseñó un teléfono, recortó docenas de piezas de hule espuma y se las colocó entre la cabeza y el hombro, con el propósito de encontrar la forma más conveniente para el aparato.

Diseño para la fabricación y el montaje de productos

Para algunas personas, el diseño significa la parte estética de un producto, como la forma exterior de un automóvil o el color, la textura y la forma de la caja de un abrelatas. Mientras que para otros, el diseño significa establecer los planímetros básicos de un sistema. Por ejemplo, antes de considerar los detalles, el diseño de una planta de energía significa establecer las características de diversas unidades, como los generadores, las bombas, los calentadores, la tubería de conexión, etcétera. Otra interpretación más de

diseño es detallar los materiales, las formas y la tolerancia de las piezas individuales de un producto.

En otras palabras, el diseño es una actividad que empieza con bocetos de las partes y las piezas y, luego, avanza a la estación de trabajo de diseño asistido por computadora (CAD), donde se producen los planos de la pieza con sus partes detalladas. Generalmente, estos planos se les trasladan a los ingenieros de producción y montaje, quienes son los encargados de optimizar el proceso utilizado para fabricar el producto final. En esta etapa es frecuente que surjan problemas de producción y ensamble y se requiera aplicar cambios al diseño, los cuales, muchas veces, son mayores y ocasionan un gasto adicional considerable, retrasando la liberación del producto final.

El proceso para analizar los diseños de productos, con el fin de identificar las modificaciones de diseño que mejorarán la eficiencia del montaje y la fabricación, consta de tres etapas básicas:

1. Diseño para montaje (DFA, por design for assembly)
2. Selección de materiales y procesos
3. Diseño para la fabricación de piezas aisladas (DFM, por design of part manufacture)

La aplicación de las tres etapas se denomina diseño para la fabricación y montaje (DFMA, por design for manufacture and assembly).

Las técnicas DFMA tuvo lugar en Estados Unidos, en el año 1977, en un

clima en el que la fuerte competencia japonesa se ubicaba en primer lugar, considerando:

- La reducción de los costos de fabricación de los productos.
- La disminución de los tiempos de desarrollo de nuevos productos.

Desarrollándose estudios experimentales para determinar los efectos de las diversas características de los componentes, en los tiempos de ensamblado, como: la simetría, el tamaño, peso, espesor o la flexibilidad de los componentes.

Con la consecución de los citados objetivos, se puso a prueba uno de las mayores dificultades existente, la separación entre los departamentos de Diseño y Fabricación; haciendo uso de las relacionadas descubiertas en la práctica entre los siguientes factores:

- Número de componentes de un producto.
- Número de elementos de sujeción (Por lo general, tornillos).
- Número de operaciones de montaje.
- Tiempo de montaje.
- Tiempo de desarrollo del producto.

Considerando las relaciones, una disminución en el número de componentes reduce el número de sujeciones, el número de operaciones de montaje, el tiempo de montaje y el tiempo de desarrollo de un nuevo producto.

Observando que una inversión de tiempo en las etapas iniciales de diseño del producto con miras a reducir su complejidad, supone un ahorro en el tiempo durante su diseño detallado y en la fase del prototipo.

EL DFMA es una técnica que permite analizar sistemáticamente cualquier diseño propuesto con antelación. A partir de éste, se le hacen modificaciones al diseño reduciendo el número de piezas y los tiempos de montaje, permitiendo, también, la disminución del tiempo de desarrollo y del producto y su costo.

La metodología DMFA consta de unos criterios de aplicación sistemática y una serie de principios o guías empleados a la hora de tomar las decisiones, durante el diseño de un determinado producto. Los principios a considerar son:

- Diseño de un componente base (Ej. Motor).
- Diseño modular.
- Todas las operaciones de montaje deben realizarse en una misma dirección; de ser posible, de forma vertical.
- Favorecer el uso de componentes multifuncionales.
- Eliminar ajustes.
- Facilitar los componentes de partes para que los elaboren de forma auto-posicionales.
- Proveer de acceso directo a todos los sub-montajes.
- Minimizar los niveles de ensamblado.

- Facilitar la orientación de los componentes, creándolos simétricamente.

En el análisis del DFMA, se distinguen dos etapas fundamentales:

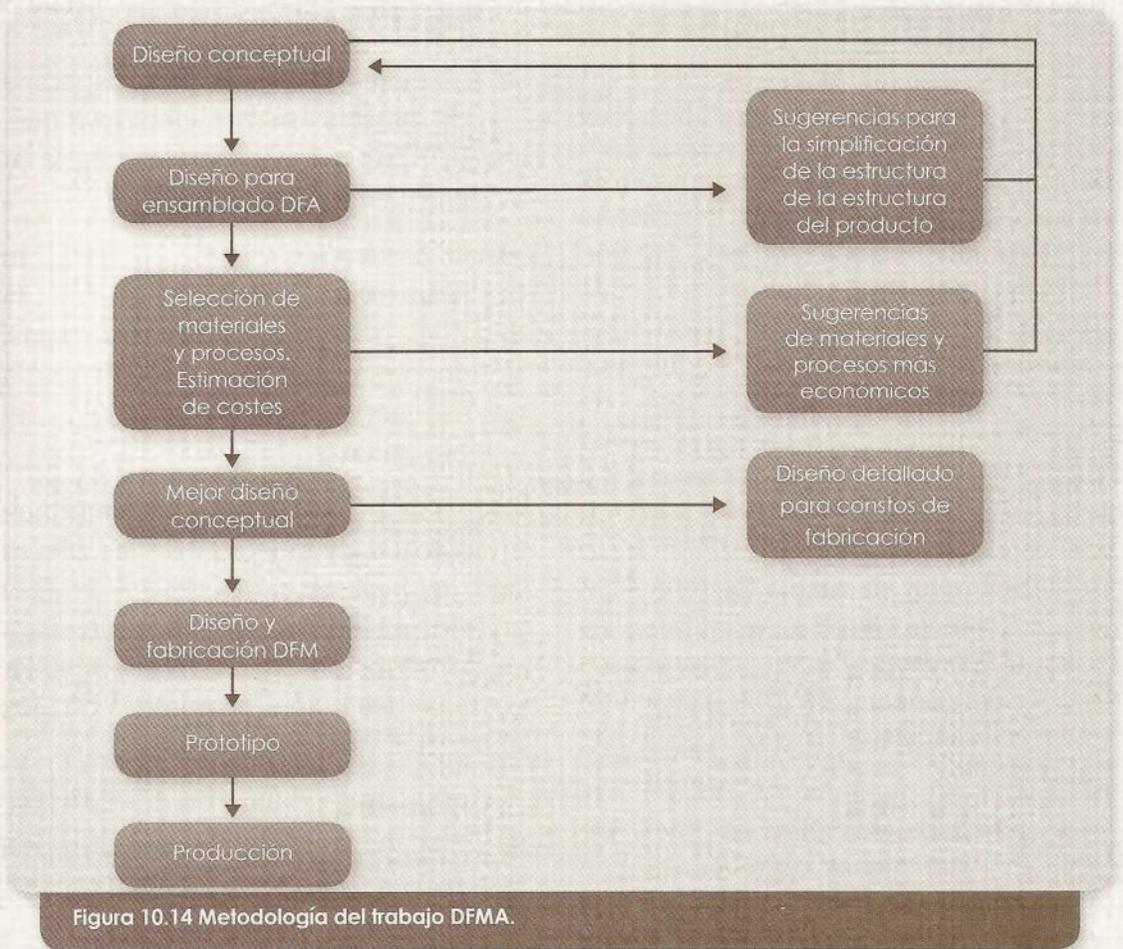


Figura 10.14 Metodología del trabajo DFMA.

1. *Diseño para el montaje (DFA).*

En esta etapa se simplifica la estructura del producto, reduciendo el número de piezas que lo componen, acompañado de unos criterios para comparar cada una de las piezas. Es importante que el equipo de trabajo sea multidisciplinario, es decir, que el equipo este conformado por

personas de diferentes áreas de la fábrica, en especial de los departamentos de producción y diseño.

2. *Diseño para la fabricación.* Precisa la estimación temprana de los costos de fabricación. En esta etapa se consideran los componentes (DFA), a través de una selección conjunta de los materiales y del

proceso productivo, trabajando con componentes definidos previamente para determinar los procesos productivos y los materiales con bajo costo, para una mayor economía en la fabricación del producto.

En la Figura anterior, se observa el uso de la metodología DFA, apoyando la simplificación de la estructura del producto y modificando el diseño conceptual. Se realiza una selección conjunta de los materiales y procesos productivos que generan ahorros al momento de fabricar los diferentes componentes; cuando se tiene un diseño apropiado, se pasa a la etapa de DFM, donde se realiza un diseño minucioso o detallado de cada parte del producto. En esta parte del proceso se deben tener en cuenta los requisitos de cada componente para fijar amplias tolerancias. Se busca que los procesos productivos sean los que preserven esas tolerancias al menor precio de fabricación.

La metodología DFA es fácil de aplicar. Las piezas que componen el producto son analizadas por los siguientes criterios, en el mismo orden en que son incorporadas al producto durante su montaje:

1. Durante la operación del producto. ¿Tiene la pieza en cuestión, movimiento relativo con otra montada anteriormente? Se consideran únicamente los grandes movimientos, los movimientos acomodados por elementos integrales de material elástico no se tienen en cuenta.

2. ¿Debe ser la pieza de diferente material o debe estar aislada de las otras piezas montadas anteriormente? Son aceptadas las razones fundamentales referentes a las propiedades del material.
3. ¿Debe estar la nueva pieza separada de las otras piezas, debido a que, de otra manera, se dificultaría el montaje y desmontaje?

Con estos tres criterios se ubican las piezas que permiten disminuir la eficiencia de montaje; en otras palabras, se encontrarán las piezas que en teoría no son necesarias, eliminándose del aparato en cuestión.

En la etapa de DFM, se pretende que el costo de producción de las piezas que se han determinado en la fase anterior sea el mínimo posible. Para su consecución, lo primero a realizar es una selección temprana de los materiales y procesos productivos.

Al momento de elegir los dos factores, se buscan las soluciones entre los procesos productivos conocidos por el equipo de diseñadores; sin embargo, este campo de acción es reducido, por lo que la solución encontrada no será la mejor.

Con el fin de prestar asistencia eficiente a los equipos de diseño en esta labor, existen técnicas de aplicación sistemática similares a las descritas hasta el momento, las cuales con ayuda de los programas informáticos, admiten la ampliación del campo de soluciones.

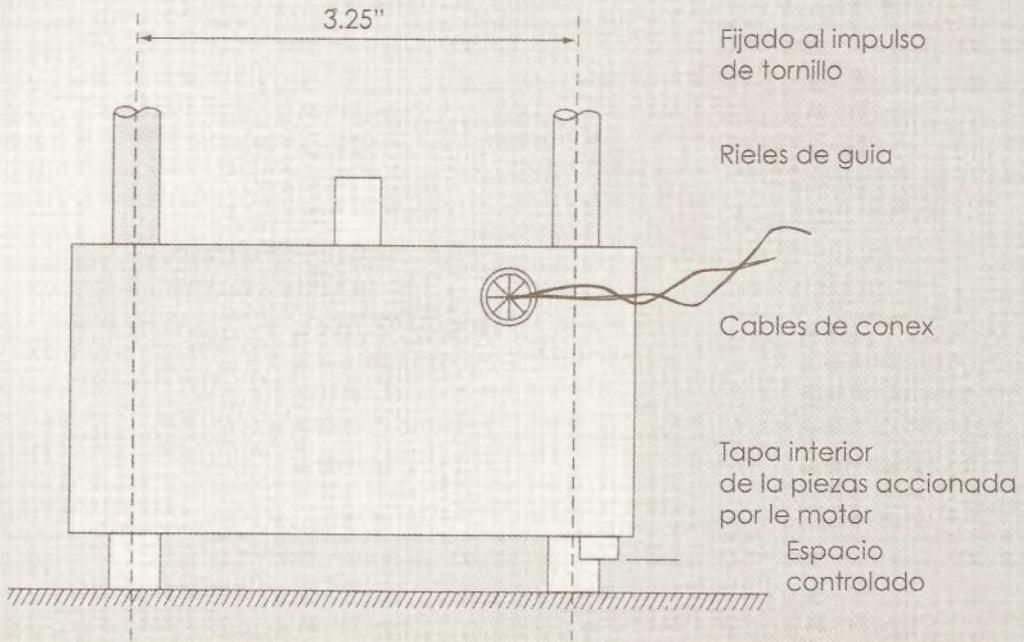


Figura 10.15 Configuración de una pieza accionada por un motor.

La correcta aplicación de los principios del DFM brindan otros beneficios, como:

- La reducción del número de componentes del producto o servicio.
- El incremento de la estandarización de los componentes.
- La mejora de los aspectos funcionales de los productos.
- La mejora en el diseño del trabajo.
- La mejora en la capacidad de la prestación de servicios y mantenimiento del producto.
- El diseño robusto en la calidad.

A nivel general, el objetivo del DFMA es crear, durante la etapa de diseño, un producto que sea fácil de

fabricar. Los principios aplicados en la consecución de este objetivo, están orientados en el sentido de que es beneficioso diseñar productos que contengan menos elementos, aunque de mayor complejidad. Además, el DFMA actúa de dos formas: en primer lugar, reduciendo el costo de las diferentes piezas que componen un producto y, segundo, disminuyendo el costo de una colección de piezas; en lo que concierne al DFA, éste evalúa y mejora un concepto de diseño mediante cambios en el número de piezas a ensamblar y en la localización o disponibilidad de éstas.

Ejemplo. Una pieza accionada por un motor, que se requiere para percibir y controlar su posición sobre una guía de dos rieles de acero.

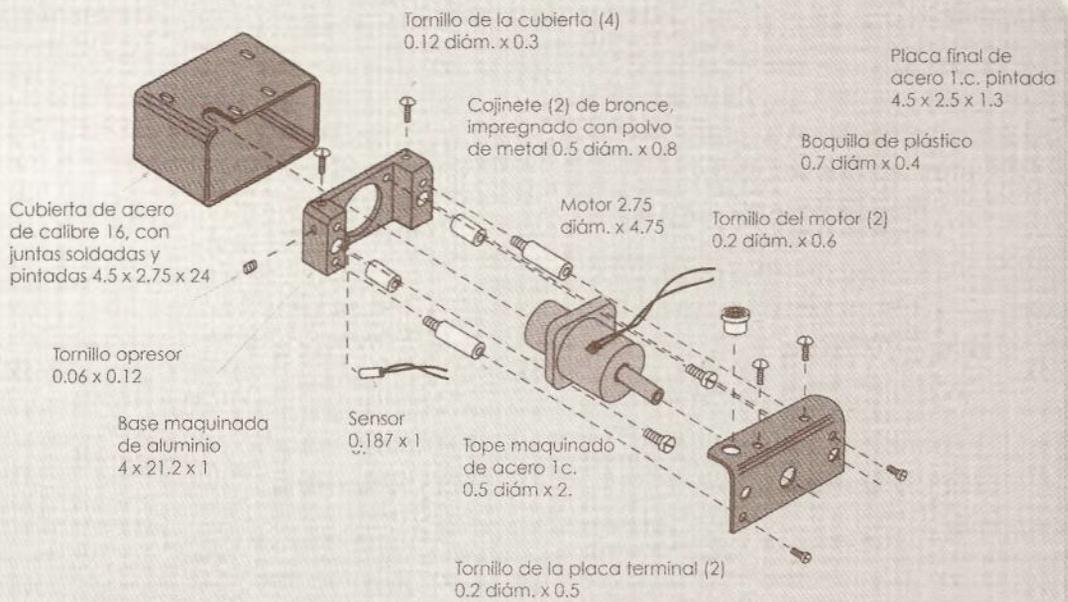


Figura 10.16 Diseño propuesto para un accionamiento por motor.

El motor controla una ventana eléctrica en un establecimiento de McDonald's que ofrece servicio en su vehículo. Este motor está cubierto completamente y tiene una cubierta removible que permite el acceso para ajustar el sensor de posición. Además, cuenta con una base rígida, diseñada para facilitar el deslizamiento hacia arriba y hacia abajo por la guía de rieles, siendo el soporte del motor y el sensor de ubicación; estos, a su vez, tienen cables que son conectados a la unidad de control y a la fuente de energía.

En la siguiente Figura se expone una solución propuesta, a la que se le han insertado dos casquillos a la base para evitar el desgaste de los orificios. El motor está sujeto a la base con dos tornillos y tiene un orificio por el que pasa el sensor cilíndrico, el cual ha sido sujeto

con un tornillo opresor. Las cubiertas requeridas se presentan en forma de una placa terminal, atornillada con dos toques a la base. Para que los cables no produzcan un corto al tocar la cubierta de metal cuando se desgasten, en la placa terminal se insertó un casquillo de plástico por donde pasa el cable. Por último, una tapa deslizante, en forma de caja, entra a la pieza por la parte inferior de la base y se fija con cuatro tornillos, dos a la base y dos a la cubierta final.

El diseño actual consta de 19 piezas que se arman para formar la pieza accionada por un motor. Las piezas son dos sub-ensambles (el motor y el sensor), ocho piezas principales adicionales (cubierta, base, dos cojinetes, dos toques, un casquillo de plástico y la placa terminal) y nueve tornillos.

Las mejoras más importantes en el DPFM surgen, debido a que el producto se ha simplificado reduciendo el número de piezas sueltas. Con el fin de guiar al diseñador en relación con la consideración de la propuesta, la metodología presenta tres criterios para el estudio de cada pieza a adicionarle al producto, durante el montaje:

1. Durante el funcionamiento del producto, ¿La pieza se mueve en relación con las otras piezas que han sido armadas?
2. ¿La pieza debe ser de un material diferente a las piezas que han sido armadas o debe quedar aislada de ellas?
3. ¿La pieza debe estar separada de las demás, para que el producto se pueda desarmar para ajustarlo o hacerle mantenimiento?

Los siguientes son los pasos a seguir para aplicar estos criterios al diseño propuesto:

1. **Base.** Como es la primera pieza que se arma, no se puede combinar con otra pieza; por lo tanto, en la teoría, es una pieza básica.
2. **Cojinetes (2).** No satisfacen el segundo criterio. Por lo tanto, la base y los cojinetes son del mismo material.
3. **Motor.** Es una sub-pieza que se le compra a un proveedor. Los criterios no son aplicables.
4. **Tornillos del motor (2).** No es necesario tener piezas separadas para sujetar algo, puesto que se le puede integrar al diseño, alguna

forma de sujeción (Ej. La pieza puede ser colocada a presión).

5. **Sensor.** Se trata de otra sub-pieza estándar.
6. **Tornillo opresor.** Similar al punto 4, no es necesario.
7. **Topes (2).** No cumplen con el segundo criterio; pueden incorporarse a la base.
8. **Placa terminal.** Debe ir separada para facilitar su desarme (se aplica el criterio tres).
9. **Tornillos de la placa terminal (2).** No son necesarios.
10. **Casquillo de plástico.** Puede ser del mismo material que la placa terminal e ir combinado con ella.
11. **Tapa.** Puede ir combinada con la placa terminal.
12. **Tornillos de la tapa (4).** No son necesarios.

Considerando el análisis anterior, se observa que si las sub-piezas del motor y el sensor se colocan a presión o se atornillan a la base y, además, si se diseña una cubierta de plástico colocada a presión, entonces solo se necesitan 4 elementos separados, en lugar de 19. En teoría, estos cuatro elementos representan el mínimo requerido para cumplir con las restricciones del diseño del producto.

La justificación del porque se deben incluir las piezas que están más allá del mínimo, depende del equipo de diseño, fundamentada en las consideraciones prácticas, técnicas y económicas. En el ejemplo se puede argumentar que

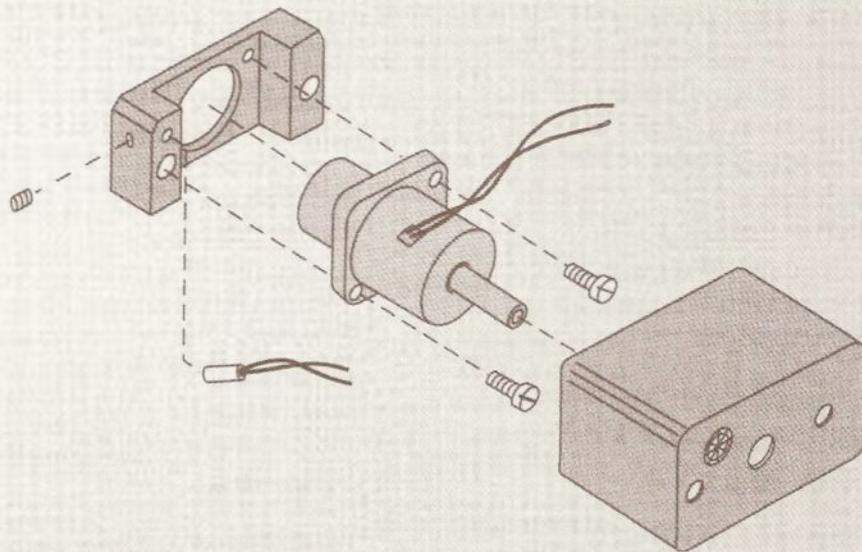


Figura 10.18 Rediseño de la pieza accionada por motor, luego del análisis del diseño de la pieza (ADP).

se necesitan dos tornillos para fijar el motor y un tornillo opresor para sujetar el sensor, dado que otra alternativa no resulta practica para un producto de bajo volumen como éste. Sin embargo, se puede mejorar el diseño de estos tornillos, incluyendo puntos piloto para facilitar el montaje.

La pieza que se muestra a continuación, fue rediseñada y ahora sólo requiere de siete partes separadas. Observe como se han eliminado piezas. La nueva cubierta de plástico se coloca a presión sobre la placa de la base. Este nuevo producto es más sencillo de armar y su costo más bajo, debido a que tiene menos piezas.

Elección del proceso productivo

Tecnología de manufactura

El estudio más influyente sobre la tecnología de la manufactura, lo desarrolló la socióloga industrial inglesa, Joan Woodward. Ella y su equipo de investigación, realizaron un arduo trabajo de campo, examinaron los registros de las compañías y observaron las operaciones de manufactura. Sus registros involucraban una gran variedad de características estructurales y dimensiones del estilo directivo y el tipo de procesos de manufactura. Incluyendo datos que proyectaban el éxito de las empresas.

Woodward desarrolló una escala, organizando las empresas de acuerdo con la complejidad técnica de los procesos de manufactura. La complejidad técnica establece el grado de mecanización de un proceso de manufactura. Cuando se presenta una complejidad técnica alta, indica que la mayoría del trabajo lo realizan las máquinas, mientras que

una complejidad técnica baja señala que los trabajadores cumplen un papel fundamental en el proceso de producción. En un principio, la escala de complejidad técnica de Woodward consistía en 10 categorías, las cuales, se subdividían en otras categorías y éstas, a la vez, fraccionadas en tres grupos tecnológicos básicos:

1. Grupo I. Producción unitaria y en pequeños lotes. Integra las empresas que tienden a ser operaciones de taller que fabrican y ensamblan pequeños pedidos para satisfacer las necesidades específicas del cliente, cuyo lema es trabajar sobre medidas. La producción en lotes pequeños depende, en gran parte, del operador humano; por lo tanto, no es mecanizada. Una fábrica de equipos electrónicos para aeroplanos y otros productos, es un ejemplo de manufacturas en lotes pequeños. A pesar de que se utiliza maquinaria computarizada sofisticada como parte del proceso de producción, el ensamble final requiere de operadores humanos capacitados para garantizar la confiabilidad de los productos empleados por las compañías aeroespaciales, contratistas de la defensa y el ejército estadounidense. La fuerza de trabajo de la compañía se encuentra dividida en células de manufactura; algunas de ellas solo producen 10 unidades por día.

2. Grupo II. Lote grande y producción masiva. La producción de lotes grandes es un proceso de

manufactura, que se caracteriza por grandes corridas de fabricación de partes estandarizadas. En muchas ocasiones, la producción hace parte del inventario de donde se surten los pedidos, debido a que los clientes no requieren de necesidades exclusivas. En este grupo se encuentran la mayor parte de líneas de montaje para *automóviles y casas rodantes*.

3. Grupo III. Producción de proceso continuo es mecanizado, no tiene inicio ni pausa. Este proceso hace referencia a la mecanización y estandarización más avanzada que las líneas de montaje. El proceso continuo es controlado por las máquinas automatizadas y donde los resultados son predecibles. En este grupo se encuentran las plantas químicas, las refinerías de petróleo, los productores de bebidas, las compañías farmacéuticas y las plantas de energía nuclear.

Los informes de Woodward, cobran sentido con esta clasificación. Por ejemplo, la cantidad de niveles directivos y la relación entre el director y la cantidad total de personal, manifiestan incrementos a medida que aumenta la complejidad técnica de un proceso de producción unitario a un proceso continuo.

Selección de los procesos de manufactura

La selección de los procesos de manufactura o fabricación se refieren a la gestión estratégica empleada

para seleccionar el tipo de proceso de producción a utilizar en la fabricación de un producto o para prestar un servicio.

El estándar general del flujo del trabajo define los formatos a usar para la distribución dentro de una instalación, bajo cinco estructuras básicas: proyecto, centro de trabajo, celda de manufactura, línea de ensamble y proceso continuo.

Distribución por proyecto. El producto (en razón a su volumen o peso) se mantiene en un lugar fijo y el equipo de producción se desplaza hasta el producto. Las edificaciones u obras (casas y caminos) y los escenarios donde se filman las películas son ejemplos de este formato. Los bienes que se producen con este tipo de distribución operan empleando las técnicas para la administración de proyectos. Existen ciertas áreas designadas para diferentes propósitos,

como son el material para escenografía, la construcción de sub-ensambles, el acceso para la maquinaria pesada y una para la administración.

Centro de trabajo. Es el lugar donde se agrupan los equipos y funciones similares, por ejemplo, las impresoras en un área y las troqueladoras en otra, siendo la pieza que se está produciendo la que se desplaza, siguiendo una secuencia establecida de operaciones, desde un centro de trabajo a otro, donde se encuentran las máquinas necesarias para cada operación. Este tipo de distribución, también, se conoce como taller.

Celda de manufactura. Se refiere a un área dedicada a la fabricación de productos que requieren procesos similares. Estas células son diseñadas para desempeñar un conjunto específico de procedimientos aplicados en una variedad limitada de productos. Una empresa puede tener

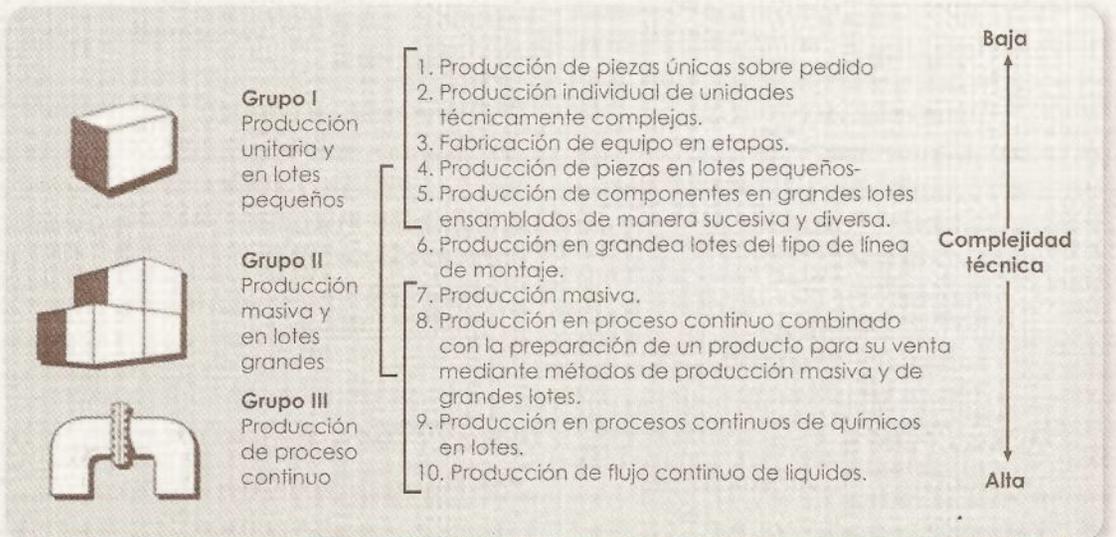


Figura 10.19 Clasificación de Woodward.

Fuente: Adaptado de Joan Woodward, Management and Technology (Londres Her Majesty)

muchas células diferentes en un área de producción, donde cada una de ellas esta preparada para producir, con eficiencia, un sólo producto o un grupo de productos similares. Por lo general, las células están programadas para producir “conforme se necesita” y responder a la demanda real de los clientes.

Línea de ensamble. Es el lugar donde los procesos de trabajo están establecidos de acuerdo con la secuencia de la producción de un producto. Generalmente, la ruta que sigue cada pieza es en línea recta. Para la fabricación de un producto, las piezas separadas pasan de una estación de trabajo a otra con un ritmo controlado y siguiendo la secuencia establecida para su fabricación. Algunos ejemplos son las líneas de ensamble de juguetes, aparatos eléctricos y automóviles.

Proceso continuo. Es semejante a una línea de ensamble, dado que la producción sigue una secuencia de puntos predeterminados, donde se detiene, aunque el flujo sea continuo. Son estructuras automatizadas y compuestas por una “máquina” integral que funciona todo el tiempo (24 horas del día), para evitar apagarla, por su elevado costo de arranque. La conversión y el procesamiento de materiales no diferenciados, como el petróleo, los productos químicos y los fármacos son un buen ejemplo.

Matriz de procesos y productos. En la mayoría de los casos, se utiliza una matriz de procesos y productos (Consulte la Figura 10.20), con dos dimensiones, para describir y representar las relaciones entre las estructuras de la distribución.

La primera dimensión se refiere al volumen de productos fabricados,

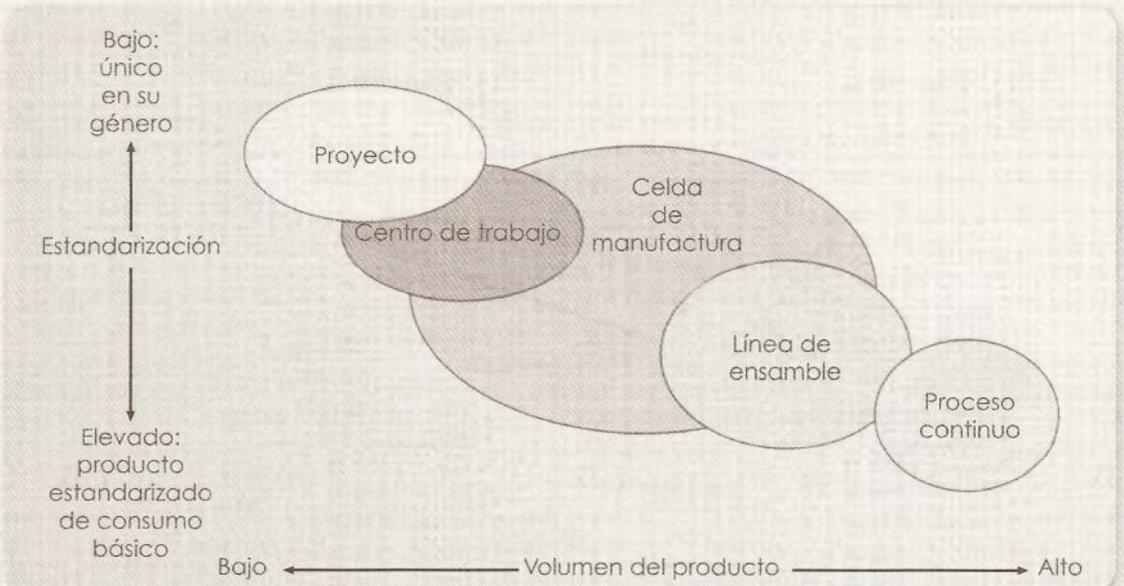


Figura 10.20 Gestión estratégica de la distribución.

es decir, el volumen de un producto particular o de un grupo de productos estándar. La estandarización se sitúa en el eje vertical y se refiere a las variaciones del producto, las cuales se miden en términos de diferencias geométricas, diferencias de materiales, etc.

Los productos estandarizados tienen muchas similitudes desde el punto de vista del proceso de manufactura, mientras que los productos no estandarizados requieren de diferentes procesos.

Los procesos son representados en forma diagonal (consulte la Figura 10.20), siendo conveniente diseñar las instalaciones a lo largo de la diagonal. Por ejemplo, si se produce un volumen relativamente bajo de productos no estandarizados, es provechoso emplear centros de trabajo. Por otro lado, una línea de ensamble o un proceso continuo se deben usar para fabricar un volumen grande de un producto estandarizado (de consumo masivo).

Teniendo en cuenta la alta tecnología para la producción que existe en estos días, se observa que algunas de las estructuras de la distribución abarcan

áreas relativamente grandes de la matriz de los procesos y productos. Por ejemplo, se pueden usar células de manufactura para una amplia gama de aplicaciones, explicando el porque se han convertido en una estructura de distribución usual empleada por los ingenieros de manufactura.

Diseño del flujo de los procesos de manufactura

El método apropiado para evaluar los procesos a los que son sometidas las materias primas, las piezas y los sub-ensambles durante su paso por la planta, es el diseño del flujo de los procesos de manufactura. Los instrumentos de la administración de la producción usados para planear y diseñar el flujo de los procesos son los planos de la pieza, las gráficas de ensamble, las hojas de ruta y las gráficas de flujo del proceso. Cada una de estas ilustraciones, representa un instrumento de diagnóstico útil, que se emplea para mejorar las operaciones durante el estado invariable del sistema de producción; el primer paso para analizar todo el sistema de producción es representar los flujos

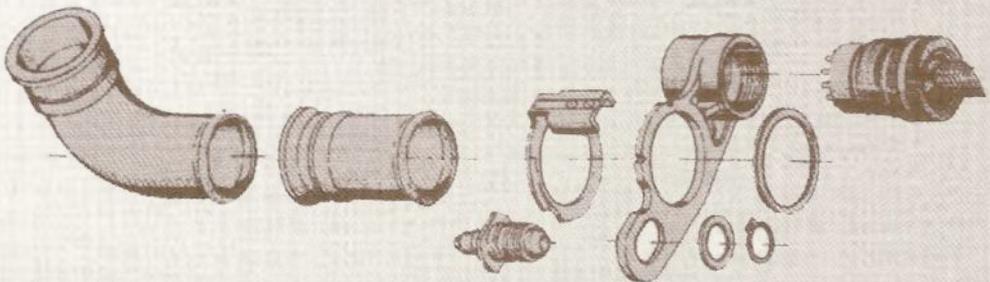


Figura 10.21 Plano de un conector mecánico.

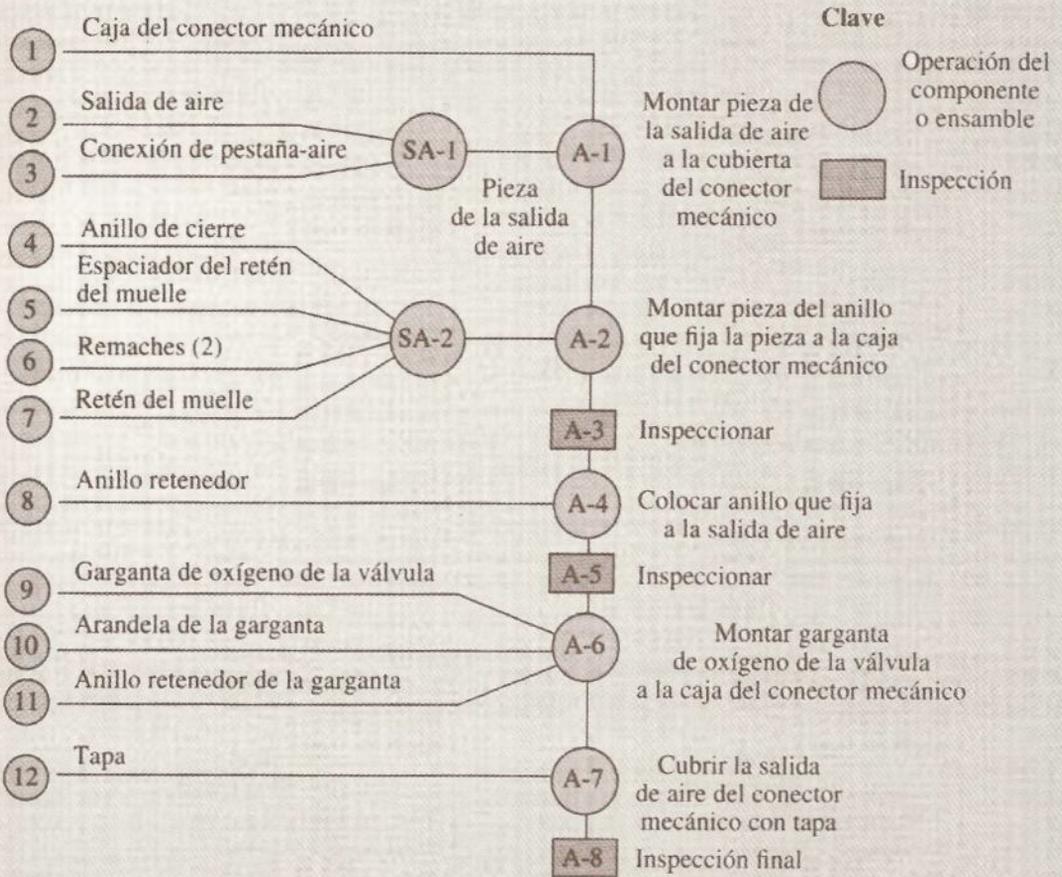


Figura 10.22 Plano de un conector mecánico.

y las operaciones mediante una o varias de estas técnicas. Son como los “organigramas” del sistema de manufactura.

El plano de la pieza. Es una imagen ampliada del producto que muestra las partes que la componen.

Una gráfica de ensamble. Utiliza la información del plano de la pieza y define (entre otras cosas) como deben ir colocadas las piezas, el orden para armarlas y un esquema del flujo general de los materiales.

La hoja de ruta y operaciones. Puntualiza la ruta del proceso y las operaciones que corresponden a una pieza en particular. Proporciona la información relativa al tipo de equipo, herramientas y operaciones necesarias para fabricar la pieza.

Consulte la figura 10.23 más adelante.

Una gráfica de flujo del proceso. Ilustra lo que sucede con el producto a su paso por las instalaciones productivas. El punto focal del análisis de una operación manufacturera debe ser el de identificar las actividades que

Núm. oper.	Descripción de operación		Dept.	Máquina	Hora prep.	Ritmo por hora	Herramientas
20	Perforar orificio .32	+ .015 - .005	Perforado	Máquina 513 Perforadora	1.5	254	Aditamento perforadora L-76 Guía #10393
30	Quitar rebabas .312	+ .015 - .005	Perforado	Máquina 510 Perforadora	.1	424	Buriladora dentada
40	Acanalar perf.	.009/.875 diám. .878/.875 dia (2 pasadas) perf. .7660/7625 (1 pasada)	Torno	Máquina D 109 Torno	1.0	44	Acanaladora Ramet 1 TPG 221
50	Horadar orificio según diseño ¼ min. cuerda completa		Horadar	Máquina 517 horadadora	2.0	180	Aditamento #CR 353 horadar 4 esp. acanalado
60	Perforar orificio 1.33 a 1.138 diám.		Torno	H&H E107	3.0	158	Aditamento giratorio Hartford L44 Superspaciador p. #45 Sosten #L46 FDTW-100 inserto #21 revisar aditamento
70	Quitar rebabas 0.005 a 0.010 ambos lados, aumentar a mano para detector		Torno	Torno F162	.3	175	Recoger CR #179 1327 RPM
80	Escañar ranura para eliminar rebabas de cuerda		Perforado	Máquina 507 perforadora	4	91	Aditamento B87 punta escariadora L59 0.875120 G-H6
90	Esmerilar cuerda I.D. .822/ .828		Esmerilar	Esmeriladora	1.5	120	
95	Esmerilar .7600/ .7625		Esmerilar	Esmeriladora	1.5	120	

Figura 10.23 Hoja de ruta y operaciones de un conector mecánico.

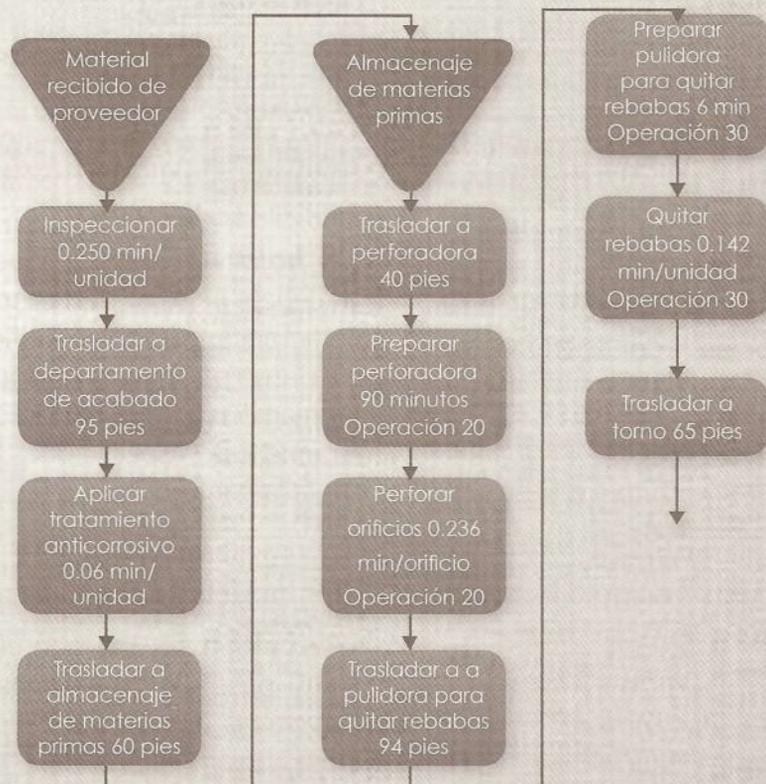


Figura 10.24 Grafica de flujo de la caja del conector mecánico.

se pueden minimizar o eliminar, entre ellos, los traslados y el almacenaje durante el proceso. Por lo general, cuanto menor es la cantidad de traslados, demoras y almacenajes durante el proceso, mejor será su flujo.

Empresas de servicios en general

A este grupo pertenecen las empresas que producen y comercializan bienes intangibles. Durante el siglo XVIII y comienzos del XIX, la fuerza laboral en Estados Unidos se centraba en la agricultura, dedicándose después a la industria, principalmente. A comienzos del siglo XX, el empleo en el sector de los servicios supero al sector manufacturero.

Las siguientes características generales, las diferencia del sector manufacturero:

Ausencia de inventarios. Como los servicios no son almacenables, el servicio que no se use hoy se pierde en su totalidad y, por ende, no se obtienen ingresos a futuro, por lo que se debe reducir al mínimo su capacidad ociosa, considerando que sus costos a corto plazo son fijos. Las pérdidas por servicios no suministrados son tan importantes, que las tasas de ocupación, las horas vendidas, las cargas transportadas, la contratación de estudiantes, los ingresos a hospitales y otros indicadores de éxito en las ventas, son variables esenciales en las empresas de servicios.

Dificultad en el control de calidad.

La empresa de servicios únicamente puede apreciar la calidad de su producto (servicio) hasta el momento en que lo presta. El gerente de un hotel inspecciona las instalaciones, pero la satisfacción del cliente depende, en buena medida, de la manera en que se le prestó el servicio (atención al cliente).

Mano de obra intensiva. Mientras que las empresas manufactureras adquieren equipos y líneas automatizadas de producción para reemplazar los trabajadores y reducir los costos, la mayoría de las empresas de servicios no lo pueden hacer porque son primordiales para la prestación de un buen servicio (su ocupación es alta).

Organizaciones de múltiples unidades.

Algunas empresas de servicios operan varias unidades pequeñas en diversos lugares. Suelen ser cadenas de restaurantes de comidas rápidas, oficinas de renta de automóviles, gasolineras y muchas más. En algunos casos, las unidades son propiedades, mientras otras operan a través de franquicias. La similitud entre estas unidades, permite disponer de una base común para analizar los presupuestos y evaluar el desempeño. La información suministrada por cada unidad se compara con los promedios de todo un sistema o regionales, identificando, de este modo, un excelente o deficiente desempeño. No obstante, hay que tener cuidado con las comparaciones realizadas, debido a que las unidades son diferentes, dependiendo del tipo de servicio que

presta, por los recursos empleados y otros factores.

Las empresas de servicios se clasifican con base en quienes son sus clientes; las siguientes son algunos ejemplos:

Empresas de servicios profesionales.

Se caracterizan por la habilidad del personal especializado. Por ejemplo, las empresas de investigación y desarrollo, los bufetes de abogados o contadores, las compañías de servicios médicos, los despachos de ingeniería, arquitectura o consultoría, las agencias de publicidad, las orquestas sinfónicas y otras organizaciones culturales o deportivas.

Empresas de servicios financieros.

Su función principal es el manejo de dinero. Por ejemplo, los bancos comerciales, las cajas de ahorros, las compañías de seguros e inversionistas de bolsa.

Empresas de atención a la salud.

Su finalidad es obtener utilidades, por ejemplo, los hospitales, clínicas, compañías de servicios médicos, asilos y sanatorios, las compañías de cuidados en el hogar y los laboratorios clínicos, entre otras.

Organizaciones sin fines de lucro.

Son aquellas que no distribuye activos ni ingresos, ni sus beneficios entre sus miembros, funcionarios y directivos, aunque requiere de la obtención de ganancias moderadas, con el fin de financiar el capital de trabajo y para enfrentar los tiempos difíciles.

Diseño de las organizaciones de servicios

Las características expuestas anteriormente, son fundamentales a la hora de diseñar las empresas de servicios, siendo la capacidad el tema primordial.

El exceso de capacidad genera costos elevados, mientras una insuficiente origina la prestación de un servicio deficiente (pérdida del cliente). Resulta de gran ayuda contar con el marketing, el cual explica el por qué hay tarifas aéreas con descuento, ofertas especiales de fin de semana en los hoteles, etc. También, es una buena figura del porqué en los servicios, resulta tan difícil separar las funciones de la administración de las operaciones del marketing. Los modelos de una línea de espera representan un buen instrumento matemático para analizar muchas situaciones que son comunes en los servicios. Estos modelos permiten analizar preguntas como cuantos cajeros se deben tener en un banco o cuantas líneas telefónicas se necesitan en una operación de servicios de Internet. Son fáciles de implementar empleando hojas de cálculo. Hay factores centrales que diferencian el diseño y el desarrollo de los servicios del desarrollo característico de los productos manufacturados:

1. El proceso y el producto se deben desarrollar de forma simultánea; de hecho, en los servicios, el proceso es el producto (se afirma esto, reconociendo que muchos fabricantes están utilizando conceptos como la ingeniería

concurrente y el DPM [diseño para manufactura] como enfoques para ligar el diseño del producto y el proceso).

2. La operación del servicio carece de la protección legal que suele existir en el caso de la producción de bienes, aun cuando el equipamiento y el software que apoyan el servicio estén protegidos por las patentes y derechos de autor.
3. El paquete del servicio representa el producto principal del proceso de desarrollo.
4. Varias partes del paquete del servicio suelen estar definidas por

la capacitación que los individuos reciben antes de hacer parte de la organización de servicios. En particular, en las organizaciones de servicios profesionales (OSP), como los bufetes de abogados y los hospitales, es necesario contar con un certificado de estudios para ser contratado.

5. Otras organizaciones de servicios cambian los servicios que ofrecen de un día para otro. Las organizaciones de servicios de rutina (OSR), como las peluquerías, las tiendas detallistas y los restaurantes tienen esta flexibilidad.

La estructura de bajos costos de Southwest Airlines

Durante mucho tiempo, Southwest Airlines ha sido una de las empresas destacadas por su desempeño en la industria estadounidense de la aviación. Es famosa por sus tarifas reducidas, en un 30% por debajo de sus rivales, equilibradas mediante una estructura de costos menor, permitiéndole tener una rentabilidad superior record, incluso, en los años malos como el 2001, en que la industria se enfrentó a una demanda a la deriva. Southwest fue la única línea aérea entre las ocho más importantes de Estados Unidos, que tuvo utilidades en el trimestre posterior a los ataques terroristas del 11 de septiembre, en el World Trade Center y en el Pentágono.

Una fuente importante de la baja estructura de costos de Southwest fue la alta productividad de sus empleados, medida por las líneas de aviación con la relación entre empleados y pasajeros. De acuerdo con las cifras de la Air Transport Association, en el año 2000, esta razón fue de 1 a 2.424 para Southwest, seguida por Alaska Airlines con 1.518 y Delta Airlines con 1.493. La empresa que tuvo el peor desempeño de las principales líneas de aviación en Estados Unidos, fue United, con una relación empleado-pasajero de 1 a 938, en el año 2000. Southwest

opera su negocio con menos personas que cualquiera de sus competidores. ¿Cómo lo hace?

En primer lugar, Southwest le dedica gran atención a aquellos que contrata. En promedio, la compañía ha contratado solamente al 3% de los que entrevistó en un año. Al contratar, hace énfasis en el trabajo en equipo y en una actitud positiva. Southwest argumenta que las habilidades se pueden aprender, pero una actitud positiva y la disposición a colaborar no. Southwest, también, crea incentivos para que sus empleados trabajen fuertemente. Todos los empleados están cubiertos por un plan de distribución de utilidades y, al menos, el 25% de la participación de un empleado en ese plan de distribución de utilidades debe invertirse en acciones de la compañía, dando origen a una fórmula sencilla: Mientras más duro trabajen los empleados, más utilidades obtiene Southwest y más ricos se vuelven los empleados. En otras líneas de aviación, nunca se ve un piloto ayudando a registrar los pasajeros para que ingresen al avión. En Southwest, se ha sabido que los pilotos y las azafatas ayudan a asear el avión y a registrar los pasajeros en las salas. Hacen esto para preparar un avión lo más rápido posible y despegar cuanto antes, puesto que un avión no hace dinero mientras permanece en tierra.

Southwest también reduce sus costos al esforzarse por mantener sus operaciones lo más simples posible. Al operar solamente un tipo de avión, el Boeing 737, reduce los costos de capacitación, mantenimiento y de inventario, aumentando la eficiencia en la programación de las tripulaciones y los vuelos. La operación se realiza sin boletos, lo cual reduce las funciones de contabilidad en las oficinas traseras, así como los costos. No hay asignación de asientos, lo que también reduce los costos. No hay comidas ni películas en los vuelos y la línea aérea no traslada el equipaje a otras compañías de aviación, con lo cual se reduce la necesidad de manejadores de equipaje. Otra importancia fundamental entre Southwest y la mayoría de las líneas de aviación, es que Southwest vuela de destino a destino, sin operar desde centrales congestionadas en los aeropuertos. Por consiguiente, sus costos disminuyen puesto que no se requieren docenas de salas ni cientos de empleados para manejar los bancos de vuelos que ingresan y se dispersan en una ventana de dos horas, por lo cual la central permanece vacía hasta que los siguientes vuelos arriben unas cuantas horas después.

Fuente: M. Brellis, "Simple Strategy Makes Southwest a Model for Success" Boston Globe, 5 de noviembre del 2000. p. F1, Southwest Airlines 10K, 2001

Matriz para el diseño de un sistema de servicios

Esta matriz permite usos operativos y estratégicos. Los operativos se proyectan al identificar los requerimientos de los trabajadores, el enfoque de las operaciones y las innovaciones. A continuación, se consideran algunos usos estratégicos:

1. Reconocer la integración sistemática de las operaciones y la estrategia de marketing. Los retos resultan más claros, cuando algunas de las variables principales del diseño se materializan para efectos del análisis. En la matriz se observa que no tiene sentido, en lo referente a las ventas, que una empresa de servicios invierta en trabajadores calificados, si piensa operar utilizando especificaciones estrictas.
2. Explicar, con exactitud, la combinación de servicios que presta la empresa. A medida que la compañía incorpora las opciones para la prestación que aparecen en la línea diagonal (Figura 10.25), se diversifica en su proceso de producción.
3. Acceder a la comparación con la forma en que otras empresas brindan servicios específicos, siendo útil para detectar la ventaja competitiva de la empresa.
4. Indicar los cambios evolutivos o del ciclo de vida necesarios, a medida que la empresa crece. Aunque, a diferencia de la matriz de procesos y productos de las manufacturas,

la evolución de la prestación de un servicio se moviliza en una de las dos direcciones, a lo largo de la diagonal, como resultado de un equilibrio entre las ventas y la eficiencia.

Consulte la figura 10.25; en la página siguiente.

Planos de los servicios y el poka-yokes

El diagrama de flujo también es el instrumento estándar para el diseño del proceso de los servicios. En los últimos tiempos, los líderes del sector de los servicios han resaltado la importancia del diseño del proceso, llamándolo plano de los servicios. Su característica particular es la diferencia que establece entre los aspectos del servicio que tienen contacto directo con el cliente. Esta diferencia se marca con una "línea de visibilidad", en el diagrama de flujo.

La siguiente Figura muestra el plano de una operación de un taller de automóviles. Se observa, que cada actividad que constituye un encuentro típico de servicios es registrada en el diagrama de flujo. Con el fin de identificar el área que ejerce el control de las actividades, el diagrama muestra niveles. El nivel superior consta de actividades que controla el cliente. Posteriormente, están las actividades que desempeña el gerente del taller cuando interactúa con el cliente. El tercer nivel representa las actividades de reparación que desempeña el taller, finalmente, el nivel más bajo representa la actividad de la contabilidad interna.

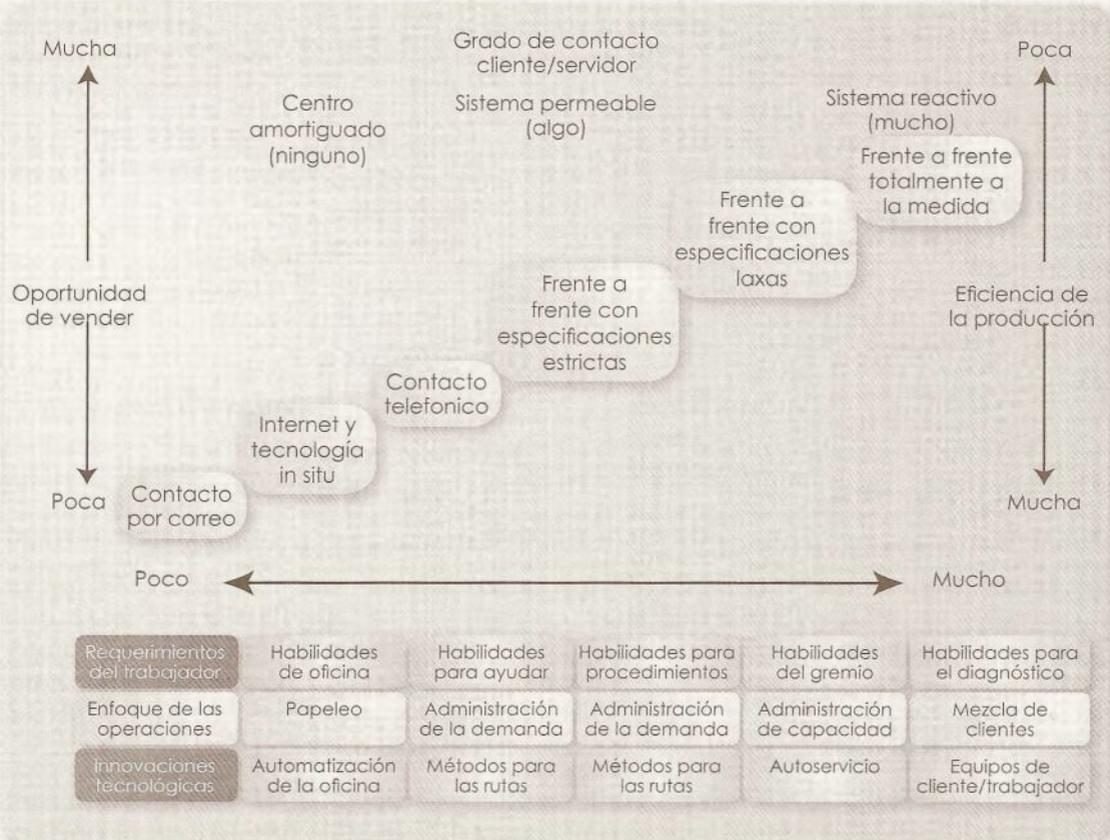


Figura 10.25 Matriz para el diseño de un sistema de servicios.

Básicamente, el plano describe las características del diseño del servicio; sin embargo, no tiene líneas directas que indiquen como lograr que el proceso se ajuste al diseño. Una manera lógica y sencilla de afrontar este problema es aplicando el poka-yokes.

Poka-Yoke: (Término japonés, que traduce “a prueba de errores”). Una forma de abordar este problema es aplicar el poka-yokes; procedimientos que impiden que los errores inevitables se conviertan en un defecto del servicio. Son comunes en las fábricas y están compuestos por aditamentos para garantizar que las piezas solo se puedan unir del lado correcto; los

interruptores electrónicos desconecten automáticamente el equipo cuando ocurre un error; la presentación de las piezas antes de montarlas para asegurarse de utilizar las cantidades adecuadas y las listas para comprobar que se sigue la secuencia correcta de pasos.

En la década de los 70, Estados Unidos comienza a perder liderazgo en temas de calidad, a pesar de ser el mentor de la calidad moderna y contar con personalidades reconocidas, como Shewart, Deming, Juran, entre otros. Lo anterior, se originó por la afluencia masiva de productos japoneses de mejor calidad y a bajos precios.

El uso extendido de Poka-Yoke, en las compañías japonesas, bajaron el índice de defectos, disminuyendo los costos. El ingeniero japonés, Shigeo Shingo, fue quien perfeccionó la metodología, en la década de los 60; su trabajo consistió en reunir y sistematizar el conocimiento milenario que el hombre común utiliza en su vida cotidiana, para aplicarlo en el desempeño de una compañía.

Poka-Yoke busca una solución, cuando el proceso para la obtención de un bien o servicio ya se ha generado; en otras palabras, el proceso tiene defectos que son los que generan errores. Sin embargo, lo ideal es que los Poka-Yoke, se incluyan desde el inicio de la etapa de diseño, para cumplir con el axioma básico de la Calidad moderna, hacer las cosas bien desde un comienzo, con los costos adicionales que ello implica. Según Shigeo Shingo, los 3 componentes del Cero defecto son:

- Inspecciones a la fuente.
- Inspecciones al 100%: Usando simples y baratos sistemas Poka-yoke.
- Acción inmediata. Las operaciones se deben parar de forma inmediata, ante la aparición de un error y NO se deben reanudar, hasta tanto se haya corregido la causa del error.

Sistema cero defectos

El sistema cero defectos (ZQC, Zero, Auality, Control) es un sistema de eliminación de defectos que utiliza una inspección al 100% en la fuente

para garantizar que ningún error se convierta en defecto. El ZQC lo logra al proveer acciones de mejora, cuando se descubre un error. Esto requiere una acción inmediata enfocada desde pequeños grupos o equipos y con el desarrollo rápido de dispositivos Poka-Yoke que eliminan la posibilidad de errores o los detecta tan pronto como suceden. Además, es importante considerar que Poka-yoke, tiene un costo que se relaciona con el beneficio esperado. Cuando se plantean inspecciones al 100%, hay personas que se alarman por el costo que esto conlleva; sin embargo, cualquier modelo de muestreo, por definición, siempre tiene el riesgo de dejar pasar un defecto. Todo depende de cuanto riesgo se desee correr.

Un sistema Poka-Yoke tiene dos funciones: una es el hacer la inspección al 100% de las partes producidas; la segunda, si ocurren anomalías, dar retroalimentación y acciones correctivas. Las incidencias del método Poka-Yoke sobre la reducción de los defectos, depende del tipo de inspección que se emplee, ya sea en el inicio de la línea de auto-chequeo o de chequeo continuo. Un caso clásico es en la industria atómica, donde se realizan radiografías completas a todas las soldaduras, puesto que una fisura puede significar un desastre.

Típos de inspección

Para lograr éxitos en la reducción de los defectos dentro de las actividades de producción, es necesario precisar que los defectos son generados por el

trabajo y con una buena inspección se revelan los defectos:

Inspección de criterio. Es usada para descubrir los defectos; los productos son comparados frente a un estándar y los artículos defectuosos son eliminados. Además, utiliza el muestreo, en caso de que una inspección del 100% sea costosa.

En otras palabras, la principal premisa sobre la inspección del criterio es que los defectos son inevitables y para reducirlos se requiere de estrictas o rigurosas inspecciones; sin embargo, este enfoque no elimina la causa o el defecto.

Inspección informativa. Se realiza para obtener datos y tomar acciones correctivas, utilizando la auto-inspección, es decir, la persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata; como consecuencia, se logra una rápida retroalimentación, una inspección al 100%, estando más dada a la aceptación que a la crítica externa.

Inspección subsecuente: La inspección se realiza de arriba hacia abajo, proporcionando resultados de retroalimentación, lo cual conlleva a encontrar defectos a simple vista y promover el trabajo en equipo; sin embargo, se producen retrasos al descubrir el defecto y deponer el descubrimiento de la causa e inspección en la fuente.

La inspección en la fuente es empleada para prevenir defectos o para su eliminación. Este tipo de inspección se basa en el descubrimiento de

errores y condiciones que aumentan los defectos, asumiendo acciones en la etapa del error para evitar que se conviertan en defectos y no como resultado de la retroalimentación en la etapa del defecto.

Con el fin de lograr el objetivo y fortalecer la utilidad de los Poka-Yokes, éstos se deben combinar con el uso de otras herramientas de calidad, como el AMFE (Análisis de Modos de Falla y sus Efectos), metodología que facilita en cada etapa del diseño del producto, servicio o proceso, indicar el índice de riesgo existente; otra herramienta son los estudios de confiabilidad, por cuanto es necesario analizarla para conocer que probabilidades de errores pueden cometerse.

Defectos y errores

En primera instancia se debe distinguir entre el error y el defecto, para lograr cero defectos. Se considera como error al acto que carece de conocimientos o presenta deficiencia o accidente, con el cual nos desviamos o fracasamos para alcanzar lo que se espera realizar. Una condición expuesta al error es aquella donde el producto o proceso contribuye a la ocurrencia de errores, entre ellos, los ajustes, la carencia de especificaciones apropiadas, la complejidad, la programación esporádica, los procedimientos estándar de operaciones inadecuadas, la simetría/asimetría, la rapidez, lentitud y el entorno. Es decir, un error es la causa del resultado y defecto del resultado.

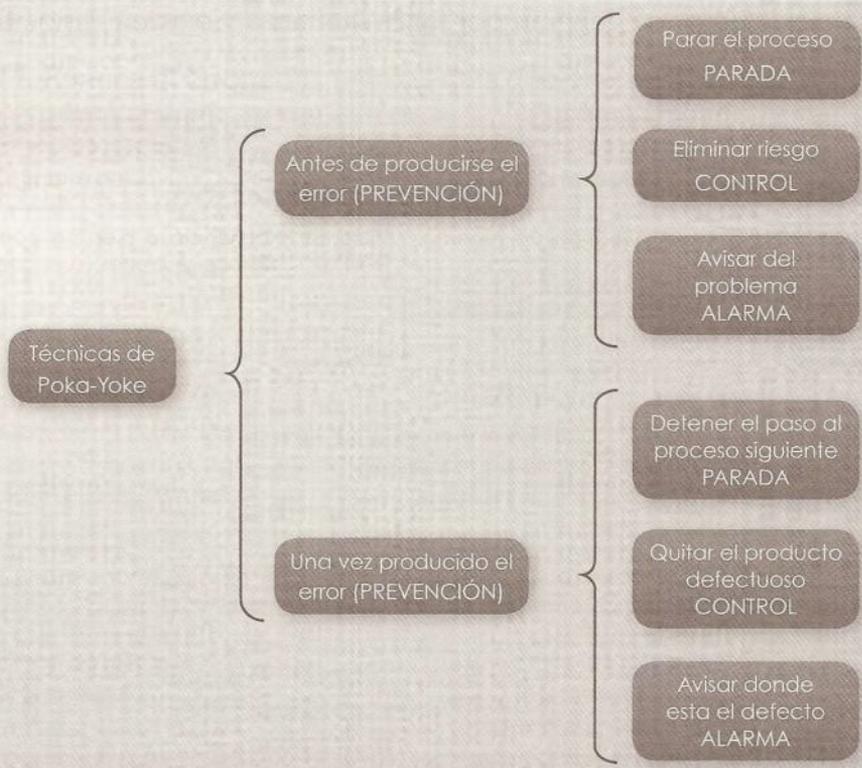


Figura 10.26 Técnicas de Poka-Yoke.

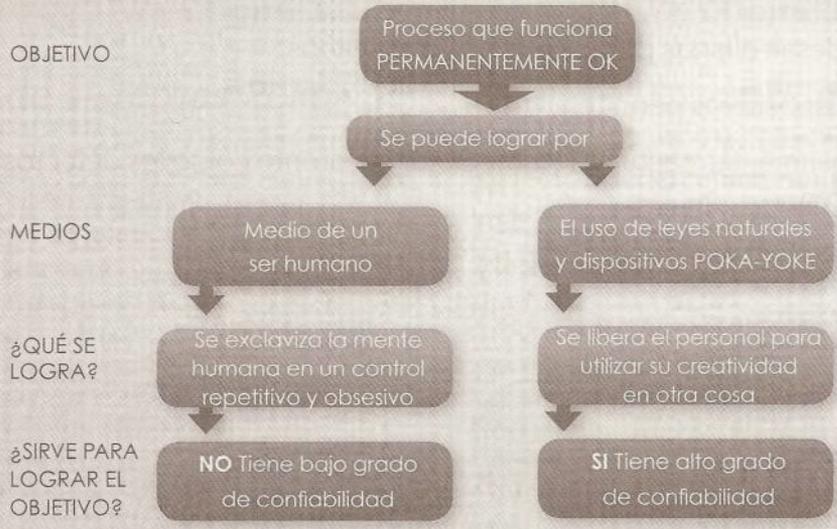


Figura 10.27 Función correcta de un proceso en forma permanente. (Adaptado del Libro: Diseño Robusto de Procesos de Gonzalo Rubio Longás, en proceso de publicación.

La mayoría de defectos se generan por fallas humanas y existen varios tipos de errores:

Tipos de error	Causas
Inadvertidos u olvidados	No advertimos cosas o bien las olvidamos cuando no estamos atentos.
Desconocimiento o inexperiencia	Cuando no tenemos suficiente experiencia o bien no conocemos bien la situación, y así y todo tomamos acciones que pueden ser inadecuadas.
Identificación	Identifamos mal una situación por aapuro o por estar alejada de la misma.
Voluntarios	Son aquellos que cometemos cuando decidimos ignorar las reglas.
Lentitud	Cuando nuestras acciones son demasiado lentas con respecto a la situación.
Falta de estándar	Cuando no hay pautas de trabajo o estándares, no sabemos a qué atenemos.
Sorpresa	Ocurren cuando la situación es diferente a la que se da normalmente.
Intencionales	Son los sabotajes

Figura 10.28 Tipos de errores. (Diseño Robusto de Procesos de Gonzalo Rubio Longás en proceso de publicación)

Poka-Yoke a prueba de error: Los dispositivos Poka-Yoke son simples y económicos, se utilizan para prevenir errores antes de que éstos ocurran o detectan errores y defectos ocurridos; fáciles de implementar. Son aplicaciones de enfoque específico desarrolladas por los mismos empleados.

Estos dispositivos permiten:

- » Retroalimentar y actuar de inmediato, tan pronto como los defectos o errores ocurren.
- » Ejercen inspección al 100%.



Figura 10.29 Sistema a prueba de errores.

Niveles de los dispositivos Poka-Yoke

Nivel 1. Elimina el error en la fuente antes que ocurra

Nivel 2. Detecta el error en el momento en que ocurre

Nivel 3. Detecta un defecto después de ocurrir y antes de la siguiente operación.

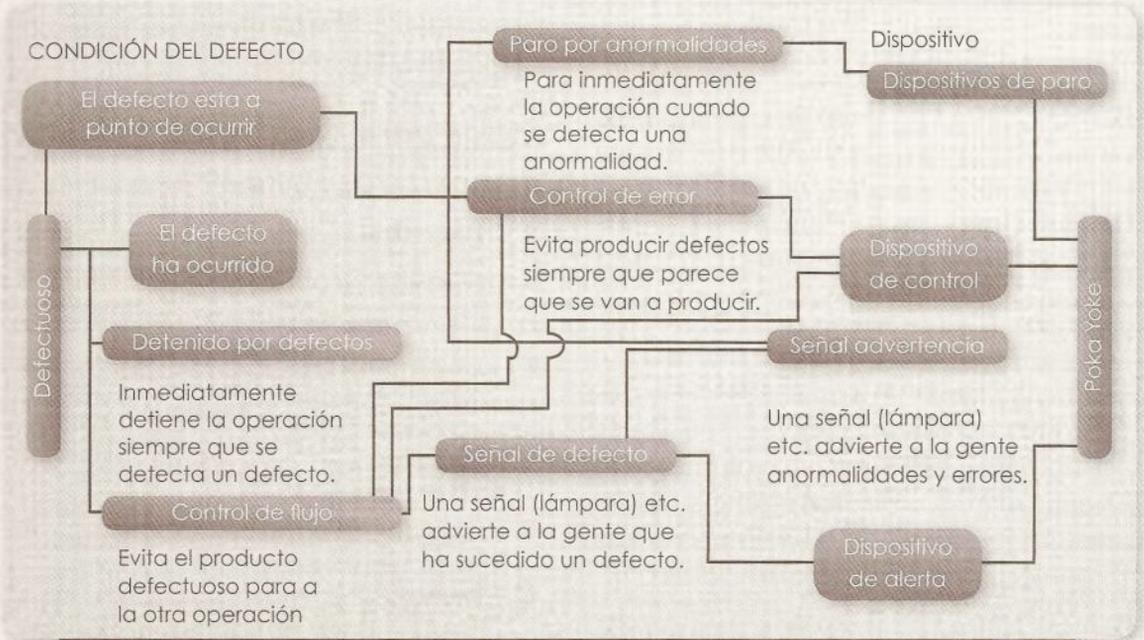


Figura 10.30 Relación entre defectos y dispositivos Poka-Yoke.

Tipos de sistemas Poka-Yoke

Estos sistemas permanecen en una categoría reguladora de funciones, dependiendo de su propósito, función o de acuerdo con las técnicas que se utilicen, cuyo propósito es tomar acciones correctivas en relación con el tipo de error cometido. Las funciones reguladoras para desarrollar los sistemas Poka-Yoke, son:

Métodos de control. Se emplean cuando ocurren anomalías durante el proceso, apagando las máquinas o

bloqueando los sistemas de operación, previniendo la ocurrencia del mismo defecto. Tienen una función reguladora más enérgica, maximizando la eficiencia para obtener cero defectos.

Sin embargo, no en todos los casos es necesario detener las máquinas; al contrario, se puede diseñar un mecanismo que permita marcar la pieza defectuosa para su fácil identificación y, luego, corregirla, evitando detener por completo la máquina y dar continuidad al proceso.

Métodos de advertencia. Como su nombre lo indica, le advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, alertándolo a través de la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no observa la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo.

En caso de utilizar una luz intermitente, esta atrae con mayor facilidad la atención del trabajador, en lugar de una luz fija. No obstante, el sonido atrae mejor la atención de los trabajadores; aunque, no es conveniente si produce demasiado ruido en su entorno, lo cual impide escuchar la señal.

En la mayoría de casos, es más efectivo cambiar las escalas musicales o timbres, que subir su volumen. Un buen método de advertencia es el resultado de la combinación de luces y sonido.

Clasificación de los métodos Poka-Yoke

Métodos de contacto. Emplean un dispositivo, el cual detecta las anomalías en el acabado o las dimensiones de la pieza, donde puede haber contacto entre el dispositivo y el producto.

Método de valor fijo. Detecta las anomalías a través de la inspección de un número específico de movimientos, en casos donde las operaciones deben repetirse varias veces.

Método del paso-movimiento. Este método detecta las anomalías,

inspeccionando los errores en movimientos estándar, donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Contiene un amplio rango de aplicación y la posibilidad de su uso se debe considerar siempre que se esté planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

Pasos para desarrollar los dispositivos Poka-Yoke:

1. Describir el defecto, mostrar la tasa de defectos y conformar un equipo para la prevención de los defectos.
2. Identificar los lugares donde se descubren los defectos.
3. Detallar los procedimientos y/o elementos estándar de la operación donde se producen los defectos.
4. Identificar los errores o desviaciones de los estándares en la operación, donde se producen los defectos.
5. Identificar las condiciones donde ocurren los defectos. Investigar (análisis) las causas de cada error/desviación. Preguntar por qué sucede el error hasta encontrar la fuente del mismo (Causa).
6. Identificar el tipo de dispositivo Poka-Yoke requerido para la prevención del error o defecto. Analizar las alternativas, métodos e ideas, con el fin de eliminar o detectar el error.
7. Elaborar el dispositivo Poka-Yoke.

Implementación Poka-Yoke:

1. Identificar el problema de la operación o proceso que requiere un Poka-Yoke (áreas donde hay un número grande de errores o donde un solo error representa un costo alto).
2. Emplear el uso del cuestionamiento de los porqués o el análisis causa-efecto para llegar a la causa raíz del problema.
3. Decidir el tipo de Poka-Yoke a utilizar y la técnica para atacar el problema.
4. Diseñar un Poka-Yoke apropiado.
5. Realizar pruebas para verificar su funcionamiento.
6. Luego de seleccionar el tipo y la técnica de Poka-Yoke, verificar que cuenta con las herramientas, listas de revisión, software, etc., para su correcto funcionamiento.
7. Capacitar al personal necesario, para su utilización.
8. Después de haber sido puesto en marcha el método, verificar y garantizar que los errores han sido eliminados.

Finalmente, tome cualquier paso necesario para mejorar lo que ha realizado.

Elementos para la prevención de los defectos:

- No elaborar productos en exceso.

- Hacer sólo lo que el cliente necesita, cuando lo necesita y en la cantidad que lo necesita.
- Evitar altos inventarios, estos dificultan la búsqueda de los defectos y las entregas a tiempo.
- Eliminar, simplificar o combinar operaciones productivas.
- Identificar y eliminar el desperdicio.
- Seguir las operaciones estandarizadas.
- Implementar el Poka-Yoke.
- Utilizar las piezas o productos tan pronto como sea terminado o ensamblado.
- Adoptar un proceso de flujo de producción.
- Implementar operaciones de multiprocesos.
- Incluir a todo el personal en la prevención de defectos.
- Establecer la capacidad del proceso, mediante el uso de estándares y el diseño de dispositivos Poka-Yoke.

También existen muchas posibilidades para aplicar los poka-yokes en los servicios, las cuales se clasifican como métodos de aviso, métodos de contacto físico o visual y las llamadas tres t: La Tarea que se realizará, el Trato dado al cliente y las características Tangibles del entorno del local de servicios.

Por último, a diferencia de los poka-yokes de la manufactura, los de servicios se aplican para evitar las

fallas en las acciones del cliente y del trabajador del servicio.

Características de un sistema de servicios bien diseñado

1. **Cada elemento del sistema del servicio se adapta al enfoque de las operaciones de la empresa.** Por ejemplo, cuando el enfoque es la entrega a tiempo (velocidad de entrega), cada paso del proceso debe contribuir a aligerar la velocidad.
2. **Facilidad para el usuario.** Significa que existe facilidad de interacción entre el cliente y el prestador del servicio; es decir, cuenta con información apropiada, formas inteligibles, pasos metódicos dentro del proceso y trabajadores de servicio disponibles para prestar un servicio eficiente.
3. **Es sólido.** Es decir, operan con efectividad las variaciones de la demanda y las existencias de recursos. Por ejemplo, si la computadora presenta inconvenientes. Existen sistemas de respaldo efectivos que permiten que el servicio continúe.
4. **Esta estructurado para permitir que su personal y sus sistemas salvaguarden un desempeño equilibrado con destreza,** lo cual representa que las tareas a desempeñar los trabajadores sean realizables y que las tecnologías de apoyo sean confiables.

5. **Brinda vínculos efectivos** entre la oficina interior y la abierta al público, de modo que nada quede entre los espacios. En términos de fútbol americano: “no debe haber pases que se caigan de las manos”.
6. **Administra la seguridad de la calidad del servicio,** de modo que los clientes perciban lo valioso del servicio brindado. La mayoría de servicios realizan una estupenda tarea, sin embargo, no consiguen que el cliente la divise. Esto es especialmente cierto cuando se mejora un servicio. Si los clientes no adquieren conciencia de la mejora, con una comunicación explícita al respecto, entonces el desempeño mejorado no tendrá su impacto máximo.
7. **Tiene costos efectivos.** Se aprovecha al máximo el tiempo y los recursos al brindar el servicio. Aunque, el resultado del servicio sea satisfactorio, los clientes, en algunas ocasiones, se sienten desencantados de una compañía de servicios que parece poco eficiente.

Consulte la figura 10.31; en la página siguiente.

Estrategías para administrar la variabilidad introducida por los clientes

Las cinco clases básicas de variabilidad, son:

1. Variabilidad en la llegada

2. Variabilidad de la solicitud
3. Variabilidad de la capacidad
4. Variabilidad del esfuerzo
5. Variabilidad de las preferencias subjetivas

Las cuatro estrategias básicas de la inclusión (variabilidad que introduce un cliente al proceso) son:

1. Inclusión clásica
2. Inclusión a bajo costo
3. Reducción clásica
4. Reducción sin compromiso

Diseño logístico

El diseño logístico, en las primeras etapas de desarrollo del producto, fortalece la interfaz logística con las adquisiciones, manufactura, ingeniería y marketing, incluyendo, además, los costos de adquisición de materiales y distribución, durante la fase de diseño del producto y considerando su dinámica en la reducción del inventario y en el manejo de las cadenas de suministro eficientes; por lo tanto, la manera como se diseñen los productos y los componentes materiales, producen un efecto significativo en los costos de entrega del producto.

Ahora bien, se deben incorporar las necesidades de empaque y transporte en el proceso de diseño. Además del diseño del producto y los componentes se debe tener en cuenta los métodos de transporte y de manejo interno de materiales para lograr un desempeño logístico costeable, evitando daños.

Son esenciales las consideraciones de diseño similares para el producto terminado.

Diseño de la estrategia de operaciones y suministro

La estrategia de operaciones se debe diseñar sobre bases sólidas, enlazándose en el plano vertical con los clientes y en el horizontal, con otros asuntos de la empresa, entre ellos, las necesidades de los clientes, sus prioridades de desempeño y los requerimientos para las operaciones de producción, así como las operaciones y las capacidades de recursos de la empresa requeridas para satisfacer esas necesidades, rodeando la visión estratégica de la alta gerencia. Esta visión identifica, en términos generales, el mercado meta, la línea de productos de la empresa y las competencias centrales y de operaciones de la empresa.

Consulte la figura 10.33; en la página siguiente.

Es dispendioso elegir un mercado meta, pero se debe hacer. Esta decisión puede conducir a rechazar negocios, eliminando el segmento de clientes que no sea rentable y que sea difícil de atender dadas las capacidades de la empresa. En este caso, un ejemplo son los fabricantes de ropa que no tienen tallas intermedias en sus líneas de vestidos. Las competencias centrales son aquellas habilidades que distinguen a la empresa de servicios o de manufacturas de sus competidores.

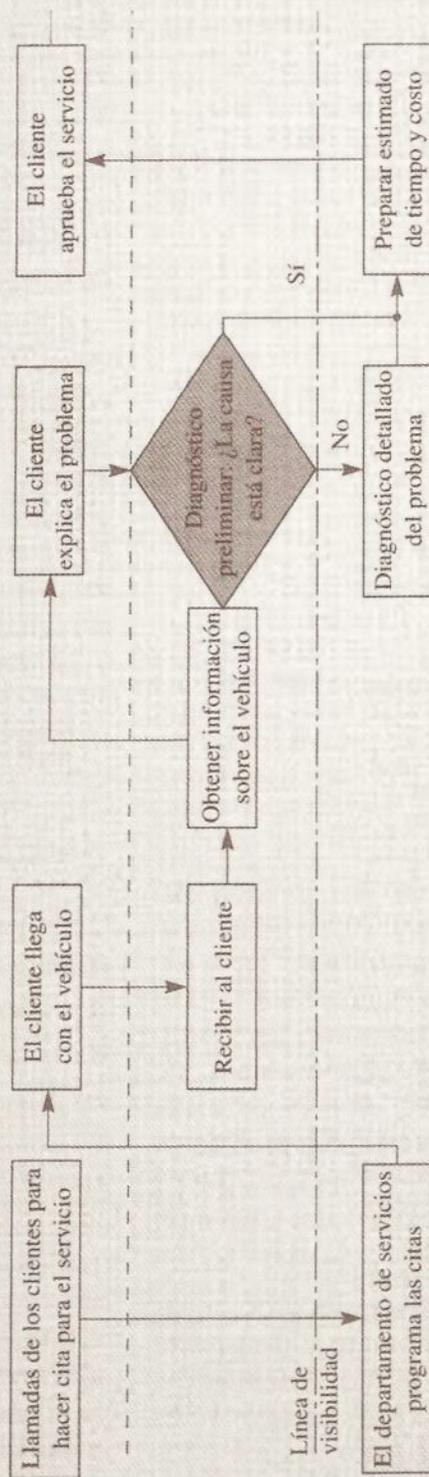
Falla: El cliente ha olvidado que necesita un servicio.
 Poka-yoke: Enviar un recordatorio automáticamente con un 5% de descuento.

Falla: El cliente no encuentra el área del servicio o no sigue el flujo correcto.
 Poka-yoke: letreros claros que indique a los clientes el camino que deben seguir.

Falla: El cliente tiene dificultad para comunicar su problema..
 Poka-yoke: inspección conjunta; el asesor del servicio repite lo que ha entendido que es el problema para que el cliente lo confirme o abunde en el tema.

Falla: El cliente no entiende lo que necesita.
 Poka-yoke: Material impreso de la mayoría de los servicios, que explica el detalle los motivos para el trabajo y tal vez una representación gráfica.

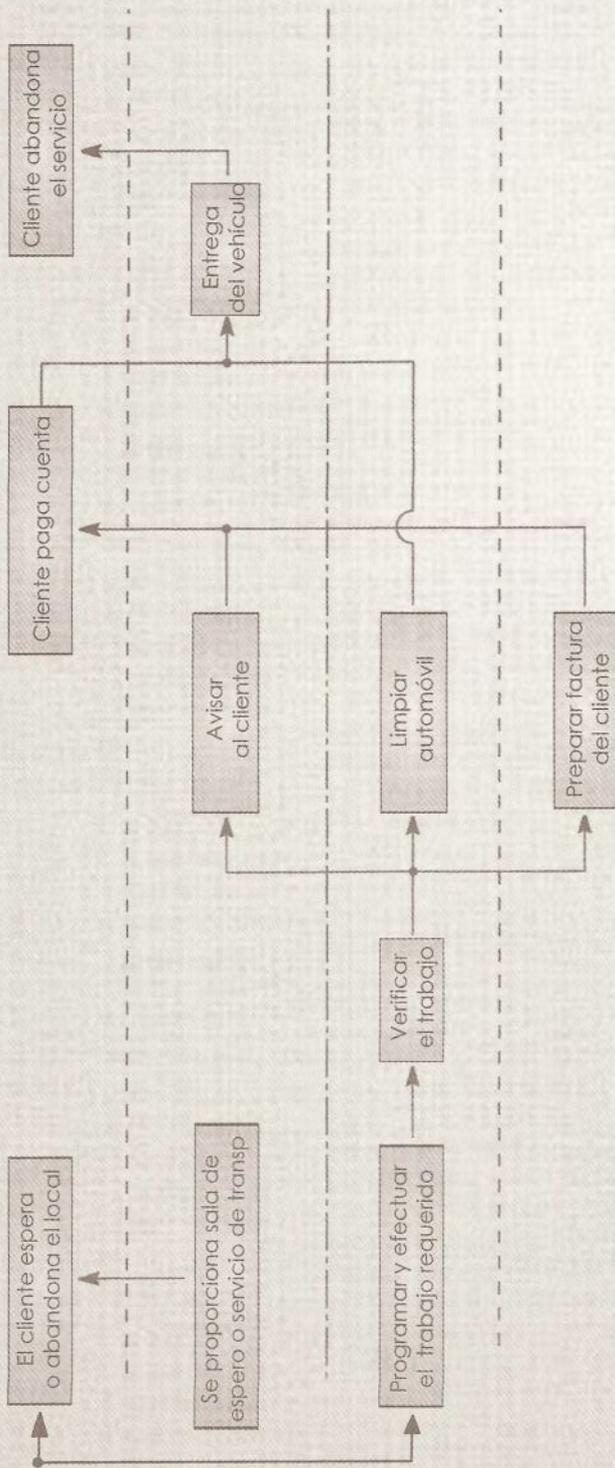
Etapa I: Actividades preliminares



Etapa 2: Diagnóstico del problema

Figura 10.31 Plano de una operación característica de un taller de automóviles.

Desempeñar trabajo



Fallo: El servicio de la camioneta de transporte no es cómodo.

Poka-yoke: Los asientos disponibles en la camioneta son asignados cuando se programa la cita. La falta de espacio desocupado indica que se debería programar a otra hora a los clientes que necesitan el servicio de la camioneta.

Fallo: No hay existencias de las piezas necesarias.

Poka-yoke: Interrupciones de límite activan luces que señalan que el nivel de una pieza está por debajo del punto de un nuevo pedido.

Fallo: El vehículo no ha sido limpiado debidamente.

Poka-yoke: La persona que recoge el vehículo lo revisa, manda que se reloque caso necesario y retira el tapete del piso en presencia del cliente.

Fallo: El vehículo tarda mucho el llegar.

Poka-yoke: Cuando la caja escribe el nombre del cliente para imprimir la factura, se envía información, electrónicamente, a ayudantes que salen corriendo a traer el vehículo del cliente mientras está pagando.

Facturación y entrega del vehículo

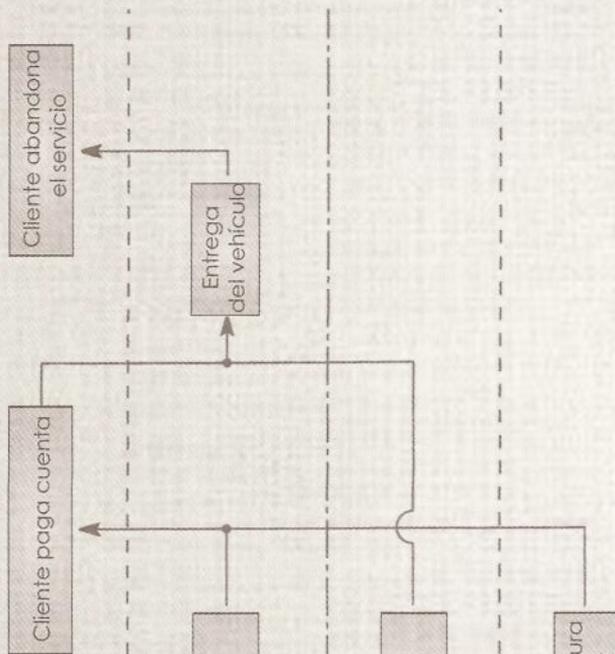


Figura 10.31.2 Plano de una operación característica de un taller de automóviles.

Falla: El cliente ha olvidado que necesita un servicio.
 Poka-yoke: Enviar un recordatorio automáticamente con un 5% de descuento.

Falla: El cliente no encuentra el área del servicio o no sigue el flujo correcto..
 Poka-yoke: letreros claros que indique a los clientes el camino que deben seguir.

Falla: El cliente tiene dificultad para comunicar su problema..
 Poka-yoke: Inspección conjunta; el asesor del servicio repite lo que ha entendido que es el problema para que el cliente lo confirme o abunde en el tema.

Falla: El cliente no entiende lo que necesita.
 Poka-yoke: Material impreso de la mayoría de los servicios, que explica al detalle los motivos para el trabajo y tal vez una representación gráfica.

Etapa 1: Actividades preliminares

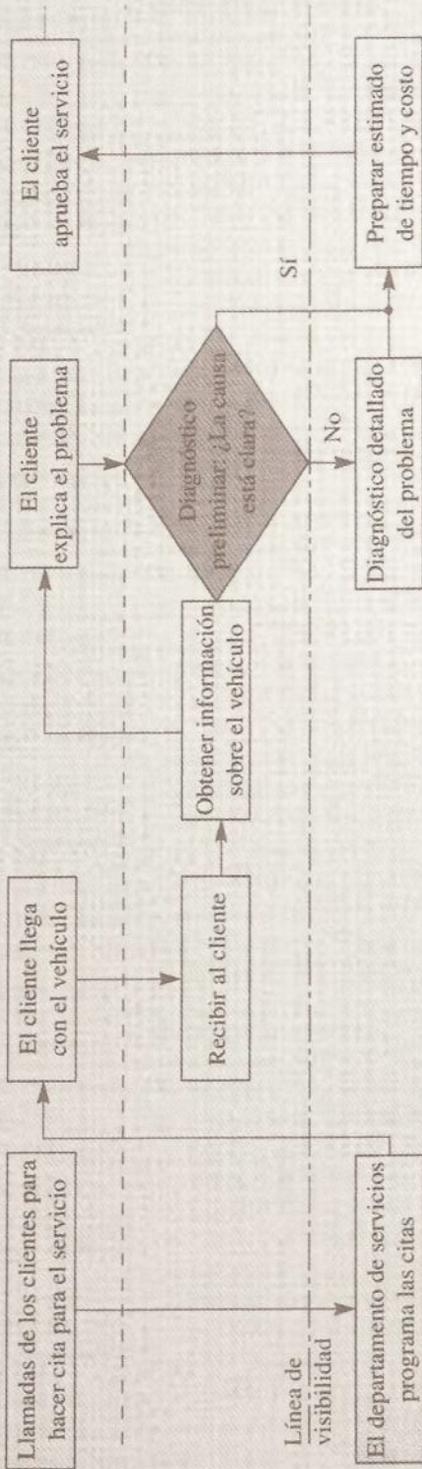


Figura 10.32 Las tácticas utilizadas en cada una de las cuatro categorías de inclusión.

Visión estratégica

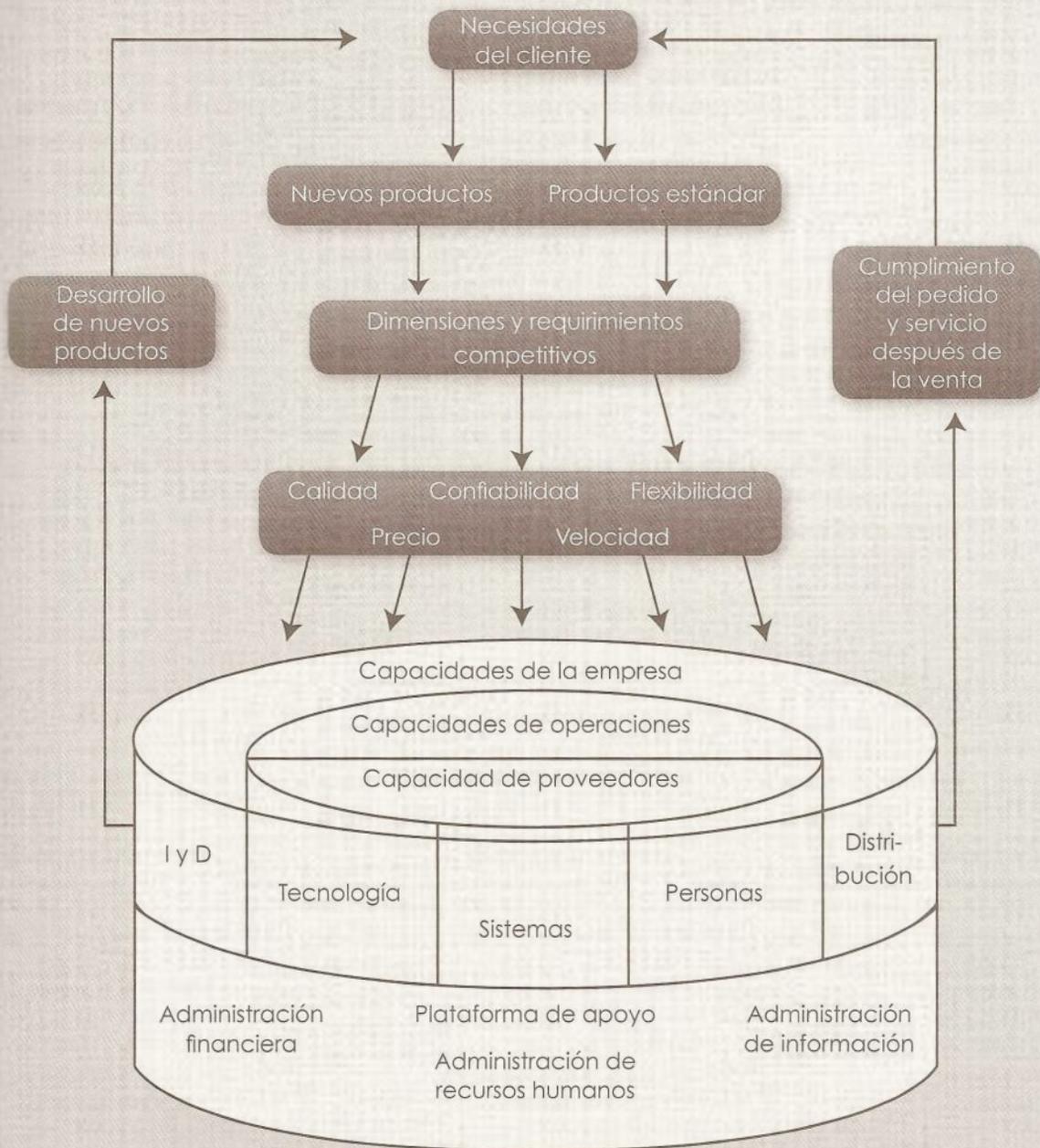


Figura 10.33 Visión estratégica de operaciones y suministros

Para una empresa, una de las decisiones más difíciles de tomar, es dejar a un lado la tradición. Los administradores de alto nivel han tenido éxito, basándose en las innovaciones hechas hace 15 o 20 años, sintiéndose cómodos, hoy en día, con el sistema actual.

Es fácil utilizar las nuevas tecnologías para entender el sistema actual, siendo emocionante para los administradores e ingenieros que trabajan en la

empresa, además de que no crea una competencia central de distinción; es decir, una competencia que ganará clientes futuros.

Lo que deben hacer las compañías en este mundo de alta competencia global no es recurrir a más técnicas, sino encontrar la manera de estructurar todo un nuevo sistema para fabricar sus productos mejor y de una manera diferente a la de sus competidores.

LAS PERSONAS MÁS INFLUYENTES DE LA DÉCADA

STEVE JOBS

Steve Jobs, CEO de Apple, apareció en la primera década del siglo XXI. A sus 54 años, el cofundador de Apple fue famoso por su atención minuciosa en los detalles y una maña aguda para pronosticar una tendencia, y ni que decir de una fijación por el diseño elegante. Considerado por la mayoría de los especialistas, como el visionario arquetípico de la tecnología actual. Considerando dentro de estos grandes avances en los últimos 10 años, la tienda al menudeo de Apple (2001), el iPod (2003), la Apple iTunes Store (2003), el iPhone (2007) y Apple App Store (2008). Su compañía produjo una línea de laptops y PC de escritorio durante toda la década, aunque él estaba concentrado en expandir el alcance de la firma.

Por lo tanto, Jobs penetró el mercado de los electrónicos de consumo, con el fin de ganar mercado para los nuevos tipos de aparatos. Al hacerlo, utilizó su formidable visión de negocios y sus persuasivas habilidades de negociación para transformar el modo como las industrias de los celulares, videos y música negocian.

Jobs entendió que las computadoras iban más allá de las hojas de cálculo del Excel. Los usuarios del hogar creaban listas de reproducción de canciones y quemaban CD, editaban fotos y veían videos.

SERGEY BRIN Y LARRY PAGE

Sergey Brin y Larry Page, en 1998, empezaron a trabajar en un motor de búsqueda por Internet basado en la noción de que los resultados relevantes provienen del contexto. En 1997, ambos registraron el dominio Google y entraron en un periodo de crecimiento frenético.

En el año 2000, Google ya había indexado mil millones de URL, haciéndolo el motor de búsqueda más grande del mundo y el sitio más visitado a escala mundial, atendiendo mil millones de solicitudes de búsqueda al día.

En una época, cuando muchas compañías aún no aprovechaban financieramente la Internet, Brin y Page llevaron a Google por el camino de la rentabilidad, lanzando en el año 2003, la AdSense, un servicio de publicidad de contenido dirigido.

La afluencia consiguiente de ganancias permitió que Brin y Page emprendieran una carrera desbocada de adquisiciones y desarrollo de productos. Hoy, este nombre hace presencia en casi todos los aspectos de nuestras vidas digitales.

Recurrimos a Google para buscar noticias, libros gratuitos, mapas de navegación, compartir fotos, llevar un calendario en la web y usar aplicaciones de productividad, buscar videos de YouTube, usar el correo electrónico y traducir, entre otros aspectos. Igualmente, ha desarrollado su propio navegador web, ejecuta una plataforma para la información almacenada en la nube y alojar aplicaciones; actualmente, está elaborando su propio sistema operativo.

MARK ZUCKERBERG

En 1984, Bill Gates apareció en la portada de la revista Time, con la computadora Macintosh y cuando Dell Computer fue fundada en una recámara de Austin. Ah y Mark Zuckerber nació en Nueva York.

Hoy, a los 25 años, Zuckerber es el sultán millonario del acto de compartir. Su Facebook es el lugar donde 350 millones de amigos inician su sesión para intercambiar información personal, fotos, videos y juegos.

Decir que él logró las cosas prematuramente es quedarse corto. Dominó la programación de las computadoras a temprana edad, tramó el prototipo de Facebook en su recámara de Harvard y ahora

es el CEO de una empresa privada que posee un valor comercial estimado entre 6.500 y 9.500 millones de dólares.

Como CEO, define la dirección global y la estrategia comercial de Facebook. Una de las acciones más notables de la década pasada fue abrir la API de Facebook a los desarrolladores independientes. Esa decisión desencadenó un torrente de aplicaciones que motivo a los miembros a pasar más tiempo en el sitio, resolviendo juegos de conocimientos, jugando y usando sus aparatos móviles al conservar la conexión. La funcionalidad de los mensajes y el chat del sitio se convirtieron en dos poderosos incentivos para permanecer dentro de Facebook.

Zuckerberg solo se concentró en aumentar la membresía y hacer de Facebook el lugar donde el mundo entero se conecte. Pero, ¿Cómo obtiene ganancias el sitio?

El no lo revela; sin embargo, reunió un grupo de ejecutivos experimentados para que lo ayuden a conducir la empresa hacia la nueva década y crear un plan de negocios.

BILL GATES

Ha sido un titán de la tecnología desde los primeros días de la PC; aún retirado, ejerce gran influencia en la tecnología.

Gates, quién todavía es presidente sin carácter ejecutivo de Microsoft, dejó la compañía en junio de 2008 para dirigir la Fundación Bill y Melinda Gates, la organización de caridad más grande del mundo.

Bajo su mando, Microsoft se concentró en la tecnología de la siguiente generación, como el cómputo en la nube, para ayudarle a las corporaciones a administrar las aplicaciones y la información con eficiencia, al trasladarlas a proveedores de servicios subcontratados. En 2007, Microsoft dio a conocer la plataforma Surface, producto que, según Gates, hará progresar la interfaz de usuario natural.

No obstante, durante gran parte de la década pasada, Gates se concentró en la Fundación Bill y Melinda Gates, cuya meta es erradicar las enfermedades evitables que amenazan a la gente de los países en desarrollo. La fundación aprovecha el poder de la ciencia y la tecnología para investigar y frenar esos males.

A él siempre se le conocerá como el hombre que erigió a Microsoft. Aunque en las próximas décadas pretende utilizar el influjo financiero que adquirió como fundador de esa compañía, con el fin de ayudar a salvar vidas y erradicar las enfermedades fatales.

CRAIG NEWMARK

“De seguro no reconocerías a Craig Newmark si te cruzaras con él en la calle. Pero tal vez conozcas su lista epónima y lo que puedes conseguir ahí: todo lo que se te antoje”.

Newmark, fundador y presidente de Craiglist.org, es un nerd declarado. Al igual que su sitio, es sencillo y sin ambiciones, un tipo ordinario que por casualidad dirige la undécima empresa más popular de Internet. Además, es el hombre que modificó, sin ayuda, la publicidad clasificada tradicional. Craiglist es una red centralizada de comunidades online que, en su mayoría, ofrecen anuncios gratuitos de productos, servicios y empleos. Es un coloso que abarca el globo y atiende cerca de 700 ciudades de 70 países.

Lo que hace a Newark único es que, pese al alcance y al potencial de rentabilidad de Craiglist, se ha rehusado a vender (la empresa sí le vendió el 25% a eBay en 2004, pero, ahora, esa transacción está en litigio y Newmark se queja de que eBay desea hacer que Craiglist se comporte como un negocio tradicional). Newmark dice que la misión de este sitio es ayudar a la gente a auxiliar a otros, no hacer dinero.

Para tal fin, la mayoría de los anuncios son gratuitos; el sitio cobra únicamente por publicidad seleccionada (empleos en ciertos países, algunos departamentos y servicios para adultos) que generan ganancias estimadas en 100 millones de dólares al año. La organización es delgada, pues su personal apenas es de 30 empleados, más o menos, que tienen como sede principal una casa en San Francisco. Sin duda no se trata del Googleplex de Mountain View.

Craiglist no habría alcanzado su cobertura mundial sin un chorro constante de mercadotecnia y estrategias inteligentes. Esa es la marca de Newmark, un hombre humano en un mundo digital.

(Fuente: PC MAGAZINE EN ESPAÑOL, México, D.C.)

Administración del valor (VM, por value management)

La técnica del análisis del valor es utilizada una vez diseñado el producto, para reducir su costo con base en la eliminación del costo de aquellos componentes que no le adicionan valor al cliente o en casos, donde la relación valor/costo, no justifica la presencia de un determinado componente. La consecución de la mejora se reviste de dos formas: la mejora del producto y la mejora del proceso productivo.

El análisis del valor actúa como un mecanismo recurrente a la ingeniería del valor, sin admitir modificaciones del proceso, sino que, además, se vuelve a emprender a lo largo de todas las áreas del ciclo de vida del producto. A través de la aplicación de esta técnica, todos aquellos componentes del bien o servicio que adicionan costos, sin incorporar valores al resultado final (si ha sido aceptado por el cliente), son candidatos para la sustitución o eliminación.

El proceso a seguir esta formalizado y se deriva en fases consecutivas. Primero, analizando el objetivo básico del bien o servicio; segundo, estudiando la función básica que debe desempeñar y tercero, considerando las funciones secundarias.

Las fases en las que se divide el análisis del valor, son el análisis funcional; las implementaciones de las relaciones entre la función y el costo y la función y el valor. El término valor es utilizado para enlazar el valor con el costo. Las

funciones se clasifican en primarias y complementarias.

La técnica ha fijado cuatro tipos de valor sobre los que cada función se relaciona:

Valor de producción. Derivado del costo industrial del producto.

Valor de uso. Atributos o cualidades del producto, relacionados con las características de funcionamiento y su uso.

Valor de estima. Manifiesta el deseo de adquirir un producto.

Valor de cambio. Considera la probabilidad del producto para ser sustituido o comercializado por otro.

El análisis del valor es una técnica desarrollada a finales de los años 40, por la empresa General Electric; desde entonces, se ha establecido como una herramienta de reducción de costos.

PROCESOS DE FABRICACIÓN

Es importante comprender como funcionan los procesos para asegurar y garantizar la competitividad de una compañía. Un proceso hace referencia al conjunto de acciones o actividades manuales o sistematizadas que se realizan o tienen lugar con un fin específico.

El proceso de fabricación utilizado en la industria, considera la cantidad de insumos y factores necesarios para obtener un producto y la forma en que

estos insumos y factores se relacionan y combinan.

La fabricación o producción se define bajo dos puntos de vista:

1. Punto de vista económico.

Corresponde a la fabricación de los productos (bienes y servicios) a partir de los factores de producción e incluye la transformación de materiales en elementos de mayor valor, a través de operaciones de procesamiento y montaje, con la finalidad de que sean adquiridos o consumidos y satisfagan una necesidad.

2. Punto de vista tecnológico. Se define como la combinación de los factores de producción (tierra, trabajo, capital), los cuales siguen una serie de procedimientos definidos anteriormente (tecnología), con el fin de obtener un bien o servicio.

En los procesos de fabricación se emplea una combinación de maquinarias, herramientas, energía y mano de obra; se desarrolla como una secuencia de operaciones, donde cada una allega el material al estado final proyectado.



a. Económico



b. Tecnológico

Figura 10. 35 Concepto de producción (económica y tecnológica).

Tipos de Producción o Fabricación

Producción por proyecto. Es utilizado cuando se produce un producto único. Todas las tareas individuales deben desarrollarse en una secuencia, donde cada una contribuya a los objetivos finales del proyecto. Su distribución en planta es centralizada, debido a que los materiales, las personas y la maquinaria se llevan a un solo lugar. Requiere de una planeación a largo plazo, mano de obra intensiva, gran cantidad de tiempo, equipo y herramientas.

Producción intermitente o por lote. Se caracteriza porque el producto fluye sólo hacia los centros de trabajo que requiera, sin seguir una secuencia, como en la industria metal-mecánica. Los equipos a emplear son diseñados para fines generales y mano de obra calificada. Son flexibles para cambiar el producto o el volumen de producción; sin embargo, resultan poco eficientes.

Producción continua. Es un proceso productivo que se caracteriza por una secuencia lineal de las operaciones necesarias para producir un bien o servicio. El producto debe estar estandarizado y pasar de una operación o estación de trabajo a la siguiente, de acuerdo con una secuencia ya establecida. La mano de obra es poco especializada; tiene un volumen alto de producción, con bajo costo por unidad producida.

Producción por proceso. Es una combinación de los sistemas de producción lineal e intermitente. La distribución en planta depende de las

transformaciones químicas o físicas requeridas por el producto. Tiene un alto volumen de producción por ciclo.

Configuración de taller o sistema JOB-SHOP. Se caracteriza por la fabricación de productos variados y en pequeñas cantidades, es decir, fabricación por lotes pequeños. Implica la fabricación de productos adaptados, diseñados a la medida del cliente y de naturaleza poco repetitiva. Generalmente, el fabricante interpreta el diseño y las especificaciones del trabajo, al igual que emplea la capacidad de alto nivel en el proceso de conversión.

Producción en línea compasada por el equipo. En este tipo de producción, los volúmenes son altos y los productos no tienen gran diferencia entre ellos; se elaboran pocos modelos. La velocidad de producción la proporciona las máquinas y los operarios, simplemente, realizando labores sencillas y siguiendo el ritmo de la línea. Cuenta con una alta estandarización y eficiencia durante todo el proceso. El control del ciclo es automatizado para el envasado de bebidas y la extrusión de plásticos, entre otras.

Sistema en línea compasada por el operario. Por lo general, se emplea cuando el número de productos es elevado y las cantidades a producir varían en gran medida. Es flexible y el volumen producido depende del número de operarios asignados a la línea y de su eficacia. El ritmo de producción lo proporciona el operario. Aunque los productos sean diversos, técnicamente son semejantes, por lo que utilizan la misma instalación,

personal y secuencia de estaciones de trabajo como en la industria de la confección o en las empresas ensambladoras de electrodomésticos.

Producción JUST-IN-TIME o Justo a Tiempo. Este sistema JIT elimina la acumulación de inventarios en las operaciones sucesivas, para lograr una producción a bajo costo, de alta calidad y a tiempo. Debido a que no se permiten las existencias de seguridad, no debe haber partes defectuosas.

Manufactura esbelta. En este sistema intervienen varias herramientas que ayudan a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, incrementando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere, reduciendo los deshechos y mejorando las operaciones, basadas siempre en el respeto al trabajador.

Sistema Flexible de fabricación (FMS). Se desarrolla por medio de una computadora central, la cual envía instrucciones a cada estación de trabajo y al equipo de manejo de materiales. Es flexible, dado que los mecanismos para el manejo de materiales como las propias máquinas se controlan a través de señales electrónicas que se cambian fácilmente (software).

Sistema avanzado de manufactura. Integra el CAD (Diseño asistido por computadora), CAM (Manufactura asistida por computadora, CIM (Manufactura integrada por computadora), ASRS (Sistemas automáticos de almacenamiento y

recuperación) y el AIS (Sistemas automáticos de identificación).

Elementos de la Fabricación

1. **Capital.** Son los recursos con que cuenta la empresa. Está representado en inventarios, producción en proceso, productos terminados, construcciones, maquinaria y equipo, equipo de transporte, mobiliario y equipo de oficina, menos la depreciación acumulada.
2. **Mano de obra.** Es el recurso humano requerido en el proceso productivo. No es numeroso, debido a que la tecnología ha sustituido una gran parte de ellos; sin embargo, el factor humano es esencial para alcanzar su máxima eficiencia y conducir a una alta calidad productiva.
3. **Materiales.** El avance y los cambios tecnológicos han generado la integración de la estructura industrial, de modo que la materia prima y los materiales usados en los procesos son productos acabados o finalizados por otros.

Principios básicos de la fabricación

Mecanización. Desde sus inicios la mecanización ha sido esencial por las mismas características de la producción, con el fin de desarrollarla con menos personal, minimizando tiempo y brindando una mayor

precisión, para lograr incrementos en la producción.

División del trabajo. Es una particularidad esencial de la industria, debido a la producción masiva; en este tipo de operaciones ninguna persona o grupo de personas elaboran un producto completo o al menos una buena parte de él, generando la creación de la especialización.

Estandarización. Garantizan la práctica en la presentación, diseño e integración de proyectos, puesto que son sometidos a patrones y modelos con características relacionadas con las medidas y procedimientos para la producción, ahorrando tiempo y facilitando las comparaciones sobre una misma base.

Automatización. Con los adelantos tecnológicos, permite ir a la vanguardia, optimizando la calidad del bien o servicio y la eficiencia en la producción. El desarrollo y avance tecnológico han permitido remplazar la maquinaria y equipo antiguo por tecnología de punta.

Análisis de procesos

El análisis del proceso facilita las respuestas a preguntas como: ¿Cuántos clientes operan el proceso por hora?, ¿Cuánto tiempo tomará a atender a un cliente?, ¿Qué cambios requiere el proceso para expandir la capacidad? y ¿Cuánto cuesta el proceso?.

En principio es complicado dar el primer paso del análisis, fundamentado en definir el propósito del análisis, para especificar el modelo del proceso en

su etapa de preparación, el cual debe ser sencillo.

Una de las herramientas empleadas en el análisis de los procesos, es el diagrama de flujo, que muestra los elementos básicos de un proceso, por lo general, las tareas, los flujos y las zonas de almacenamiento.

Trazar un diagrama de flujo es muy fácil, utilizando los diagramas que ofrecen los programas Office de Microsoft. Para acceder a ellos, diríjase al botón Insertar y elija “diagrama”, a continuación se desplegarán una serie de símbolos para los diagramas de flujo que puede utilizar en la creación de su gráfica. Se pueden adicionar textos, seleccionando un símbolo, haciendo clic con el botón de la derecha del ratón. Seleccione “añadir texto” para introducir el texto en el símbolo. Los símbolos se comunican utilizando los “conectores” que están disponibles en la galería de dibujos. Estas herramientas permiten realizar diagramas de flujo muy completos.

Típos de procesos

Los procesos se clasifican de acuerdo con la descripción de diseño del proceso. Cuando se clasifica con rapidez un proceso, es fácil expresar las similitudes y diferencias existentes entre ellos.

La primera condición para clasificar un proceso es determinando el número de etapas, siendo de una o varias etapas. Si se trata de un proceso, se habla de una sola etapa, mientras que un proceso de varias etapas tiene

diversos grupos de actividades encadenados por flujos. El término etapa es utilizado para indicar que varias actividades se han agrupado para efectos del análisis.

Un proceso de varias etapas se amortigua internamente, entendiendo como amortiguador al espacio de almacenamiento entre etapas, en el cual se coloca el producto de una etapa antes de que se utilice en una etapa posterior. La amortiguación admite que las etapas operen de forma independiente. En caso de que una etapa alimente a una segunda etapa sin un amortiguador intermedio, se supone que las dos etapas están relacionadas directamente. Cuando el proceso está diseñado de este modo, los problemas a presentarse son el bloqueo y la privación.

Se presenta bloqueo, cuando las actividades de la etapa se detienen debido a que el producto recién terminado no se puede depositar en ningún lugar; ocurre la privación cuando las actividades de una etapa son detenidas, al no haber trabajo.

Las actividades, las etapas y los procesos operan en forma paralela. En caso de que dos actividades idénticas operen en paralelo, en teoría se habla de duplicar la capacidad. En otro caso, se pueden desempeñar al

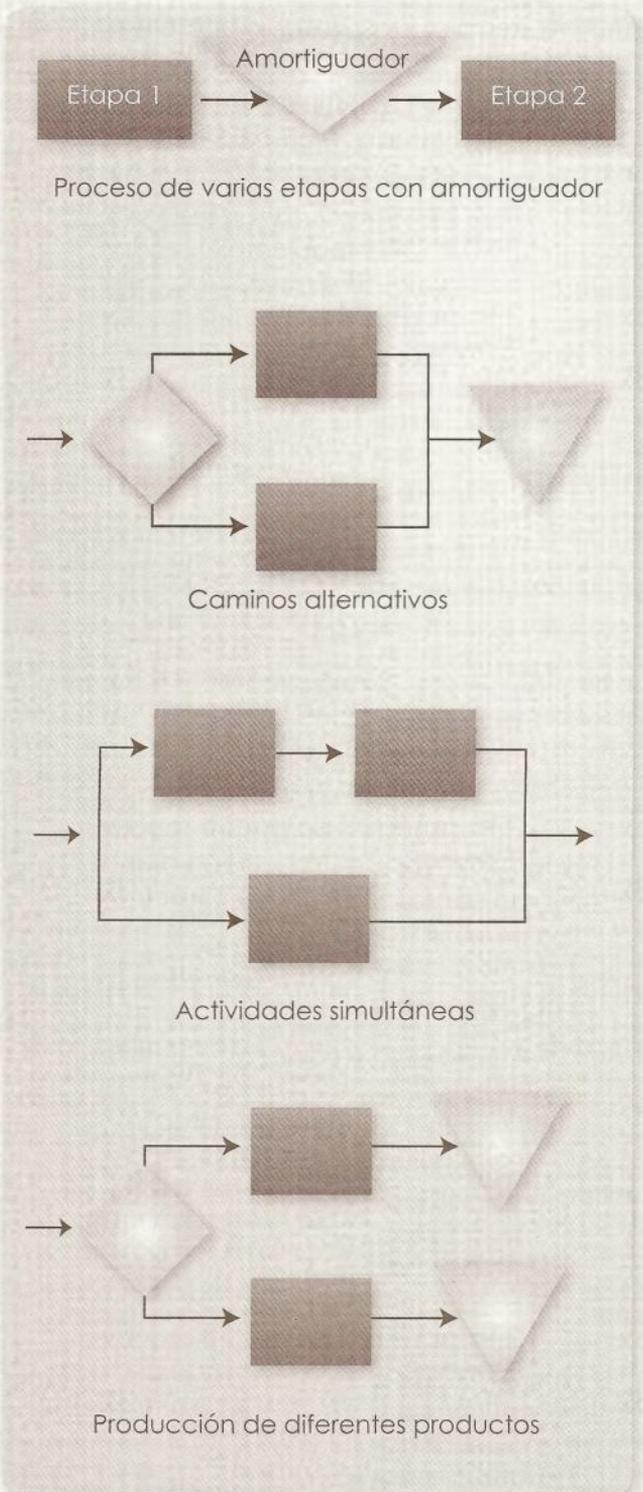


Figura 10.36 Proceso de varias etapas con amortiguador.

mismo tiempo, dos grupos diferentes de actividades en la unidad que se está produciendo. Al analizar un sistema que tiene actividades o etapa paralelas, es importante conocer su contenido. Algunas veces, dos o más procesos terminan en un inventario amortiguador común, que indica que los dos procesos producen artículos idénticos que llegan al referido inventario. Cuando los productos de los procesos paralelos son diferentes, en el diagrama se deben utilizar inventarios separados.

Fabricación sobre pedido o sobre existencias

La fabricación sobre pedido es un proceso en el cual un producto se fabrica de forma individual para un determinado cliente, por lo general, una sola vez, aunque se puede repetir el mismo proceso de fabricación o uno similar; no se realiza el almacenamiento de existencias. Los pedidos de los clientes son el centro predominante de la demanda, se trabaja a partir de una lista de pedidos pendientes, los cuales se asignan a espacios abiertos en la producción. La cantidad a producir (tamaño del lote) está determinada por el pedido del cliente y solo se activa

en respuesta al pedido colocado. El inventario de productos en proceso y terminados se mantiene al mínimo.

Mientras que en las empresas que producen existencias, las órdenes de los pedidos se generan de los almacenes de la misma empresa. Estos pedidos se basan en proyecciones de la demanda de muchos clientes. Las proyecciones juegan un papel importante en la administración de la demanda; inicialmente, estos pedidos que estaban basados en los pronósticos, pasan a ser respaldados por pedidos reales de los clientes. Aunque, en estas empresas que producen existencias, los pedidos de los clientes afectan indirectamente la administración de la demanda, al incidir los pedidos de los almacenes. Es un proceso eficiente que produce productos estándar y facilita la entrega a tiempo. Mantiene un inventario de productos terminados, utilizado para atender los pedidos requeridos.

Estos procesos de fabricar existencias, son empleados cuando la demanda es estacional; el inventario se conforma durante la temporada baja y se utiliza en la temporada alta, facilitando el avance del proceso a un ritmo constante durante todo el año.

Posteriormente, estas unidades genéricas son terminadas por medio de un proceso final basado en los pedidos colocados.

McDonald's revolucionó el proceso de la producción de hamburguesas, creando un enfoque de gran volumen. En el proceso tradicional, las hamburguesas eran asadas en lotes. Las hamburguesas estándar (por ejemplo, la "Big

Mac" lleva dos hamburguesas de carne, salsa, lechuga, queso, pepinillos y cebolla dentro de un pan con semillas de ajonjolí) eran preparadas y almacenadas en una canastilla para ser entregadas inmediatamente al cliente.

Un trabajador que calculaba la demanda normal y colocaba los pedidos para tener en la canastilla el inventario a un nivel adecuado, controlaba el proceso. (Fabricación por existencias). Este proceso, por cierto rápido, es del agrado de las familias que tienen niños pequeños y donde la velocidad de entrega es un factor importante.

En 1999, la compañía cambió a un nuevo proceso de fabricar sobre pedidos, aunque actualmente, ha optado por un sistema "híbrido".

Continuando con McDonald's, el nuevo proceso introducido en 1999, es híbrido. Las hamburguesas cocidas se llevan en el inventario, almacenándolas en un receptáculo especial que conserva la humedad de la carne cocida hasta 30 minutos. El proceso utiliza los últimos avances tecnológicos para cocinar. Las hamburguesas quedan cocidas en menos de 45 segundos. Los panes se tuestan en solo 11 segundos. Los componentes individuales del pedido de cada cliente son transmitidos de inmediato, al área de armado de las hamburguesas, utilizando un sistema de computadora diseñado para el resultado. El proceso de montaje, que incluye tostar el pan, está diseñado para atender la orden de un cliente, en solo 15 segundos. Al combinar la tecnología más reciente y la ingeniería inteligente de procesos, McDonald's ha desarrollado un proceso que responde con rapidez. El producto es fresco, se entrega oportunamente y se prepara siguiendo las especificaciones del cliente.

Wendy's emplea un proceso de fabricar sobre pedidos, dispuesto a la vista del cliente. Las hamburguesas son cocidas en una plancha. En los tiempos en que se requiere de un gran volumen, el cocinero busca adelantarse a la llegada de los clientes. Las hamburguesas que se encuentran en la plancha por mucho tiempo, son usadas en la elaboración de la sopa llamada "chili". Cuando llega el pedido

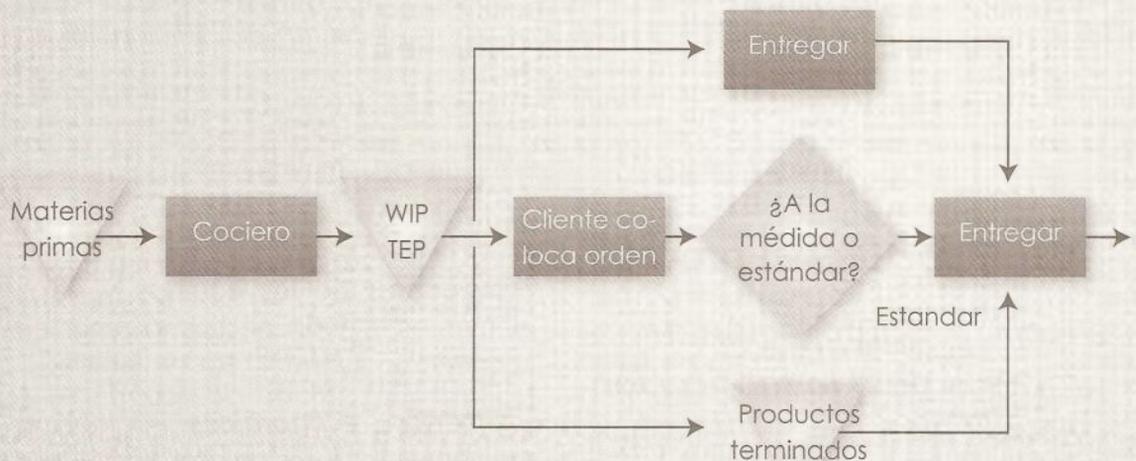
de un cliente, toma una hamburguesa de la plancha y la prepara siguiendo las especificaciones del cliente. Dado que el proceso inicia con la cocción de la hamburguesa, es lento. El cliente puede observar la preparación, con la percepción de un producto de gran calidad, hecho a su medida.

Cada uno de los procesos que utilizan estas compañías tiene fortalezas y debilidades. McDonald's es líder en volumen grande y atiende a familias que tienen niños pequeños. Burger King tiene un sabor único. Wendy's es del agrado de las personas que quieren que sus hamburguesas sean preparadas con el método tradicional. Cada compañía proyecta su publicidad y sus actividades promocionales para atraer al segmento del mercado que las características de su proceso apoyan mejor.

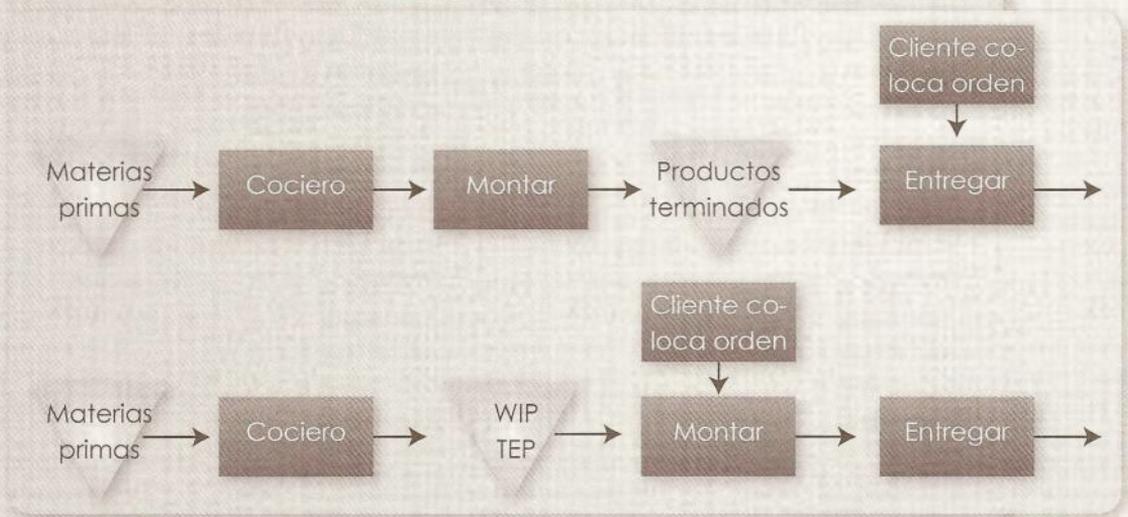
Un último método para clasificar un proceso es determinar si sigue los pasos. Burger King utiliza una banda asadora para cocer las hamburguesas en 90 segundos. Los pasos rítmicos hacen referencia a los tiempos fijos del movimiento de los objetos que pasan por un proceso.

Diagramas de flujo del proceso de fabricación en:

Burger King



Proceso McDonald's (antiguo/nuevo)



Wendy's



Planificación del proceso

Diseño y planificación de procesos para la fabricación por existencias

El diseño y la planificación de procesos de producción por existencias son tareas complejas que comprenden los diseños y la utilización de equipos

especializados, la coordinación de los proveedores de los equipos y otros elementos, siendo necesario tener en cuenta:

Aspectos económicos. Como el tamaño de los lotes de producción por existencias es grande, es importante comprender que las pequeñas diferencias de los costos unitarios tienen gran impacto en la rentabilidad

final. En el medio de la producción por existencias se conforman equipos para crear el producto. Un equipo incluye personal de ventas y comercialización, ingenieros de diseño, personal de producción y otros interesados en cómo se produce, distribuye y vende el producto. Los equipos puntualizan el propósito de diseño del producto, orientados por los aspectos previstos del mercado y las predicciones de ventas.

Objetivos de diseño. La principal condición que enfrentan estos equipos integrados es cómo diseñar un producto con un proceso de fabricación y montaje al menor costo posible y, al mismo tiempo, garantizar el logro de los objetivos de calidad propuestos. ¿Qué nuevas tecnologías de fabricación se pueden incorporar para incrementar la utilidad del producto o disminuir su costo?, ¿Con qué facilidad se fabrica determinada pieza o se realiza un montaje?, ¿Con qué facilidad se efectúa el montaje del producto final? ¿Y se repara, en caso que lo requiera?

Es bueno acentuar que, como resultado secundario del trabajo de estos equipos integrados, los productos elaborados contienen menos piezas complejas que sus similares fabricados por lotes.

Debido a los grandes volúmenes que intervienen, es más económico construir una máquina especializada para fabricar una sola pieza compleja que elaborar varias más simples en las máquinas herramienta existentes para, luego, unir las con pernos. Los beneficios se traducen tanto en los

ahorros de costos, como en una mayor calidad. Cuando se fabrica una única pieza compleja, sólo se debe resolver un conjunto de tolerancias externas. Por los altos costos en que se incurre en la creación de máquinas especiales para lotes pequeños en ambientes discretos, es factible que la misma pieza se construya a partir de varias piezas simples, siendo un sub-montaje complejo, con problemas de tolerancia (y, por lo tanto, de calidad) para cada pieza integrante.

Otro aspecto importante de la perspectiva integrada de la producción por existencias es la decisión sobre qué producción de piezas proviene de los proveedores e, incluso, si conviene integrar al equipo de diseño del proveedor con responsabilidad sobre el proceso de diseño y fabricación. Además, el control de la configuración del producto final es otro tema importante. Durante un año modelo, se implementan nuevas modificaciones de diseño y fabricación en el ciclo de producción. Hay sistemas de administración de datos del producto que controlan la configuración del montaje final, con el fin de identificar y observar todas las piezas de cada modelo y de cada variación de modelos.

Los procesos

El trabajo real para los ingenieros de fabricación y de proceso comienza una vez definido el proceso de diseño y fabricación. El reto inmediato es elaborar los procesos detallados, que indiquen dónde y cómo utilizar las nuevas tecnologías disponibles;

diseñar y desarrollar especificaciones para máquinas especiales y máquinas herramienta, así como establecer y mantener comunicaciones eficaces con los subcontratistas. El siguiente reto consiste en observar toda la tarea de fabricación o montaje y dividirla en sub-tareas para ser completadas por los operarios en cada ciclo de producción. Las líneas de montaje deben estar equilibradas, con el fin de que los operarios realicen la misma cantidad de trabajo por ciclo. Con este resultado se deben establecer líneas de fabricación y montaje de prueba para controlar el trabajo global. Una vez, terminados, revisados y aprobados los procesos detallados, finaliza la tarea de los ingenieros de proceso.

En esta parte, se involucra la responsabilidad de los “documentalistas” al describir todo el proceso en términos de las tareas de cada operario. Los libros que se generan sobre el proceso, se distribuyen en lugares estratégicos de la planta de fabricación o el ambiente de montaje, como referencia para los operarios que realizan la tarea. Su propósito es instruir a los operarios de la línea, a pesar que poco se consultan; como los tiempos del ciclo son rígidos, no se cuenta con el tiempo suficiente para leer los libros. Aunque, los libros sobre el proceso tienen otros usos. Por ejemplo, es importante describir en detalle la elaboración y el montaje de un producto para averiguar la fuente de los problemas de calidad, en caso de originarse; también, es un paso fundamental de la certificación ISO 9000.

Diseño y planificación de procesos para la fabricación discreta

Manejo de lotes más pequeños

La fabricación por pedido no cuenta con un equipo integrado de diseño y fabricación para optimizar la producción de diseños con las mejores tecnologías de fabricación, debido a que los lotes son más pequeños. El departamento de Ingeniería de fabricación es responsable del diseño de proceso en ambientes discretos. Los planificadores de procesos en este tipo de fabricación, comienzan en el piso de la planta y, luego, pasan al de planificación.

La experiencia adquirida en los primeros años, les da conocimientos sobre las mejores prácticas operativas de fabricación específica. Además, precisan una mayor retroalimentación entre el piso de máquinas o montaje y el departamento de ingeniería de fabricación, que con el departamento de diseño.

Normalmente, el departamento de diseño presenta un boceto que refleja el diseño propuesto; luego, los miembros del departamento de ingeniería de fabricación deciden el modo de ejecutarlo.

El piso de fabricación contribuye con la experiencia del planificador de procesos y el tiempo ocupado en el piso de la planta, analizando los procesos o mediante sistemas organizados de retroalimentación.

Por ejemplo, en los sistemas de redes de alerta, los cambios sugeridos a los planes de los procesos en marcha se envían desde el piso de la planta hasta la oficina de ingeniería de fabricación. Asimismo, para verificar que el diseño previsto se realice con la mejor tecnología disponible en la empresa, los planes de los procesos diseñados en el departamento de ingeniería de fabricación son sometidos a un exhaustivo procedimiento de revisión y aceptación por sus pares.

Funciones de la planificación de procesos asistida por computadora

La planificación de procesos asistida por computadora es un sistema clave en las oficinas de ingeniería de fabricación de mediana y gran escala. Se utiliza para detallar las piezas, los sub-montajes y los montajes finales y, además, para planificar las herramientas, plantillas e instalaciones fijas.

El diseño y el orden de los planes de procesos difiere entre las empresas. Las variaciones reflejan las prácticas anteriores a la automatización; o están basadas en las prácticas de otras empresas, en las tradiciones o en las necesidades de información.

La mayoría de los planes de procesos constan de las siguientes secciones principales:

1. Existe una sección de encabezamiento que incluye la identificación de los materiales utilizados, el número y el nombre

de la pieza, el nombre del planificador del proceso, la fecha y otros detalles básicos.

2. Es el resumen de las operaciones, también, denominado “la ruta”, que enumera las operaciones y contiene una breve descripción de una línea de cada operación; incluye los tiempos de montaje y elaboración y las herramientas utilizadas.
3. Contiene descripciones más detalladas de cada una de las operaciones enumeradas y resumidas en la segunda sección. Estas planillas contienen páginas adjuntas con información escrita, gráficos, fotografías, videos o grabaciones. Para el personal de planta, la descripción de las operaciones es la parte más importante del plan del proceso, debido a que contiene una explicación para cada cargo, indicando qué y cómo hacer una determinada labor.
4. Este ítem lo tienen algunos planes de procesos, dedicado a las operaciones mas complejas, con instrucciones detalladas sobre cada uno de los pasos requeridos para ciertas operaciones; va acompañado de un pedido de herramientas o especificaciones del producto, incluye las especificaciones sobre la adherencia, soldadura y otras operaciones que no requieren máquinas y cuenta con anexos que tratan sobre la seguridad y otros temas de normatividad o calidad.

Administración del cambio en ingeniería de fabricación

Varios de los modernos sistemas de planificación de procesos asistida por computadora (CAPP, computer-aided process planning) tienen un módulo de funcionalidad, denominado "módulo de administración de cambios en ingeniería de fabricación", que inicia la asignación de las tareas. Su naturaleza se refiere a la programación del trayecto que siguen las piezas o montajes presentados por el departamento de ingeniería al departamento de ingeniería de fabricación e incluyen cualquier pedido de modificación de ingeniería o fabricación. Usado de manera adecuada, es un sistema de administración de ingeniería de fabricación que beneficia la seguridad para que los operarios empleen correctamente el sistema de planificación del proceso.

Distribuida la carga de trabajo, a través del sistema de administración de cambios en ingeniería de fabricación, se genera la lista de materiales de fabricación. La lista de materiales de ingeniería (E-BOM, engineering bill of material) creada en el departamento de ingeniería se convierte en una lista de materiales de fabricación (M-BOM, manufacturing bill of material). La E-BOM considera las piezas según sus funciones, en tanto que la M-BOM las analiza según la forma en que serán elaboradas, sub-montadas y montadas. La M-BOM está ubicada en la base de datos de la planificación del proceso de ingeniería de fabricación o en el sistema de administración de datos del producto (PDM, product

data management), de acuerdo con la filosofía de la empresa sobre la frontera entre PDM y la ingeniería de fabricación.

Lista de trabajo del planificador.

Obtenidos los datos del sistema de administración de cambios en ingeniería de fabricación, el nivel siguiente de un sistema de planificación de procesos asistida por computadora es la lista de trabajo del planificador. Cuando un planificador de procesos inicia su trabajo, enciende la computadora de la oficina y analiza la tarea del día. ¿Qué planificación finalizó?, ¿Qué planes están incompletos?, ¿Qué es a lo que, aún, no se le ha dado curso?

Enfoques de la planificación de procesos. Hasta el momento, se ha mencionado lo que puede hacer un sistema CAPP moderno. De igual modo, se debe analizar cómo funcionan los distintos enfoques y como uno de estos sistemas puede desarrollar un plan de procesos.

Uno de los procedimientos consiste en almacenar planes de procesos anteriores y, a través de diversas claves, recuperar la que describa una pieza similar a la solicitada. El plan existente se puede usar como ésta o puede ser modificado para adaptarlo a las exigencias de la nueva pieza. Esta recuperación y modificación de planes previos, se denomina planificación variante. La ventaja reside en que el planificador no tiene que reinventar el proceso. Se puede realizar la recuperación por el número o nombre de la pieza, el nombre del planificador o una combinación de estas claves. Si se utiliza una base de datos relacional,

se pueden incluir otros criterios de búsqueda, como las máquinas herramientas utilizadas.

El análisis de toda la base de datos de los diseños y las piezas fabricadas se justifica cuando una empresa fabrica un repertorio limitado de productos, como bombas o engranajes, con el fin de determinar si pueden agruparse en familias representativas y, luego, desarrollar un plan del proceso estándar para cada una de ellas. El análisis requiere una cantidad sustancial de trabajo del personal; el enfoque puede no ser costo-eficaz para todos los fabricantes de rango limitado.

En otras palabras, cuanto mas relacionadas estén las piezas fabricadas, mayor será la probabilidad de éxito en la búsqueda de piezas con características similares. Un ejemplo se presenta en una empresa que fabrica máquinas utilizadas para montar puertas de automóviles de distintos fabricantes. Desde el punto de vista del servidor, una puerta de automóvil es igual a otra puerta de automóvil. Sin embargo, quien las fabrica podría no opinar lo mismo. Los fabricantes de automóviles delegan en subcontratistas, el diseño, desarrollo y la entrega de máquinas especializadas que sólo montan puertas para un modelo específico de producto.

Otra visión consiste en recuperar un plan de procesos relacionado entre sí, copiar las operaciones importantes y pegarlas en el nuevo plan. Una base de datos de las máquinas herramientas disponibles es de gran utilidad cuando incluye textos estándar para las operaciones desarrolladas con cada

una. Por ejemplo, se cuenta con una clase de máquinas rotatorias y una de máquinas amoladoras. Posteriormente, se elabora una lista de cada una de las máquinas disponibles de cada clase, con su contenido estándar que el planificador de procesos utiliza para describir la operación de forma pausada. Este tipo de enfoque no solo mejora la eficiencia del planificador de procesos, sino, también, la transparencia de las comunicaciones con el personal del piso de la planta, puesto que siempre se usan los mismos textos análogos para describir las operaciones, lo cual aumenta la calidad y disminuye las piezas rechazadas.

Se debe comenzar desde cero, en caso que las experiencias previas no se recuperen con éxito, ni se utilicen para una pieza en particular; no obstante, se espera que no haya necesidad de reinventar el ciclo. Para proveer el desarrollo de los planes de procesos, los sistemas deben contar con capacidades de procesadores de textos (como ajuste de líneas y revisión ortográfica) que contribuyan a la realización eficaz de la lectura. Es muy útil la capacidad de cortar y pegar en la recuperación de parte del texto, incorporarlo en el nuevo plan y modificarlo. En los sistemas creados desde cero, es posible mejorar la eficiencia con un texto estándar para la operación de las máquinas.

Capacidades especiales de los sistemas de planificación de procesos. Es fundamental que el sistema de planificación de procesos este conectado con los sistemas de diseño asistido por computadora

internos, con el fin de que los esquemas o partes de ellos sean incluidos en los planes de procesos. Cada vez, es más indiscutible que el texto combinado con fotografías, gráficos, videos, imágenes de la pantalla de la computadora o instrucciones orales, mejoren, en gran medida, la comprensión de las instrucciones por parte de los operarios de la planta y su capacidad para seguirlas con precisión. También, es ventajoso contar con capacidades para trabajar en escala, con el propósito de ampliar los detalles importantes de los esquemas originales e incluirlos en el nuevo plan. Un sistema simple de diseño asistido por computadora en el sistema de planificación de procesos asistida por computadora le permite al planificador crear esquemas y diagramas sencillos de procesos que expliquen, aún más, el propósito y las instrucciones, en especial para las operaciones que no son ciertas a simple vista.

Los planes de proceso con gran cantidad de texto están quedando rezagados, la tendencia actual son las gráficas, donde los textos solo cuentan una pequeña parte de la historia.

Historia de revisiones y firmas. En un sistema moderno de planificación de procesos asistida por computadora, son primordiales los antecedentes; se debe tener un registro completo de todas las revisiones ejecutadas en cada plan, en el tiempo. Concluido el plan de procesos, en condiciones normales se somete a un ciclo de firmas (revisión de pares) para garantizar el empleo correcto de los procesos de

fabricación, con el fin de obtener el diseño buscado.

Generalmente, el proceso de firmas contiene una secuencia fija de los controles, del personal de control de calidad, entre otros. Cada revisor es responsable de aprobar o rechazar el plan o agregar comentarios y devolverlo al planificador inicial para efectuar las modificaciones necesarias. Cumplidas las modificaciones, el plan se utiliza en la planta. A medida que avanza, se van incorporando los cambios por distintos motivos, aunque es indispensable que se registren y rastreen.

Conexiones con otros sistemas. Los sistemas CAPP avanzados utilizados actualmente, tienen capacidad para conectarse con otros sistemas internos. Sin embargo, son más importantes las conexiones con sistemas heredados. Los sistemas internos de fabricación heredados almacenan grandes bases de datos sobre experiencias de fabricación. Las conexiones son usadas con los sistemas financieros para registrar la terminación del trabajo. El sistema de administración de datos del producto (PDM, product data management) funciona como una caja fuerte para los esquemas terminados, accionando el control de las configuraciones del producto final.

En su mayor parte, los esquemas presentados por la ingeniería a la ingeniería de fabricación para la planificación de los procesos pasan por el sistema PDM. Otra conexión esencial es con el sistema de diseño asistido por computadora. Junto con el sistema PDM, el sistema CAD suministra una base para los diseños

de ingeniería, siendo una fuente de esquemas o elementos de dibujos para incluir en planes de procesos. Es apropiado disponer de una conexión con el sistema de planificación de recursos de la empresa (ERP, enterprise resource planning). En un ambiente de fabricación por pedido, la venta de un producto impulsa el cronograma de entregas, el cronograma maestro de producción y el sistema ERP. Algunas veces, el sistema ERP realiza todo el cronograma maestro, que presenta los pedidos de trabajo a la planta para iniciar ciertas tareas en determinados momentos.

La ruta en un plan de procesos es la entrada en el sistema ERP procedente de la oficina de ingeniería de fabricación, puesto que contiene las descripciones de las distintas operaciones por realizar, incluso, los tiempos de montaje y por pieza. Si el plan del proceso o la ruta, no son correctos, tampoco lo será el resultado del sistema ERP. Por lo tanto, la comunicación entre el CAPP y el ERP se torna crítica. Otra conexión útil del sistema CAPP es con el sistema de control e inventario de herramientas.

Cuando se crea un plan del proceso, el planificador debe asegurarse de disponer de las herramientas necesarias para realizar el trabajo en la planta. Otras áreas relevantes son los estándares de tiempo. Para establecer los tiempos adecuados de montaje y por pieza, las empresas desarrollan estándares de tiempo internos o les compran los sistemas a los vendedores externos para generarlos. Como estos son esenciales para controlar los tiempos de montaje y por pieza en

cada operación, son la clave para la confiabilidad del sistema ERP. Cuando el sistema ERP presenta un pedido de trabajo para una pieza en particular, las instrucciones de trabajo (operaciones) son entregadas en el plan de procesos al control de la planta y al sistema de administración. Este documento incluye el encabezamiento del pedido de trabajo, una lista con descripciones de las operaciones y las instrucciones de trabajo detalladas del plan del proceso. Al estar impresa y con el sistema adecuado, se puede enviar a las terminales del piso de la planta.

La araña en la red. Un moderno sistema CAPP es para la mayoría de observadores, la araña en el centro de la red de un sistema de administración de la información de fabricación; éste no armoniza con el punto de vista de los propulsores del CAPP, sino con lo visto cuando se observa un moderno diagrama de flujo de datos de fabricación. Los diseños del producto y de los procesos de fabricación y montaje determinan el costo y la calidad de la pieza o el montaje. Si bien, los sistemas comerciales y de control de la configuración, como el PDM y el ERP, planifican y configuran el producto; la forma de elaborarlo es el factor esencial para determinar si un producto se elaborará con éxito, es decir, el plan de proceso determina una calidad aceptable y repetida para un producto, con un precio razonable.

El mecanismo de retroalimentación es una particularidad clave de un sistema de planificación de procesos asistida por computadora, que le permite al personal de fabricación o del piso de

la planta, adicionar comentarios sobre una operación en particular o un plan de proceso para el uso, por parte de la ingeniería de fabricación. La planificación de procesos no rivaliza con la administración de datos del producto o la planificación de recursos de la empresa, coopera para sostener ambos sistemas.

Los costos de personalizar el sistema. Los procesos empresariales básicos de una compañía se manifiestan en el diseño de los procesos de fabricación y montaje. Como difieren de una empresa a otra, es preciso configurar el sistema CAPP comercial general (COTS, commercial off-theshelf), de acuerdo con las necesidades particulares de cada cliente, para implementarse de manera eficaz. Un sistema CAPP fijo, con su definición inherente del proceso empresarial de fabricación, no se puede usar, debido a que los procesos empresariales de cada empresa se basan en viejas tradiciones y rara vez pueden cambiarse.

La puesta en marcha de un sistema avanzado de planificación de procesos asistida por computadora se determina en función de los costos de ajustar el software COTS. Es ineludible que la empresa analice minuciosamente sus prácticas empresariales de fabricación, antes de incorporar el sistema CAPP avanzado, puesto que se presenten hábitos y practicas poco apropiadas.

Sin duda, se puede ahorrar gran cantidad de dinero analizando las necesidades reales de planificación de los procesos, en términos de procesos comerciales necesarios. En esos casos,

eliminar los procesos innecesarios permite ahorrar más dinero.

Para evaluar lo que estos debates implican, se requiere reflexionar sobre la trascendencia de los sistemas de información de fabricación, sus interrelaciones y el papel que desempeña la moderna planificación de procesos asistida por computadora.

Relaciones de un sistema de fabricación

Es benéfico observar los sistemas de información de fabricación, considerando el flujo de trabajo en términos de cuatro procesos:

Proceso I. Representa la ingeniería y administración de datos del producto -la definición y la configuración del producto final-

Proceso II. Se refiere a la definición de los métodos de fabricación y montaje utilizados para crear el producto final.

Proceso III. El MRP y el ERP se refieren a la logística, incluido el inventario, la programación, el financiamiento y el envío de pedidos, todo en relación con el programa maestro del producto.

Proceso IV. Comprende la fabricación y el montaje del producto final.

Como norma general, los sistemas de software de los procesos I y III tienen capacidades estandarizadas; comprarlos y ponerlos en marcha es costoso. La mayor parte del tiempo y el esfuerzo de instalación y ejecución se destina para vincularlos (conectarlos) con los sistemas ya aplicados en la

empresa. Son útiles en ambientes de aeronavegación y aeroespaciales, aunque, en términos generales, no ofrecen los detalles específicos necesarios para la fabricación aeroespacial.

Porque integrar sistemas estandarizados y personalizados. La Figura que se muestra a continuación, permite comprender las funciones de la información en la fabricación en los procesos II y IV. Los sistemas que relacionan estos dos procesos, si están bien implementados, encapsulan el know-how y la experiencia de fabricación de la empresa al adicionar los registros de sus mejores prácticas; es decir, los detalles específicos de conducción que utiliza la empresa en los procesos de fabricación y montaje.

Al trabajar con métodos de fabricación, montaje y ejecución, pocas empresas admiten modificar sus prácticas específicas para ajustarse al producto de software estandarizado

e inclinarse por los paquetes que se personalizan para adaptarse a los procedimientos ya implantados en las operaciones.

Resultados eficaces se pueden encontrar en los sistemas de software híbridos que combinan un núcleo de capacidades COTS estandarizadas con ajustes para los tipos y niveles de configuración requeridos, con el fin de que respondan a las necesidades específicas de la empresa. Estas soluciones le permiten al usuario aprovechar las economías y eficiencias inherentes a los paquetes estandarizados, sin sacrificar sus mejores prácticas de ingeniería y fabricación.

Reconocer las necesidades del usuario. Es fundamental, considerar las necesidades de las personas, independiente de la automatización presente en cualquier ambiente; ellas son las que adoptan las decisiones básicas y más críticas. Un sistema

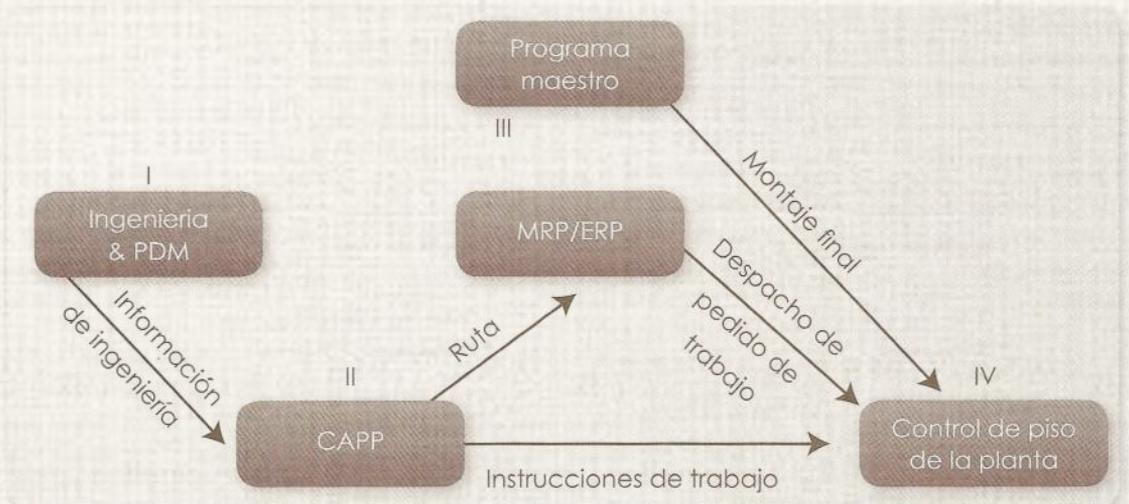


Figura 10.37 Relaciones de un sistema de fabricación.

computarizado debe ser adecuado para las personas que lo utilizan, con el fin de que sea en verdad eficaz. Las personas más relacionadas con la fabricación y el montaje son los equipos de ingeniería de fabricación, el personal de procedimientos e inspección de calidad y todos los operarios de la planta. Su experiencia y habilidad radican en la tecnología de fabricación, no en las computadoras.

Más de 90% de sus contactos con los sistemas de información de fabricación se encuentra en los paquetes de software de los procesos II y IV, en particular, los sistemas CAPP y MES. Como es personal de fabricación y no expertos en computación, los paquetes de CAPP y MES deben estar diseñados para un uso fácil e intuitivo que proyecte las necesidades de información de los operarios, a medida que progresan en sus tareas de fabricación.

Es recomendable que tengan interfaces gráficas accesibles para el usuario, con elementos interactivos conocidos para que reflejen las prácticas de fabricación y montaje que dominan. Con la posibilidad de que las interfaces sean similares o iguales para la definición y ejecución de los métodos de fabricación y montaje (procesos II y IV), complementando las funciones de ingeniería y administración de datos del producto, además de los sistemas MRP o ERP.

Contar con modernas tecnologías de computación sobre múltiples plataformas permite que estas clases de interfaces de usuario similares sean utilizadas por el personal relacionado con las tareas de fabricación. Los

sistemas que sacan mayor ventaja de estas capacidades, facilitan la eficiencia y el control de calidad de los procesos de fabricación y montaje, así como la responsabilidad por ellos. Además, las interfaces gráficas incondicionales con el usuario, consistentes y bien estructuradas, permiten conseguir grandes beneficios en términos de eficiencia, periodos de aprendizaje más cortos y menos errores de interpretación.

Beneficios de la CAPP. No existen instrucciones para calcular la inversión y la puesta en marcha de un sistema moderno de CAPP, que garantice la necesidad de invertir en el sistema, debido a que el punto inicial (sistema actual) y el objetivo (logros esperados a largo plazo) difieren de una empresa a otra.

Sin embargo, es posible adquirir información de la experiencia sobre el rendimiento de la inversión, a través de los sistemas CAPP instalados en los últimos 10 años. La mayoría de empresas que pusieron en marcha este sistema, lo consideraron beneficioso; la reacción de las áreas de la gerencia de ingeniería de fabricación y personal de planta fue el de no saber donde estarían en estos momentos, si no hubieran invertido en el CAPP. Aunque, los análisis de rentabilidad han sido realizados por exaltados usuarios, los resultados pueden no ser avalados por un contador público. Por tal razón, es difícil contar con cifras confiables de rentabilidad.

Teniendo en cuenta la experiencia de los últimos años, se puede mejorar la eficiencia del planificador de procesos

en un factor que va entre el 30 y el 100%, en comparación con la planificación manuscrita. Además, las empresas se ven forzadas a traducir los diseños buscados en las instrucciones de fabricación, si optan por la certificación de cualquiera de los nuevos programas de control de calidad, como ISO 9000. Depurando los deseos de fabricación y controlarlos con la calidad del producto final, no se obtiene la certificación de ISO 9000. Por lo tanto, resulta costoso no contar con uno de estos sistemas.

La adecuada documentación y la transmisión a la planta de los pedidos de cambio de ingeniería (ECO, engineering change orders) y de fabricación (MCO, manufacturing change orders) representan serios problemas en casi todas las empresas manufactureras. Si una empresa utiliza un sistema manuscrito, el seguimiento de ECO y MCO tiende a ser inverosímil. Además, no se lleva la documentación que garantice el cumplimiento de estas modificaciones y los costos en los que se incurre son difíciles de precisar, aunque pueden ser muy reveladores. También, se dificulta calcular las ventajas del uso constante de la mejor experiencia disponible en una empresa para la recuperación de la CAPP avanzada. Se justifica en la eficiencia de la planificación de los procesos, en las menores tasas de rechazo y una mayor calidad.

La combinación de textos de instrucción estandarizados, textos regulares manuscritos, gráficos, fotografías, videos y grabaciones de audio, incrementan la claridad de las instrucciones enviadas a la planta.

Las comunicaciones precisas influyen en pocos cambios a causa de las confusiones y errores de producción. En general, los cientos de empresas que han incorporado CAPP avanzada observaron que el rendimiento de inversión se produce entre 1 y 3 años. La base del costo incluye el software de planificación de procesos y el hardware de red y de computación necesarios para la ejecución. Con el bajo costo actual de las PC, el rendimiento de la inversión es más atractivo.

Algunas empresas creen que al incorporar un sistema de administración de datos del producto (PDM) y uno de planificación de recursos de la empresa (ERP), se resolverán todos sus problemas de fabricación, lo cual, no siempre es así. Por ejemplo, el valor de un sistema ERP disminuye si no se cuenta con un buen sistema de planificación de procesos que proporcione y entregue información de la ruta completa y exacta. La integración del PDM, la planificación de los procesos, el ERP y el control de la planta son las bases de la administración de información de fabricación moderna.

Automatización en la manufactura

Durante muchos años, pocas compañías se detuvieron a pensar que las operaciones y sus procesos podían ser una fuente importante de ventajas competitivas.

A medida que las empresas japonesas iban ganando posición

a nivel global y dominando los sectores de la producción industrial de automóviles, electrodomésticos, productos electrónicos, etc., las empresas americanas empezaban a instruirse y experimentar sobre los motivos de estos éxitos, encontrando en las empresas japonesas un factor muy importante, como era la gran eficiencia y calidad en las operaciones. Además, de excelentes resultados, como el lanzamiento y la consolidación de nuevos productos en tiempos demasiado cortos. Las empresas analizadas establecieron los patrones de referencia de Benchmarking en Productividad, costo, calidad y tiempo de entrega.

Los gerentes de las empresas occidentales comprendieron que para ser competitivos, se necesitaba que las operaciones fueran parte esencial de una estrategia corporativa emplazada para:

- Adicionar valor a los productos.
- Atender eficientemente las necesidades de los clientes y del consumidor final.

Considerando que el reconocimiento del rol de las operaciones, cobraba, cada vez, más importancia, por los mercados más globalizados y competitivos, se generaron e implementaron nuevos conceptos y herramientas de gestión de Operaciones, como:

Automatización Industrial. Para la automatización de procesos se desarrollaron máquinas accionadas con Controles Programables (PLC, por programmable logic controller), definidos como un dispositivo basado en una micro-computadora que utiliza las instrucciones almacenadas en la memoria programable para implementar las funciones de control lógicas, secuencia, temporales de re-encuentro y aritméticas, a través de



Figura.10.38 Estrategia corporativa

módulos de entrada/salida digitales o analógicos, con el fin de controlar las máquinas y los procesos.

Para la información de las etapas de diseño y control de la producción, se desarrollaron programas de computación:

- Dibujo (CAD)
- Diseño (CADICAE)
- Manufactura CAM para el manejo de proyectos, planeación de requerimientos, programación de la producción y para el control de calidad, entre otros.

Con el aporte de estas tecnologías de información, la producción industrial identificó un ritmo de crecimiento elevado en los últimos años. Por ejemplo, la información ha ampliado significativamente la capacidad de controlar la producción con máquinas de control computarizado y ha facilitado el avance hacia complejos sistemas de automatización (robots), sistemas flexibles de producción y los sistemas de automatización integrada de la producción (CIM, Computer Integrad manufacturing).

La automatización comprende un conjunto de técnicas que combina los sistemas mecánicos, eléctricos y *electrónicos para, luego, ser dirigidos o controlados por medio de un software especializado, que se encarga de poner en movimiento este mecanismo complejo, de una forma automática.*

El aumento de la calidad de los productos se obtiene por medio de la exactitud y precisión de las máquinas

automatizadas y con la eliminación de los errores característicos del ser humano, generando un incremento en los ahorros de tiempo y materia, al eliminar la producción de las piezas defectuosas.

La flexibilidad de las máquinas ha permitido la adaptación a la producción individual, a la línea de producción y al cambio total de producción, flexibilizando las demandas del mercado.

Hacia mediados de los años setenta, las posibilidades de automatización integrada aumentaron vertiginosamente, gracias a la difusión del uso de robots industriales y de vehículos no dirigidos por operarios, cobrando importancia los sistemas de fabricación flexible (FMS, por flexible manufacturing systems) y la automatización flexible.

En la mayor parte de las aplicaciones FMS se utilizaban máquinas de transferencia con estaciones múltiples e indexación en línea, siendo, cada vez mayor, el uso de las máquinas computarizadas con control numérico (CNC, por computerized numerical controlled), secuenciadores y elementos similares; en esos casos, empezó a aplicarse el término automatización programable (PA, por *programmable automation*).

Generalmente, en los sistemas de fabricación flexible se adopta el método de bloques de construcción, por el cual se diseñan, de antemano, los módulos estándar; por ejemplo, las unidades de transferencia, manipulación, los cabezales y las placas de indexación,

se combinan para formar sistemas o líneas de producción. En los últimos tiempos y debido al incremento de la variedad de modelos de los productos y la reducción de sus ciclos de vida, se ha ido aumentando la necesidad de la automatización flexible.

Al aumentar la cantidad de modelos de los productos, el tamaño de los lotes de cada tipo disminuye, aumentando, a la vez, la cantidad de modificaciones de montaje. De modo análogo, las exigencias de los tiempos de ciclo breves implican una tendencia más fuerte hacia los lotes pequeños.

En conclusión, se requiere la automatización no sólo en situaciones de producción en masa, sino también para los sistemas de fabricación de productos múltiples en lotes pequeños. En general, hay una tendencia hacia la creación de sistemas de producción con menor número de operarios.

Control y automatización. El desarrollo de las funciones de control hace referencia al proceso que se desarrolla dentro de un sistema. Cuando se implementa una secuencia de pasos para realizar una determinada tarea, de acuerdo con los datos obtenidos de su entorno, se busca que el proceso o sistema se auto-controle.

Con este control, se puede decir que el proceso ha sido automatizado considerando que una de sus principales aplicaciones está en el apoyo de las tareas ejecutadas por el ser humano, en los aspectos relacionados con la precisión, rapidez y seguridad. La velocidad de respuesta debe ser rápida y presentar un alto grado de

flexibilidad; además, debe contar con la capacidad para reducir a cero un valor pequeño generado por los márgenes de error que puedan presentarse. Generalmente, estas tecnologías se orientan hacia los conceptos conocidos, como Automatización Estándar y Automatización flexible.

Automatización Estándar. Los elementos representantes de esta tecnología son los “relevadores electromecánicos”; cuando son instalados, dificultan la realización de modificaciones en su lógica operación, por lo complicado que resulta cambiar el diseño de un sistema de control.

Automatización flexible. Los sistemas de control que trabajan bajo esta filosofía, fundamentan su toma de decisiones en la ejecución de instrucciones codificadas, almacenadas en un circuito de memoria e interpretadas por un microprocesador.

La ventaja de la automatización flexible es que no es necesario modificar el sistema de control, simplemente se cambian las instrucciones codificadas. Está conformada por un sistema de control lógico programable (PLC, Programmable Logic Control).

Objetivos de la automatización

- Mejorar la productividad. Reducir los costos, aumentar la calidad y uniformidad de los productos.
- Mejorar las condiciones de trabajo eliminando los trabajos incómodos

Control automático de procesos

Refinación de petróleo

Procesamiento de datos

Centros de computo

Automatización fija

Sistemas lógicos PLC

Control numérico computarizado

Fresadoras, tornos...

Automatización flexible

Celdas de manufactura flexible



Figura 10.39 Tipos de automatización.

o molestos, insalubres, nocivos y de alto riesgo y aumentando la seguridad.

- Realizar operaciones imposibles de controlar intelectual o manualmente.
- Simplificar el mantenimiento, de modo que el operario no necesite suficientes conocimientos para la manipulación del proceso productivo.
- Mejorar la disponibilidad de los productos, abasteciendo las cantidades necesarias, en el momento preciso.
- Integrar la gestión y la producción.

En primera instancia, una empresa debe tener claridad en lo que espera obtener, cuando se construye un nuevo sistema de producción basado en la

automatización; asimismo se puede proyectar para:

- La reducción de la cantidad de operarios.
- El mejoramiento de las condiciones de trabajo.
- La eliminación de errores personales.
- El mejoramiento de la productividad.
- El mayor equilibrio de los tiempos del ciclo.
- El incremento de la tasa de utilización de las horas nocturnas.

Por lo anterior, se debe especificar la necesidad de la automatización, el objetivo que se pretende lograr y los requisitos previos para su puesta en marcha. Luego y con base en estos

parámetros, se elabora el plan para el tipo específico de línea de producción que se busca construir. La Figura 10.35 muestra el procedimiento para llevar a cabo la automatización de un sistema de producción, de modo eficiente y eficaz, desde el punto de vista sistemático.

Automatización y su relación con el ciclo de vida del producto

El diseño y planificación de la automatización de un sistema de producción se debe realizar para adaptar el producto y la estrategia de producción de cada empresa en especial; es esencial considerar los tipos de producto, el volumen de producción y las perspectivas para estos parámetros en el futuro.

Bajo esta premisa, el ciclo de vida de un producto tiene un gran impacto sobre la automatización de los sistemas de producción.

A partir del momento en que se establece la factibilidad competitiva básica de un producto – por ejemplo, en los automóviles, cuando se entendió que los motores de gasolina serían habituales-, la estrategia global consiste en incorporar la automatización como el medio para reducir los costos. Otro ejemplo, son los relojes; al comienzo, Suiza era el principal fabricante, ahora, Japón ocupa ese lugar. Este cambio se produjo con la aparición de los relojes de cuarzo; Suiza pronto inició la fabricación de este nuevo tipo de reloj y la respuesta de los fabricantes

japoneses (en particular, Seiko) no se hizo esperar, poniendo en marcha, con rapidez, la producción masiva y la automatización; igual, hicieron con las calculadoras; Casio y Sharp, también, pronto inició la producción en masa, tomando en breve, el control de la industria.

Implementación de la Automatización Flexible (FA)

Para implementar la FA, se deben tener en cuenta las áreas de la planta adecuadas para tal fin y sus relaciones con los sistemas CAD/CAM y con el sistema de control de información utilizado en el área de producción. Como en los últimos años, se ha estimulado el interés por la forma de relacionar la automatización con otros sistemas de información, por ejemplo, el comercio a baja velocidad (CALS, por commerce at light speed) y la administración de datos del producto (PDM, por product data management).

Consulte la figura 10.40; en la página siguiente.

La implementación de la FA se extiende más allá de la automatización del proceso de producción. Por lo tanto, un elemento imprescindible es la computarización del sistema de información de toda la planta. Estos sistemas se clasifican en dos grupos:

1. Los sistemas de control de procesos que regulan el sistema de producción, siendo apropiados

Fase 1 Diseño del concepto	Paso 1	Definir requerimientos del cliente y determinar objetivos	Comprender las necesidades de la empresa y determinar la estrategia del sistema de producción
	Paso 2	Análisis de producto	Determinar las características del producto y seleccionar las áreas de interés
	Paso 3	Análisis de producción	Seleccionar los módulos de producción blanco y determinar los posibles mejoramientos
	Paso 4	Desarrollar un programa para "reingeniería de planta" a través de FA	Predecir el impacto de las medidas planificadas y estimar los resultados
	Paso 5	Preparar plan para la adopción de FA	Preparar el plan del proyecto
Fase 2 Diseño del plan básico	Paso 1	Analizar estructura del producto	Simplificar la estructura del producto
	Paso 2	Analizar sistema de producción	Determinar la posibilidad de mejoramientos en el sistema de producción y seleccionar áreas blanco
	Paso 3	Seleccionar subproyectos mediante "análisis de función/necesidades, o F/N"	Identificar las necesidades (N) y desarrollar el sistema de producción (F)
	Paso 4	Diseñar un plan para remodelar el sistema de producción	Desarrollar y evaluar un plan de mejoramiento del sistema de producción
Fase 3 Diseño detallado	Paso 1	Determinar condiciones del proceso	Identificar las condiciones de los procesos clave y estandarizarlas
	Paso 2	Bosquejar el flujo de proceso	Especificar las cargas y la capacidad en términos de flujo de línea, orden de los pasos del proceso y volumen planificado
	Paso 3	Determinar las especificaciones requeridas por los clientes	Especificar la capacidad de los equipos, su cantidad y sus especificaciones requeridas
	Paso 4	Diseñar sistema de manipulación de materiales	Revisar los métodos de manipulación de materiales, el almacenamiento y el suministro de las piezas a la planta, el despacho del producto, etcétera
	Paso 5	Diseñar sistema de software para control/administración	Diseñar métodos para generar pedidos, programaciones y controles de producción
	Paso 6	Diseñar operaciones de montaje	Desarrollar métodos para modificaciones, montajes, cambios de matrices y ajustes eficientes
	Paso 7	Diseñar equipos periféricos	Servicios, sistemas de monitoreo, etcétera, incluidos los de procedimientos para el manejo de irregularidades
	Paso 8	Diseño detallado del sistema de producción	Modelo de sistema de producción, con sus especificaciones
Fase 4 Adquisición/Inicio	Paso 1	Colocar pedidos/procurar equipos	Pedido de equipos/contratos
	Paso 2	Entrega, instalaciones y operaciones de prueba	Instalación e inspección final de los equipos
	Paso 3	Seleccionar y asignar recursos de personal	Programar la selección, la capacitación y el desarrollo del personal
Fase 5 Puesta en marcha/Administración	Paso 1	Control de operaciones	Establecer la organización y los sistemas para el control administrativo
	Paso 2	Ejecutar medidas de mejoramiento	Búsqueda de problemas e inicio

Cada función del sistema de producción se examina por separado y se rediseña.

Figura 10.40 Sistema de producción Flexible (Procedimiento para el desarrollo y la puesta en marcha)

para la implementación de la FA; se computarizan de manera gradual.

2. Los sistemas que reúnen, procesan y entregan la información que, luego, se aplica al control. La computarización de estos sistemas es más reciente, se comenzó con las herramientas CAD/CAM, los sistemas de control de la información de producción e, incluso, los sistemas CALS y PDM. Para implementar la FA con éxito, es indispensable la integración orgánica adecuada de esos sistemas de información de la empresa, con el sistema de automatización del piso de la planta, a medida que se especifica, diseña y construye el sistema FA.

Automatización y diseño del producto

Los sistemas de producción establecidos en FA, admiten el uso amplio de la automatización y donde los productos deben contar con una estructura que se acceda con facilidad, para automatizar la fabricación o el montaje. Por lo tanto, se requiere la revisión de la estructura de los productos e introducir mejoras, desde el diseño para incorporar valiosas contribuciones a los sistemas de producción racionales y económicos. Al implementar la automatización, es esencial re-examinar el diseño de los productos y las piezas, incluyendo el tipo de mejoramientos necesarios. Para la realización de este examen, se considera:

1. **Disminuir la cantidad de piezas que los componen.** Razonar y simplificar la estructura del producto, por medio de la reducción de la cantidad de piezas que lo componen. Si se disminuye la cantidad de piezas, decrece la cantidad de fabricaciones y procesamientos y como resultado se determinan importantes reducciones de costos.
2. **Estandarizar y reducir las variedades de piezas.** La estandarización de las piezas y materiales, incluyendo la reducción de las variedades.
3. **Diseñar para facilitar la automatización.** Simplificar la forma de las piezas. Controlando en esa simplificación la existencia de problemas para diferenciar la parte anterior de la posterior, la derecha de la izquierda y resolver los inconvenientes presentados en la producción para alinear, sostener y ubicar las piezas o desenredar las piezas de trabajo. Analizar si la estructura de la pieza genera problemas en los pasos requeridos para la producción, como el montaje, fijación o manipulación. La resolución de los problemas encontrados en esta etapa, debe hacerse mediante las mejoras de diseño.
4. **Exactitud/precisión de las piezas.** En las operaciones de montaje, la mayor exactitud permite reducir o eliminar los pasos de adaptación o ajuste manual.

Nivel de automatización y análisis del proceso

Estudio del proceso. Teniendo en cuenta la implementación de la automatización, es preciso examinar las objeciones relacionadas con el proceso:

1. Método de procesamiento. Es necesario analizar los métodos de procesamiento y buscar opciones que contribuyan a la incorporación de la automatización; por ejemplo, la decisión de “cambiar la elaboración por medio de máquinas, por la fabricación con prensas”.

La modificación del método de procesamiento genera la necesidad de realizar cambios en las piezas de los componentes (su forma, materiales o acondicionamiento previo).

2. Flujo de trabajo. Es conveniente investigar el ritmo de producción, el tiempo del ciclo, el tamaño del lote de producción, la eliminación o combinación de los pasos del proceso, además de su secuencia; estudiar las disposiciones y considerar la posibilidad de que un operario accione varias máquinas o pasos del proceso (estaciones).

3. Diseño de la línea de producción. Se requiere analizar la configuración de la línea, el tiempo del ciclo, el balance de la línea y otros elementos.

Estudio de la relación “hombre-máquina”. Fundamentados en un conocimiento profundo de las

características de los operadores y el equipo, se planifica una automatización equilibrada en términos del costo-rendimiento de las operaciones de los hombres, frente a las operaciones de las máquinas.

Anteriormente, era costoso y difícil, desde el punto de vista técnico, mecanizar o automatizar ciertas actividades, como la toma de decisiones, la selección, los controles y ajustes realizados por operarios. No obstante, en los últimos años y con los avances científicos de la computación, la automatización se aplica en la toma de decisiones, en las identificaciones y ajustes sencillos.

Hoy en día, las características importantes de los seres humanos y máquinas, con sus diferencias respecto de la automatización, se resumen así:

- **Identificación/juicio.** Las personas observan, mientras que las máquinas no, debido a que carecen de la capacidad para abarcar la relación de las ubicaciones separadas por espacios en blanco o focos.

Aunque, si se ubica una pieza en un sitio predeterminado y con una orientación específica, es posible que las máquinas puedan identificar y conceptualizar.

- **Grados de Libertad.** Las personas tienen dos manos y muchas articulaciones; por lo tanto, cuentan con decenas de grados de

libertad, mientras, en un intervalo, la cantidad de grados de libertad de los robots se limita entre cuatro y seis.

• **Convertibilidad.** Las personas se pueden “convertir” (es decir, se les asigna a otro proceso con relativa facilidad). Por su parte, las máquinas son especializadas y difíciles de convertir para desempeñar otra función.

Estudio de las operaciones de cada proceso, con el fin de identificar los blancos o focos para la automatización. Se realiza, según las características especiales de los operadores y las máquinas, analizando cuales operaciones se deben automatizar y en qué grado. La siguiente es una lista de las operaciones consideradas como blancos viables de las automatizaciones, así como de la situación actual respecto del uso de la automatización en cada área:

1. Instrucciones de la producción (pedidos de trabajo, planes de proceso, etc.). Con un programa de producción implementado previamente, se aplica la automatización a la carga de cinta de NC, la fijación previa de herramientas cortantes y otras actividades de montaje análogas. Actualmente, se usan redes LAN como un sistema de transmisión de información, a través de fibras ópticas.

2. Montaje. La automatización se aplica en:

- » El montaje de herramientas, instalaciones y dispositivos.
- » La selección y montaje de piezas de trabajo.

3. Avance de piezas y elementos de trabajo (almacenamiento, alineación, transporte y selección de piezas aisladas).

Uno de los primeros requisitos para los equipos automatizados está en “sostener” el elemento en forma automática. Este primer paso presenta inconvenientes. Además, para alimentar una máquina con un objeto se requieren las acciones de seleccionar una pieza, alinearla, sostenerla e insertarla. Entre los ejemplos actuales de equipos de alimentación automatizada de uso común, se cuentan los alimentadores de piezas y de cartuchos. La mayoría de los tipos de objetos siguientes son transportados con facilidad, por los equipos de alimentación automáticos:

- » Pequeñas piezas duras, fáciles de alinear
- » Objetos con dimensiones exactas
- » Objetos que no requieren inspección o reparación
- » Objetos que se pueden cargar en cartuchos

Mientras que los objetos siguientes son difíciles de alinear y sostener; por tal motivo, no son adecuados para la alimentación automática:

- Objetos que llegan mezclados
- Objetos con formas no consistentes
- Objetos blandos

Si SE opta por automatizar la alimentación de piezas y materiales, el diseño debe evitar que se enreden, superpongan, rompan o deformen.

4. Inserción/eliminación. Los productos que cuentan con un amplio uso para estas actividades son los robots.

5. Ubicación y soporte de piezas de trabajo. Para ubicar las piezas de trabajo se usan instalaciones y dispositivos apropiados; sin embargo, es importante establecer una ubicación precisa y repetida de la pieza de trabajo, con el fin de aprovechar la máquina. Por tal razón, se requieren evaluar las ventajas y desventajas al manipular una instalación móvil (pallet), una clavija de ubicación u otro método de colocación.

6. Selección de métodos operativos y determinación de parámetros. Se deben fijar los parámetros de profundidad de corte, velocidad de alimentación y corte, para las máquinas herramienta. En las máquinas herramienta de NC, estas determinaciones son provistas automáticamente por la cinta de NC o por las instrucciones directamente de la computadora.

7. Control y controladores programables. En lugar de los paneles de relés, como en el pasado, ahora se utilizan los controladores programables (PC, por programmable controls) en muchas aplicaciones, para controlar el orden y el contenido de los pasos del proceso. Los PC recientes están provistos de una gran velocidad de procesamiento de datos, con secuenciadores aritméticos avanzados y otras características. De hecho, la capacidad de estos PC en términos de instrucciones operativas, compite con las microcomputadoras; la cantidad de puntos de I/O que ofrecen varía entre 20 y 2000.

8. Medición/Inspección. A través de los sistemas automatizados, se ejecutan con facilidad las operaciones de ubicación de trabajos, comparación con valores nominales, lectura de escalas, cálculos, presentación y registro de datos, análisis de calidad y disposición de los trabajos terminados. En casos recientes, se han efectuado inspecciones en línea automatizadas.

9. Transporte de objetos (transferencia hasta la próxima estación de procesamiento). Los transportes se clasifican en continuos (los transmisores) e intermitentes (robots, etc.). Actualmente, se ha aumentado el uso de los robots, dirigiendo

la disposición, de manera tal que un robot maneja múltiples tareas de transferencia (incluso, para múltiples máquinas), con aplicaciones eficaces que ahorran espacio y dinero.

10. Limpieza. Algunos equipos automáticos tienen a su cargo la eliminación de astillas y refrigerantes en exceso, herramientas, instalaciones y dispositivos, así como la limpieza de las máquinas.

su módulo de entradas, las procesa y entrega señales en su módulo de salida, de acuerdo con un programa.

Es indispensable, la implementación de una computadora digital que se usa para ejecutar funciones de un controlador programable. Sin embargo, los controles secuenciales se excluyen, formando una parte más externa del sistema automático, teniendo en cuenta que todo está relacionado entre sí y se combinan para formar un mecanismo complejo. De una manera general, podemos definir el controlador lógico programable como una máquina electrónica diseñada para controlar en tiempo real y en medio industrial, los procesos secuenciales de control.

Control de los procesos industriales

Un PLC es un equipo electrónico que controla todo tipo de dispositivos, a través de la sección de entradas-salidas. Recibe señales binarias en

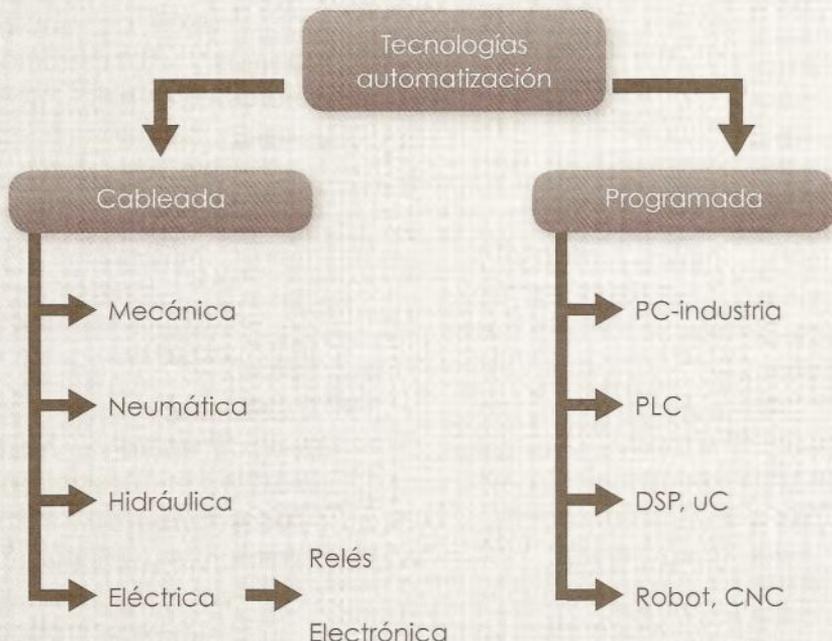


Figura 10.41 Tecnologías para la automatización.

Un PLC consta de los siguientes componentes básicos:

Hardware. Hace referencia a todos los componentes electrónicos que conforman el sistema de control, su función consiste en activar y desactivar los mandos con los cuales se manipulan todos los elementos de potencia conectados; todo esto en función de una secuencia lógica determinada. El elemento más importante del hardware es el microprocesador o el micro-controlado.

Software. Es la parte intangible que no tiene una parte física; en otras palabras, son los programas que determinan la forma de operar el sistema de control o las instrucciones que representan la generación de los mandos que gobiernan la parte electrónica. Los programas se encuentran almacenados dentro de una memoria, a la cual se accede para ejecutar las instrucciones. Cuando se modifica la orden y las instrucciones que componen el programa, se altera la secuencia de ejecución del sistema de control, aunque esta modificación no implica un cambio en el hardware.

Sensores. Son los dispositivos que interpretan las variables físicas que se encuentran en el medio ambiente, las convierten en señales eléctricas y, por último, las envían al PLC. La información obtenida es el estado del proceso que está siendo controlado.

Actuadores. Son elementos de potencia que permiten modificar las

variables físicas, que son importantes dentro de un proceso.

Programador. Es el medio, a través del cual, se ordenan las instrucciones del software que, luego, es memorizado en el PLC. Hoy en día y con la ayuda de una computadora personal, se realiza este proceso, además que comprobar los programas del sistema de control.

Ventajas de un PLC

Se debe justificar la utilización de un PLC para optimizar los recursos económicos que, actualmente, son importantes y escasos.

Consulte la figura 10.42; en la página siguiente.

Hoy en día, se requieren productos seguros, de calidad y en cantidad suficiente para que el precio de comercialización sea competitivo. Conformar objetivos de eficiencia y flexibilidad en los sistemas productivos, por medio de la integración de ordenadores y máquinas (CIM).

ISO 9000 (ISO 9000 Quality System Standards)

ISO (International Organization for Standards) significa Organización Internacional de Normas. La serie 9000 es un Sistema de Administración de Calidad (QMS, de Quality Management System) publicado, por primera vez, en 1987, y con una amplia aceptación



Figura 10.42 Ventajas de un PLC.



Figura 10.43 Industria Moderna.

en los países desarrollados. Consiste de tres normas:

- ISO 9000, que contiene los fundamentos y el vocabulario.
- ISO 9001, los requisitos.
- ISO 9004, guía para el mejoramiento del desempeño.

Los requisitos definen los criterios del sistema de medición de la calidad para el mejoramiento continuo de la

responsabilidad de la alta dirección, la realización del producto o servicio y la medición, análisis y mejora.

Las normas ISO 9000 requieren procedimientos y registros documentados para los procesos de mercadotecnia, diseño, fabricación y servicio. El procedimiento y la actividad deben ser similares para garantizar la ejecución de las instrucciones formales documentadas.

La serie ISO 9000 consta de varias normas que son una guía general para la aplicación de las normas específicas. Si una empresa tiene la función de diseño del producto, debe certificarse con la ISO 9001, que incluye entre sus elementos, el control del diseño. Las empresas que fabrican los diseños de otras compañías se certifican con la ISO 9002, que también contiene el control del diseño. La ISO 9003 se aplica, en especial, a los laboratorios

de prueba que no diseñan ni fabrican productos. Sin embargo, cumplir con la ISO 9000 no necesariamente genera un resultado positivo en relación con la calidad del producto, dado que la calidad no depende de las auditorías de las agencias registradoras.

La mayoría de las empresas de hoy, exigen que sus principales vendedores tengan la certificación ISO 9000 para garantizar el control de la operación. La Chrysler, Ford y General Motors han avanzado al respecto, expidiendo normas basadas en la serie ISO 9000 y denominadas "QS 9000", las cuales incorporan otros requisitos para la industria automotriz. Por ello, todo proveedor de primer nivel debe tener la certificación correspondiente.

Un ingeniero industrial para implementar y cumplir con la ISO 9000 debe elaborar las instrucciones documentadas a seguir en la planta de



Figura 10.44 Modelo de un sistema de administración de la calidad, basado en el proceso.

fabricación, revisar periódicamente el cumplimiento de esas instrucciones y velar por que sean equivalentes con las actividades y tareas reales.

Preparación de la Organización para la Certificación de la ISO

La ISO 9000 es una referencia internacional en la administración de la calidad de las relaciones empresariales. Se fundamenta en los estándares y la planeación para la aplicación de las mejores prácticas en cada etapa del negocio, desde el diseño hasta la fabricación, instalación y servicio. Los estándares orientados hacia la identificación de criterios le permiten a las organizaciones garantizar que el producto (bien o servicio) que se introduce en el mercado, cumpla con los requisitos y expectativas del cliente. Además, los estándares ISO son una guía de calidad de aceptación universal, cuya implementación le permite a las empresas ser más competitivas en los mercados globales.

Por ejemplo, una empresa que necesita comprar componentes, cuenta con varios proveedores, quienes ofertan artículos similares con precios equitativos, aunque solo uno de ellos tiene la Certificación ISO 9000; en ese caso, dicho proveedor es el privilegiado en la elección de compra, dado que especifica su operación, las normas de calidad, los tiempos de entrega, los niveles de servicio, etc.

Existen tres formas de certificación:

- **Del interesado.** Una empresa realiza una auditoría, según los estándares ISO 9000.
- **Del cliente.** Un cliente le realiza una auditoría a su operador.
- **De un tercero.** Actúa como auditor, debidamente calificado y certificado nacional o internacionalmente en los estándares.

Se considera que la mejor certificación para una empresa es a través de un tercero, dado que si es aprobada queda certificada y registrada con el estado ISO 9000, haciendo parte de la base de datos de compañías certificadas.

Además, esta certificación tiene ventajas legales en la Comunidad Europea. Por ejemplo, si un fabricante es responsable de las lesiones que sufre un usuario de su producto, entonces la empresa se libera de dicha responsabilidad, fundamentada en que siguió los estándares de producción adecuados y seleccionó debida y objetivamente a sus proveedores, de acuerdo con los protocolos y requisitos de adquisiciones. Por ello, la importancia de elegir proveedores con la certificación ISO 9000. A continuación, se exponen las normas de medición de la calidad:

Sistema de Administración de la Calidad

Requisitos generales. Es obligación de la organización establecer, documentar, implementar y mantener

un sistema de administración de la calidad (QMS, de quality management system) y mejorar permanentemente su seguridad. La organización debe:

- Identificar los procesos necesarios para las actividades administrativas, la provisión de los recursos, la realización del producto y servicio y la medición.
- Establecer su orden e interacción.
- Fijar los criterios y métodos para garantizar la operación y el control de los procesos.
- Disponer de los recursos y la información necesaria para respaldar y vigilar los procesos.
- Vigilar, medir y analizar dichos procesos.
- Implementar las acciones necesarias para lograr los resultados esperados y mejorar continuamente los procesos.

Durante el proceso, se deben identificar e incluir los procesos que alteran la calidad del producto y que fueron contratados con compañías externas.

Documentación

Generalidades. La documentación comprende:

- Las declaraciones de la política y los objetivos de calidad.
- El manual de calidad.
- Los procedimientos documentados requeridos.

- Los documentos necesarios para garantizar la planeación, operación y control eficiente de los procesos.
- Los registros solicitados.

Se requiere de un procedimiento de trabajo, siempre y cuando su ausencia afecte, negativamente, la calidad del producto. El grado de documentación depende del tamaño de la organización, el tipo de actividades, la complejidad de los procesos y de sus interacciones y la competencia de los empleados. Por ejemplo, una organización pequeña le comunica de forma verbal al gerente, sobre la próxima reunión, mientras que una organización grande lo hace por escrito. La norma debe satisfacer los requisitos contractuales, legales y reglamentarios, así como las necesidades y expectativas de los clientes y demás interesados. La documentación se puede presentar en cualquier forma y tipo de medio.

Manual de calidad. Una de las primeras tareas es la preparación del manual de calidad, el cual se remite a la agencia registradora antes de la auditoría de registro. El manual debe incluir las siguientes secciones:

- El alcance del sistema de administración de la calidad, con detalles y justificaciones de las exclusiones que tenga.
- Los procedimientos debidamente justificados.
- Una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de administración de la calidad.

Control de los documentos. Los documentos requeridos por el sistema de administración de la calidad son controlados por medio de un procedimiento documentado, que define las inspecciones necesarias, para:

- Aprobar los documentos antes de usarlos.
- Revisar, actualizar y volver a aprobar los documentos, según sea necesario.
- Identificar el estado de la revisión actual.
- Garantizar la existencia de versiones vigentes disponibles en el punto de uso.
- Garantizar que los documentos sean legibles y se identifiquen con facilidad.
- Identificar y distribuir documentos de origen externo
- Garantizar la oportuna eliminación de los documentos obsoletos e identificar los que se deben conservar.

Un procedimiento documentado implica su establecimiento, documentación, implementación y mantención. Estos procedimientos son necesarios en los elementos de control de los documentos, en los registros del producto no satisfactorio y en la acción correctiva y preventiva.

Control de registros. Se deben establecer y conservar registros que aporten pruebas, de conformidad con los requerimientos y la operación

eficiente del sistema de administración de la calidad. Deben estar legibles y fácilmente identificados y recuperados. También, se requiere un procedimiento documentado que defina los controles necesarios para la identificación, almacenamiento, protección, recuperación, determinación del tiempo de retención y disposición de los registros. Se pueden usar registros para documentar la trazabilidad y como pruebas de verificación, las acciones preventiva y correctiva.

Responsabilidad de la Alta Dirección

Compromiso de la Alta Dirección.

La alta dirección debe evidenciar pruebas de su compromiso con el desarrollo, implementación y mejora continua del sistema de administración de la calidad:

- Comunicando la necesidad de cumplir las expectativas del cliente.
- Estableciendo una política de la calidad.
- Garantizando que se establezcan objetivos para la calidad.
- Realizando revisiones gerenciales.
- Garantizando la disponibilidad de los recursos.

La alta dirección se define como la persona o grupo de personas que dirigen, lideran y controlan la organización.

Enfoque al cliente. La alta dirección debe garantizar que se determinen

y satisfagan las necesidades y expectativas del cliente.

Política de la calidad. La alta dirección también debe garantizar que la política de la calidad:

- Sea coherente con el objetivo y la misión de la organización.
- Incluya el compromiso de cumplir los requisitos del sistema de administración de la calidad y mejorar continuamente su efectividad.
- Establezca y revise los objetivos de la calidad.
- Sea comunicada y comprendida por toda la organización.
- Sea revisada periódicamente, respecto a su estabilidad continua.

La política expresa las expectativas e intenciones generales de la organización respecto de la calidad.

Planeación

Objetivos de la calidad. La alta dirección debe garantizar que se establezcan y relacionen los objetivos de la calidad con las funciones y niveles organizacionales, incluyendo los requisitos del producto y servicio. Deben ser medibles y consistentes con la política de calidad y garantizar que se cumplan las expectativas del cliente.

Planeación del sistema de administración de la calidad. La alta dirección debe garantizar una adecuada planeación del sistema de administración de la calidad para el

cumplimiento de sus requisitos, tal como se establece en los requisitos generales y en los objetivos de la calidad. Además, se mantiene la integridad del sistema de administración de la calidad cuando se planean e implementan los cambios.

Responsabilidad, Autoridad y Comunicación

Responsabilidad y autoridad.

La alta dirección debe garantizar que se definan y comuniquen las responsabilidades y autoridades dentro de la organización. Se pueden delimitar las responsabilidades en las descripciones de los puestos, procedimientos e instrucciones de trabajo. Las autoridades e interrelaciones se explican en un organigrama.

Representante de la gerencia.

Se debe nombrar un miembro del nivel directivo independientemente de sus funciones, para asumir la responsabilidad y garantizar que:

- Se establezcan, implementen y mantengan los procesos necesarios para el sistema de administración de la calidad.
- Se presenten los informes a la alta dirección sobre el desempeño del sistema de administración de la calidad y las mejoras necesarias.
- Se promueva la percepción de los requisitos del cliente en toda la organización.

Si se nombra a un miembro de la alta dirección como representante,

contribuirá a la efectividad del sistema de administración de la calidad.

Comunicación interna. La alta administración debe garantizar que se establezcan los canales de comunicación adecuados dentro de la organización y que se comunique la efectividad del sistema de administración de la calidad. Las técnicas más comunes de comunicación son las reuniones informativas en los puestos de trabajo, el reconocimiento del logro, las carteleras de divulgación con la publicación de boletines, el correo electrónico y los folletos y plegables noticiosos internos.

Revisión por la Alta Dirección

Generalidades. La Alta Dirección debe revisar periódicamente el tema de administración de la calidad para asegurar su estabilidad o adecuación y efectividad continua. Comprende las oportunidades de mejora y necesidad de cambios al sistema, incluyendo la política y objetivos. Se deben conservar los registros de las revisiones.

Datos para las revisiones. Los datos deben incluir informes sobre:

- Resultados de auditoría.
- Retroalimentación del cliente.
- Desempeño del proceso, producto y servicio.
- Desempeño correctivo y preventivo.
- Acciones de seguimiento para las revisiones administrativas previas.

- Cambios que afectan el sistema de administración de la calidad.

- Recomendaciones para el mejoramiento.

Resultados de las revisiones. Entre los resultados se deben incluir las decisiones y acciones relacionadas con:

- El mejoramiento de la efectividad del sistema de administración de la calidad y sus procesos.
- El mejoramiento del producto y servicio, en relación con los requisitos del cliente.
- Las necesidades de recursos.

La Alta Dirección tiene en cuenta los resultados y datos de las oportunidades de mejoramiento.

Administración de Recursos

Provisión de recursos. La organización debe determinar y suministrar los recursos necesarios, para:

- Implementar, mantener y mejorar de manera continua, el sistema de administración de la calidad.
- Aumentar la satisfacción del cliente.

Los recursos son personas, infraestructura, ambiente de trabajo, información, proveedores y recursos naturales y financieros; deben estar alineados con los objetivos de la calidad.

Recursos Humanos

Generalidades: El personal que ejecuta el trabajo que afecta la calidad del producto o servicio debe ser competente, cumpliendo con los requisitos de educación, capacitación, conocimientos y experiencia.

Competencia, Percepción y Capacitación. La organización debe:

- Determinar la competencia necesaria para el personal que ejecuta el trabajo que afecta la calidad del producto y el servicio.
- Proporcionar capacitación y otras acciones que satisfagan esas competencias.
- Evaluar la efectividad.
- Asegurar que el personal perciba la importancia de sus actividades y la manera en que contribuyen al logro de los objetivos de la calidad, conservando los registros de cumplimiento.

La competencia se define como la capacidad para aplicar los conocimientos y destrezas. Se obtiene a partir de la descripción del puesto por función, grupo o puesto específico. El efecto de la capacitación se determina con pruebas del antes y después, desempeño y rotación de personal. La publicación ISO 10015 Lineamientos para la Capacitación le ayuda a las organizaciones para el cumplimiento de esta norma.

Infraestructura. La organización debe determinar, proporcionar y mantener la infraestructura necesaria para lograr la conformidad con los requisitos

del producto o servicio. Entre la infraestructura se incluyen:

- Edificios, lugares de trabajo y servicios correspondientes.
- Componentes y programas para el equipo de proceso.
- Servicios de apoyo, como el transporte y comunicación.

Ambiente de trabajo. La organización debe determinar y administrar el ambiente de trabajo necesario para lograr la conformidad con los requisitos del producto o servicio. Un ambiente de trabajo adecuado influye positivamente sobre la motivación, satisfacción y desempeño del empleado.

Realización del Producto o Servicio

Planeación del Producto

La organización debe planear y desarrollar los procesos necesarios para concretar el producto o servicio. La planeación del producto o servicio debe ser coherente con los requisitos de los demás procesos del sistema de administración de la calidad. Cuando se planea el producto o servicio, la organización debe determinar:

- Los objetivos y requisitos de calidad para el producto o servicio.
- La necesidad de establecer los procesos y documentos y proporcionar los recursos específicos para el producto o servicio.

- Las actividades de verificación, validación, control, inspección y pruebas específicas para el producto o servicio, así como los criterios de aceptación.
- Los registros necesarios para verificar esta cláusula.

Los resultados de la planeación deben orientarse al método de operaciones en la organización.

Además, la organización puede aplicar los requisitos indicados en el desarrollo de los procesos del producto o servicio.

Procesos Relacionados con el Cliente

Determinación de los requisitos relacionados con el producto. La organización debe determinar:

- Los requisitos especificados por el cliente, incluyendo las actividades de entrega.
- Los requisitos no indicados por cliente, pero necesarios para el uso especificado o pretendido.
- Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto o servicio.
- Los requisitos adicionales determinados por la organización.

Revisión de los requisitos relacionados con el producto.

La organización debe revisar los requisitos relacionados con el producto o servicio, antes de que la organización se comprometa a suministrarle al cliente un producto o servicio (por ejemplo, presentación de ofertas, aceptación

de contratos o pedidos, aceptación de cambios a contratos o pedidos). Se debe:

- Definir los requisitos del producto o servicio.
- Resolver los requisitos contractuales o de pedidos que difieran de los ya expresados
- Tener la organización la capacidad para cumplir con los requisitos definidos.

Así mismo, se deben conservar los registros de los resultados y las acciones de la revisión. Los requisitos deben ser verificados y confirmados por la organización antes de su aceptación, aun cuando no hayan sido indicados por el cliente. Si son cambiados los requisitos del producto o servicio por la organización, se deben enmendar los documentos relevantes y socializar entre el personal involucrado, dichos cambios.

Comunicación con el cliente.

La organización debe determinar e implementar convenios para comunicarse con los clientes, en relación con:

- La información sobre un producto o servicio.
- Las solicitudes y documentación.
- La retroalimentación al cliente.

Diseño y Desarrollo

Planeación del diseño y desarrollo. La organización debe planear y controlar el diseño y desarrollo del producto

o servicio. Durante la planeación se determina:

- Las etapas de diseño y desarrollo.
- La revisión, verificación y validación para cada etapa del desarrollo.
- Las responsabilidades y autoridades para las diferentes etapas.

La organización debe administrar las interfaces entre los grupos que intervienen para garantizar que la comunicación fluya y para la designación de la responsabilidad.

Insumos para el diseño y desarrollo.

Se deben identificar los insumos relacionados con los requisitos del producto o servicio, los cuales se deben registrar. Entre los insumos se encuentran:

- Los requisitos funcionales y de desempeño.
- Los requisitos legales y reglamentarios aplicables.
- La información derivada de diseños anteriores similares.
- Otros requisitos esenciales.

Esos insumos se revisan para comprobar su adecuación; incluye el estar completos, inequívocos y sin conflicto mutuo.

Resultados del diseño y desarrollo.

Los resultados se verifican contra el insumo y se aprueban antes de su difusión. Los productos deben:

- Cumplir los requisitos de insumo.

- Suministrar la información adecuada y suficiente para las compras, producción y mantenimiento.

- Referenciar los criterios de aceptación del producto o servicio.

- Especificar las características del producto o servicio, que sean determinantes para su uso.

Revisión del diseño y desarrollo.

Se deben realizar revisiones sistemáticas en las diferentes etapas y de acuerdo con los cambios programados, con el fin de evaluar los resultados del diseño y desarrollo para cumplir con los requerimientos e identificar los problemas que se presentan; y proponer las acciones correctivas del caso. Entre los participantes en las revisiones se incluyen los responsables de las funciones implicadas en las etapas en estado de revisión. Se deben conservar los registros de los resultados de las revisiones, así como de las acciones realizadas. Se sugiere, además, efectuar evaluaciones del riesgo, entre éstas, el análisis de modo y efecto de falla (FMEA), la predicción de confiabilidad y las técnicas de simulación para determinar las deficiencias en los productos o procesos.

Verificación del diseño y desarrollo.

La verificación se hace de acuerdo con los cambios programados para garantizar que los resultados cumplan con los requisitos de los insumos. Se deben conservar los registros de los resultados de la verificación, así como de las acciones desarrolladas. Con la verificación y la aplicación de pruebas objetivas se confirma el cumplimiento

de los requisitos especificados. En la confirmación se ejecutan actividades como los cálculos alternativos, la comparación de la nueva especificación de diseño con una ya demostrada, el análisis, las demostraciones y, por último, la revisión de documentos anteriores.

Validación del diseño y desarrollo.

La validación se realiza de acuerdo con los cambios programados para garantizar que el producto o servicio resultante cumpla con los requisitos para la aplicación o uso especificado. La validación debe finalizar antes de entregar o implementar el producto o servicio, conservándose el registro de sus resultados y las acciones realizadas. Con la validación y la aplicación de pruebas objetivas se confirma el cumplimiento de los requisitos para un uso determinado.

Control de cambios de diseño y desarrollo. Se deben identificar y registrar los cambios. Para ello, se repasan, verifican, validan y aprueban antes de implementarlos. La revisión de los cambios de diseño y desarrollo incluye la evaluación de su impacto sobre los cambios en los proyectos, productos o servicios en el futuro. Se deben conservar los registros de los resultados de la revisión de los cambios, así como de las acciones implementadas.

Compras

Proceso de compra. Un producto adquirido debe cumplir con los requisitos establecidos para la compra. El tipo y grado de control que se aplica

al proveedor y al producto o servicio comprado depende de su efecto sobre el producto o servicio producido. La organización debe evaluar y seleccionar a sus proveedores con base en su capacidad para suministrar el producto o servicio, de acuerdo con los requisitos de la organización. Se deben establecer criterios para la selección y evaluación, y conservar los registros de los resultados de las evaluaciones, así como de las acciones implementadas originadas en la evaluación. Esta norma no es aplicable en los elementos de suministros y mantenimiento de oficina, a menos que sean un producto o servicio.

Información de compras. La información debe describir el producto o servicio e incluye:

- Los requisitos, procedimientos, procesos y equipos para aprobar el producto o servicio.
- Los requisitos para la calificación del personal del proveedor.
- Los requisitos del sistema de administración de la calidad por parte del proveedor.

La organización debe verificar la adecuación de los requisitos especificados antes de comunicarlos al proveedor.

Verificación del producto comprado. La organización debe establecer y efectuar la inspección y demás actividades necesarias para garantizar que el producto comprado cumpla con los requisitos. Cuando la organización o el cliente desean hacer una verificación en las instalaciones

del proveedor, la información de la compra debe indicar los cambios y el método de liberación del producto.

Provisión de la Producción y el Servicio

Control de la provisión de la producción y el servicio. La organización debe planear y hacer la provisión de la producción y el servicio, bajo las siguientes condiciones controladas.

- Información que describa las características del producto.
- Las instrucciones necesarias para el trabajo.
- El uso del equipo adecuado.
- El uso de los dispositivos adecuados para el monitoreo y la medición.
- La implementación del monitoreo y la medición.
- La implementación de las actividades de liberación y entrega.

Validación del proceso para proveer la producción y el servicio.

La organización debe validar los procesos en los que el producto no se pueda verificar o medir. La validación demuestra la capacidad de los procesos para lograr los resultados esperados. Para esos procesos se deben establecer cambios que incluyan:

- Los criterios definidos para la revisión y aprobación de los procesos.

- La aprobación del equipo y la calificación del personal.
- El empleo de métodos y procedimientos específicos.
- Los requisitos para los registros.
- La revalidación.

Evaluación y trazabilidad. La organización debe identificar el producto o servicio con medios adecuados a través del proceso de realización, e identificar su estado con respecto a los requisitos de vigilancia y medición. Cuando uno de los requisitos es la trazabilidad, la organización debe controlar y registrar la identificación del producto o servicio. En algunos sectores industriales, la administración de la configuración es el medio mediante el cual se mantienen la identificación y la trazabilidad. Generalmente, la identificación se efectúa con un enrutador o navegador de la producción.

Propiedad del cliente. Se debe estar pendiente de la propiedad del cliente, mientras este bajo el control o uso de la organización e identificarla, verificarla, protegerla y salvaguardarla. Si se extravía, deteriora o se vuelve inadecuada para su uso, debe informarse al mismo cliente conservando los registros correspondientes. También, incluye la propiedad intelectual.

Preservación del producto. Se debe preservar la conformidad del producto o servicio durante el procesamiento interno y de entrega al destinatario. La preservación incluye la identificación, manejo, empaque, almacenamiento y protección y se aplica, también, a las

partes que componen el producto o servicio.

Control de los Dispositivos de Monitoreo y Medición

La organización debe definir el alcance de las actividades de monitoreo y medición para obtener las pruebas de conformidad del producto o servicio, con relación a los requerimientos y establecer los procesos que garanticen que la vigilancia y la medición son consistentes con los requisitos de monitoreo y vigilancia.

Además, para asegurar la validez de los resultados, el equipo de medición debe:

- Ser calibrado o verificado, a intervalos específicos o antes de usarse, en relación con los patrones de medición. Cuando no existan esos patrones, se debe registrar la base o fuente de la calibración y verificación.
- Ajustarse o reajustarse debidamente.
- Identificarse para determinar su estado de calibración.
- Protegerlo de los ajustes que invaliden el resultado de la medición.
- Protegerlo contra averías y deterioros durante el manejo, mantenimiento y almacenamiento. Además, cuando el equipo no cumpla con los requisitos, la organización

debe comprobar y registrar la validez de los resultados anteriores de la medición. Se deben conservar los registros de los resultados producto de la calibración y verificación.

Cuando se utiliza un software para el monitoreo y medición de las características específicas se debe comprobar su capacidad antes de usarse. Para mayor información, consulte los documentos, ISO 10012-1:1992, Quality assurance requirements for measuring equipment- Part 1; ISO 10012-2:1997 Quality assurance requirements for measuring equipment-Part 2; e ISO 17025-1999 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.

Medición, Análisis y Mejoramiento

Generalidades. La organización debe planear e implementar los procesos de supervisión, medición, análisis y mejoramiento, para:

- Demostrar la conformidad del producto o servicio.
- Garantizar la conformidad con el sistema de administración de la calidad.
- Mejorar continuamente la efectividad del sistema de administración de la calidad.

Este proceso comprende la determinación de los métodos aplicables, que incluye las técnicas estadísticas.

Monitoreo y Medición

Satisfacción del cliente. La organización debe supervisar la información relacionada con la percepción que el cliente tiene acerca del cumplimiento de los requisitos por parte de la organización y determinar los métodos para usarla.

Auditoría interna. Las auditorías internas se llevan a cabo a intervalos planeados para determinar que el sistema de administración de la calidad:

- Es coherente con los procesos (consulte: Planeación del producto) y los requisitos establecidos por la organización.
- Se implemente y mantenga con eficacia.

Debe diseñarse un programa de auditoría que considere el estado y la importancia de los procesos y áreas a auditar, así como los resultados de las auditorías anteriores. Se deben definir los criterios, alcance, frecuencia y métodos. La selección de los auditores y el manejo de las auditorías deben garantizar la objetividad e imparcialidad del proceso de auditoría. Los auditores no deben auditar su propio trabajo, definido en un procedimiento documentado que contiene las responsabilidades y requisitos para planear y hacer las auditorías, para presentar los resultados y conservar los registros.

Los líderes responsables del área que se va a auditar deben garantizar que las acciones se ejecuten oportunamente para eliminar las no conformidades detectadas y sus causas. Entre

las actividades de seguimiento se encuentran la verificación de las acciones implementadas y el informe de los resultados de verificación. Consulte el documento ISO 19011, Guidelines on quality and/or environmental management auditing.

Monitoreo y medición de los procesos. Se debe aplicar los métodos más apropiados para la medición de los procesos del sistema de administración de la calidad. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para el logro de los resultados esperados. Si no se alcanzan, se debe emprender la acción correctiva necesaria para asegurar la conformidad del producto o servicio.

Monitoreo y medición del producto o servicio. La organización debe monitorear y medir las características del producto o servicio para verificar que cumplen los requisitos. Este proceso se hace durante las etapas de la realización del producto o servicio. Los registros deben presentar pruebas de conformidad e identificar a las personas que autorizan la liberación y entrega del producto o servicio, lo cual debe ser posterior a la culminación de los cambios programados, a menos que una autoridad competente o el cliente tome otra determinación al respecto.

Control del Producto no Conforme

El producto o servicio que no cumpla con los requisitos se debe identificar y controlar para evitar su uso o entrega no planeada. En un procedimiento

documentado se definen los controles, responsabilidades y las autoridades correspondientes para manipular el producto o servicio no conforme. La organización debe implementar acciones para:

- Eliminar la no conformidad detectada.
- Autorizar el uso, liberación o aceptación del producto no conforme, bajo la aprobación de la autoridad correspondiente y, cuando sea del caso, por el cliente.
- Evitar su aplicación o uso inicial.

Cuando se corrige un producto o servicio no conforme, debe someterse a una nueva verificación. Además, si se detecta el producto o servicio no conforme después de su entrega o uso, la organización debe implementar las acciones necesarias y conservar los registros de las no conformidades y de las acciones emprendidas, incluyendo las autorizaciones obtenidas.

Análisis de los Datos

La organización debe determinar, reunir y analizar los datos que demuestren la adecuación, efectividad y mejora continua de la eficacia del sistema de administración de la calidad. El análisis de datos proporciona la información relacionada con:

- La satisfacción del cliente.
- La conformidad con los requisitos del producto o servicio.
- Las características y tendencias de los procesos, incluyendo las

oportunidades de las acciones preventivas.

- Los proveedores.

Mejoramiento

Mejora continua. La organización debe mejorar continuamente la efectividad del sistema de administración de la calidad, aplicando la política de la calidad, los objetivos de la calidad, los resultados de las auditorías, el análisis de datos y las acciones correctivas y preventivas, así como la revisión administrativa.

Acción correctiva. La organización debe implementar las acciones de mejora de acuerdo con los efectos de las no conformidades para eliminar su causa y evitar su repetición. Se debe establecer un procedimiento documentado que defina los requisitos para:

- Revisar las no conformidades (incluyendo las quejas del cliente).
- Determinar las causas de las no conformidades.
- Evaluar la necesidad de las acciones que garanticen la no repetición de las no conformidades.
- Determinar e implementar las acciones necesarias.
- Registrar los resultados de las acciones implementadas.
- Revisar las acciones correctivas implementadas.

Acción preventiva. La organización debe determinar las acciones para eliminar las causas de las no

conformidades potenciales e impedir que se presenten. Esas acciones deben ser pertinentes para los efectos de los problemas potenciales.

Para ello, se establece un procedimiento documentado que define los requisitos, para:

- Determinar las no conformidades potenciales y sus causas.
- Evaluar la necesidad de las acciones que impidan la ocurrencia de las no conformidades.
- Determinar e implementar la acción necesaria.
- Registrar los resultados de la acción implementada.
- Repasar la acción preventiva implementada.

Se ejecuta la acción preventiva para evitar la ocurrencia; y la acción correctiva para evitar la recurrencia.

Ocho principios administrativos constituyen la base de las normas del sistema de administración de la calidad: Enfoque hacia el cliente, liderazgo, participación del empleado, método del proceso, método del sistema para la administración de la calidad, mejora continua, método para tomar decisiones basado en hechos y las relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor.

Estos principios son similares a los valores centrales del Premio Nacional de Calidad, Malcolm Baldrige.

Auditorías Internas

ISO requiere de continuas auditorías internas para garantizar que se mantenga el cumplimiento de los requisitos. En la mayoría de los casos, se selecciona un grupo de empleados de una lista de voluntarios para ser capacitados, quienes son los que liderarán las auditorías. La capacitación incluye la asistencia a seminarios externos con instructores experimentados.

Generalmente, los miembros del departamento de seguridad de la calidad asumen el papel de coordinadores de las auditorías y orientadores de los auditores elegidos. Es lógico que los auditores no auditen sus propios departamentos, manteniendo y garantizando así la imparcialidad.

Se requiere elaborar un esquema de auditorías anuales consistente en un programa que muestra los elementos de la ISO y la programación de los departamentos a auditar cada semana o mes del año, considerando la importancia de cada elemento.

Por ejemplo, el Control de Documentos y Datos se debe auditar varias veces al año, mientras que los Productos Despachados al Cliente solamente una vez al año. Estos planes de auditoría deben tener espacios en blanco que se completan con las fechas de las auditorías efectivas.

Un archivo de registro para cada auditoría contiene las notas manuscritas redactadas por los auditores durante la auditoría efectiva, el informe final preparado después de la auditoría, una copia de los elementos que no

satisfacen los requisitos emitida a los gerentes o supervisores de los departamentos, sus respuestas en cuanto a las acciones correctivas que adoptarán, la fecha de finalización y un registro en el que conste que la eficacia de la acción correctiva fue comprobada por el auditor. Con este último paso se termina el ciclo.

Registros de Calidad

Se deben conservar diferentes registros de calidad para demostrar la eficacia del sistema de la calidad y el cumplimiento de los requisitos ISO. Además, se debe guardar una lista de los tipos de registro, con los tiempos de retención para cada uno. Algunas organizaciones mantienen los registros en carpetas o los llevan de forma computarizada durante cierto tiempo y, luego, los archivan. En este caso, se deben asentar los periodos de retención en la oficina y en los archivos.

Agencias Registradoras y Asesores

En la mayoría de las agencias registradoras, los empleados que auditan las empresas son llamados asesores, mientras que las personas que realizan las auditorías internas en la compañía son llamadas auditores.

Ahora bien, en relación con la ISO 9000, siempre se ha cuestionado si todas las agencias registradoras interpretan los requisitos de la misma manera, determinándose que tienen interpretaciones muy coherentes. Una empresa que solicita la certificación

debe comprender que éste no es un mundo perfecto y que, por lo tanto, se presentan diferencias de interpretación entre las agencias. Además y durante las auditorías en las empresas, los asesores se enfrentan a situaciones diferentes y novedosas. Por consiguiente, dos asesores de una misma agencia registradora que auditan un área específica, en distintos momentos, no necesariamente tienen puntos de vista similares.

En casos excepcionales, la compañía puede solicitar que un asesor consulte con la oficina central si el personal no esta de acuerdo con su interpretación.

En algunos casos, la personalidad y el comportamiento del asesor puede generar frustración y disgusto en el personal de la empresa, por lo que se debe informar a la oficina central de la agencia registradora y solicitar que el asesor no forme parte del equipo auditor para futuras auditorías en esa empresa.

Por lo general, en las auditorías de las agencias registradoras y en las auditorías internas aparecen elementos sin el lleno de los requisitos, lo cual dificulta cumplir con todos los requisitos de la ISO; sin embargo, ello no debe causar desesperaciones, sino más bien incentivar el interés por corregir y mejorar.

Al prepararse para la visita de los asesores, la empresa debe destinarles un espacio como base de operaciones, mientras permanecen en las instalaciones; deben tener acceso a los procedimientos y a las instrucciones de trabajo, legajadas en carpetas con

un índice, donde consta la última fecha de revisión y el número de revisiones.

Los asesores deben estar siempre acompañados por un guía de la empresa, quien les aclarará las inquietudes y contribuirá a que los empleados superen su estado de nerviosismo ante las preguntas del asesor. El guía puede ser el gerente del departamento o un supervisor; al igual, el representante administrativo de la ISO debe participar, en forma activa, en estas auditorías de la agencia registradora.

Las sesiones de capacitación de los empleados deben incluir ciertas pautas básicas, respecto de lo que se puede o no hacer, cuando se recibe la visita del asesor.

En primer lugar, siempre decir la verdad. Si se desconoce la respuesta a una pregunta, hay que decirlo y no mentir ni tratar de evadir la respuesta. Una respuesta sincera puede generar un elemento que no cumpla con los requisitos, pero, como mencioné anteriormente, estos casos se deben considerar como oportunidades de corrección y mejoramiento. Una mentira o una respuesta evasiva solo llevan al asesor a ahondar en la situación.

En segundo lugar, responder las preguntas y ser conciso. Algunas personas disfrutan al oírse a sí mismas hablar y suelen continuar discutiendo el tema para, luego, pasar a cuestiones relacionadas. Tarde o temprano, terminan revelando una situación con un elemento que no se ajusta a los requisitos, aun cuando el asesor no

tenga la intención de preguntar sobre esa cuestión en particular.

Y en tercer lugar, mantener el área de trabajo en orden y limpia. Un asesor sabe que en un lugar de trabajo desordenado y sucio hay más probabilidades de encontrar elementos que no se ajustan a los requisitos.

Beneficios de la Implementación de un Sistema de la Calidad

Existen varias razones para implementar un sistema de la calidad, acorde con la norma ISO:

- Los clientes sugieren o piden la adhesión a un sistema de calidad.
- El mejoramiento continuo en los procesos o sistemas.
- La distribución global de los productos y servicios.

En la medida en que más organizaciones se certifican, solicitan a sus subcontratistas y proveedores que también lo hagan, creando un efecto de “bola de nieve”. Por consiguiente, para mantener y aumentar la participación en el mercado, las organizaciones encuentran que deben cumplir con la norma ISO.

Los beneficios internos que se obtienen al desarrollar e implementar un sistema bien documentado de calidad, compensa notoriamente las presiones externas, entre ellas, una mejor calidad, producción confiable, puntualidad en la entrega y bajos costos.