



# 22

## Herramientas avanzadas de Calidad

### ÍNDICE:

#### 22.1 INTRODUCCIÓN

#### 22.2 BENCHMARKING

##### 22.2.1 INTRODUCCIÓN AL BENCHMARKING

##### 22.2.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA

##### 22.2.3 DEFINICIÓN DE BENCHMARKING

##### 22.2.3 LO QUE ES, LO QUE NO ES

##### 22.2.4 CONCLUSIONES SOBRE LAS DEFINICIONES

##### 22.2.5 ASPECTOS Y CATEGORÍAS DEL BENCHMARKING

##### 22.2.6 METODOLOGÍAS

##### 22.2.7 FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO EN EL PROCESO DE BENCHMARKING.

##### 22.2.8 SOCIOS DE BENCHMARKING

##### 22.2.9 CONCLUSIONES

#### 22.3 EL CUADRO DE MANDO INTEGRAL

##### 22.3.1 LOS ORÍGENES DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL

##### 22.3.2 EL MODELO DE NEGOCIO EN EL CMI

##### 22.3.3 LAS PERSPECTIVAS DE UN CMI

##### 22.3.4 CÓMO SE USA UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL

##### 22.3.5 LA IMPLANTACIÓN DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL

#### 22.4 JIT

##### 22.4.1.¿QUÉ ES?

##### 22.4.2.CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES

###### 22.4.2.1.PONER EN EVIDENCIA LOS PROBLEMAS FUNDAMENTALES

###### 22.4.2.2.ELIMINAR DESPILFARROS

###### 22.4.2.3.EN BUSCA DE LA SIMPLICIDAD

###### 22.4.2.4.ESTABLECER SISTEMAS PARA IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS

##### 22.4.3.DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

**22.4.4. DIAGRAMA DE FLUJO****22.4.5. IMPLANTACIÓN DEL JIT: REALIZACIÓN****22.4.5.1. PRIMERA FASE: CÓMO PONER EL SISTEMA EN MARCHA****22.4.5.2. SEGUNDA FASE: MENTALIZACIÓN, CLAVE DEL ÉXITO****22.4.5.3. TERCERA FASE: MEJORAR LOS PROCESOS****22.4.5.4. CUARTA FASE: MEJORAS EN EL CONTROL****22.4.5.5. QUINTA FASE: RELACIÓN CLIENTE-PROVEEDOR****22.4.6. EJEMPLO DE APLICACIÓN****22.5 CINCO S****22.5.1. ¿QUÉ ME OFRECEN LAS CINCO S?****22.5.2. ¿PARA QUIÉN SON LAS 5S?****22.5.3. ¿CUÁL ES SU OBJETIVO?****22.5.4. ¿QUÉ SON LAS 5S?****22.5.5. ¿CÓMO SE PODRÍAN DEFINIR LAS 5S?****22.5.6. ¿QUÉ NO SON LAS 5S? –****22.5.7. ¿QUÉ BENEFICIOS APORTAN LAS 5S?****22.5.8. CUESTIONARIO PARA LA REFLEXIÓN. SIGNIFICADO, PROPÓSITO Y CONTENIDO DE CADA UNA DE LAS 5S****22.5.8.1 ORGANIZACIÓN****22.5.8.2 ORDEN****22.5.8.3. LIMPIEZA****22.5.8.4. CONTROL VISUAL****22.5.8.5. DISCIPLINA Y HÁBITO****22.5.9 CÓMO APLICAR LA METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN AUTÓNOMA 5S****22.5.9.1 DOS FASES: - ÁREA PILOTO – GENERALIZACIÓN****22.5.9.2 DEDICACIÓN.****22.5.9.3 PARTICIPANTES EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS 5S.****22.5.9.4 ETAPAS A CUBRIR EN CADA UNA DE LAS 5S.****22.6 SEIS SIGMA****22.6.1 INTRODUCCIÓN****22.6.2 ¿QUIENES UTILIZAN SEIS SIGMA?****22.6.3 COSTES DE MALA CALIDAD****22.6.4 MÉTODO ESTRUCTURADO Y FLEXIBLE****22.6.5 ¿EN QUÉ ESTÁ BASADO SEIS SIGMA?**

**22.6.6 ESTRUCTURA DE PROYECTOS PARA SEIS PARA SEIS SIGMA****22.6.7 ¿QUÉ IMPLICA SEIS SIGMA?****22.6.8 LOS SEIS PRINCIPIOS DE SEIS SIGMA****22.6.9 ¿COMO SE DETERMINA EL NIVEL DE SIGMA?****22.6.10 TABLA DE CONVERSIÓN: NIVEL EN SIGMA A PARTIR DE LOS DPMO****22.6.11 MÉTODO DE RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS****22.6.12 HERRAMIENTAS DE MEJORA DE PROCESOS SEIS SIGMA****22.6.13 EQUIPO DE MEJORA SEIS SIGMA****22.6.14 CINTURONES Y LÍDERES****22.7 POKA-YOKE****22.7.1 INTRODUCCIÓN****22.7.2. LOS GURU'S DE LA CALIDAD Y EL POKA-YOKE****22.7.3 SHIGEO SHINGO****22.7.4 JURAN Y GRYNA****22.7.5 NAKAJO Y KUME****22.7.6 KIYOSHI SUZAKI****22.7.7 MOHAMED ZARI****22.7.8 FUNCIONES DEL SISTEMA POKA-YOKE****22.7.9 TIPOS DE INSPECCIÓN****22.7.10 INSPECCIÓN DE CRITERIO****22.7.11 INSPECCIÓN INFORMATIVA****22.7.12 INSPECCIÓN EN LA FUENTE****22.7.13 CAUSA DISPOSITIVO RESULTADO****22.7.14 DEFECTOS VS. ERRORES****22.7.15 TIPOS DE ERRORES CAUSADOS POR EL FACTOR HUMANO EN LAS OPERACIONES****22.7.16 TIPOS DE SISTEMAS DE POKA-YOKE****22.7.17 MÉTODOS DE CONTROL****22.7.18 MÉTODOS DE ADVERTENCIA****22.7.19 CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS POKA-YOKE****22.7. 20 MEDIDORES UTILIZADOS EN SISTEMAS POKA-YOKE****22.7.21 MEDIDORES DE CONTACTO****22.7.22 MEDIDORES SIN CONTACTO****22.7.23 MEDIDORES DE PRESIÓN, TEMPERATURA, CORRIENTE ELÉCTRICA, VIBRACIÓN****22.7.24 SERVICIO LIBRE DE ERRORES**

**22.7.25 ALGUNOS EJEMPLOS Y APLICACIONES****22.8 AMFE****22.8.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD PREVENTIVA O CALIDAD POR DISEÑO****22.8.2. AMFE – ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS****22.8.3. TIPOS DE AMFE****22.8.4. CUÁNDO APLICAR UN AMFE****22.8.5. EQUIPO DE AMFE****22.8.6. DESARROLLO DE UN AMFE****22.8.6.1. DEFINICIÓN DE ELEMENTOS DEL SISTEMA Y ESTRUCTURA DEL SISTEMA****22.8.6.2. ESTABLECIMIENTO DE FUNCIONES Y ESTRUCTURA DE FUNCIONES****22.8.6.3. ANÁLISIS DE LOS MODOS POTENCIALES DE FALLO****22.8.6.4. EVALUACIÓN DEL RIESGO****22.8.6.5. OPTIMIZACIÓN****22.8.7. VENTAJAS DEL AMFE****22.9 QFD****22.9.1. INTRODUCCIÓN****22.9.2. QFD: QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT-DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD****22.9.3. ¿POR QUÉ EL QFD?****22.9.4. DESARROLLO DEL QFD****22.9.4.1. REQUISITOS DEL CLIENTE: QUE****22.9.4.2. IMPORTANCIA PARA EL CLIENTE****22.9.4.3. EVALUACIÓN COMPETITIVA POR PARTE DEL CLIENTE****22.9.4.4. CARACTERÍSTICAS DE CONTROL DEL PRODUCTO FINAL: COMO****22.9.4.5. MATRIZ DE RELACIONES****22.9.4.6. EVALUACIÓN COMPETITIVA DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CONTROL****22.9.4.7. CARACTERÍSTICAS DE CONTROL DEL PRODUCTO FINAL: COMO****22.9.4.8. MATRIZ DE CORRELACIONES****22.9.4.9. SIGNIFICADO DE LAS CARACTERÍSTICAS DE CONTROL (CARACTERÍSTICAS CRÍTICAS)****22.9.5. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN CALIDAD EN CUATRO FASES****22.9.6. VENTAJAS DEL QFD**

### 22.2.1 INTRODUCCIÓN AL BENCHMARKING

*“When organizations want to improve their performance, they benchmark”*



En la actualidad las empresas tienen que competir no sólo con empresas de la misma región, sino que se presenta una competencia cada vez mayor con otras empresas de otros lugares y países, lo anterior debido a la globalización que se ha estado presentando. Es por lo anterior que las empresas deben buscar formas o fórmulas que las dirijan hacia una productividad y calidad mayor para poder ser competitivos. Una de estas herramientas o fórmulas es el Benchmarking.

Existen un gran número de autores que han escrito sobre el tema, por lo que el número de definiciones sobre el tema es muy variado también, igualmente variado es el tipo de métodos para hacer benchmarking, ya que dependiendo del autor o de la empresa donde se haya practicado este proceso son los pasos y fases del estudio. En este trabajo presentaremos diferentes tipos de procesos usados de manera que las empresas puedan elegir el método que mejor les acomode dependiendo de el giro, estructura, tamaño, recursos, etc. de la misma.

El Benchmarking es un proceso sistemático que permite:

- Medir los resultados de los competidores con respecto a los factores clave de éxito de la industria.
- Determinar cómo se consiguen esos resultados.
- Utilizar esa información como base para establecer objetivos y estrategias e implantarlos en la propia empresa.

En pocas palabras, Benchmarking es el proceso de obtener información útil que ayude a una organización a mejorar sus procesos. Benchmarking no significa espiar o sólo copiar. Está encaminado a conseguir la máxima eficacia en el ejercicio de aprender de los mejores, y ayudar a moverse desde donde uno está, hacia donde quiere estar.

**VOLVER**

### 22.2.2 PERSPECTIVA HISTÓRICA

La cronología que se presenta aquí es la de Xerox Corporation. Xerox tuvo la fortuna de descubrir y aplicar benchmarking a principios de su campaña para combatir la competencia. La experiencia de Xerox muestra la necesidad y la promesa de benchmarking.

En 1979 Xerox inició un proceso denominado benchmarking competitivo. Benchmarking se inició primero en las operaciones industriales de Xerox para examinar sus costos de producción unitarios. Se hicieron comparaciones de productos seleccionados y se hicieron comparaciones de la capacidad y características de operación de máquinas de copiar de los competidores y se desarmaron sus componentes mecánicos para analizarlos. Estas primeras etapas de benchmarking se conocieron como comparaciones de calidad y las características del producto.

El benchmarking se formalizó con el análisis de las copadoras producidas por Fuji - Xerox, la afiliada japonesa de Xerox, y más tarde otras máquinas fabricadas en Japón. Se identificó que los competidores vendían las máquinas al mismo precio que a Xerox les costaba producirlas por lo que se cambió el estilo de producción el EUA para adoptar las metas de benchmark fijadas externamente para impulsar sus planes de negocios.

Debido al gran éxito de identificar los nuevos procesos de los competidores, los nuevos componentes de fabricación y los costos de producción, la alta gerencia ordeno que en todas la unidades de negocios se utilizara el benchmarking y el 1983 el director general ordenó la prioridad de alcanzar el liderazgo a través de la calidad y benchmarking se contempló, junto con la participación de los empleados y el proceso de calidad, como fundamental para lograr la calidad en todos los productos y procesos.



THE ONLY ONLINE  
Benchmarking  
& Best Practices  
NETWORK

Antes de 1981 la mayoría de las operaciones industriales hacían las comparaciones con operaciones internas, benchmarking cambió esto, ya que se empezó a ver la importancia de ver los procesos y productos de la competencia, así como el considerar otras actividades diferentes a la producción como las ventas, servicio post venta, etc. como partes o procesos capaces de ser sometidos a un estudio de benchmarking.

Aunque durante esta etapa de benchmarking ayudó a las empresas a mejorar sus procesos mediante el estudio de la competencia, no representaba la etapa final de la evolución de benchmarking, sino que después se comprendió que la comparación con la competencia a parte de ser difícil, por la dificultad de conseguir y compartir información, sólo nos ayudaría a igualarlos, pero jamás a superarlos y a ser más competitivos.

Fue por lo anterior que se buscó una nueva forma de hacer benchmarking, que permitiera ser superiores, por lo que se llegó a la reconocer que benchmarking representa descubrir las mejores prácticas donde quiera que existan.

**VOLVER**

### 22.2.3 DEFINICIÓN DE BENCHMARKING

Como ya se mencionó antes, existen varios autores que han estudiado el tema, y de igual manera se han presentado varias definiciones de lo que es benchmarking, A continuación se presentan algunas definiciones.

Definición Formal.



Se derivó de la experiencia y los éxitos de los primeros días de aplicar las técnicas de benchmarking al área de fabricación:

*Benchmarking es el proceso continuo de medir productos, servicios y prácticas contra los competidores más duros o aquellas compañías reconocidas como líderes en la industria.*

*(David T. Kearns, director general de Xerox Corporation).*

*“Benchmarking es una marca del agrimensor... de una posición previamente determinada... y que se utiliza como punto de referencia... un estándar por medio del cual se puede medir o juzgar algo” (Webster).*

*“Benchmarking es la investigación de las mejores prácticas de la industria que conducen a una ejecución perfecta” (Robert C.Camp).*



Esta definición presenta aspectos importantes tales como el concepto de continuidad, ya que benchmarking no sólo es un proceso que se hace una vez y se olvida, sino que es un proceso continuo y constante. Otro aspecto es el de la medición, ya que esta está implicada en el proceso de benchmarking, pues se tienen que medir los procesos propios y los de otras empresas para poder compararlos. También se puede ver en esta definición es que se puede aplicar benchmarking a todas las facetas del negocio. Y finalmente la definición implica que el benchmarking se debe dirigir hacia aquellas empresas y funciones de negocios dentro de las empresas que son reconocidas como las mejores o como los líderes de la industria.

Definición del Webster´s.

Esta definición también es informativa y define benchmarking como :

*Una marca del agrimensor... de una posición previamente determinada... y que se usa como punto de referencia... un estándar mediante el cual se puede medir o juzgar algo.*

Sirve para reforzar la idea de que benchmark es un estándar para la comparación de otros objetos o actividades. Es un punto de referencia a partir del cual se medirán otros.

Definición de trabajo.

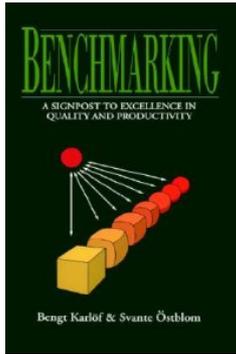
Es la definición desde el punto de vista de alguien que ha trabajado en el proceso durante varios años y lo ha puesto en práctica muchas veces, y es :

*Benchmarking es la búsqueda de las mejores prácticas de la industria que conducen a un desempeño excelente. (Robert C. Camp).*

Esta definición es comprensible para las unidades de negocios y funciones orientadas hacia las operaciones. La atención se centra en las prácticas. Insiste en las prácticas y la comprensión de las mismas antes de derivar una métrica de benchmarking. Las mediciones de benchmarking se contemplan como el resultado de comprender las mejores prácticas, no como algo que pueda cuantificar primero y comprender después. Se concentra en lograr el desempeño excelente, el dantotsu, la mejor de las prácticas, la mejor de su clase, la mejor de su especie. Es una definición proactiva ya que es un esfuerzo positivo y calculado para obtener la cooperación de los socios en el benchmarking.

Benchmarking es la justificación más creíble para todas las operaciones. Es poca la discusión que pueda existir sobre la posición de un gerente si ha buscado lo mejor de la industria y lo ha incorporado a sus planes y procesos.

Entre otras definiciones tenemos la extraída del libro BENCHMARKING de Bengt Kallöf y Svante Östblom la cual es:



*Benchmarking es un proceso sistemático y continuo para comparar nuestra propia eficiencia en términos de productividad, calidad y prácticas con aquellas compañías y organizaciones que representan la excelencia.*

**Benchmarking.-** Un proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales. Michael J. Spendolini

O esta otra publicada en la revista **El Exportador Digital** (<http://www.el-exportador.com>) del ICEX

**Benchmarking es una técnica de gestión empresarial que pretende descubrir y definir los aspectos que hacen que una empresa sea más rentable que otra, para después adaptar el conocimiento adquirido a las características de nuestra propia compañía.**

**VOLVER**

#### 22.2.4 LO QUÉ ES, LO QUÉ NO ES

- Benchmarking no es un mecanismo para determinar reducciones de recursos. Los recursos de resignarán a la forma más efectiva de apoyar las necesidades de los clientes y obtener la satisfacción de los mismos.
- Benchmarking no es una panacea o un programa. Tiene que ser un proceso continuo de la administración que requiere una actualización constante - la recopilación y selección constante de las mejores prácticas y desempeño externos para incorporarlos a la toma de decisiones y las funciones de comunicaciones en todos los niveles del negocio. Tiene que tener una metodología estructurada para la obtención de información, sin embargo debe ser flexible para incorporar formas nuevas e innovadoras.
- Benchmarking no es un proceso de recetas de libros de cocina que sólo requieran buscar los ingredientes y utilizarlos para tener éxito.
- Benchmarking es un proceso de descubrimiento y una experiencia de aprendizaje.
- Benchmarking no sólo es una moda pasajera, sino que es una estrategia de negocios ganadora. Ayuda a tener un desempeño excelente.
- Benchmarking es una nueva forma de hacer negocios. Obliga a utilizar un punto de vista externo que asegure la corrección de la fijación de objetivos.
- Es un nuevo enfoque administrativo. Obliga a la prueba constante de las acciones internas contra estándares externos de las prácticas de la industria.

Es una estrategia que fomenta el trabajo de equipo al enfocar la atención sobre las prácticas de negocios para permanecer competitivos más bien que en el interés personal, individual. Elimina la subjetividad de la toma de decisiones.

<b>El Benchmarking</b>	
<b>✗</b>	<b>✓</b>
<p><b>no</b> es espionaje</p> <p><b>no</b> es rápido</p> <p><b>no</b> es sólo recoger información</p> <p><b>no</b> es copiar</p> <p><b>no</b> es imitar.</p>	<p><b>es</b> una investigación profunda</p> <p><b>es</b> aprender.</p>

**VOLVER**

### 22.2.5 CONCLUSIONES SOBRE LAS DEFINICIONES

Por lo que podemos ver existen varias definiciones sobre lo que es benchmarking, y aunque difieren en algunos aspectos también se puede notar que concuerdan o presentan una serie de elementos comunes. Para empezar en la mayoría de ellas se resalta el hecho de que benchmarking es un proceso continuo y no sólo una panacea que al aplicarla en nuestra empresa resuelva los problemas de la misma, sino que es un proceso que se aplicará una y otra vez ya que dicho proceso está en búsqueda constante de las mejores prácticas de la industria, y como sabemos la industria está en un cambio constante y para adaptarse a dicho cambio desarrolla nuevas practicas, por lo que no se puede asegurar que las mejores prácticas de hoy lo serán también de mañana.

Otro de los puntos importantes que se mencionan es el hecho de que benchmarking no es una receta de cocina, sino que es un proceso de descubrimiento y aprendizaje continuo en el cual es de suma importancia el concepto de medición y de comparación.

También se vio en las diferentes definiciones que este proceso no sólo es aplicable a las operaciones de producción, sino que puede aplicarse a todas la fases del negocio, desde compras hasta los servicios post venta, por lo que benchmarking es una herramienta que nos ayuda a mejorar todos los aspectos y operaciones del negocio, hasta el punto de ser los mejores en la industria, observando aspectos tales como la calidad y la productividad en el negocio.

De igual manera podemos concluir que es de suma importancia el hecho de que este proceso se concentrará en las prácticas y operaciones de negocios de las empresas que sean reconocidas como las mejores prácticas de la industria. Por lo cual es una nueva forma de administrar ya que cambia la práctica de compararse sólo internamente a comparar nuestras operaciones en base a estándares impuestos externamente por las empresas reconocidas como los líderes del negocio o aquellos que tienen la excelencia dentro de la industria.

**VOLVER**

### 22.2.6 ASPECTOS Y CATEGORÍAS DEL BENCHMARKING

Benchmarking ha sido presentado como una herramienta para la mejora de las prácticas dentro de los negocios para llegar a ser más competitivos dentro de un mercado cada vez más difícil, sin embargo hay aspectos y categorías de benchmarking que es importante revisar.

## ASPECTOS

### Calidad:

Entre los aspectos tenemos a la calidad, que se refiere al nivel de valor creado de los productos para el cliente sobre el costo de producirlos. Dentro de este aspecto el benchmarking puede ser muy importante para saber la forma en que las otras empresas forman y manejan sus sistemas de calidad, aparte de poder ser usado desde un punto de vista de calidad conforme a la calidad percibida por los clientes, la cual es determinada por la relación con el cliente, la satisfacción del mismo y por último la comparaciones con la competencia. También se puede ver el aspecto de la calidad conforme a lo que se llama calidad relativa a normas, la cual se refiere a diseñar sistemas de calidad que aseguren que la calidad resultante de los mismos se apegará o cumplirá con especificaciones y estándares predeterminados, lo cual se puede hacer a través de revisar el proceso de desarrollo y diseño, los procesos de producción y distribución y los procesos de apoyo como contabilidad, finanzas, etc. Por último dentro del aspecto de calidad se puede ver lo referente al desarrollo organizacional en base a que tanto nos enfocamos en lo que hacemos, en el desarrollo del recurso humano, en el compromiso e involucración del mismo, así como en el entrenamiento.

### Productividad:



El benchmarking de productividad es la búsqueda de la excelencia en las áreas que controlan los recursos de entrada, y la productividad puede ser expresada por el volumen de producción y el consumo de recursos los cuales pueden ser costos o capital.

### Tiempo:

El estudio del tiempo, al igual que de la calidad, simboliza la dirección del desarrollo industrial en los años recientes. Flujos más rápidos en ventas, administración, producción y distribución han recibido una mayor atención como un factor potencial de mejora de la productividad y la competencia. El

desarrollo de programas enfocados en el tiempo han demostrado una habilidad espectacular para recortar los tiempos de entrega.

## CATEGORIAS DE BENCHMARKING

### BENCHMARKING INTERNO

En la mayor parte de las grandes empresas con múltiples divisiones o internacionales hay funciones similares en diferentes unidades de operación. Una de las investigaciones de benchmarking más fácil es comparar estas operaciones internas. Debe contarse con facilidad con datos e información y no existir problemas de confidencialidad. Los datos y la información pueden ser tan amplios y completos como se desee. Este primer paso en las investigaciones de benchmarking es una base excelente no sólo para descubrir diferencias de interés sino también centrar la atención en los temas críticos a que se enfrentará o que sean de interés para comprender las prácticas provenientes de investigaciones externas. También pueden ayudar a definir el alcance de un estudio externo.

### BENCHMARKING COMPETITIVO

Los competidores directos de productos son contra quienes resulta más obvio llevar a cabo el benchmarking. Ellos cumplirían, o deberían hacerlo, con todas las pruebas de comparabilidad. En definitiva cualquier investigación de benchmarking debe mostrar cuales son las ventajas y desventajas comparativas entre los competidores directos.

Uno de los aspectos más importantes dentro de este tipo de investigación a considerar es el hecho que puede ser realmente difícil obtener información sobre las operaciones de los

competidores. Quizá sea imposible obtener información debido a que está patentada y es la base de la ventaja competitiva de la empresa.

### BENCHMARKING FUNCIONAL

No es necesario concentrarse únicamente en los competidores directos de productos. Existe una gran posibilidad de identificar competidores funcionales o líderes de la industria para utilizarlos en el benchmarking incluso si se encuentran en industrias disímiles.

Este tipo de benchmarking ha demostrado ser productivo, ya que fomenta el interés por la investigación y los datos compartidos, debido a que no existe el problema de la confidencialidad de la información entre las empresas disímiles sino que también existe un interés natural para comprender las prácticas en otro lugar. Por otra parte en este tipo de investigación se supera el síndrome del "no fue inventado aquí" que se encuentra frecuentemente cuando se realiza un benchmarking con la misma industria.

### BENCHMARKING GENERICO

Algunas funciones o procesos en los negocios son las mismas con independencia en las disimilitudes de las industrias, por ejemplo el despacho de pedidos. El beneficio de esta forma de benchmarking, la más pura, es que se pueden descubrir prácticas y métodos que no se implementan en la industria propia del investigador.



Este tipo de investigación tiene la posibilidad de revelar la mejor de las mejores prácticas. La necesidad mayor es de objetividad y receptividad por parte del investigador. Que mejor prueba de la posibilidad de ponerlo en práctica se pudiera obtener que el hecho de que la tecnología ya se ha probado y se encuentra en uso en todas partes.

El benchmarking genérico requiere de una amplia conceptualización, pero con una comprensión cuidadosa del proceso genérico. Es el concepto de benchmarking más difícil para obtener aceptación y uso, pero probablemente es el que tiene mayor rendimiento a largo plazo.

**VOLVER**

## 22.2.7 METODOLOGÍAS

### PROCESO DE BENCHMARKING DE ROBERT C. CAMP (XEROX)

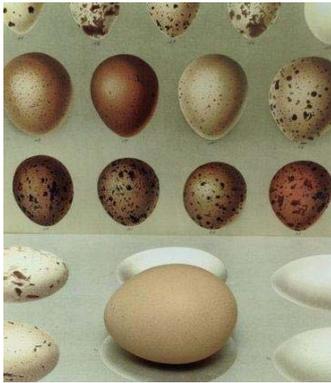
El proceso consiste de cinco fases. El proceso se inicia con la fase de planificación y continúa a través del análisis, la integración, la acción y por último la madurez.

#### Fase De Planificación

El objetivo de esta fase es planear las investigaciones de benchmarking. Los pasos esenciales son los mismos que los de cualquier desarrollo de planes - qué, quién y cómo.

**1.- Identificar que se va a someter a benchmarking.** En este paso la clave es identificar el producto de la función de negocios. Dicho producto puede ser resultado de un proceso de producción o de un servicio. En este paso no podemos ayudar mediante la declaración de una misión para la función de negocios que se va a someter a benchmarking que es un nivel de evaluación alto, una vez hecho esto se dividen aun más las producciones en partidas específicas a las que aplicar benchmarking. Es importante el documentar los procesos del negocio y ver los sistemas de evaluación de desempeño, ya que las variables que estos miden pueden representar las variables importantes del negocio a las cuales se les debe aplicar el estudio de benchmarking.

## 2.- Identificar compañías comparables.



En este paso es de suma importancia el considerar que tipo de estudio de Benchmarking se quiere aplicar, interno, competitivo, funcional o genérico, ya que esto determinará en gran manera con que compañía no habremos de comparar, es importante recordar que sea cual quiera el tipo de estudio, se deben de buscar las empresas con las mejores prácticas para compararnos con ellas.

Para identificar a esas empresas podemos auxiliarnos con herramientas como las bases públicas de datos, las asociaciones profesionales y otras fuentes limitadas tan sólo por el ingenio del investigador.

**3.- Determinar el método para recopilación de datos y recopilar los datos.** La recopilación de los datos es de suma importancia, y el investigador puede obtener datos de distintas fuentes. La información obtenida puede ser :

- Información interna. Resultado de análisis de productos, de fuentes de la compañía, estudios de combinación de piggybacking (uso de información obtenida en estudios anteriores) y por parte de expertos.
- Información del dominio público. Proviene de bibliotecas, asociaciones profesionales o mercantiles, de consultores o de expertos y estudios externos.
- Búsqueda e investigaciones originales. La información se obtiene por medio de cuestionario directos o por correo, encuestas realizadas por teléfono, etc.
- Visitas directas en la ubicación. Son de suma importancia, y por lo tanto debemos tratar de sacar el mayor provecho de las mismas, por lo que debemos hacer una preparación de las mismas, establecer los contactos adecuados en las otras empresas, realizar un itinerario de la visita y planear sesiones de intercambio de información entre las empresas.

### Fase De Análisis

Después de determinar qué, quién y cómo, se tiene que llevar a cabo la recopilación y el análisis de los datos. Esta fase tiene que incluir la comprensión cuidadosa de las prácticas actuales del proceso así como las de los socios en el benchmarking.

**4.- Determinar la brecha de desempeño actual.** En este paso se determina la diferencia de nuestras operaciones con las de los socios de benchmarking y se determina la brecha existente entre las mismas. Existen tres posibles resultados que son :

- Brecha negativa. Significa que las operaciones externas son el benchmarking. Significa que las prácticas externas son mejores.
- Operaciones en paridad. Significa que no hay diferencias importantes en las prácticas.
- Brecha positiva. Las prácticas internas son superiores por lo que el benchmarking se basa en los hallazgos internos. Dicha superioridad se puede demostrar de forma analítica o en base a los servicios de operación que desea el mercado.

**5.- Proyectar los niveles de desempeño futuros.** Ya que se definieron las brechas de desempeño es necesario establecer una proyección de los niveles del desempeño futuro, el cual es la diferencia entre el desempeño futuro esperado y lo mejor en la industria. En este paso se puede hacer uso de la gráfica Z la cual nos muestra en forma gráfica el

tamaño de la brecha, así como el alcance completo de la brecha , en la actualidad y en el futuro.

Es útil basar la gráfica en una sola estadística resumida que muestre la función o el desempeño global de la unidad de negocios. Esta gráfica se divide en tres componentes esenciales. Se muestra la tendencia de la productividad histórica, o reducción del costo. Después se muestra el tamaño de la brecha, y por último se muestra traza la productividad futura proyectada.

**Productividad Histórica.** Lo más probable es que sea cierto que ninguna empresa ha permanecido completamente estática si no que, de hecho, ha tenido algún nivel de productividad con el transcurso del tiempo. Se supondrá que se ha buscado algún nivel de productividad histórica, que se puede medir y por lo tanto representar gráficamente. Es lo que muestra primero la gráfica Z. Se traza como una línea inclinada que asciende hasta el momento de la medición de la brecha.

**Brecha de Benchmarking.** La brecha se muestra como una función de un paso por una sola vez, que es necesario cerrar para alcanzar la paridad. Se basa en el efecto sumario de la diferencia entre el desempeño actual y de la industria. Se muestra como una línea vertical al momento del estudio.

**Productividad Futura.** Se presenta como una línea inclinada que sigue la medición de la brecha. Es el nivel de productividad que se proyecta para el futuro de manera que se logre alcanzar primero la paridad y después la superioridad. Es una medida comparativa entre la operación interna y la productividad supuesta de la industria. A continuación se muestra una gráfica "Z".



### Integración

La integración es el proceso de usar los hallazgos de benchmarking para fijar objetivos operacionales para el cambio. Influye la planificación cuidadosa para incorporar nuevas prácticas a la operación y asegurar que los hallazgos se incorporen a todos los procesos formales de planificación.

**6.- Comunicar los hallazgos de benchmarking y obtener aceptación.** Los hallazgos de benchmarking se tienen que comunicar a todos los niveles de la organización para obtener respaldo, compromiso y propiedad. Para la comunicación primeramente se debe determinar el auditorio y sus necesidades, se selecciona un método de comunicación y por último, se deben presentar los hallazgos en una forma ordenada.

En el proceso de obtención de aceptación es importante establecer una estrategia de comunicación en múltiples facetas, aparte de la declaración de una misión y de principios operacionales, así como el ver a benchmarking como una iniciativa de cambio al mostrar las mejores prácticas y explicar la forma en que estas operan. También ayuda en la aceptación el validar los hallazgos desde varias fuentes diferentes.

**7.- Establecer metas funcionales.** En este punto se tratan de establecer metas funcionales con respecto a los hallazgos de benchmarking, y convertir dichas metas en principios de operación que cambien los métodos y las prácticas de manera que se cierre la brecha de desempeño existente.

### Acción

Se tiene que convertir en acción los hallazgos de benchmarking y los principios operacionales basados en ellos. Es necesario convertirlos en acciones específicas de puesta en práctica y se tiene que crear una medición periódica y la evaluación del logro.

**8.- Desarrollar planes de acción.** En este punto se incluyen dos consideraciones principales. La primera tiene que ver con las tareas en la planificación de la acción las cuales tienen que ver con el qué, cómo, quién y cuándo. Específicamente incluyen.

- Especificación de la tarea.
- Poner en orden la tarea.
- Asignación de las necesidades de recursos.
- Establecimiento del programa.
- Determinación de las responsabilidades.
- Resultados esperados.
- Supervisión.

La segunda parte se relaciona con las personas y los aspectos del comportamiento de implantar un cambio.

**9.- Implementar acciones específicas y supervisar el progreso.** Dicha implementación se puede realizar por medio de alternativas tradicionales como son la administración en línea o la administración de proyectos o programas. Otra es la alternativa de implantación mediante equipos de desempeño o por los más cercanos al proceso y que tienen la responsabilidad de operación del mismo ; y por último la alternativa de nombrar un "zar del proceso" que sería el responsable de la implementación del programa. De igual manera es importante el supervisar el proceso y realizar informes del progreso que nos ayuden a aumentar el éxito del benchmarking.

**10.- Recalibrar los benchmarks.** Este paso tiene como objetivo el mantener los benchmarks actualizados en un mercado con condiciones cambiantes de manera que se asegure el desempeño excelente.

Es importante el realizar una evaluación en áreas como la comprensión del proceso de benchmarking, la comprensión de las mejores prácticas, la importancia y valor, lo adecuado para fijar metas y la comunicación de benchmarking dentro de la empresa para ver que aspecto necesita una recalibración de benchmarks por medio de una planificación bien realizada y la repetición del proceso de 10 pasos hasta llegar a la institucionalización del benchmarking.



### MADUREZ

Será alcanzada la madurez cuando se incorporen las mejores prácticas de la industria a todos los procesos del negocio, asegurando así la superioridad. También se logra la madurez cuando se convierte en una faceta continua, esencial y autoiniciada del proceso de administración, o sea que se institucionaliza.

**VOLVER**

## LAS CINCO ETAPAS PARA UN BENCHMARKING DE ÉXITO PROPUESTAS POR SPENDOLINI.



### 1.- Determinar a qué se le va a hacer benchmarking.-

- Definir quienes son los clientes para la información del benchmarking.
- Determinar las necesidades de información de benchmarking de los clientes.
- Identificación de factores críticos de éxito.
- Diagnóstico del proceso de benchmarking.

### 2.- Formación de un equipo de benchmarking.

- Consideración de benchmarking como actividad de equipo.
- Tipos de equipos de benchmarking.
  - Grupos funcionales de trabajo.
  - Equipos interfuncionales, interdepartamentales y equipos interorganizacionales.
  - Equipos ad hoc.
- Quienes son los involucrados en el proceso de benchmarking.
  - Especialistas internos.
  - Especialistas externos.
  - Empleados.
- Definir funciones y responsabilidades del equipo de benchmarking.
- Definición de habilidades y atributos de un practicante eficiente de benchmarking.
- Capacitación.
- Calendarización.

### 3.- Identificación de socios del benchmarking.

- Establecimiento de red de información propia.
- Identificar recursos de información.
- Buscar las mejores prácticas.

- Redes de Benchmarking.
- Otras fuentes de información.

#### 4.- Recopilar y analizar la información de benchmarking.

- Conocerse.
- Recopilar la información.
- Organizar información.
- Análisis de la información.

#### 5.- Actuar.

- Producir un informe de benchmarking.
- Presentación de resultados a los clientes de benchmarking.
- Identificar posibles mejoras de productos y procesos.
- Visión del proyecto en su totalidad.

**VOLVER**

### **DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA).**

DEA se ha convertido en estos últimos años en un método de Benchmarking muy utilizado por las empresas. Se utiliza para evaluar la eficiencia del número de productores estudiados y comparados. Una tendencia estadística típica se caracteriza como una tendencia central y evalúa a los productores en base o en relación con un productor promedio.



En cambio DEA es un método matemático que compara cada uno de los productores únicamente con el mejor productor. Los métodos que comparan los puntos extremos no siempre son los mejores métodos pero en ocasiones específicas son la mejor opción.

Este método se basa en asumir que si un producto determinado (A), es capaz de producir un número determinado de productos  $X(A)$  con una determinada cantidad de insumos  $Y(A)$ , entonces todos los demás productores deben de poder producir con la misma eficiencia.

Es por estos que si un productor es más eficiente que los demás en determinado proceso y otro productor es más eficiente en otro proceso distinto, se pueden intercambiar los mejores procesos y llegar a un producto virtual con los mejores procesos de cada uno de los productores.

Lo importante del análisis es encontrar el mejor productor virtual para cada uno de los productores reales. Si el productor virtual es mejor que el productor original ya sea por producir más productos con los mismos insumos o por producir la misma cantidad de productos con menos insumos, entonces los productos originales son ineficientes.

El procedimiento de encontrar el mejor productor virtual se puede formular como un programa lineal. Analizando la eficiencia de  $n$  productores se describe en un grupo de  $n$  problemas de programación lineal.

DEA es más útil cuando se comparan con los mejores en determinados procesos, donde el analista no pierde tanto tiempo en estudios de procesos pobres e ineficientes. DEA se ha aplicado en muchas situaciones como son :

- Seguro social.
- Educación.
- Bancos.
- Manufacturas.
- Evaluación de administraciones.
- Restaurantes de comida rápida.

Algunas de las características que le proporcionan cierta ventaja al DEA son :

Debido a que esta es una técnica de puntos extremos, el ruido como los errores en las medidas pueden causar problemas significativos.

DEA es bueno al momento de estimar la eficiencia relativa de los productores pero converge muy lentamente hacia la eficiencia absoluta.

Debido a que DEA es una técnica no paramétrica, las pruebas de hipótesis estadísticas son muy difíciles de realizar.

Debido a la formulación estándar del DEA crea un programa lineal distinto para cada productor, se pueden ocasionar problemas intensos computacionalmente hablando.

En el Apéndice I se encuentran un ejemplo ilustrativo de como el DEA se implementa en un equipo de baseball comparando a cada uno de los jugadores.

**VOLVER**

### ***Benchmarking como se realiza en John Deere.***



Es un proceso simple el cual requiere disciplina y a la vez buena autodisciplina. Si alguien quiere hacer benchmarking debe saber en forma precisa que es lo que quiere saber, ya que no podrá saberlo sin antes saber lo que desea, internamente y a detalle saber en cada proceso lo que esperan implementar. El problema más común de la mayoría de las empresas es que no cuentan con procesos fundamentados, una total ignorancia de sus procesos hace que no se puedan implementar cambios.

Menciona como se aprende a pasear en bicicleta por lo general el instructor da una vuelta y después de darla le dice al aprendiz que lo haga, así de sencillo. Es muy importante primero entender bien el proceso.

Como se determina quien es el mejor.- las características comunes son que ellos entienden bien el proceso mejor que sus competidores, con características de empresas de clase mundial, conocen a sus clientes mejor que sus competidores, responden más rápido que sus competidores, emplean recursos más eficiente que su competencia, compiten en su mercado en base a las necesidades de sus clientes, estas son formas de identificar quien es el mejor, otra es ver quien gana premios, en base a sus resultados, contratar asociaciones de comercio, afiliarse a organismo de benchmarking.

Parte I.- Planear : Es imposible empezar sin ello, identificar el proceso a mejorar, analizar el proceso como se encuentra actualmente, establecer los objetivos, todo documentado. Seleccionar el equipo de benchmarking, que este ligado al proceso, que otra cosa esta

llevando a cabo la otra división, tener en mente que los equipos de benchmarking no son permanentes.

Parte II.- Colección : Seleccionar a los socios e invitarlos a participar y explicarles lo que queremos llevar a cabo, es necesario ser sincero, honesto, abierto, y que todos los socios ganen.

Parte III.- Analizar : Después de cosechar todos los datos de socios hay que establecer lo que los socios tienen, y después lo que se tiene en la empresa, discutiendo y haciendo las recomendaciones del cambio. Es necesario brindar atención a la cultura de la empresa, a sus valores y a la estructura.



Parte IV.- Implementación : Si se investigó hay que implementar los resultados tanto tú como todos los socios, seleccionar las recomendaciones, implementando los cambios requeridos, estableciendo objetivos reales.

**VOLVER**

### 22.2.8 FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO EN EL PROCESO DE BENCHMARKING

De la simple pregunta que nos hacemos ¿a qué le vamos a hacer Benchmarking ?, surgen los factores críticos del éxito, son los aspectos en base a los cuales vamos a realizar el benchmarking.

Es de vital importancia la identificación de estos así como establecer claramente una escala con sus conversiones adecuadas para llevar a cabo las diferentes comparaciones.

Es necesario tener siempre contemplado que una de las metas es definir los FCE tan claros como sea posible. Xerox sugiere hacer las siguientes preguntas :

1. ¿Cuál es el factor más crítico de éxito para mi función/organización ?
2. ¿Qué factores están causando el mayor problema (por ejemplo, no cumplir las expectativas) ?
3. ¿Qué productos se les proporcionan a los clientes y qué servicios se les prestan ?
4. ¿Qué factores explican la satisfacción del cliente ?
5. ¿Qué problemas específicos (operacionales) se han identificado en la organización ?
6. ¿En dónde están localizadas las presiones competitivas que se sienten en la organización ?
7. ¿Cuáles son los mayores costos (o costos "conductores) de la organización ?
8. ¿Qué funciones representan el mayor porcentaje de costos ?
9. ¿Qué funciones tienen el mayor espacio para hacer mejoras ?
10. ¿Qué funciones tienen más influjo ( o potencial) para diferenciar a la organización de los competidores en el mercado ?

Existen tres niveles de especificidad de los FCE:

Nivel 1.- Define una área amplia o tema para la investigación, que puede comprender desde un departamento hasta una función organizacional. El tema suele ser demasiado amplio para acordar cualquier tipo de medida. Ejemplo : facturación, compras,

procedimientos de acciones correctivas, niveles de satisfacción al cliente, marketing, promociones.

Nivel 2.- Define un área mucho más específica de investigación con respecto al nivel 1, se define con frecuencia por medio de algún tipo de medidas agregadas, por ejemplo el número de quejas de los clientes, el número de promociones por periodo de tiempo, los niveles promedio de salario, el número global de errores de facturación.



Nivel 3.- Es el más específico, ya que particularmente por algún tipo de medida o descripción de procesos específico permitan a su socio del benchmarking producir información comparable a la de usted.

*Ejemplos :* presupuesto anual, de televisión para publicidad por mercado, procesos para reducir los desperdicios en línea de productos, métodos para determinar los gastos por deudores morosos como un porcentaje de ventas.

Ejemplos de Factores Críticos de Éxito.

- Participación en el mercado :
  - En unidades
  - En valor monetario
- Rentabilidad :
  - Rendimiento sobre ventas
  - Rendimiento sobre activos
  - Rendimiento sobre patrimonio.
- Índices de crecimiento del competidor :
  - Participación de mercado por segmento
- Materias primas :
  - Costo porcentual sobre ventas
  - Costo unitario de compra
  - Volumen anual de compras
  - Tasas de cambio
  - Costos de fletes
  - Calidad
  - Rendimiento (unidad producida por unidad empleada).
- Fuerza laboral directa :
  - Costo porcentual sobre ventas

- Gastos laborales distribuidos por departamento
- Remuneración por hora · Prestaciones
- Promedio laboral horas por semana
- Horas extra
- Tarifa de horas extra
- Productividad por unidad (unidades producidas por hora - persona)
- Productividad por ingresos (ingreso por producto y hora - persona)
- Indicadores demográficos (edad, educación, etc.)
- Fuerza laboral indirecta :
  - Costos globales como porcentaje de las ventas
  - Costos laborales por función
  - Administración de la fuerza directa
  - Niveles salariales
  - Prestaciones
  - Tasas de cambio
  - Productividad unitaria
  - Indicadores demográficos
- Investigación y desarrollo :
  - Costos básicos de I & D.
  - Tiempo de desarrollo de nuevos productos .
  - Mejoras de productos existentes
  - Diseño para reducción de costos.
- Costos administrativos, de ventas y generales :
  - Costo como porcentaje de las ventas.
  - Costos distribuidos por organización.
  - Niveles salariales.
  - Planes de bonificación.
  - Planes de prestaciones.
  - Costos de capacitación como porcentaje de ventas.
  - Datos demográficos del trabajador.

- Costo de deudas incobrables como porcentaje de ventas.
- Costos de capital :
  - Rotación de activos globales.
  - Rotación de activos fijos.
  - Gastos de capital como porcentaje de depreciación.
  - Escalas de depreciación.
  - Costos anuales de arrendamiento.
  - Costos de mantenimiento.
  - Rotación de inventarios.
  - Edad de la cartera.
  - Edad de las cuentas por pagar.
  - Costos de capital.
- Características del producto :
  - Tamaño, forma (diseño).
  - Estilos, colores.
  - Precio estrategias de asignación de precios.
  - Accesorios, garantías, respaldo de servicio.
- Servicio :
  - Tipo y volumen de queja de los clientes.
  - Disponibilidad de asistencia.
  - Tiempo de respuesta.
  - Tiempo promedio de reparaciones.
  - Prontitud de entrega.
  - Calidad profesional del personal que contacta al cliente.
  - Procesos de formulación de pedidos .
  - Disponibilidad de educación a clientes.
- Calidad del producto :
  - Ritmo de producción.
  - Cantidad de retrabajo.
  - Costos de reparaciones.

- Promedio de vida útil del producto.
- Metodología de calidad Imagen :
  - Reconocimiento público.
  - Penetración publicitaria.
  - Utilización de medios.
  - Inversión publicitaria
  - Esfuerzos de cabildeo.
  - Actividad promocional.
  - Reacción de los clientes a posicionamiento de imagen publicitaria.
- Manufactura :
  - Decisiones de compra o de fabricación.
  - Niveles de especialización de la planta.
  - Maquinaria utilizada en la producción.
  - Niveles de capacitación de la fuerza laboral.
  - Estructura del área de trabajo.

Niveles de automatización Distribución :

- Canales.
- Configuración territorial.
- Distribución exclusiva o de otra clase.
- Fuerza de ventas :
  - Tamaño.
  - Nivel de experiencia.
- Niveles de desempeño Procesamiento de datos :
  - Inversión en sistemas.
- Tecnología, aplicaciones Recursos humanos :
  - Actividad de búsqueda y contratación.
  - Políticas de remuneración.
  - Políticas de prestaciones.
  - Actividades de capacitación .
  - Sistemas de reconocimientos.

- Políticas no discriminatorias.
- Programas de servicio a la comunidad.
- Políticas de comunicación.
- Servicios de salud y seguridad Finanzas :
  - Política financiera.
  - Percepción social
  - Estrategias y políticas tributarias
  - Política de endeudamiento
  - Políticas de distribución de dividendos

**VOLVER**

### 22.2.9 SOCIOS DE BENCHMARKING

Dentro de todos los procesos de benchmarking, uno de los puntos o pasos más importantes es el de la selección o el establecimiento de una relación con las empresas con las que nos vamos a asociar para desarrollar el estudio de benchmarking. La empresa interesada en realizar un estudio deberá buscar las compañías contra las cuales realizar el benchmarking, las cuales serán sus socios en el estudio. Uno de los principales problemas con los que los encargados del estudio tendrán que enfrentar, una vez hecha la selección de la compañía con la cual compararse, es el de convencer o lograr la cooperación de dicha compañía en el estudio como un socio de benchmarking.

El tipo de benchmarking que se esté realizando tiene mucho que ver con la selección de los socios, por ejemplo : si se realiza un benchmarking entre operaciones internas del negocio, no debe presentarse ningún problema entre los socios del estudio, ya que al pertenecer a la misma compañía el intercambio de información no debe presentar problema alguno. En cambio al realizar un estudio contra la competencia, por lo general se dificulta o se hace imposible la cooperación debido a la desconfianza o a la actitud protectora de información sobre procesos, tecnología, etc. de manera que la competencia por lo general piensa que estos estudios son para robar información y quitar cierta ventaja competitiva a la empresa por parte de la competencia.



Autores como Camp, no recomiendan el centrarse y buscar como socios a la competencia, ya que se pueden gastar muchos recursos y esfuerzos para la obtención de información, ya sea de forma legal o ilegal, y al final lo único que se logra es cuando mucho igualar a la competencia y no el superarla, ya que nadie puede asegurar que dentro de la competencia se están llevando a cabo las prácticas más innovadoras y mejores de la industria.

En el estudio de líderes de la industria o procesos genéricos, podemos encontrar a los socios de los cuales podemos obtener más beneficios, ya que al compararnos con una empresa que es líder en la industria, pero que no es nuestro competidor, es más fácil establecer una relación con dicha empresa, ya que ésta no se sentirá amenazada por tener como socio de benchmarking a una empresa perteneciente a otra industria o giro de negocios.

Por otra parte al no presentarse el problema que se presenta entre compañías competidoras, el intercambio de información se facilita y la oportunidad de descubrir prácticas innovadoras es mayor. A continuación se presentan algunas consideraciones para la determinación del mejor competidor o líder funcional de la industria:

#### 1.- CONSIDERAR "COMPETIDOR" EN LOS TÉRMINOS MÁS AMPLIOS.

- Que empresa, función, u operación tiene las mejores prácticas de la industria.
- Operaciones comparables donde se usan las mejores prácticas, métodos o procesos.

#### 2.- ASEGURAR LA COMPARABILIDAD.

- Las empresas con alta satisfacción del cliente se deben medir contra empresas con alta satisfacción del cliente.
- Las características de los productos deben de ser genéricas para el proceso. Es decir, las mercancías envasadas se deben medir contra mercancías envasadas.

#### 3.- PERMANECER DENTRO DE LA MISMA INDUSTRIA.

- Definir ampliamente la industria.
- La industria electrónica es un ejemplo.

#### 4.- ¿DONDE SE ENCUENTRAN O ES PROBABLE QUE OCURRAN LOS DESCUBRIMIENTOS EN LAS PRACTICAS DE LOS NEGOCIOS ?

Descubrir prácticas innovadoras donde quiera que existan.

Incluso en industrias disímiles.

Una de las consideraciones más importantes con respecto a los socios de benchmarking es la de el manejo de la información, por lo que se debe establecer un lazo de confianza y cooperación entre los socios de manera que la información que se comparte sea bien utilizada y que no se dañe a la empresa que la proporciona, por lo que la comunicación entre los socios toma un papel de suma importancia.



**VOLVER**

### 22.2.10 CONCLUSIONES

Actualmente las empresas se enfrentan a mercados globales que les presentan retos cada vez más grandes. Uno de los retos principales es el de la competitividad, ya que no sólo se enfrentan a empresas locales, sino que la competencia se da entre empresas de todo el mundo.

Para ser cada vez más competitivos las empresas recurren a diversas herramientas que les permitan bajar sus costos, aumentar la calidad de sus productos, etc. Entre estas herramientas o fórmulas de encuentra el Benchmarking.

Podemos definir al Benchmarking como la estrategia que nos permite identificar las mejores prácticas de negocios entre todas las industrias reconocidas como líderes, que al adaptarlas e implementarlas en nuestra empresa, nos permiten no sólo alcanzar a la competencia directa, sino que nos dan una ventaja competitiva mayor a la de estas.

También podemos concluir que debido a los diferentes enfoques o metodologías que se han aplicado en los estudios de Benchmarking, la empresa interesada en realizar un estudio de este tipo, tendrá que seleccionar el proceso que mejor se acomode de acuerdo a sus recursos y necesidades, identificando aquel procedimiento que mejor se adapte a la compañía o aquel al que la compañía se pueda adaptar mejor.

En caso de que una compañía no se encuentre un procedimiento que cumpla con sus expectativas dentro de los descritos en este trabajo o en otras publicaciones, dicha empresa deberá tomar lo mejor de los procesos y complementarlo de manera que le sea de utilidad.

En general podemos concluir que el estudio de Benchmarking, si es hecho como un proceso constante y se institucionaliza, nos servirá como una herramienta que nos permita mejorar el desempeño de nuestro negocio al permitirnos identificar las mejores prácticas de negocios entre las industrias líderes, de manera que seamos más competitivos y podamos tener éxito en un mercado cambiante y global en el que las empresas tienen que desempeñarse actualmente.

**VOLVER**

## 22.3 EL CUADRO DE MANDO INTEGRAL

El Cuadro de Mando Integral es una herramienta muy útil para la dirección de empresas en el corto y en el largo plazo. En primer lugar, porque al combinar indicadores financieros y no financieros permite adelantar tendencias y realizar una política estratégica proactiva.

En segundo lugar, porque ofrece un método estructurado para seleccionar los indicadores guía que implica a la dirección de la empresa.

Desde su introducción a principios de esta década, el Cuadro de Mando Integral (CMI) ha levantado una gran expectación en la comunidad empresarial. Como ocurre en muchas ocasiones, las opiniones son muy variadas.



Algunas personas consideran que el CMI es una idea vieja con un nombre nuevo (como ocurre, en cierta manera, con el concepto de *Economic Value Added*). Por el contrario, otras insisten en que se trata de una nueva herramienta que está llamada a convertirse en una pieza clave en el engranaje de gestión de la empresa.

Una de las razones que explica esta diversidad de opiniones es que el concepto se está utilizando para nombrar herramientas que no son un cuadro de mando, sino algo más tradicional, como un tablero de control o un *Tableau de Bord*. Pero de lo que no hay duda –y de ahí la expectación que ha generado el concepto– es que el CMI responde a necesidades de la empresa actual.

En este artículo presentamos los orígenes, el concepto y las características diferenciales del CMI, para despejar interpretaciones ambiguas y permitir que cada directivo evalúe si la herramienta es adecuada para mejorar la gestión de su empresa.

**VOLVER**

### 22.3.1 LOS ORÍGENES DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL

En ocasiones se defiende que la característica fundamental del CMI es la combinación de indicadores financieros y no financieros. Sin duda, ésta es una característica importante, pero no la más relevante.

Ya a principios de este siglo y durante la revolución del *scientific management*, ingenieros en empresas innovadoras habían desarrollado tableros de control que combinaban indicadores financieros y no financieros.



Una definición tan limitada, sin duda, se merecería una opinión desfavorable. Si éste fuera el caso, el CMI sólo sería un nombre nuevo para algo que ya existe. Algo que ha existido desde los orígenes de la dirección y administración de empresas. Una idea con cien años de antigüedad.

Durante los años sesenta –sobre todo en Francia– se puso de moda utilizar una herramienta llamada *Tableau de Bord*. El tablero de mando incorporaba en un documento diversos ratios para el control financiero de la empresa. Con el paso del tiempo, esta herramienta ha evolucionado y combina no sólo ratios financieros, sino también indicadores no financieros que permiten controlar los diferentes procesos del negocio. La idea de utilizar un conjunto de indicadores para obtener información de gestión es un antecedente que recoge el CMI.

**El *Tableau de Bord* es un antecedente del Cuadro de Mando Integral. Esta herramienta combina ratios financieros y no financieros que permiten controlar diferentes procesos del negocio.**

En Estados Unidos, y también en la década de los sesenta, **General Electric** desarrolló un tablero de control para hacer el seguimiento de los procesos de la empresa. A partir de ocho áreas clave de resultados, que incluían temas como rentabilidad, cuota de mercado, formación o responsabilidad pública, **General Electric** definía indicadores para hacer el seguimiento y controlar la consecución de objetivos tanto a corto como a largo plazo.

El CMI también recoge la idea de utilizar indicadores que realicen el seguimiento de la estrategia de una empresa.

A estas alturas parece evidente que la idea de «utilizar indicadores tanto financieros como no financieros» tiene al menos cien años, y la idea de «combinarlos para hacer el seguimiento de los procesos estratégicos» tiene casi la misma edad que el concepto de estrategia, es decir: 40 años.

Entonces, ¿qué tiene de nuevo el CMI? La respuesta es sencilla: la diferencia radica en la forma en la que se seleccionan los indicadores. Y, como veremos más adelante, esta diferencia tiene efectos importantes en el uso de la herramienta.

**La gran diferencia que existe entre el *Tableau de Bord* y el CMI es que el primero deja que cada directivo escoja los indicadores que considere más convenientes según su intuición y experiencia**

Para destacar la diferencia, resulta útil comparar el proceso de selección de indicadores en el CMI con respecto de sus antecesores.

Las formulaciones más recientes del *Tableau de Bord* aconsejan combinar indicadores financieros y no financieros, pero no aportan ningún criterio sobre cómo elegirlos. El *Tableau de Bord* deja que cada directivo escoja los que considere más convenientes según su propia intuición y experiencia. Si bien se trata de un método sencillo, tiene el inconveniente de que depende del acierto del directivo, que además no cuenta con ningún mapa de trabajo para guiar su intuición.

El tablero de control de **General Electric** ofrece una guía más explícita. Las ocho áreas clave aportan una metodología que ayuda al directivo a elegir indicadores y permiten el diseño de un tablero que tenga en cuenta tanto el corto como el largo plazo.

El CMI ofrece un método más estructurado de selección de indicadores y esto le concede más versatilidad dentro de la gestión de la empresa. En este método se encuentra en

verdad la gran aportación del CMI. Tanto es así, que en éste resulta tan importante conocer «qué modelo de negocio reflejan los indicadores» como entenderlos en sí mismos.

Los indicadores financieros son instrumentos limitados porque sólo explican lo que ha pasado y, por tanto, sólo permiten una gestión reactiva en lugar de una proactiva. Para poder gestionar por delante de la información financiera, los directivos necesitan algo más que indicadores financieros. Necesitan indicadores no financieros que, además, adelanten lo que más tarde reflejan los indicadores financieros.

Por ejemplo, en **Citibank** en California realizan un seguimiento de la rentabilidad de cada oficina y, además, cuentan con una serie de indicadores de implantación de la estrategia, satisfacción de clientes, control y formación y actitud del personal). ¿Por qué? La razón es que la dirección cree que existe una relación de causa-efecto y la rentabilidad aumenta si antes se han gestionado bien las demás variables. Así, un aumento en la satisfacción de clientes se reflejará al cabo del tiempo en una mejora de rentabilidad, porque la satisfacción de clientes va “por delante” de la rentabilidad.

A diferencia del *Tableau de Bord* –donde la selección se basaba en la intuición– o del tablero de mando de **General Electric** –donde sólo existían ocho áreas clave–, en un CMI, la selección de indicadores es anterior al desarrollo de un modelo de negocio con relaciones causa-efecto. Sólo después se pueden seleccionar los indicadores que conformarán la herramienta de gestión.

El CMI requiere, en primer lugar, que los directivos analicen el mercado y la estrategia para construir un modelo de negocio que refleja las interrelaciones entre los diferentes componentes del negocio. Una vez que lo han construido, los directivos utilizan este modelo como mapa para seleccionar los indicadores del CMI.

**VOLVER**

### 22.3.2 EL MODELO DE NEGOCIO EN EL CMI

Sin duda, la aportación que ha convertido al CMI en una de las herramientas más significadas de los últimos años es que se cimienta en un modelo de negocio.

El éxito de su implantación radica en que el equipo de dirección dedique tiempo al desarrollo de su propio modelo de negocio.

La creación de valor que se mide con indicadores financieros es el resultado del diseño y ejecución de una estrategia.

Por esta razón hemos comentado que dirigir con información financiera sólo resulta en una gestión reactiva, como conducir con el espejo retrovisor. Los resultados financieros son resultados y no causas.

Para dirigir de forma proactiva hay que actuar sobre las causas y no sobre las consecuencias. Por esta razón, las relaciones causa-efecto son el motor del modelo de negocio. Si la empresa consigue alcanzar los objetivos de servicio al cliente, la creación de valor seguirá como consecuencia.

#### **Los resultados financieros son resultados y no causas. Para dirigir de forma proactiva hay que actuar sobre las causas y no sobre las consecuencias**

En cambio, si los indicadores de servicio al cliente empiezan a deteriorarse, tarde o temprano se reflejará en unos resultados financieros peores. Es decir: los indicadores del cliente proporcionan una información más actual que la financiera y permiten reaccionar antes a cambios del entorno. Por esta razón se llaman indicadores “avanzados”.

Si continuamos repasando la lógica de este modelo de negocio, observamos cómo el servicio al cliente depende de una correcta ejecución de los procesos internos, tanto

operativos como estratégicos o de innovación. Si estos procesos empiezan a deteriorarse, tarde o temprano sufrirá el posicionamiento de mercado de la empresa (servicio al cliente) y, a continuación, la creación de valor.

Abrimos aquí un pequeño paréntesis para señalar que el modelo de negocio recoge tanto procesos operativos que generan valor a corto plazo –por ejemplo, procesos de producción de bienes y servicios– como procesos más a largo plazo que hemos llamado estratégicos o de innovación: por ejemplo, desarrollo de nuevos productos. Sin incorporar estos últimos en el modelo de negocio, la empresa corre el riesgo de “ordeñar” el corto plazo y no desarrollar nuevas fuentes de ventaja competitiva para el futuro.

Para que los procesos internos funcionen bien se necesitan recursos físicos y personas capacitadas.

Gracias a que la empresa invierte tanto en la selección, desarrollo y formación de sus personas como en la adquisición de bienes, los procesos internos otorgan una ventaja competitiva a la empresa sobre la competencia. A su vez, estos procesos permiten servir con ventaja a los clientes, lo que se traduce en creación de valor.

La discusión anterior aclara la lógica causa-efecto que guía un modelo de negocio desde los recursos materiales y las personas de la empresa hasta la creación de valor. Sin un buen trabajo a este nivel, el CMI está más cerca de un *Tableau de Bord* o tablero de control y pierde su fuerza de gestión.

En cambio, un modelo de negocio bien planteado permite que los directivos tengan en cuenta tanto el corto como el largo plazo. A continuación, y con los cimientos de un buen modelo, los indicadores del CMI facilitan los puntos de referencia que se necesitan para calibrar el progreso en el desarrollo de la estrategia. Sin el anclaje que facilitan los indicadores, puede ocurrir que estrategias bien formuladas fracasen por falta de información actualizada acerca del proceso de implantación.

**VOLVER**

### 22.3.3 LAS PERSPECTIVAS DE UN CMI

A veces se piensa que un CMI se caracteriza por las cuatro perspectivas: financiera, de clientes, interna y de aprendizaje y crecimiento. Y si no están estas cuatro perspectivas, entonces no es un CMI. Estas perspectivas son las más comunes, porque son aplicables en un gran número de empresas para organizar el modelo de negocio y estructurar los indicadores y la información. Pero no constituyen una condición necesaria para tener un CMI.

La perspectiva financiera incorpora la visión de los accionistas y mide la creación de valor de la empresa. Responde a la pregunta: ¿Qué indicadores tienen que ir bien para que los esfuerzos de la empresa realmente se transformen en valor? Esta perspectiva valora uno de los objetivos más relevantes de organizaciones con ánimo de lucro, que es, precisamente, crear valor para la sociedad.

La perspectiva del cliente refleja el posicionamiento de la empresa en el mercado o, más concretamente, en los segmentos de mercado donde quiere competir. Por ejemplo, si una empresa sigue una estrategia de costes es muy posible que la clave de su éxito dependa de una cuota de mercado alta y unos precios más bajos que la competencia.

Dos indicadores que reflejan este posicionamiento son la cuota de mercado y un índice que compare los precios de la empresa con los de la competencia. La perspectiva interna recoge indicadores de procesos internos que son críticos para el posicionamiento en el mercado y para llevar la estrategia a buen puerto.

En el caso de la empresa que compite en coste, posiblemente los indicadores de productividad, calidad e innovación de procesos sean importantes. El éxito en estas

dimensiones no sólo afecta a la perspectiva del cliente, sino también a la financiera, por el impacto que tienen sobre las rúbricas de gasto.

La última perspectiva en este modelo de CMI es la de aprendizaje y crecimiento. Para cualquier estrategia, los recursos materiales y las personas son la clave del éxito. Pero sin un modelo de negocio apropiado, muchas veces es difícil apreciar la importancia de invertir, y en épocas de crisis lo primero que se recorta es precisamente la fuente primaria de creación de valor: se recortan inversiones en la mejora y el desarrollo de los recursos.

Pese a que estas cuatro son las perspectivas más genéricas, no son “obligatorias”. Por ejemplo, una empresa de fabricación de ropa deportiva tiene, además de la perspectiva de clientes, una perspectiva de consumidores. Para esta empresa son tan importantes sus distribuidores como sus clientes finales.

En otros casos puede ser interesante una perspectiva de entorno competitivo que permita el seguimiento de la dinámica de los competidores. Para una empresa sin ánimo de lucro, la creación de valor entendida desde un punto de vista económicos-financieros no es un objetivo primordial, sino más bien un recurso para poder alcanzar la misión. En estas organizaciones, los indicadores financieros figurarán en la perspectiva de recursos y no será tan común encontrar una perspectiva financiera.

Para tener un buen CMI, el modelo de negocio es crítico. Cada empresa tiene su propio modelo, que depende de su sector y de su estrategia. La organización de los diferentes estadios del negocio en perspectivas favorece la comunicación, y las cuatro perspectivas tradicionales ofrecen una estructura intuitiva. Pero la prioridad está en que el mensaje y la información lleguen a las personas de la empresa y no en el número o el nombre de las perspectivas.

**VOLVER**

#### 22.3.4 CÓMO SE USA UN CUADRO DE MANDO INTEGRAL

El CMI beneficia a la empresa tanto durante el proceso de diseño como en el día a día. Empecemos por el diseño. El paso de la formulación a la implantación de la estrategia no es nada fácil; según la sabiduría popular, “del dicho al hecho hay un trecho”. La primera piedra con la que se puede tropezar es que los directivos estén de acuerdo con la estrategia, pero que cada uno la interprete de forma diferente.

Por ejemplo, puede ser que haya consenso en el equipo de dirección acerca de la importancia del crecimiento. Pero para algunas personas crecimiento quiere decir expansión geográfica, mientras que para otras quiere decir expansión de la línea de productos.

El ejercicio de desarrollar un modelo de negocio obliga a la dirección no sólo a consensuar la estrategia, sino también a tener una visión conjunta de cómo llegar a ejecutar esa estrategia. Los diferentes puntos de vista que antes quedaban implícitos y en la oscuridad del pensamiento individual, ahora se ven expuestos a la luz del intercambio verbal y a la rigurosidad de la palabra escrita.

**Para conseguir un buen CMI, el modelo de negocio es crítico. Cada empresa tiene su propio modelo, que depende de su sector y de su estrategia**

Las relaciones de causa-efecto permiten intercambiar opiniones, enriquecer la visión del negocio de cada directivo y llegar a un consenso de cómo alcanzar los objetivos. Con este consenso, todas las personas de la empresa suman sus esfuerzos en la misma dirección, en lugar de dispersarlos persiguiendo objetivos aparentemente consistentes pero en realidad descoordinados.

Una vez está diseñado el modelo de negocio y se han seleccionado los indicadores, el CMI puede usarse de dos formas distintas. Como ocurre con cualquier herramienta de gestión, es importante ser consciente de cómo se va a utilizar, porque si no, podemos estar “deseando que pase A pero recompensando que ocurra B”.

Si el equipo de dirección está seguro de la visión de la empresa, la estrategia, el modelo de negocio y el papel de cada persona en la organización, entonces el CMI puede utilizarse como un sistema de control tradicional, es decir, como un sistema de control por excepción. Entonces, el CMI tendrá unos objetivos para cada indicador y existirá un seguimiento de las medidas reales frente a los objetivos preestablecidos. Cuando haya una disparidad importante entre la realidad y el “presupuesto”, se investigará el porqué de la diferencia.

El control es por excepción, y el CMI libera atención de los directivos de procesos que son bien conocidos y que sólo requieren tiempo en casos excepcionales. El CMI, además, sirve como un vehículo para comunicar el modelo de negocio subyacente, es decir, la estrategia de la empresa. También es factible ligar los incentivos de las personas a los indicadores, para reforzar el mensaje y motivar un comportamiento adecuado.

**Si la dirección está segura de la visión de la empresa, la estrategia, el modelo de negocio y el papel de cada persona en la organización, el CMI puede utilizarse como un sistema de control tradicional**

En empresas en crecimiento o entornos inciertos y cambiantes, donde la estrategia está en evolución, donde el conocimiento está disperso y la dirección quiere estimular nuevas formas de hacer el negocio y aprovechar la creatividad de las personas sin perder las riendas de la organización, el CMI no debe usarse como un sistema de control tradicional.

En estas empresas, el CMI es una herramienta de aprendizaje organizativo. Los resultados que recogen los indicadores sirven para evaluar si hay que cambiar el modelo de negocio o incluso la estrategia. La comparación entre lo que se esperaba y lo que ocurre de verdad es una fuente de información útil para ajustar la forma de competir de la empresa. En este caso, el CMI no sirve para liberar atención directiva de procesos de bajo valor añadido; al contrario, sirve para enfocar la atención en aprender sobre la evolución del entorno y de la empresa.

**VOLVER**

### 22.3.5 LA IMPLANTACIÓN DEL CUADRO DE MANDO INTEGRAL

Existe una relación muy íntima entre la estrategia y el CMI. Por esta razón, el proceso de diseño e implantación debe empezar con la colaboración de la alta dirección. El proyecto tiene que estar en manos de un responsable que lleve a cabo las tareas de coordinación e integración del esfuerzo del equipo de alta dirección. El camino con más éxito empieza con un CMI para la empresa, que después se va adaptando a cada división, departamento y puesto de trabajo.

Una vez consensuada la estrategia de la empresa, el siguiente paso es el diseño de un modelo de negocio basado en relaciones causa-efecto. ¿Cómo están relacionados los recursos de la empresa con los procesos internos? ¿Cómo están relacionados los procesos con el posicionamiento de mercado y el servicio a los clientes?

Y, finalmente, ¿cómo están relacionados los recursos, los procesos y los servicios con el objetivo de creación de valor? Partiendo de un buen modelo de negocio que tiene que estar consensuado por la dirección y que sintetiza el sector y la estrategia particular de la empresa, se diseña el CMI.

Para seleccionar los indicadores hay que tener en cuenta varios criterios. El primero es que el número de indicadores no supere los siete por perspectiva, y si son menos, mejor. La razón es que demasiados indicadores difuminan el mensaje que comunica el CMI y, como resultado, los esfuerzos se dispersan intentando perseguir demasiados objetivos al mismo tiempo.

Puede ser recomendable durante el diseño empezar con una lista más extensa de indicadores. Pero es necesario un proceso de síntesis para disponer de toda la fuerza de esta herramienta.

En los paquetes informáticos de CMI, es común que debajo de las perspectivas propias del CMI exista una base de datos con muchos más indicadores, a la que se puede acceder para tener más detalle cuando así se requiere.

El proceso de selección de indicadores parte de los objetivos que se especifican en el modelo de negocio. No hay que elegir entre aquellos indicadores disponibles, sino que hay que hacer el esfuerzo de diseñar indicadores que reflejen el modelo de negocio. Es importante dedicar tiempo y atención a este proceso para que el CMI no esté sesgado hacia indicadores de resultados y de corto plazo que minan la idea original de equilibrar corto y largo plazo.

Otro criterio relevante a la hora de seleccionar los indicadores es que, en la medida de lo posible, sean cuantificables y objetivos. Esto no quiere decir que un indicador subjetivo sea malo. Quiere decir, sencillamente, que entre uno objetivo y otro subjetivo, el primero es preferible. Los indicadores objetivos son menos susceptibles de sesgos debidos a consideraciones políticas de la organización y son más fáciles de interpretar (aunque igual de complejos de explicar).

En cualquier caso, siempre es aconsejable que exista un texto acompañando cada perspectiva que comente los resultados obtenidos.

<b>BENEFICIOS Y RIESGOS DEL CMI</b>	
<p>Durante el desarrollo del artículo hemos ido desgranando las características del CMI. A modo de conclusión, resumimos los puntos más importantes, así como los riesgos que puede haber.</p>	
<b>BENEFICIOS</b>	<b>RIESGOS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La fuerza de explicitar un modelo de negocio y traducirlo en indicadores facilita el consenso en toda la empresa, no sólo de la dirección, sino también de cómo alcanzarlo.</li> <li>• Clarifica cómo las acciones del día a día afectan no sólo al corto plazo, sino también al largo plazo.</li> <li>• Una vez el CMI está en marcha, se puede utilizar para comunicar los planes de la empresa, aunar los esfuerzos en una sola dirección y evitar la dispersión. En este caso, el CMI actúa como un sistema de control por excepción.</li> <li>• También se puede utilizar como una herramienta para aprender acerca del negocio. En efecto, la comparación entre los planes y los resultados actuales ayuda al equipo de dirección a reevaluar y ajustar tanto la estrategia como los planes de acción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un modelo poco elaborado y sin la colaboración de la dirección es papel mojado, y el esfuerzo será en vano.</li> <li>• Si los indicadores no se escogen con cuidado, el CMI pierde una buena parte de sus virtudes, porque no comunica el mensaje que se quiere transmitir.</li> <li>• Cuando la estrategia de la empresa está todavía en evolución, es contraproducente que el CMI se utilice como un sistema de control clásico y por excepción, en lugar de usarlo como una herramienta de aprendizaje.</li> <li>• Existe el riesgo de que lo mejor sea enemigo de lo bueno, de que el CMI sea perfecto, pero desfasado e inútil.</li> </ul>

**VOLVER**

**22.4 JUST IN TIME**

**22.4.1.¿QUÉ ES?**

“Just in time ” (que también se usa con sus siglas JIT), literalmente quiere decir “Justo a tiempo”.Es una filosofía que define la forma en que debería optimizarse un sistema de producción.

Se trata de entregar materias primas o componentes a la línea de fabricación de forma que lleguen “justo a tiempo ” a medida que son necesarios..

El JIT *no* es un medio para conseguir que los proveedores hagan muchas entregas y con absoluta puntualidad para no tener que manejar grandes volúmenes de existencia o componentes comprados, sino que es una filosofía de producción que se orienta a la demanda.

La ventaja competitiva ganada deriva de la capacidad que adquiere la empresa para entregar al mercado el producto solicitado, en un tiempo breve, en la cantidad requerida. Evitando los costes que no producen valor añadido también se obtendrán precios competitivos.

Con el concepto de empresa ajustada hay que aplicar unos cuantos principios directamente relacionados con la Calidad Total.

El concepto parece sencillo. Sin embargo, u aplicación es compleja, y sus implicaciones son muchas y de gran alcance.

**VOLVER**

**22.4.2. CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES**

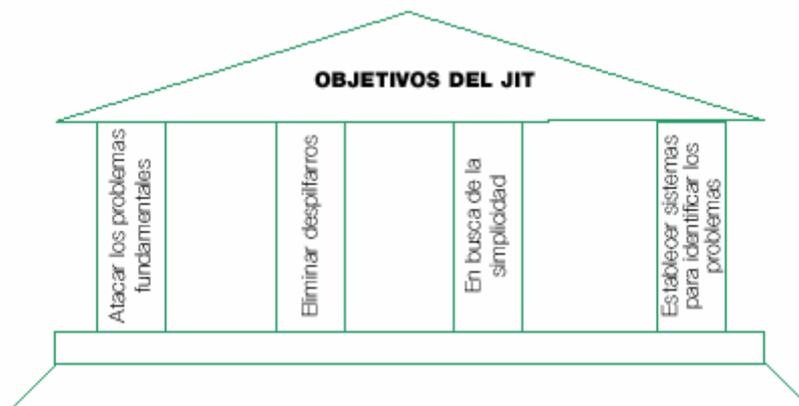
El JIT tiene 4 objetivos esenciales:

Poner en evidencia los problemas fundamentales.

Eliminar despilfarros.

Buscar la simplicidad.

Diseñar sistemas para identificar problemas.



Estos principios forman una estructura alrededor de la cual podemos formular la aplicación del sistema JIT.

**VOLVER**

### 22.4.2.1. PONER EN EVIDENCIA LOS PROBLEMAS FUNDAMENTALES

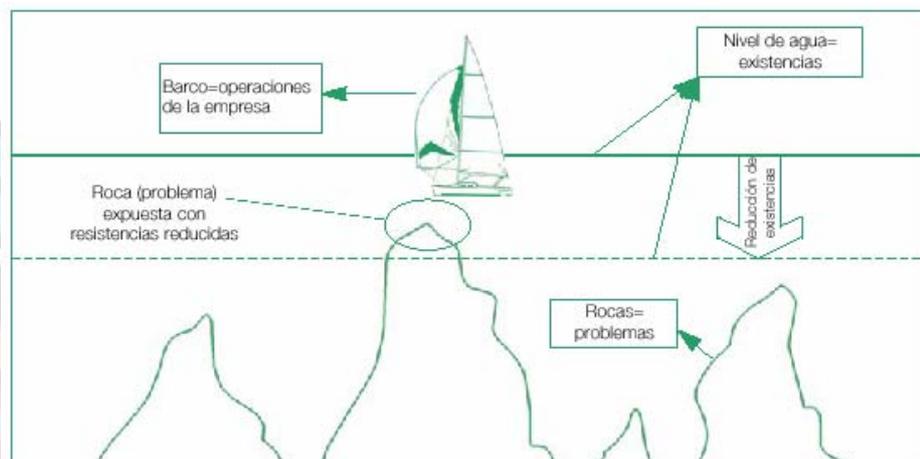
Para describir el primer objetivo de la filosofía JIT los japoneses utilizan la analogía del “río de las existencias”.

El nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco. Cuando una empresa intenta bajar el nivel del río, en otras palabras, reducir el nivel de las existencias, descubre rocas, es decir, problemas.

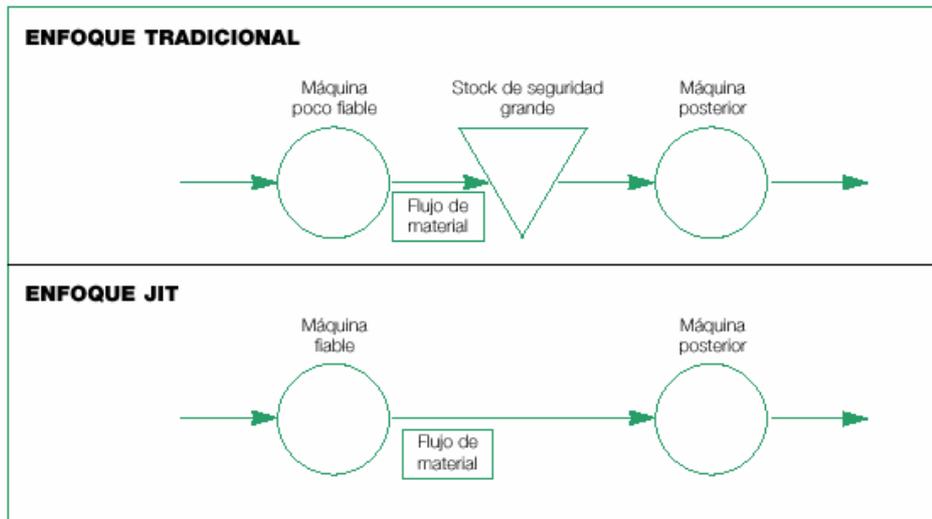
Hasta hace bastante poco, cuando estos problemas surgían en algunas empresas, a respuesta era aumentar las existencias para tapar el problema.



### RÍO DE LAS EXISTENCIAS



La figura ilustra la diferencia entre el enfoque tradicional y el enfoque JIT.



En la siguiente tabla se muestran algunos de los demás problemas y soluciones JIT.

PROBLEMA (ROCAS)	SOLUCIÓN TRADICIONAL	SOLUCIÓN JIT
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Máquina poco fiable</li> <li>•Zonas con cuellos de botella</li> <li>•Tamaños de lote grandes</li> <li>•Plazos de fabricación largos</li> <li>•Calidad deficiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Stock de seguridad grande</li> <li>•Programación mejor y más compleja</li> <li>•Almacenar</li> <li>•Acelerar algunos pedidos en base a prioridades</li> <li>•Aumentar los controles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Mejorar la fiabilidad</li> <li>•Aumentar la capacidad y la polivalencia de los operarios y máquinas</li> <li>•Reducir el tiempo de preparación</li> <li>•Reducir esperas, etc., mediante sistema de arrastre</li> <li>•Mejorar los procesos y/o proveedores</li> </ul>

**VOLVER**

### 22.4.2.2.ELIMINAR DESPILFARROS

Eliminar despilfarros implica eliminar todas las actividades que no añaden valor al producto con lo que se reduce costes, mejora la calidad, reduce los plazos de fabricación y aumenta el nivel de servicio al cliente.

En este caso el enfoque JIT consiste en:

Hacerlo bien a la primera.

El operario asume la responsabilidad de controlar, es decir, el operario trabaja en autocontrol.

Garantizar el proceso mediante el control estadístico (SPC).

Analizar y prevenir los riesgos potenciales que hay en un proceso.

Reducir stocks al máximo.

**VOLVER**

### 22.4.2.3. EN BUSCA DE LA SIMPLICIDAD

El JIT pone mucho énfasis en la búsqueda de la simplicidad, basándose en el hecho de que es muy probable que los enfoques simples conlleven una gestión más eficaz.

El primer tramo del camino hacia la simplicidad cubre 2 zonas:

Flujo de material

Control de estas líneas de flujo

Un enfoque simple respecto al flujo de material es eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo más directas, si es posible unidireccionales. Otro es agrupar los productos en familias que se fabrican en una línea de flujo, con lo que se facilita la gestión en células de producción o "minifactorías".

La simplicidad del JIT también se aplica al manejo de estas líneas de flujo. Un ejemplo es el sistema Kanban, en el que se arrastra el trabajo.

**VOLVER**

### 22.4.2.4. ESTABLECER SISTEMAS PARA IDENTIFICAR LOS PROBLEMAS

Con los sistemas de arrastre /kanban se sacan los problemas a la luz. Otro ejemplo es el uso del control de calidad estadístico que ayuda a identificar la fuente del problema.

Con el JIT cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial.

Si realmente queremos aplicar el JIT en serio tenemos que hacer 2 cosas:

Establecer mecanismos para identificar los problemas

Estar dispuestos a aceptar una reducción de la eficiencia a corto plazo con el fin de obtener una ventaja a largo plazo.

**VOLVER**

### 22.4.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS UTILIZADOS

*Sistema de fabricación "push"*: literalmente "empujar". Sistema de fabricación clásico en el que se produce para vender.

*Sistema de fabricación "pull"*: literalmente "tirar". Fabricación en flujo continuo en el que se produce porque se vende. En este sistema no se debe permitir que se acumule tanto la materia prima o componentes como el semielaborado, a que las diversas fases no pueden realizar su tarea hasta que la fase siguiente esté lista para recibir la materia prima/componentes o unidades semielaboradas. Con esto se reduce el inventario y el coste, además de abreviar el tiempo de reacción.

*Kanban*: en japonés significa "registro visible". Es un elemento del JIT para el suministro de lotes, mediante un sistema de etiquetas. Se reponen los productos a medida que se consumen.

**VOLVER**

### 22.4.4. DIAGRAMA DE FLUJO



**VOLVER**

### 22.4.5. REALIZACIÓN

Según se indica en el diagrama de flujo, la implantación del JIT se pueden dividir en cinco fases.

**VOLVER**

### 22.4.5.1. PRIMERA FASE: CÓMO PONER EL SISTEMA EN MARCHA

Esta primera fase establece la base sobre la cual se construirá la aplicación. La aplicación JIT exige un cambio en la actitud de la empresa, y esta primera fase será determinante para conseguirlo. Para ello será necesario dar los siguientes pasos:

Comprensión básica.

Análisis de coste/beneficio.

Compromiso.

Decisión si/no para poner en práctica el JIT.

Selección del equipo de proyecto para el JIT.

Identificación de la planta piloto.

**VOLVER**

### 22.4.5.2.SEGUNDA FASE: MENTALIZACIÓN, CLAVE DEL ÉXITO

Esta fase implica la educación de *todo* el personal. Se le ha llamado clave del éxito porque si la empresa escatima recursos en esta fase, la aplicación resultante podría tener muchas dificultades.

Un programa de educación debe conseguir dos objetivos:

Debe proporcionar una comprensión de la filosofía del JIT y su aplicación en la industria.

El programa debe estructurarse de tal forma que los empleados empiecen a aplicar la filosofía JIT en su propio trabajo.

No debemos confundir esta etapa de la educación con la formación. Educación significa ofrecer una visión más amplia, describir cómo encajan los elementos entre sí. La formación, en cambio, consiste en proporcionar un conocimiento detallado de un aspecto determinado.

**VOLVER**

### 22.4.5.3. Tercera fase: mejorar los procesos

El objetivo de las dos primeras fases es ofrecer el entorno adecuado para una puesta en práctica satisfactoria del JIT. La tercera fase se refiere a cambios físicos del proceso de fabricación que mejorarán el flujo de trabajo.

Los cambios de proceso tienen tres formas principales:

Reducir el tiempo de preparación de las máquinas.

Mantenimiento preventivo.

Cambiar a líneas de flujo.

El tiempo de preparación es el tiempo que se tarda en cambiar una máquina para que pueda procesar otro tipo de producto. Para mejorar estos tiempos se utilizan herramientas como el SMED (cambio rápido de producción). Un tiempo de preparación excesivo es perjudicial por dos razones principales. En primer lugar, es un tiempo durante el cual la máquina no produce nada, de modo que los tiempos de preparación largos disminuyen el

rendimiento de la máquina. En segundo lugar, cuanto más largo es, más grande tendería a ser el tamaño de lote, ya que, con un tiempo de preparación largo, no resulta económico producir lotes pequeños. Con los lotes grandes llegan los inconvenientes del alargamiento de los plazos de fabricación y aumento de los niveles de existencias.

A medida que disminuyen los niveles de existencias en una aplicación JIT, las máquinas poco fiables son cada vez más problemáticas. La reducción de los stocks de seguridad significa que si una máquina sufre una avería, les faltará material a las máquinas siguientes. Para evitar que esto suceda, a aplicación JIT deberá incluir un programa de mantenimiento preventivo para ayudar a garantizar una gran fiabilidad del proceso. Esto se puede conseguir delegando a los operarios la responsabilidad del mantenimiento rutinario.

El flujo de trabajo a través del sistema de fabricación puede mejorar sustituyendo la disposición más tradicional por líneas de flujo (normalmente en forma de U). De esta forma el trabajo puede fluir rápidamente de un proceso a otro, ya que son adyacentes, reduciéndose así considerablemente los plazos de fabricación.

**VOLVER**

#### **22.4.5.4. CUARTA FASE: MEJORAS EN EL CONTROL**

La forma en que se controle el sistema de fabricación determinará los resultados globales de la aplicación del JIT. El principio de la búsqueda de la simplicidad proporciona la base del esfuerzo por mejorar el mecanismo de control de fabricación:

Sistema tipo arrastre.

Control local en vez de centralizado.

Control estadístico del proceso.

Calidad en el origen (autocontrol, programas de sugerencias, etc.).

**VOLVER**

#### **22.4.5.5. QUINTA FASE: RELACIÓN CLIENTE-PROVEEDOR**

Constituye la fase final de la aplicación del JIT. Hasta ahora se han descrito los cambios internos cuya finalidad es mejorar el proceso de fabricación. Para poder continuar el proceso de mejora se debe integrar a los proveedores externos y a los clientes externos.

Esta quinta fase se debe empezar en paralelo con parte de la fase 2 y con las fases 3 y 4, ya que se necesita tiempo para discutir los requisitos del JIT con los proveedores y los clientes y los cambios que hay que realizar requieren tiempo.

Es importante la selección de proveedores en base a criterios logísticos (entre otros).

Con el JIT, el resultado neto es un aumento de la calidad, un suministro a más bajo coste, entrega a tiempo, con una mayor seguridad tanto para el proveedor como para el cliente.

**VOLVER**

**22.4.6.EJEMPLO DE APLICACIÓN**

Desde el momento que entra un material o componente al proceso de fabricación, hasta que sale el producto final, se están incluyendo una serie de fases como el transporte, los controles y la espera entre fases de fabricación sucesivas. De todas estas fases mencionadas, la fabricación es la única que añade valor al producto.

La reducción del tiempo de producción trae consigo numerosas ventajas. La figura 6.1 muestra un ciclo de fabricación clásico (sistema push), donde se ejecutan cuatro fases de fabricación consecutivas, con lotes de 1.000 unidades cada uno.

Si cada unidad requiere una media de 7 segundos de tiempo de proceso en cada fase, se completará un lote de 1.000 piezas en dos horas aproximadamente. Por lo tanto, el tiempo de producción requiere alrededor de 8 horas.

Supongamos que reducimos el tiempo de producción al mínimo posible. Esto se puede lograr trabajando con lotes de una sola unidad (figura 6.2), y limitando el número de unidades a una por cada fase. No se debe permitir que se acumule el material semielaborado, ya que las diversas fases no pueden realizar su tarea hasta que la fase siguiente esté lista para recibir las unidades semielaboradas. Es decir, sistema "pull".

En este ejemplo (figura 6.2), el tiempo de producción total es de alrededor de 30 segundos. Las ventajas obtenidas a causa de esta reducción de tiempo son las siguientes:

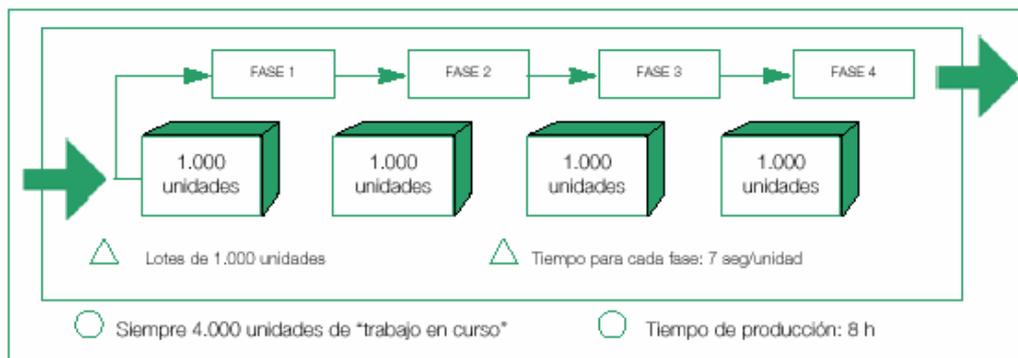
En cada momento, debemos contar como "trabajo en curso" solamente 4 unidades..

Supongamos que se descubre en la fase 4 que el producto tiene un defecto causado en la fase 1, o bien que ya era defectuoso el material al comienzo del ciclo de fabricación.

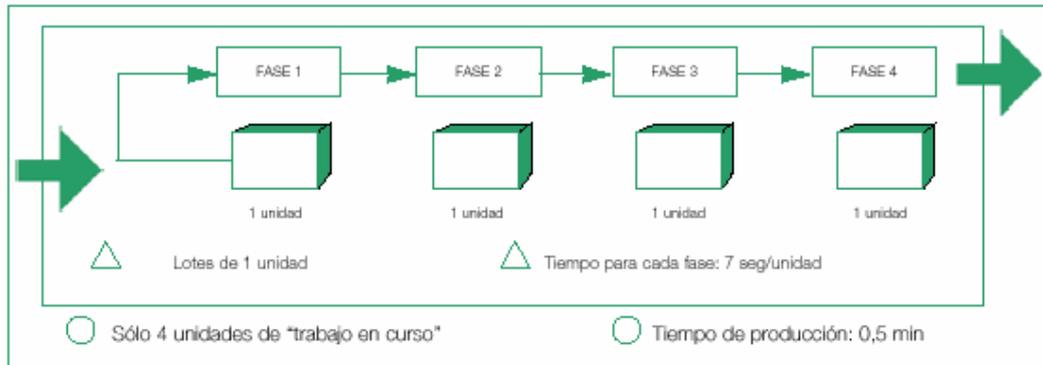
Si tenemos que reparar el material o, lo que es peor todavía, rechazarlo, el número de piezas afectadas será de 4 en vez de 4.000.

El coste de mantener el material en stock es mil veces menor de lo que sería para lotes de 1.000 unidades.

**PRODUCCIÓN POR LOTES Y SISTEMA "PUSH "**



## PRODUCCIÓN POR UNIDADES Y SISTEMA "PULL "



Si el cliente encarga un tipo de producto distinto, y lo desea recibir con urgencia, en el caso de lotes de una unidad podemos completar la fabricación antes de comenzar con el nuevo producto. En el caso de 4.000 unidades, habrá que retirarlas del ciclo de fabricación y almacenarlas o aumentar nuestro tiempo de respuesta.

Cuando se mantienen en inventario grandes cantidades de componentes, ya sea dentro del ciclo de fabricación o bien en almacén, existe siempre la posibilidad de que se vuelvan obsoletas. Este riesgo no existe con los lotes de una unidad.

Si el cliente desea modificar el componente que se está fabricando, y estamos utilizando

lotes de una unidad, podemos dar respuesta a su petición treinta segundos después de recibirla. Si los lotes fueran de 1.000 unidades, habría que completar el procesamiento de 4.000 unidades (una jornada de trabajo).

Cuando se almacenan componentes, especialmente en una línea de fabricación, existe el riesgo de que se mezclen con otros componentes en apariencia del mismo tipo, pero diferentes. Si la línea de fabricación no contiene ningún stock, es físicamente imposible, que se produzca este problema.

**VOLVER**

## 22.5 CINCO S

### 22.5.1. ¿QUÉ ME OFRECEN LAS CINCO S?

La metodología descrita puede ayudarle a realizar en su organización numerosas mejoras a bajo coste. Invierta unos minutos en leer, evalúe la situación en la que se encuentra su organización y decídase a mejorar.

A la hora de planificar la mejora de nuestras organizaciones frecuentemente nos vemos atraídos sólo por soluciones complejas. Hablar de organizar, ordenar y limpiar puede ser considerado por muchos como algo trivial o demasiado simple. Son conceptos que asociamos al ámbito doméstico y nunca al empresarial.

Sin embargo, estos tres conceptos tan sencillos en una primera impresión, son el primer paso que debe dar cualquier organización en su proceso de mejora y una premisa básica e imprescindible para aumentar la productividad y obtener un entorno seguro y agradable.

Cuando se infravaloran las actividades de Organización, Orden y Limpieza se desaprovecha una excelente oportunidad de mejora. Adoptando un plan sistemático de gestión que mantenga y mejore continuamente la Organización, el Orden y la Limpieza, se consigue de forma inmediata una mayor productividad y un mejor lugar de trabajo.

### 22.5.2. ¿PARA QUIÉN SON LAS 5S?

Para cualquier tipo de organización, ya sea industrial o de servicios, que desee iniciar el camino de la mejora continua. Las 5S son universales, se pueden aplicar en todo tipo de empresas y organizaciones, tanto en talleres como en oficinas, incluso en aquellos que aparentemente se encuentran suficientemente ordenados y limpios.

SIEMPRE SE PUEDEN EVITAR INEFICIENCIAS, EVITAR DESPLAZAMIENTOS, Y ELIMINAR DESPILFARROS DE TIEMPO Y ESPACIO.

**VOLVER**

### 22.5.3. ¿CUÁL ES SU OBJETIVO?

Mejorar y mantener las condiciones de organización, orden y limpieza en el lugar de trabajo. No es una mera cuestión de estética. Se trata de mejorar las condiciones de trabajo, de seguridad, el clima laboral, la motivación del personal y la eficiencia y, en consecuencia,

LA CALIDAD, LA PRODUCTIVIDAD Y LA COMPETITIVIDAD DE LA ORGANIZACIÓN.

**VOLVER**

### 22.5.4. ¿QUÉ SON LAS 5S?

Las operaciones de Organización, Orden y Limpieza fueron desarrolladas por empresas japonesas, entre ellas Toyota, con el nombre de 5S. Se han aplicado en diversos países con notable éxito. Las 5S son las iniciales de cinco palabras japonesas que nombran a cada una de las cinco fases que componen la metodología:

#### **SEIRI – ORGANIZACIÓN**

Consiste en identificar y separar los materiales necesarios de los innecesarios y en desprenderse de éstos últimos.

#### **SEITON – ORDEN**

Consiste en establecer el modo en que deben ubicarse e identificarse los materiales necesarios, de manera que sea fácil y rápido encontrarlos, utilizarlos y reponerlos.

#### **SEISO – LIMPIEZA**

Consiste en identificar y eliminar las fuentes de suciedad, asegurando que todos los medios se encuentran siempre en perfecto estado de salud.

#### **SEIKETSU - CONTROL VISUAL**

Consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra anormal, mediante normas sencillas y visibles para todos.

### **SHITSUK E- DISCIPLINA Y HÁBITO**

Consiste en trabajar permanentemente de acuerdo con las normas establecidas. Las tres primeras fases - ORGANIZACIÓN, ORDEN Y LIM-PIEZA - son operativas.

La cuarta fase - CONTROL VISUAL - ayuda a mantener el estado alcanzado en las fases anteriores -Organización, Orden y Limpieza - mediante la estandarización de las prácticas.

La quinta y última fase - DISCIPLINA Y HÁBITO - permite adquirir el hábito de su práctica y mejora continua en el trabajo diario.

Las CINCO FASES componen un todo integrado y se abordan de forma sucesiva, una tras otra.

**VOLVER**

### **22.5.5. ¿CÓMO SE PODRÍAN DEFINIR LAS 5S?**

Como un estado ideal en el que:

- los materiales y útiles innecesarios se han eliminado,
- todo se encuentra ordenado e identificado,
- se han eliminado las fuentes de suciedad,
- existe un control visual mediante el cual saltan a la vista las desviaciones o fallos, y
- todo lo anterior se mantiene y mejora continuamente.

**VOLVER**

### **22.5.6. ¿QUÉ NO SON LAS 5S?**

Las 5S no son los ZAFARRANCHOS DE LIMPIEZA que se organizan ante la visita del Consejo de Administración, políticos, clientes importantes o auditores.

- Las 5S no son UNA CUESTIÓN DE ESTÉTICA sino de funcionalidad y eficacia.

**VOLVER**

### **22.5.7. ¿QUÉ BENEFICIOS APORTAN LAS 5S?**

Aportan diversos beneficios. Vamos a señalar tres:

La implantación de las 5S se basa en el trabajo en equipo. Permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo. Los trabajadores se comprometen. Se valoran sus aportaciones y conocimiento.

#### **LA MEJORA CONTINUA SE HACE UNA TAREA DE TODOS.**

Manteniendo y mejorando asiduamente el nivel de 5S conseguimos una MAYOR PRODUCTIVIDAD que se traduce en:

Menos productos defectuosos.

Menos averías.

Menor nivel de existencias o inventarios.

Menos accidentes.

Menos movimientos y traslados inútiles.

Menor tiempo para el cambio de herramientas.

Mediante la Organización, el Orden y la Limpieza logramos un MEJOR LUGAR DE TRABAJO para todos, puesto que conseguimos:

Más espacio.

Orgullo del lugar en el que se trabaja.

Mejor imagen ante nuestros clientes.

Mayor cooperación y trabajo en equipo.

Mayor compromiso y responsabilidad en las tareas.

Mayor conocimiento del puesto.

**VOLVER**

### **22.5.8. CUESTIONARIO PARA LA REFLEXIÓN. SIGNIFICADO, PROPÓSITO Y CONTENIDO DE CADA UNA DE LAS 5S**

#### **22.5.8.1 ORGANIZACIÓN**

¿ESTÁ APROVECHADO EL ESPACIO EN SU ORGANIZACIÓN O EMPRESA AL MÁXIMO, DE MANERA EFICIENTE Y RACIONAL?

¿TODO EL MUNDO TIENE EL MATERIAL - DOCUMENTACIÓN Y HERRAMIENTAS - NECESARIO PARA DESARROLLAR SU LABOR?

Organizar es identificar, clasificar, separar y eliminar del puesto de trabajo todos los materiales innecesarios, conservando todos los materiales necesarios que se utilizan.

**VOLVER**

#### **22.5.8.2 ORDEN**

¿ENCUENTRA CUALQUIER HERRAMIENTA O DOCUMENTO EN MENOS DE 30 SEGUNDOS Y SIN NECESIDAD DE DESPLAZARSE DE SU PUESTO DE TRABAJO O DE PREGUNTAR A OTROS?

Ordenar es establecer la manera en que los materiales necesarios deben ubicarse e identificarse para que "cualquiera" pueda encontrarlos, usarlos y reponerlos de forma rápida y fácil. Con una correcta UBICACIÓN se consigue "UN LUGAR PARA CADA COSA Y CADA COSA EN SU LUGAR".

Limpiar consiste en mantener limpio el puesto asegurando que todo se encuentra siempre en perfecto estado de uso.

La limpieza implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar, los paños y las piezas deterioradas o dañadas, para lo que se deben establecer y aplicar procedimientos de limpieza.

La idea es actuar con un enfoque preventivo: NO SE TRATA DE LIMPIAR SINO DE EVITAR QUE SE ENSUCIE.

Mediante la IDENTIFICACIÓN se establece un lenguaje común: “UN NOMBRE PARA CADA COSA Y CADA COSA CON UN SOLO NOMBRE”.

**VOLVER**

### 22.5.8.3. LIMPIEZA

¿HA HABIDO EN SU EMPRESA AVERÍAS EN LA MAQUINARIA POR FALTA DE LIMPIEZA?

¿SE VE OBLIGADO A DEDICAR ALGUNA JORNADA A LIMPIAR EN VEZ DE TRABAJAR NORMALMENTE?

**VOLVER**

### 22.5.8.4. CONTROL VISUAL

El Control Visual consiste en distinguir fácilmente una situación normal de otra que no lo es, mediante una norma visible para todos a través de dispositivos y soportes visuales (manómetros, contadores, marcas que denotan la ausencia de una herramienta o el agotamiento de un material).

Para que el Control Visual sea eficaz requiere que se establezca también cómo actuar en caso de desviación. El Control Visual ayuda a mantener las tres fases anteriores.

Es un control “por excepción”, que permite identificar con rapidez las situaciones o el funcionamiento no normal.

**VOLVER**

### 22.5.8.5. DISCIPLINA Y HÁBITO

¿ESTÁ SU LUGAR DE TRABAJO MEJOR ORGANIZADO, MÁS LIMPIO Y ORDENADO QUE HACE UN AÑO?

Disciplina y Hábito consiste en trabajar permanente-mente de acuerdo con las normas establecidas, asumiendo el compromiso de todos para mantener y mejorar el nivel de Organización, Orden y Limpieza en la actividad diaria.

En el contexto de las 5S el término “DISCIPLINA” no implica una obligación impuesta por otros. DISCIPLINA ES ACTUAR DE ACUERDO A LO QUE SE HAYA ACORDADO ENTRE TODOS POR PROPIA CONVICCIÓN.

El HÁBITO se crea mediante la actuación repetida siguiendo las normas. La práctica constante, refuerza los hábitos correctos.

Si no hay disciplina y no se adquieren los hábitos correctos, por no seguir las normas y procedimientos diseñados en cada fase, todo el trabajo y esfuerzo personal realizado durante la implantación de las cuatro primeras S habrá servido de muy poco.

¿PUEDE ALGUIEN AJENO A UN DEPARTAMENTO O SECCIÓN DE SU ORGANIZACIÓN O EMPRESA VER QUE ALGO NO ESTÁ UBICADO O NO FUNCIONA CORRECTAMENTE?

SI ESTA PERSONA DETECTA UNA SITUACIÓN INCORRECTA ¿TIENE LAS INDICACIONES NECESARIAS Y SUFICIENTES PARA ACTUAR EN CONSECUENCIA SIN DEPENDER DE OTRAS PERSONAS?

Se volverá a la situación anterior en cuestión de meses o quizá de semanas. Se habrá perdido una excelente oportunidad de mejora, con el consiguiente desánimo de todos. Esta fase de “Disciplina y Hábito” es importante y absolutamente necesaria para mantener las anteriores.

**VOLVER**

### 22.5.9 CÓMO APLICAR LA METODOLOGÍA DE IMPLANTACIÓN AUTÓNOMA 5S

No se asuste, pero la metodología tiene dos fases de implantación, por las que hay que pasar sucesivamente, y varias etapas que hay que cubrir para cada una de las 5S. Ya le habíamos dicho que esto no tiene nada que ver con el orden doméstico ni con los zafarranchos de limpieza previos a la visita del Presidente. ¿Para qué si íbamos a preocuparnos de desarrollar toda una metodología de autoimplantación?. Tranquilo, con una APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA EN GRUPO el éxito está garantizado. Respire y continúe leyendo, por favor.

**VOLVER**

#### 22.5.9.1 DOS FASES: - ÁREA PILOTO – GENERALIZACIÓN

PRIMERAMENTE SE REALIZA LA IMPLANTACIÓN EN UN ÁREA PILOTO.

De esta forma: - se aprende la metodología, - se concentran esfuerzos y se asegura el éxito, con lo cual - se cuenta con un claro ejemplo de mejora que estimula a la organización. Para llevar a cabo esta fase hay que elegir un equipo y un “facilitador”. El facilitador es la persona encargada de impartir la formación y proporcionar al equipo los medios necesarios. El éxito de la tarea requiere un fuerte compromiso por parte de la dirección y una dedicación de recursos - principalmente tiempo - durante las tres primeras S.

POSTERIORMENTE LA IMPLANTACIÓN SE EXTIENDE DE FORMA PROGRESIVA AL RESTO DE ÁREAS DE LA ORGANIZACIÓN.

**VOLVER**

#### 22.5.9.2 DEDICACIÓN

No deben subestimarse los medios personales requeridos para desarrollar un proyecto de 5S. En gran medida, el tiempo a dedicar por los participantes en el proyecto dependerá de la situación de partida de la organización o empresa y del nivel de profundidad que se persiga en su ejecución. También influirá la intensidad con que se planifique el proyecto, es decir, la duración prevista para su ejecución.

**VOLVER**

#### 22.5.9.3 PARTICIPANTES EN LA IMPLANTACIÓN DE LAS 5S.

Todos los niveles de la empresa u organización deberán tomar parte en la implantación.

##### LA DIRECCIÓN

Es la máxima responsable del Programa 5 S. Se necesita un firme convencimiento por su parte sobre la importancia de la Organización, el Orden y la Limpieza como disciplina básica en la actividad diaria de la empresa u organización para que un Programa 5S tenga éxito. El máximo responsable de la organización y su equipo directivo han de desempeñar un papel activo en el proceso, especialmente en las primeras experiencias de implantación.

Sus funciones consisten en:

Liderar el Programa 5 S.

Mantener un compromiso activo.

Promover la participación de todos los implicados.

Dar seguimiento al programa.

Una vez seleccionada el área de intervención, la Dirección debe designar a los miembros del equipo de proyecto que se encargará de llevar a cabo la implantación. Este equipo estará integrado por un facilitador y cinco ó seis personas que estén estrechamente relacionadas con el área seleccionada.

### EL FACILITADOR

Es la persona que va a coordinar el proyecto, guiando al equipo en la implantación de la metodología. Dado el contenido de su intervención, tendrá una dedicación personal intensa durante el desarrollo del proyecto.

Como líder del equipo que desarrolla el proceso de implantación, sus funciones son:

Formar a los miembros del equipo de proyecto en la metodología 5S

Ayudar a la Dirección en la planificación del proceso global de implantación de las 5S.

Asegurar la disponibilidad de los medios logísticos necesarios, la eficacia de las reuniones y cualquier otra actividad de grupo.

Coordinar la ejecución de tareas y revisar el ritmo de ejecución.

Aportar orientación y guía al equipo, actuando como un consultor interno.

Velar por el seguimiento riguroso de la metodología.

Informar a la Dirección sobre la evolución del proyecto.

Asegurar la permanente actualización de los indicadores en el Panel 5S.

Velar por el mantenimiento y mejora de la situación alcanzada tras el proceso de implantación.

Transferir la experiencia a otras áreas, guiando el proceso de extensión de la metodología y canalizando el conocimiento sobre 5S en la empresa.

Ser un experto conocedor de la metodología 5S, formarse continuamente y aprovechar todas las oportunidades de aprendizaje que se presentan.

Y, especialmente, ser un buen dinamizador de equipos.

### EL RESTO DE MIEMBROS DEL EQUIPO

Deben ser cinco ó seis personas que trabajen en el área donde se van a implantar las 5S.

Por ejemplo, el equipo lo puede formar:

El jefe de área.

Un encargado o mando intermedio.

Uno o dos Operarios / Empleados.

Un miembro de Mantenimiento, si el proyecto se desarrolla en Taller.

Sus funciones son:

Conocer los conceptos y metodología 5S.

Programar la ejecución de cada fase del proyecto.

Ayudar al facilitador en la formación del resto del personal del área de trabajo.

Reunir información y analizar en equipo la situación actual.

Proponer ideas de mejora y decidir en grupo las soluciones a implantar.

Establecer los planes de acción y ejecutar las acciones acordadas en cada fase del proceso de implantación. - Efectuar el seguimiento y analizar los indicadores del panel 5S

Proponer acciones correctoras ante las desviaciones o evoluciones negativas del nivel de Organización, Orden y Limpieza.

### OTROS PARTICIPANTES

Además de estos participantes directos, otras personas pueden desempeñar un papel dinamizador u obstaculizador, según el caso, en el proyecto.

Ser un obstáculo o una ayuda dependerá de:

El comportamiento personal.

La colaboración en la ejecución de las acciones.

La rapidez y calidad en la prestación de sus servicios.

Por eso, la Dirección debe asegurarse que todos los interesados en el desarrollo o resultado del proyecto, estén bien informados desde la fase inicial y durante su avance.

**VOLVER**

### 22.5.9.4 ETAPAS A CUBRIR EN CADA UNA DE LAS 5S.

Cada una de la 5S se desarrolla e implanta a través de una serie de etapas. Esta serie es la misma para cada una de las 5S. Se comienza con unas sesiones de formación que resultan absolutamente necesarias para comprender la finalidad de lo que se va a hacer, motivar al equipo, definir nuevos conceptos, etc...

A continuación se visita de forma activa y estructurada el lugar de trabajo para comprobar la necesidad de mejora en la fase que se esté llevando a cabo, hablando de hechos y "tocando" aquello que estamos sometiendo a 5S.

Se rellenan plantillas, se toman fotografías y se realizan actividades de ejecución física. La siguiente etapa es una actividad creativa y resolutive en la que se toman decisiones y se formulan acciones para corregir las situaciones problemáticas identificadas durante la visita al área de trabajo.

Hacia el final de todo el proceso, se emprenden acciones para reforzar la situación conseguida tras las mejoras implantadas, actuando sobre las causas de los problemas para evitar su repetición y documentando la forma de proceder.

**VOLVER****22.6 SEIS SIGMA**

Seis Sigma, es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente, en un manejo eficiente de los datos y metodologías y diseños robustos, que permite eliminar la variabilidad en los procesos y alcanzar un nivel de defectos menor o igual a 3,4 defectos por millón !. Adicionalmente, otros efectos obtenidos son: reducción de los tiempos de ciclo, reducción de los costos, alta satisfacción de los clientes y más importante aún, efectos dramáticos en el desempeño financiero de la organización.

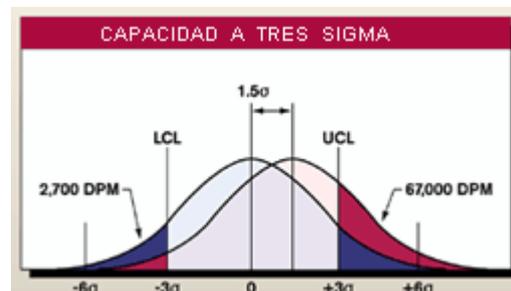
**VOLVER****22.6.1 INTRODUCCIÓN**

La idea de un "porcentaje de error aceptable" (a veces denominado un "nivel de calidad aceptable") es un curioso remanente de la era del "control" de calidad. En aquellos tiempos, se podían encontrar maneras de justificar estadísticamente las naturales fallas humanas, sosteniendo que nadie podía ser posiblemente perfecto. De modo que si el 100% es inalcanzable, ¿por qué no conformarse con el 99%, e incluso con el 95%? Entonces, si alcanzáramos el 96,642%, podríamos dar una fiesta y celebrar el hecho de haber superado los objetivos. La cuestión es que el 96,642% significa que de 100.000 transacciones efectuadas por un servicio, 3.358 resultarían desfavorables. Como los fallos de uno entre mil paracaidistas. Los clientes insatisfechos, aquellos que habrían estado fuera del porcentaje de transacciones perfectas, no regresarían jamás.

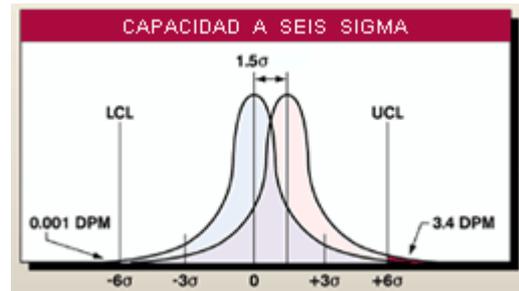
En general, los procesos estándar tienden a comportarse dentro del rango de tres (3) Sigma, lo que equivale a un número de defectos de casi 67.000 por millón de oportunidades (DPMO), si ocurre un desplazamiento de 1,5 Sigma; esto significa un nivel de calidad de apenas 93,32 %, en contraposición con un nivel de 99,9997 % para un proceso de Seis Sigma. Comparativamente, un proceso de Tres Sigma es 19.645 veces más malo (produce más defectos) que uno de Seis Sigma.

Su aplicación requiere del uso intensivo de herramientas y metodologías estadísticas (en su mayoría) para eliminar la variabilidad de los procesos y producir los resultados esperados, con el mínimo posible de defectos, bajos costos y máxima satisfacción del cliente. Esto contrasta con la forma tradicional de asegurar la calidad, al inspeccionar post-mortem y tratar de corregir los defectos, una vez producidos.

Un proceso con una curva de capacidad afinada para seis (6) sigma, es capaz de producir con un mínimo de hasta 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO), lo que equivale a un nivel de calidad del 99.9997 %.



Este nivel de calidad se aproxima al ideal del cero-defectos y puede ser aplicado no solo a procesos industriales de manufactura, sino también en procesos transaccionales y comerciales de cualquier tipo, como por ejemplo: en servicios financieros, logísticos, mercantiles, etc.



Quizá la contribución más importante para el auge y desarrollo actual de Seis Sigma, haya sido el interés y esfuerzo dedicado para su implantación en toda G.E., desde sus divisiones financieras, hasta sus divisiones de equipos médicos y de manufactura. La fuerza impulsora que apuntaló y apoyó esta iniciativa: Jack Welch, CEO de G.E. *"Miren, Solamente tengo tres cosas que hacer: tengo que seleccionar a las personas correctas, asignar la cantidad adecuada de dólares y transmitir ideas de una división a otra a la velocidad de la luz. Así que realmente estoy en el negocio de promover y transmitir ideas"*.

"cada día 67.000 norteamericanos pasan por un quirófano. Un porcentaje de éxitos quirúrgicos del 99% significaría que 66.330 personas saldrían de la anestesia sin otra dificultad que tratar de operar el control remoto del aparato de televisión del hospital. Pero ¿qué sucedería con los pocos desafortunados que no entraran dentro de la categoría del "error aceptable"? Cada día, 670 de nuestros amigos, vecinos, parientes y seres queridos experimentarían complicaciones, o morirían, como resultado de los fracasos quirúrgicos aceptables" Así pues un rendimiento del 99% sería un alto promedio, pero no muy admirable como porcentaje de éxitos quirúrgicos.

¿Qué pasaría si nos apartáramos de esa norma de calidad y estableciéramos una ambiciosa meta del 99,9%? ¿Sería aceptable?

Si el 99,9% fuera la verdadera norma de rendimiento alcanzada en algunas actividades corrientes: (datos correspondientes a EE.UU.):

- ➔ Las guarderías de hospitales entregarían 12 bebés por día a padres que no corresponden.
- ➔ Las instituciones financieras descontarían 22.000 cheques de cuentas bancarias equivocadas....cada 60 minutos.
- ➔ Los servicios de telecomunicaciones transmitirían 1.314 llamadas erróneas .....cada 60 minutos.
- ➔ Los productores cinematográficos utilizarían 811.000 rollos de películas defectuosos para filmar escenas.

En los siguientes 12 meses:

- ➔ Se fabricarían 268.500 neumáticos defectuosos
- ➔ Se procesarían incorrectamente 103.260 impuestos defectuosos sobre los réditos.
- ➔ 5.517.200 cajones de gaseosas contendrían bebidas sin efervescencia.
- ➔ Se emitirían 20.000 recetas medicinales incorrectas.

➔ Se gastarían 761.900 dólares en cintas magnetofónicas y discos compactos que no se podrían reproducir.

98% bien = 3,6 sigma	99,9997% bien = 6 sigma
• 14 horas de corte de luz al mes (cualquier eléctrica)	• 9 segundos de corte de luz al mes
• 150 vuelos retrasados a la semana (Iberia)	• 1 vuelo retrasado al año
• 300.000 cartas extraviadas cada día (Correos)	• 51 cartas extraviadas cada día
• 1. 000 intervenciones quirúrgicas incorrectas al mes (Insalud)	• 2 intervenciones quirúrgicas incorrectas al año

Por suerte las cosas funcionan mejor de lo previsto, así los informes reales muestran que de los 67.000 pacientes quirúrgicos diarios, antes citados, solamente 25 no lograrían salir del trance en la actualidad. Esto significa un 0,000037, o sea, un 0,037%, lo que equivale a un promedio de éxito del 99,963% (15 veces mejor que la norma del 99,9%). En el caso de las aerolíneas, si se consideran los accidentes como defectos, su nivel actual sería de 6,5 Sigma. Pero en el manejo del equipaje, el nivel es apenas del 3,5 Sigma.

Cuando Hewlett-Packard examinó 300.000 semiconductores de tres empresas de Estados Unidos y de tres de Japón, descubrió que el porcentaje de fallas de los chips norteamericanos era superior al 0,1%, en tanto que las fallas de los chips japoneses en el mismo período fue cero.

En los años ochenta la TQM (Gestión de Calidad Total) fue muy popular, pero sufrió un proceso de desgaste y en muchas empresas de agonía. Era necesario generar un método que motivará un liderazgo por la calidad. Esto se dio con Seis Sigma en función de tres características:

1. Seis Sigma está enfocado en el cliente.
2. Los proyectos Seis Sigma producen grandes retornos sobre la inversión. En un artículo de la Harvard Business Review, Sasser y Reichheld señalan que las compañías pueden ampliar sus ganancias en casi un 100% si retienen sólo un 5% más de sus clientes gracias al logro un alto grado de calidad.
3. Seis Sigma cambia el modo que opera la dirección. Seis Sigma es mucho más que proyectos de mejora. La dirección y los supervisores aprenden nuevos enfoques en la forma de resolver problemas y adoptar decisiones.

**VOLVER**

### 22.6.2 ¿QUIENES UTILIZAN SEIS SIGMA?

Empresas comprometidas con la satisfacción del cliente en la entrega oportuna de productos y servicios, libres de defectos y a costos razonables. Algunos ejemplos: Motorola, Allied Signal, G.E., Polaroid, Sony, Lockheed, NASA, Black & Decker, Bombardier, Dupont, Toshiba, etc.

Por ejemplo, Motorola entre 1987 y 1994 redujo su nivel de defectos por un factor de 200. Redujo sus costos de manufactura en 1,4 billones de dólares. Incrementó la productividad de sus empleados en un 126,0 % y cuadruplicó el valor de las ganancias de sus accionistas.

Los resultados para Motorola hoy en día son los siguientes: Incremento de la productividad de un 12,3 % anual; reducción de los costos de mala calidad sobre un 84,0 %; eliminación

del 99,7 % de los defectos en sus procesos; ahorros en costos de manufactura sobre los Once Billones de dólares y un crecimiento anual del 17,0 % compuesto sobre ganancias, ingresos y valor de sus acciones.

**VOLVER**

### 22.6.3 COSTES DE MALA CALIDAD

Cuando se determinan inicialmente los costes de calidad las categorías incluidas son las que resultan visibles sin tener en cuenta la parte de abajo del iceberg:

**CMC varían entre 15-25% del Coste Total**



A medida que una empresa amplía el concepto de la mala calidad, la parte oculta del iceberg se hace visible:

**Ocultos 75-85% del CMC**



**VOLVER**

**22.6.4 MÉTODO ESTRUCTURADO Y FLEXIBLE**



Una iniciativa estratégica de alto nivel para avanzar de forma rápida por el camino de la excelencia empresarial.

Desde en punto de vista de un proceso es un enfoque sistemático para reducir defectos que afectan a los que es crítico para el cliente (externo e interno).

Se utilizan herramientas estadísticas, junto con dispositivos que observan las variables de los procesos y sus relaciones, que ayudan a gestionar sus características.

**VOLVER**

**22.6.5 ¿EN QUÉ ESTA BASADO SEIS SIGMA?**

**El cliente:**

Cualquiera que recibe un producto, servicio o información

**La oportunidad:**

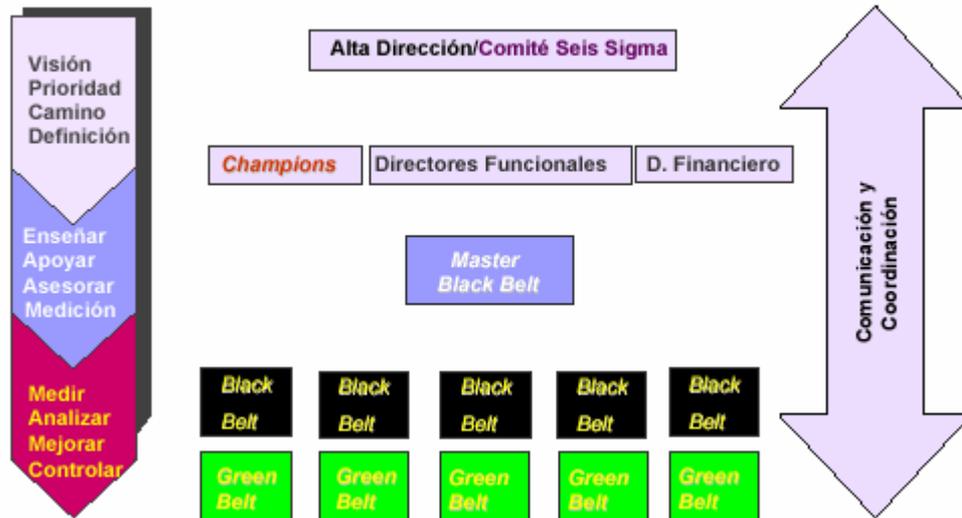
Cada oportunidad de hacer las cosas bien o mal

**Éxitos vs. Defectos:**

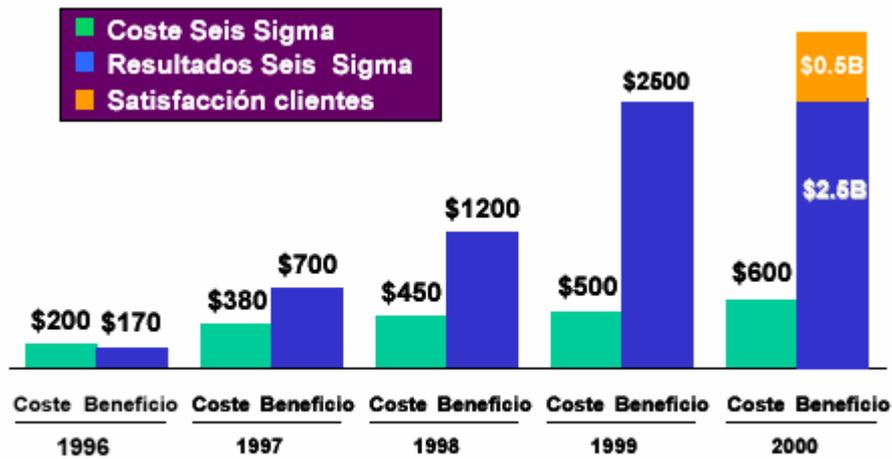
Cada resultado de una oportunidad que alcanza o no la especificación del cliente

**VOLVER**

22.6.6 ESTRUCTURA DE PROYECTOS PARA SEIS SIGMA

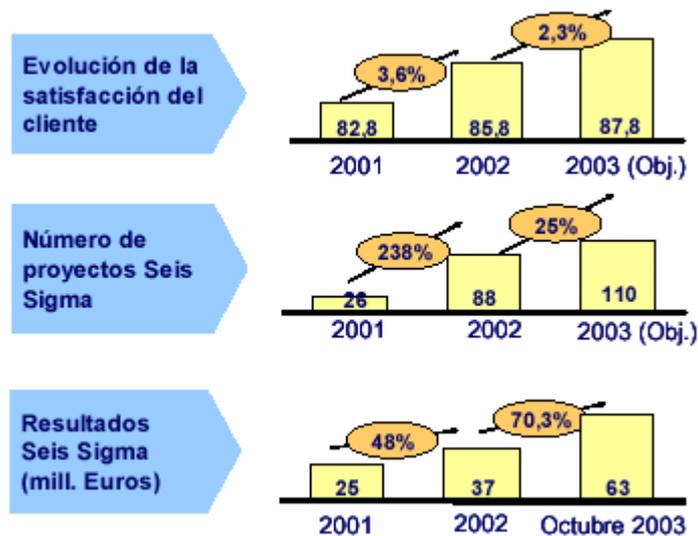


PROGRESO EN SEIS SIGMA DE GENERAL ELECTRIC



3 Billones de \$ en 2000 ... Los clientes y accionistas lo apreciaron!

PROGRESO EN SEIS SIGMA DE TELEFÓNICA



**VOLVER**

22.6.7 ¿Qué implica Seis Sigma?

Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión.

Seis Sigma es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento. Seis Sigma pone primero al cliente y usa hechos y datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Seis Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- ➔ Mejorar la satisfacción del cliente
- ➔ Reducir el tiempo del ciclo
- ➔ Reducir los defectos

Las mejoras en estas áreas representan importantes ahorros de costes, oportunidades para retener a los clientes, capturar nuevos mercados y construirse una reputación de empresa de excelencia.

Podemos definir Seis Sigma como:

1. Una medida estadística del nivel de desempeño de un proceso o producto.
2. Un objetivo de lograr casi la perfección mediante la mejora del desempeño.
3. Un sistema de dirección para lograr un liderazgo duradero en el negocio y un desempeño de primer nivel en un ámbito global.

La letra griega minúscula sigma se usa como símbolo de la desviación estándar, siendo ésta una forma estadística de describir cuánta variación existe en un conjunto de datos.

La medida en sigma se desarrolló para ayudarnos a:

1. Enfocar las medidas en los clientes que pagan por los bienes y servicios. Muchas medidas sólo se concentran en los costes, horas laborales y volúmenes de ventas, siendo éstas medidas que no están relacionadas directamente con las necesidades de los clientes.
2. Proveer un modo consistente de medir y comparar procesos distintos.

El primer paso para calcular el nivel sigma o comprender su significado es entender qué esperan sus clientes. En la terminología de Seis Sigma, los requerimientos y expectativas de los clientes se llaman CTQs (Críticos para la Calidad).

Se usa la medida en sigma para observar que tan bien o mal operan los procesos y darle a todos una manera común de expresar dicha medida.

Niveles De Desempeño En Sigma

Nivel en sigma	Defectos por millón de oportunidades
6	3,40
5	233,00
4	6.210,00
3	66.807,00
2	308.537,00
1	690.000,00

Cuando una empresa viola requerimientos importantes del cliente, genera defectos, quejas y costes. Cuanto mayor sea el número de defectos que ocurran mayor será el coste de corregirlos, como así también el riesgo de perder al cliente.

La meta de Seis Sigma es ayudar a la gente y a los procesos a que aspiren a lograr entregar productos y servicios libres de defectos. Si bien Seis Sigma reconoce que hay lugar para los defectos pues estos son inherentes a los procesos mismos, un nivel de funcionamiento correcto del 99,9997 por 100 implica un objetivo donde los defectos en muchos procesos y productos son prácticamente inexistentes.

La meta de Seis Sigma es especialmente ambiciosa cuando se tiene en cuenta que antes de empezar con una iniciativa de Seis Sigma, muchos procesos operan en niveles de 1, 2 y 3 sigma, especialmente en áreas de servicio y administrativas.

Debemos tener en cuenta que un cliente insatisfecho lo contará su desafortunada experiencia a entre nueve y diez personas, o incluso más si el problema es serio. Y por otro lado el mismo cliente sólo se lo dirá a tres personas si el producto o servicio lo ha satisfecho. Ello implica que un alto nivel de fallos y errores son una fácil ruta a la pérdida de clientes actuales y potenciales.

Como sistema de dirección, Seis Sigma no es propiedad de la alta dirección más allá del papel crítico que esta desempeña, ni impulsado por los mandos intermedios (a pesar de su participación clave). Las ideas, soluciones, descubrimientos en procesos y mejoras que surgen de Seis Sigma están poniendo más responsabilidad a través del empowerment y la participación, en las manos de la gente que está en las líneas de producción y/o que trabajan directamente con los clientes.

"Seis Sigma es pues, un sistema que combina un fuerte liderazgo con el compromiso y energía de la base".

**VOLVER**

### 22.6.8 LOS SEIS PRINCIPIOS DE SEIS SIGMA

#### **Principio 1: Enfoque genuino en el cliente**

El enfoque principal es dar prioridad al cliente. Las mejoras Seis Sigma se evalúan por el incremento en los niveles de satisfacción y creación de valor para el cliente.

#### **Principio 2: Dirección basada en datos y hechos**

El proceso Seis Sigma se inicia estableciendo cuales son las medidas claves a medir, pasando luego a la recolección de los datos para su posterior análisis. De tal forma los problemas pueden ser definidos, analizados y resueltos de una forma más efectiva y permanente, atacando las causas raíces o fundamentales que los originan, y no sus síntomas.

#### **Principio 3: Los procesos están donde está la acción**

Seis Sigma se concentra en el procesos, así pues dominando éstos se lograrán importantes ventajas competitivas para la empresa.

#### **Principio 4: Dirección proactiva**

Ello significa adoptar hábitos como definir metas ambiciosas y revisarlas frecuentemente, fijar prioridades claras, enfocarse en la prevención de problemas y cuestionarse por qué se hacen las cosas de la manera en que se hacen.

#### **Principio 5: Colaboración sin barreras**

Debe ponerse especial atención en derribar las barreras que impiden el trabajo en equipo entre los miembros de la organización. Logrando de tal forma mejor comunicación y un mejor flujo en las labores.

#### **Principio 6: Busque la perfección**

Las compañías que aplican Seis Sigma tienen como meta lograr una calidad cada día más perfecta, estando dispuestas a aceptar y manejar reveses ocasionales.

**VOLVER**

### **22.6.9 ¿COMO SE DETERMINA EL NIVEL DE SIGMA?**

En primer lugar debemos definir y aclarar términos y conceptos:

Sigma ( $\sigma$ ) es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos. Sigma cuantifica la dispersión de esos valores respecto al valor medio y, por tanto, fijados unos límites de especificación por el cliente, superior e inferior, respecto al valor central objetivo, cuanto menor sea sigma, menor será el número de valores fuera de especificaciones y, por tanto, el número de defectos.

De tal forma en la escala de calidad de Seis Sigma se mide el número de sigmas que caben dentro del intervalo definido por los límites de especificación, de modo que cuanto mayor sea el número de sigmas que caben dentro de los límites de especificación, menor será el valor de sigma y por tanto, menor el número de defectos.

La diferencia entre la Tolerancia Superior (TS) y la Tolerancia Inferior (TI) dividido por el desvío estándar nos da la cantidad (o nivel) de sigmas (z).

La Capacidad del Proceso para un nivel 6 sigma es igual a 2, resultante dividir la diferencia entre las Tolerancias Superior e Inferior por seis sigma.

En un nivel 6 sigma entran en el espacio existente entre la Tolerancia Superior (TS) y la Tolerancia Inferior (TI) un total de 12 sigmas.

Siempre que la medición esté dentro del intervalo TS-TI diremos que el producto o servicio es conforme o de calidad. En este caso se siguen las ideas de Crosby, quien considera la calidad como sinónimo de cumplimiento de las especificaciones.

Así pues cuando más cercanos estén los valores de las mediciones al Valor Central Óptimo, más pequeño será es valor de sigma, y de tal forma mayor números de sigmas entrarán dentro de los límites de tolerancia.

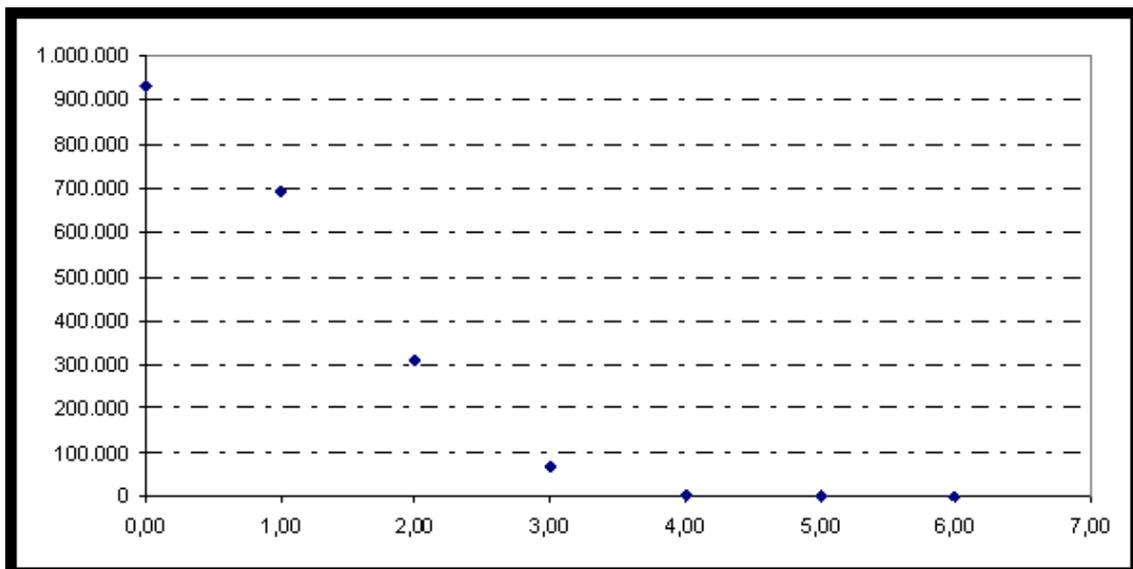
Así tenemos pues, partiendo de los ejes de coordenadas ubicadas en el ángulo superior izquierdo una curva con pendiente negativa, correspondiente a la relación existente entre el desvío estándar (sigma) y la cantidad de sigmas (z). Cuanto mayor sea el valor de sigma menor es el valor de z (cantidad de sigmas), y por el contrario el disminuir el valor de sigma la cantidad de sigmas que entran dentro de los límites de tolerancias aumentan.

En los ejes de coordenadas del ángulo superior derecho tenemos una curva de pendiente positiva, la cual indica que al aumentar el nivel de z se incrementa el rendimiento del proceso (%).

En el ángulo inferior derecho tenemos una curva con pendiente negativa, lo cual nos indica que al aumentar el rendimiento la cantidad de defectos por millón de oportunidades (DPMO) disminuye.

En el ángulo inferior izquierdo la curva es de pendiente positiva e indica que al aumentar la cantidad de DPMO el valor de sigma aumenta, en tanto que si el nivel de DPMO disminuye el valor de sigma también decrece.

DPMO



Nivel de Sigma

Calcular el nivel de sigmas para la mayoría de los procesos es bastante fácil. Dado un determinado producto o servicio, se determinan los factores críticos de calidad (FCC), luego se multiplican estos por la cantidad de artículos producidos obteniéndose el total de defectos factibles (oportunidades de fallos). Si dividimos los fallos detectados (con los distintos sistemas de medición en función del tipo de bien o servicio) por el total de defectos factibles (TDF) y luego lo multiplicamos por un millón obtenemos los defectos por millón de oportunidades (DPMO). Luego revisando la tabla de sigma se tienen los niveles de sigma.

Los factores críticos de calidad pueden ser determinados tanto por los clientes internos como externos, y serán aplicados a las distintas etapas de los diversos procesos.

En cuanto a la metodología de medición, ésta se efectuará por muestreo interno (mediciones) o mediante requisitoria (cuestionario) para la totalidad o parte de los consumidores.

Así si para un producto se han determinado 12 factores críticos de calidad (FCC) y se han producido un total de 250.000 artículos, tomando una muestra de 1.500, el total de defectos factibles es de (1.500 x 12) 18.000. Si el total de errores o fallos detectados asciende a 278, ellos implica que tenemos 15.444,44 DPMO (resultante de dividir 278 por los 18.000 y multiplicarlos por 1.000.000). Para este nivel de DPMO la cantidad de sigmas es de 3,67 (lo cual implica un rendimiento entre el 99,80 y el 99,87 por ciento).

**VOLVER**

**22.6.10 TABLA DE CONVERSIÓN: NIVEL EN SIGMA A PARTIR DE LOS DPMO**

Rendimiento (%)	NIVEL EN SIGMA	DPMO	Rendimiento (%)	NIVEL EN SIGMA	DPMO
6,68	0,00	933200	93,32	3,00	66800
8,455	0,13	915450	94,79	3,13	52100
10,56	0,25	894400	95,99	3,25	40100
13,03	0,38	869700	96,96	3,38	30400
15,87	0,50	841300	97,73	3,50	22700
19,08	0,63	809200	98,32	3,63	16800
22,66	0,75	773400	98,78	3,75	12200
26,595	0,88	734050	99,12	3,88	8800
30,85	1,00	691500	99,38	4,00	6200
35,435	1,13	645650	99,565	4,13	4350
40,13	1,25	598700	99,7	4,25	3000
45,025	1,38	549750	99,795	4,38	2050
50	1,50	500000	99,87	4,50	1300
54,975	1,63	450250	99,91	4,63	900
59,87	1,75	401300	99,94	4,75	600
64,565	1,88	354350	99,96	4,88	400
69,15	2,00	308500	99,977	5,00	230
73,405	2,13	265950	99,982	5,13	180
77,34	2,25	226600	99,987	5,25	130
80,92	2,38	190800	99,992	5,38	80
84,13	2,50	158700	99,997	5,50	30
86,97	2,63	130300	99,99767	5,63	23,35
89,44	2,75	105600	99,99833	5,75	16,7
91,545	2,88	84550	99,999	5,88	10,05
			99,99966	6,00	3,4

**VOLVER**

### 22.6.11 Método de Resolución de Problemas

Se ha desarrollado como sistema para la resolución de problemas el método DMAMC (Definir-Medir-Analizar-Mejorar-Controlar).

Este método es llevado a la práctica por grupos especialmente formados a los efectos de dar solución a los diversos problemas u objetivos de la compañía.

Las claves del DMAMC se encuentran en:

1. Medir el problema. Siempre es menester tener una clara noción de los defectos que se están produciendo en cantidades y expresados también en valores monetarios.
2. Enfocarse en el cliente. Las necesidades y requerimientos del cliente son fundamentales, y ello debe tenerse siempre debidamente en consideración.

3. Verificar la causa raíz. Es menester llegar hasta la razón fundamental o raíz, evitando quedarse sólo en los síntomas.
4. Romper con los malos hábitos. Un cambio de verdad requiere soluciones creativas.
5. Gestionar los riesgos. El probar y perfeccionar las soluciones es una parte esencial de la disciplina Seis Sigma.
6. Medir los resultados. El seguimiento de cualquier solución es verificar su impacto real.
7. Sostener el cambio. La clave final es lograr que el cambio perdure.

#### Definir el problema

Debe definirse claramente en que problema se ha de trabajar?, porqué se trabaja en ese problema en particular?, quién es el cliente?, cuáles son los requerimientos del cliente?, cómo se lleva a cabo el trabajo en la actualidad?, cuáles son los beneficios de realizar una mejora?.

Siempre debe tenerse en cuenta que definir correctamente un problema implica tener un 50% de su solución. Un problema mal definido llevará a desarrollar soluciones para falsos problemas.

#### Medir

El medir persigue dos objetivos fundamentales:

1. Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.
2. Nos permiten y facilitan identificar las causas reales del problema.

El conocimiento de estadística se hace fundamental. "La calidad no se mejora, a no ser que se la mida".

#### Analizar

El análisis nos permite descubrir la causa raíz. Para ello se hará uso de las distintas herramientas de gestión de la calidad. Ellas son las siete herramientas estadísticas clásicas y las nuevas siete herramientas. Las herramientas de análisis deben emplearse para determinar dónde estamos, no para justificar los errores.

Al respecto cabe acotar que el Diagrama de Pareto es a los efectos de darle prioridad a los factores que mayor importancia tienen en la generación de fallos o errores, pero no debe significar dejar de atender las demás causas. Al respecto Crosby señala que "a los numerosos pero triviales ni siguiera les hacen caso; les dejan que envenenen el producto o servicio para el consumidor. Consideran que no vale la pena dedicar tiempo a solucionarlos. En cambio para un auténtico enfoque de cero defectos, todos los elementos son importantes".

#### Mejorar

En esta etapa asume una preponderancia fundamental la participación de todos los participantes del proceso, como así también la capacidad creativa, entre los cuales se encuentran el uso de nuevas herramientas como el Pensamiento Lateral y la Programación Neuro-Lingüística (PNL).

La fase de mejora implica tanto el diseño como la implementación. En esta fase de diseño es muy importante la actividad de Benchmarking a los efectos de detectar en otras

unidades de la misma empresa o en otras empresas (competidoras o no) formas más efectivas de llevar a cabo un proceso.

#### Controlar

Es necesario confirmar los resultados de las mejoras realizadas. Debe por tanto definirse claramente unos indicadores que permitan visualizar la evolución del proyecto. Los indicadores son necesarios pues no podemos basar nuestras decisiones en la simple intuición. Los indicadores nos mostrarán los puntos problemáticos de nuestro negocio y nos ayudarán a caracterizar, comprender y confirmar nuestros procesos. mediante el control de resultados lograremos saber si estamos cubriendo las necesidades y expectativas de nuestros clientes.

Es además primordial verificar mediante el control la estabilidad de los procesos. Distintos indicadores vinculados a Seis Sigma pueden y deben ser articulados en los Tableros de Comandos o Cuadros de Mando Integral a los efectos de permitir un monitoreo constante en la evolución de los mismos por parte de los diferentes funcionarios y responsables de los procesos productivos y de mejoras.

Entre los indicadores a monitorear tenemos:

- ➔ Indicadores relacionados con el coste, el mismo incluye costes correspondientes a las operaciones, las materias primas, de despilfarro y reciclaje, de comercialización, de desarrollo de productos.
- ➔ Indicadores relacionados con el tiempo de: los ciclos (productivos, comerciales, de respuestas) y de cumplimiento de las etapas de los procesos de implementación de mejoras.
- ➔ Indicadores relacionados a las prestaciones, tales como cuota de mercado, cotización de las acciones, imagen de la empresa, niveles de satisfacción de los clientes y consumidores, y participación de los empleados (cantidades de sugerencias por período de tiempo y niveles de ahorros o beneficios subsecuentes).

A manera de resumen podemos decir que en primer lugar se define el problema, valorándose o midiéndose posteriormente el punto en el cual se encuentra la empresa. En tercer lugar se estudia la causa raíz del problema, procediéndose a diseñar y poner en práctica las respectivas mejoras. Procediéndose en última instancia a controlar los resultados obtenidos para verificar la efectividad y eficiencia de los cambios realizados.

**VOLVER**

#### 22.6.12 Herramientas de Mejora de Procesos Seis Sigma

El sistema Seis Sigma es mucho más que un trabajo en equipo, implica la utilización de refinados sistemas de análisis relativos al diseño, la producción y el aprovisionamiento.

En materia de Diseño se utilizan herramientas tales como: Diseño de Experimentos (DDE), Diseño Robusto y Análisis del Modo de Fallos y Efectos (AMFE).

En cuanto a Producción se utilizan las herramientas básicas del control de calidad entre los cuales se encuentran: los histogramas, el Diagrama de Pareto, el Diagrama de Ishikawa, AMFE, SPC (Control Estadístico de Procesos) y DDE.

A las actividades y procesos de Aprovisionamiento le son aplicables el SPC y el DDE correspondientes a los proveedores.

**VOLVER**

### 22.3.13 Equipo de Mejora Seis Sigma

El mismo atraviesa por seis fases, siendo éstas las siguientes:

1. Identificación y selección de proyectos. La dirección considera los diversos proyectos de mejora presentados, seleccionando los más prometedores en función de posibilidades de implementación y de los resultados obtenibles. El proyecto tiene que tener un beneficio tanto para el negocio, como para los clientes. El uso del Diagrama de Pareto es una herramienta beneficiosa para dicha selección.
2. Se procede a la formación de los equipos, entre los cuales se encuentra el Líder del grupo (Cinturón Negro), para lo cual se involucrarán a aquellos individuos que de acuerdo al Inventario Permanente de RR.HH. (ver anexo) poseen las cualidades necesarias para integrarse al proyecto en cuestión.
3. Desarrollo del documento marco del proyecto. El documento marco es clave como elemento en torno al cual se suman las voluntades del grupo, sirviendo de guía para evitar desvíos y contradicciones. El mismo debe ser claro, fijar claramente los límites en recursos y plazos, y por sobre todas las cosas el objetivo supremo a lograr.
4. Capacitación de los miembros del equipo. Los mismos son capacitados, de no contar ya con conocimientos y/o experiencia en Seis Sigma en estadísticas y probabilidades, herramientas de gestión, sistema de resolución de problemas y toma de decisiones, creatividad, pensamiento lateral, métodos de creatividad, PNL, planificación y análisis de procesos.
5. Ejecución del DMAMC e implementación de soluciones. Los equipos deben desarrollar los planes de proyectos, la capacitación a otros miembros del personal, los procedimientos para las soluciones y son responsables tanto de ponerlos en práctica como de asegurarse de que funcionan (midiendo y controlando los resultados) durante un tiempo significativo.
6. Traspaso de la solución. Luego de cumplido los objetivos para los cuales fueron creados los equipos se disuelven y sus miembros vuelven a sus trabajos regulares o pasan a integrar equipos correspondientes a otros proyectos.

**VOLVER**

### 22.6.14 Cinturones y Líderes

Como una forma de identificar a determinados miembros del personal que cumplen funciones específicas en el proceso de Seis Sigma, e inspirados en las artes marciales como filosofía de mejora continua y elevada disciplina, se han conferido diversos niveles de cinturones para aquellos miembros de la organización que lideran y ayudan a liderar los proyectos de mejoras.

Así con el Cinturón Negro (Black Belt) tenemos a aquellas personas que se dedican a tiempo completo a detectar oportunidades de cambios críticas y a conseguir que logren resultados. El Cinturón negro es responsable de liderar, inspirar, dirigir, delegar, entrenar y cuidar de los miembros de su equipo. Debe poseer firmes conocimientos tanto en materia de calidad, como en temas relativos a estadística, resolución de problemas y toma de decisiones.

El Cinturón Verde (Green Belt) está formado en la metodología Seis Sigma, sirviendo como miembro de equipo, sirviendo de apoyo a las tareas del Cinturón Negro. Sus

funciones fundamentales consisten en aplicar los nuevos conceptos y herramientas de Seis Sigma a las actividades del día a día de la organización.

El Primer Dan (Máster Black Belt o Maestro Cinturón Negro) sirve de entrenador, mentor y consultor para los Cinturones Negros que trabajan en los diversos proyectos. Debe poseer mucha experiencia en el campo de acción tanto en Seis Sigma como en las operatorias fabriles, administrativas y de servicios.

Espónsor (Champion) es un ejecutivo o directivo que inicia y patrocina a un Black Belt o a un equipo de proyecto. Una especie de mecenas. El mismo forma parte del Comité de Liderazgo, siendo sus responsabilidades: garantizar que los proyectos están alineados con los objetivos generales del negocio y proveer dirección cuando eso no ocurra, mantener informados a los otros miembros del Comité de Liderazgo sobre el progreso del proyecto, proveer o persuadir a terceros para aportar al equipo los recursos necesarios, tales como tiempo, dinero, y la ayuda de otros. Conducir reuniones de revisión periódicas y negociar conflictos y efectuar enlaces con otros proyectos Seis Sigma.

Líder de Implementación

Generalmente a cargo del CEO u otra figura máxima y cercana a ese nivel máximo es responsable de la puesta en práctica del sistema Seis Sigma y de los resultados que este arroje para la organización, siendo el estratega fundamental del sistema.

**VOLVER**

## 22.8 Poka-Yoke

### 22.8.1 INTRODUCCIÓN

Poka-yoke es una técnica de calidad desarrollada por el ingeniero japonés Shigeo Shingo en los años 1960's, que significa "a prueba de errores". La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

La finalidad del Poka-yoke es la eliminar los defectos en un producto ya sea previniendo o corrigiendo los errores que se presenten lo antes posible.

Shigeo Shingo era un especialista en procesos de control estadísticos en los años 1950's, pero se desilusionó cuando se dio cuenta de que así nunca podría reducir hasta cero los defectos en su proceso. El muestreo estadístico implica que algunos productos no sean revisados, con lo que un cierto porcentaje de error siempre va a llegar al consumidor final.

Un dispositivo Poka-yoke es cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se de cuenta y lo corrija a tiempo.

El sistema Poka-yoke, o libre de errores, son los métodos para prevenir errores humanos que se convierten en defectos del producto final.

El concepto es simple: si los errores no se permite que se presenten en la línea de producción, entonces la calidad será alta y el retrabajo poco. Esto aumenta la satisfacción del cliente y disminuye los costos al mismo tiempo. El resultado, es de alto valor para el cliente. No solamente es el simple concepto, pero normalmente las herramientas y/o dispositivos son también simples.

Los sistemas Poka-yoke implican el llevar a cabo el 100% de inspección, así como, retroalimentación y acción inmediata cuando los defectos o errores ocurren. Este enfoque resuelve los problemas de la vieja creencia que el 100% de la inspección toma mucho tiempo y trabajo, por lo que tiene un costo muy alto.

La práctica del sistema Poka-yoke se realiza más frecuentemente en la comunidad manufacturera para enriquecer la calidad de sus productos previniendo errores en la línea de producción.

**VOLVER**

## 22.8.2. LOS GURU'S DE LA CALIDAD Y EL POKA-YOKE

### Shigeo Shingo.

La idea básica es frenar el proceso de producción cuando ocurre algún defecto, definir la causa y prevenir que el defecto vuelva a ocurrir. Este es el principio del sistema de producción Justo A Tiempo. No son necesarias las muestras estadísticas. La clave es ir detectando los errores antes de que se conviertan en defectos, e ir corrigiéndolos para que no se repitan. Como error podemos entender lo que hace mal el trabajador y que después hace que un producto salga defectuoso.

En cualquier evento, no hay mucho sentido en inspeccionar productos al final del proceso; ya que los defectos son generados durante el proceso, todo lo que se está haciendo es descubriendo esos defectos. Sumar trabajadores a la línea de inspección no tiene mucho sentido, debido a que no hay manera en que se puedan reducir los defectos sin la utilización de métodos en los procesos que prevengan en primer lugar que ocurran los errores.

Para reducir los defectos dentro de las actividades de producción, el concepto más fundamental es el de reconocer que los defectos son generados por el trabajo y que lo único que las inspecciones hacen es descubrir los defectos.

Desde que las acciones son afectadas por las condiciones de las operaciones, podemos concluir que el concepto fundamental de la inspección en la fuente reside en la absoluta necesidad de funciones de control, de que una vez ocurridos los errores en condiciones de operación y ser descubiertos, es el de resolver estos errores y prevenir que se conviertan en defectos.

Los trabajadores no son infalibles. El reconocer que las personas son humanos y el implantar dispositivos efectivos de Poka-yoke de acuerdo a las necesidades, es uno de los cuatro Conceptos Básicos para un Sistema de Control de Calidad de Cero Defectos (ZQC Systems). Los dispositivos Poka-yoke también completan las funciones de control que deben ser efectivas en influenciar las funciones de ejecución.

De cualquier manera en el análisis final, un sistema Poka-yoke es un medio y no un fin. Un sistema Poka-yoke puede ser combinado con las inspecciones sucesivas o con auto-inspecciones, que pueden completar la necesidad de esas técnicas que proveen el 100% de inspección e iniciar la retroalimentación y acción.

Por lo que es imprescindible que la inspección sea en la fuente y las mediciones con Poka-yoke deben de combinarse si uno desea eliminar defectos. Es la combinación de inspección en la fuente y los dispositivos Poka-yoke que hace posible el establecimiento de Sistemas de control de Calidad de Cero Defectos.

Shigeo Shingo fue uno de los ingenieros industriales en Toyota, quien creó y formalizó el Control de Calidad Cero Defectos (ZQC). La habilidad para encontrar los defectos es esencial, como dice Shingo ***"la causa de los defectos recae en los errores de los trabajadores, y los defectos son los resultados de continuar con dichos errores"***.

**VOLVER**

### 22.8.3 Juran y Gryna:

#### Un proceso a prueba de errores

Un elemento en la prevención, es el concepto de diseñar el proceso para que no tenga errores a través de la técnica "a prueba de errores" (los japoneses la llaman Poka-Yoke o baka-yoke).

Una forma de hacer cosas a prueba de errores es diseñar (o rediseñar) las máquinas y herramientas ("el hardware") de manera que el error humano sea improbable, o incluso, imposible.

La segunda forma más importante de "a prueba de errores" es la redundancia, que requiere que ocurran eventos múltiples e improbables al mismo tiempo, antes de que se pueda crear o pasar un error. La preparación de procesos importantes por lo general, necesita varias operaciones.

Un tercer enfoque ayuda a los seres humanos a reducir sus propias fallas. Este implica amplificar los sentidos y la fuerza muscular humana normal mediante la indexación programada con dispositivos, la amplificación óptica, la observación en un circuito cerrado de televisión, las señales simultáneas de sensores múltiples, etc. Por ejemplo, las ampollas de medicamentos pueden dejarse en un baño con colorante durante toda la noche para simplificar el descubrimiento de grietas en el vidrio. Aun en la revisión de documentos ha surgido recientemente la idea de que existen dos tipos de revisión: la activa y la pasiva. La primera requiere una participación tan positiva, como leer un número, en el que es indispensable la atención completa. La revisión pasiva, como ver o escuchar en silencio, no requiere toda la atención.

**VOLVER**

#### 22.8.4 Nakajo y Kume

En un estudio clásico, Nakajo y Kume (1985) estudian cinco principios fundamentales para "a prueba de errores" desarrollados a partir de un análisis de alrededor de 1000 ejemplos, reunidos principalmente en las líneas de ensamble. Estos principios son: eliminación, reemplazo, facilidad, detección, mitigación.

Resumen de los cinco principios de "a prueba de errores" según Nakajo y Kume.

**VOLVER**

#### 22.8.5 Kiyoshi Suzaki

El Poka-Yoke permite a un operador concentrarse en su trabajo sin la necesidad de poner atención innecesaria en la prevención de errores.

Para cada uno de nosotros comprometidos en las actividades de manufactura, una de las responsabilidades más importantes es el de entregar productos libres de defectos al siguiente proceso (nuestro cliente). Si gastamos tiempo buscando defectos y ocupándonos de ellos, el costo para la compañía es muy alto; y si no controlamos nuestras prácticas bien, la compañía no será capaz de mantener su posición en el mercado.

Algunos piensan que un departamento con una fuerte inspección es la mejor manera de manejar la situación. Si pensamos en ello con más cuidado, de cualquier manera, nos damos cuenta que la inspección al fin de la línea no nos puede asegurar un 100% de calidad. A menos que podamos desarrollar un método de bajo costo que nos asegure el 100% del producto, el 100% de la calidad no podrá ser posible.

Poka-Yoke es una palabra japonesa traducida como mecanismo de prueba completa. Poka-Yoke ayuda a los operadores a trabajar de manera fácil, y al mismo tiempo elimina problemas asociados con los defectos, seguridad, errores en operaciones, sin el requerimiento de la atención de los operadores.

Aun si el operador comete un error, el Poka-yoke previene los defectos o un paro de línea. La clave para alcanzar el 100% de calidad es, por lo consecuente, prevenir los defectos

desde la fuente y no entregar un producto defectuoso al siguiente proceso. Esto debe reducir significativamente los tiempos de inspección debido a que los inspectores no tendrán que gastar tiempo inspeccionando productos ya garantizados.

Con el objetivo de beneficiarse de la aplicación de Poka-Yoke, se recomienda que las ideas de Poka-yoke sean compartidos por muchos, especialmente entre aquellos con operaciones similares. Estas ideas deben de ser desarrolladas no solo por aquellos en la planta sino también por aquellos en áreas de diseño. También las ideas de Poka-Yoke deben ser consideradas en la compra de nueva maquinaria e incorporadas a nuevos diseños de procesos.

**VOLVER**

#### 22.8.6 Mohamed Zari:

Shingo es uno de los pioneros del control de calidad con cero defectos, fundamentado en principios similares a los de Taguchi. Contrariamente a la creencia generalizada, el estrechamiento de las tolerancias no siempre aumenta los costos de producción de manera significativa.

Shingo ha enseñado sus conceptos de ingeniería de producción a muchos directivos japoneses, y sigue promoviendo el control de calidad con cero defectos argumentando que es necesario eliminar por completo los procesos de inspección o el uso de control estadístico de calidad.

Shingo cree que la calidad debe controlarse en la fuente de los problemas y no después de que estos se han manifestado. Por consiguiente recomienda que los inspectores se incorporen al proceso en el que se ha identificado el proceso, para que se elimine ahí mismo. Considera que el control estadístico de calidad (CEC) tiende a centrarse en el efecto (errores relacionados con los operadores ) en vez de hacerlo en la causa, que se origina en las imperfecciones y anomalías del proceso.

Shingo ha desarrollado un concepto al que llama Poka-yoke (sin fallas). Poka-Yoke significa contar con listas detalladas de los puntos críticos de cada operación, de tal manera que se elimine totalmente el error humano. Es similar al concepto de automatización (Jikhoda) basado en procesos automáticos de bajo costo, que suspenden la operación en cuando esta se ha completado cuando surgen errores/anomalías.

**VOLVER**

**Shingo recomienda los puntos descritos en la siguiente tabla en la aplicación del Poka-Yoke.**

- 1 Control en el origen, cerca de la fuente del problema; por ejemplo, incorporando dispositivos monitores que adviertan los defectos de los materiales o las anomalías del proceso.
- 2 Establecimiento de mecanismos de control que ataquen diferentes problemas, de tal manera que el operador sepa con certeza qué problema a debe eliminar y como hacerlo con una perturbación mínima al sistema de operación.
- 3 Aplicar un enfoque de paso a paso con avances cortos, simplificando los sistemas de control sin perder de vista la factibilidad económica. Para usar el Poka-Yoke de manera efectiva, es necesario estudiar con gran detalle la eficiencia, las complicaciones tecnológicas, las habilidades disponibles y los métodos de trabajo.
- 4 No debe retardarse la aplicación de mejoras a causa de un exceso de estudios. Aunque el objetivo principal de casi todos los fabricantes es la coincidencia entre los parámetros de diseño y los de producción, muchas de las ideas del Poka-Yoke pueden aplicarse tan pronto como se hayan definido los problemas con poco o ningún costo para la compañía.

El Poka-Yoke enfatiza la cooperación interdepartamental y es la principal arma para las mejoras continuas, pues motiva las actividades de resolución continua de problemas.

### 9.8.8 FUNCIONES DEL SISTEMA POKA-YOKE

Un sistema Poka-Yoke posee dos funciones: una es la de hacer la inspección del 100% de las partes producidas, y la segunda es si ocurren anomalías puede dar retroalimentación y acción correctiva. Los efectos del método Poka-Yoke en reducir defectos va a depender en el tipo de inspección que se este llevando a cabo, ya sea: en el inicio de la línea, auto-chequeo, o chequeo continuo.

Los efectos de un sistema poka-yoke en la reducción de defectos varían dependiendo del tipo de inspección.

**VOLVER**

### 22.8.9 TIPOS DE INSPECCIÓN

Para tener éxito en la reducción de defectos dentro de las actividades de producción, debemos entender que los defectos son generados por el trabajo, y que toda inspección puede descubrir los defectos.

- Inspección de criterio
- Inspección informativa
- Inspección en la fuente

**VOLVER**

### 22.8.10 Inspección de criterio

Error \_\_\_\_\_ Defecto \_\_\_\_\_ Defecto Detectado

#### Inspección para separar lo bueno de lo malo

- Comparado con el estándar
- Muestreo o 100%, cualquiera de los dos.

#### Paradigmas existentes

- Los errores son inevitables.
- La inspección mejora la calidad

#### La inspección de criterio o juicio es usada principalmente para descubrir defectos.

- Los productos son comparados normalmente contra un estándar y los artículos defectuosos son descartados.
- El muestreo también puede ser usado, usualmente cuando una inspección de 100% es muy costosa.

#### La principal suposición acerca de la inspección de criterio es que los defectos son inevitables y que inspecciones rigurosas son requeridas para reducir los defectos.

- Este enfoque, sin embargo, no elimina la causa o defecto.

**VOLVER**

### 22.8.11 Inspección Informativa

Inspeccion para obtener datos y tomar acciones correctivas

#### Usado típicamente como:

- Auto inspección.
- Inspección subsecuente.

#### Auto-Inspección.

- La persona que realiza el trabajo verifica la salida y toma una acción correctiva inmediata.
- Algunas ventajas son:
  - Rápida retroalimentación
  - Usualmente inspección al 100%
  - Más aceptable que crítica exterior
- La desventaja es que la auto-inspección es más subjetiva que la inspección del operador subsecuente.

Dibujo

Empleado A, opera \_\_\_\_\_ Empleado B, inspecciona y opera \_\_\_\_\_ Empleado C, inspecciona y opera... D

**VOLVER**

### 22.8.12 INSPECCIÓN SUBSECUENTE

- Inspección de arriba hacia abajo y resultados de retroalimentación.

Algunas ventajas son:

- Mejor que la auto inspección para encontrar defectos a simple vista.
- Promueve el trabajo en equipo

Algunas de las desventajas son:

- Mayor demora antes de descubrir el defecto.

- El descubrimiento es removido de la causa raíz.
- Inspeccion en la fuente (Source Inspection)

**VOLVER**

### 22.8.13 CAUSA DISPOSITIVO RESULTADO

Error Dispositivo a prueba de errores Cero Defectos

- Utilizada en la etapa del error
- Se enfoca en prevenir que el error se convierta en defecto

La inspección en la fuente es utilizada para prevenir defectos, para su posterior eliminación.

Este tipo de inspección esta basada en el descubrimiento de errores y condiciones que aumentan los defectos.

Se toma acción en la etapa de error para prevenir que los errores se conviertan en defectos, no como resultado de la retroalimentación en la etapa de defecto.

Si no es posible prevenir el error, entonces al menos se debe querer detectarlo.

Poder del sistema a prueba de errores

- Un sistema a prueba de errores involucra retroalimentación inmediata y toma de acción tan pronta como el error o defecto ocurre.
- Involucra inspección al 100% e incorpora las funciones de una lista de verificación.
- Integra la inspección al proceso.
- El objetivo es recortar el ciclo enfocándose en la causa del error y desarrollando dispositivos que prevengan errores o al menos que detenga la ocurrencia de un error.
- Normalmente el ciclo grande es en semanas, meses o incluso años.
- El ciclo a prueba de error es comúnmente encontrado en segundos o fracciones de segundo.
- La diferencia en el tiempo ilustra el poder del sistema a prueba de error.

**VOLVER**

### 22.8.14 DEFECTOS VS. ERRORES

El primer paso para lograr cero defectos es distinguir entre errores y defectos.

**"DEFECTOS Y ERRORES NO SON LA MISMA COSA"**

- DEFECTOS son resultados.
- ERRORES son las causas de los resultados

ERROR: Acto mediante el cual, debido a la falta de conocimiento, deficiencia o accidente, nos desviamos o fracasamos en alcanzar lo que se debería se hacer.

- Un enfoque para atacar problemas de producción es analizar los defectos, primero identificandolos y clasificandolos en categorías, del más al menos importante.
- Lo siguiente sería intentar determinar las causas de los errores que producen los defectos. Para esto se puede utilizar el diagrama CEDAC, el cual puede también obtener la causa raíz.
- El paso final es diseñar e implementar un dispositivo a prueba de errores o de detección de errores

### CONDICIÓN PROPENSA AL ERROR

Una condición propensa al error es aquella condición en el producto o proceso que contribuye a, o permite la ocurrencia de errores. Ejemplos típicos de condiciones propensas al error son:

- Ajustes
- Carencia de Especificaciones adecuadas
- Complejidad
- Programación esporádica
- Procedimientos estándar de operación inadecuados
- Simetría/Asimetría
- Muy rápido/Muy lento
- Medio ambiente

**VOLVER**

### 22.8.15 Tipos de errores causados por el factor humano en las operaciones

- 1. Olvidar. El olvido del individuo.
- 2. Mal entendimiento. Un entendimiento incorrecto/inadecuado.
- 3. Identificación. Falta identificación o es inadecuada la que existe.
- 4. Principiante/Novatez. Por falta de experiencia del individuo.
- 5. Errores a propósito por ignorar reglas ó políticas. A propósito por ignorancia de reglas o políticas.
- 6. Desapercibido. Por descuido pasa por desapercibida alguna situación
- 7. Lentitud. Por lentitud del individuo o algo relacionado con la operación o sistema.

- 8. Falta de estándares. Falta de documentación en procedimientos o estándares de operación(es) o sistema.
- 9. Sorpresas. Por falta de análisis de todas las posibles situaciones que pueden suceder y se de la sorpresa.
- 10. Intencionales. Por falta de conocimiento, capacitación y/o integración del individuo con la operación o sistema se dan causas intencionales.

**VOLVER**

### 22.8.16 TIPOS DE SISTEMAS DE POKA-YOKE

Los sistemas Poka-Yoke van estar en un tipo de categoría reguladora de funciones dependiendo de su propósito, su función, o de acuerdo a las técnicas que se utilicen. Estas funciones reguladoras son con el propósito de poder tomar acciones correctivas dependiendo de el tipo de error que se cometa.

#### Funciones reguladoras Poka-yoke

Existen dos funciones reguladoras para desarrollar sistemas Poka-Yoke:

- \* Métodos de control
- \* Métodos de advertencia

**VOLVER**

### 22.8.17 Métodos de Control

Existen métodos que cuando ocurren anomalías apagan las máquinas o bloquean los sistemas de operación previniendo que siga ocurriendo el mismo defecto. Estos tipos de métodos tienen una función reguladora mucho más fuerte, que los de tipo preventivo, y por lo tanto este tipo de sistemas de control ayudan a maximizar la eficiencia para alcanzar cero defectos.

No en todos los casos que se utilizan métodos de control es necesario apagar la máquina completamente, por ejemplo cuando son defectos aislados (no en serie) que se pueden corregir después, no es necesario apagar la maquinaria completamente, se puede diseñar un mecanismo que permita "marcar" la pieza defectuosa, para su fácil localización; y después corregirla, evitando así tener que detener por completo la máquina y continuar con el proceso.

**VOLVER**

### 22.8.18 Métodos de Advertencia

Este tipo de método advierte al trabajador de las anomalías ocurridas, llamando su atención, mediante la activación de una luz o sonido. Si el trabajador no se da cuenta de la señal de advertencia, los defectos seguirán ocurriendo, por lo que este tipo de método tiene una función reguladora menos poderosa que la de métodos de control.

En los casos donde una luz advierte al trabajador; una luz parpadeante puede atraer con mayor facilidad la atención del trabajador que una luz fija. Este método es efectivo solo si el trabajador se da cuenta, por lo que en ocasiones es necesario colocar la luz en otro sitio, hacerla más intensa, cambiar el color, etc. Por otro lado el sonido puede atraer con mayor facilidad la atención de la gente, pero no es efectivo si existe demasiado ruido en el ambiente que no permita escuchar la señal, por lo que en este caso es necesario regular el volumen, tono y secuencia.

En muchas ocasiones es más efectivo el cambiar las escalas musicales o timbres, que el subir el volumen del mismo. Luces y sonido se pueden combinar uno con el otro para obtener un buen método de advertencia.

En cualquier situación los métodos de control son por mucho más efectivos que los métodos de advertencia, por lo que los de tipo control deben usarse tanto como sean posibles. El uso de métodos de advertencia se debe considerar cuando el impacto de las anomalías sea mínimo, o cuando factores técnicos y/o económicos hagan la implantación de un método de control una tarea extremadamente difícil.

**VOLVER**

### 22.8.19 Clasificación de los métodos Poka-yoke

**1. Métodos de contacto.** Son métodos donde un dispositivo sensitivo detecta las anomalías en el acabado o las dimensiones de la pieza, donde puede o no haber contacto entre el dispositivo y el producto.

**2. Método de valor fijo.** Con este método, las anomalías son detectadas por medio de la inspección de un número específico de movimientos, en casos donde las operaciones deben de repetirse un número predeterminado de veces.

**3. Método del paso-movimiento.** Estos son métodos en el cual las anomalías son detectadas inspeccionando los errores en movimientos estándares donde las operaciones son realizadas con movimientos predeterminados. Este extremadamente efectivo método tiene un amplio rango de aplicación, y la posibilidad de su uso debe de considerarse siempre que se este planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

**VOLVER**

### 22.8.20 MEDIDORES UTILIZADOS EN SISTEMAS POKA-YOKE

Los tipos de medidores pueden dividirse en tres grupos:

- \* Medidores de contacto
- \* Medidores sin-contacto
- \* Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.

**VOLVER**

### 22.8.21 Medidores de contacto

**Interruptor en límites, microinterruptores.** Estos verifican la presencia y posición de objetos y detectan herramientas rotas, etc. Algunos de los interruptores de límites están equipados con luces para su fácil uso.

**Interruptores de tacto.** Se activan al detectar una luz en su antena receptora, este tipo de interruptores pueden detectar la presencia de objetos, posición, dimensiones, etc., con una alta sensibilidad.

**Transformador diferencial.** Cuando se pone en contacto con un objeto, un transformador diferencial capta los cambios en los ángulos de contacto, así como las diferentes líneas en fuerzas magnéticas, esto es de gran ayuda para objetos con un alto grado de precisión.

**Trimetron.** Un calibrador digital es lo que forma el cuerpo de un "trimetron", los valores de los límites de una pieza pueden ser fácilmente detectados, así como su posición real. Este es un dispositivo muy conveniente ya que los límites son seleccionados electrónicamente, permitiendo al dispositivo detectar las medidas que son aceptadas, y las piezas que no cumplen, son rechazadas.

**Relevador de niveles líquidos.** Este dispositivo puede detectar niveles de líquidos usando flotadores.

**VOLVER**

### 22.8.22 Medidores sin-contacto

**Sensores de proximidad.** Estos sistemas responden al cambio en distancias desde objetos y los cambios en las líneas de fuerza magnética. Por esta razón deben de usarse en objetos que sean susceptibles al magnetismo.

**Interruptores fotoeléctricos (transmisores y reflectores).** Interruptores fotoeléctricos incluyen el tipo transmisor, en el que un rayo transmitido entre dos interruptores fotoeléctricos es interrumpido, y el tipo reflector, que usa el reflejo de las luces de los rayos. Los interruptores fotoeléctricos son comúnmente usado para piezas no ferrosas, y los de tipo reflector son muy convenientes para distinguir diferencias entre colores. Pueden también detectar algunas áreas por la diferencias entre su color.

**Sensores de luces (transmisores y reflectores).** Este tipo de sistemas detectores hacen uso de un rayo de electrones. Los sensores de luces pueden ser reflectores o de tipo transmisor.

**Sensores de fibras.** Estos son sensores que utilizan fibras ópticas.

**Sensores de áreas.** La mayoría de los sensores detectan solo interrupciones en líneas, pero los sensores de áreas pueden detectar aleatoriamente interrupciones en alguna área.

**Sensores de posición.** Son un tipo de sensores que detectan la posición de la pieza.

**Sensores de dimensión.** Son sensores que detectan si las dimensiones de la pieza o producto son las correctas.

**Sensores de desplazamiento.** Estos son sensores que detectan deformaciones, grosor y niveles de altura.

**Sensores de metales.** Estos sensores pueden detectar cuando los productos pasan o no pasan por un lugar, también pueden detectar la presencia de metal mezclado con material sobrante.

**Sensor de colores.** Estos sensores pueden detectar marcas de colores, o diferencias entre colores. A diferencia de los interruptores fotoeléctricos estos no necesariamente tienen que ser utilizados en piezas no ferrosas.

**Sensores de vibración.** Pueden detectar cuando un artículo esta pasando, la posición de áreas y cables dañados.

**Sensor de piezas dobles.** Estos son sensores que pueden detectar dos productos que son pasados al mismo tiempo.

**Sensores de roscas.** Son sensores que pueden detectar maquinados de roscas incompletas.

**Fluido de elementos.** Estos dispositivos detectan cambios en corrientes de aire ocasionados por la colocación o desplazamiento de objetos, también pueden detectar brocas rotas o dañadas.

**VOLVER**

### **22.8.23 Medidores de presión, temperatura, corriente eléctrica, vibración, número de ciclos, conteo, y transmisión de información.**

**Detector de cambios de presión.** El uso de calibradores de presión o interruptores sensitivos de presión, permite detectar la fuga de aceite de algún manguera.

**Detector de cambios de temperatura.** Los cambios de temperatura pueden ser detectados por medio de termómetros, termostatos, coples térmicos, etc. Estos sistemas pueden ser utilizados para detectar la temperatura de una superficie, partes electrónicas y motores, para lograr un mantenimiento adecuado de la maquinaria, y para todo tipo de medición y control de temperatura en el ambiente industrial.

**Detectores de fluctuaciones en la corriente eléctrica.** Relevadores métricos son muy convenientes por ser capaces de controlar las causas de los defectos por medio de la detección de corrientes eléctricas.

**Detectores de vibraciones anormales.** Miden las vibraciones anormales de una maquinaria que pueden ocasionar defectos, es muy conveniente el uso de este tipo de detectores de vibración.

**Detectores de conteos anormal.** Para este propósito se deben de usar contadores, ya sean con relevadores o con fibras como sensores.

**Detectores de tiempo y cronometrages.** Cronómetros, relevadores de tiempo, unidades cronometradas, e interruptores de tiempo pueden usarse para este propósito.

**Medidores de anormalidades en la transmisión de información.** Puede usarse luz o sonido, en algunas áreas es mejor un sonido ya que capta más rápidamente la atención del trabajador ya que si este no ve la luz de advertencia, los errores van a seguir ocurriendo. El uso de colores mejora de alguna manera la capacidad de llamar la atención que la luz simple, pero una luz parpadeante es mucho mejor.

Algunas de las compañías que se dedican a la fabricación de este tipo de dispositivos son:

- Citizen Watch Co., Ltd.
- Gomi Denki Keiki, Ltd.
- Lead Electric, Ltd.
- Matsushita Electric Works, Ltd.
- Omron Tateishi Electronics Co., Ltd.
- SUNX, Ltd.
- Toyota Auto Body, Ltd.
- Yaskawa Electric Mfg Co., Ltd.

Se puede observar que conforme la aplicación se torna más tecnológica, el costo también se incrementa. Lo que se necesita hacer es encontrar la solución al problema, no justificar la compra de un dispositivo muy costoso.

**VOLVER**

### 22.8.24 SERVICIO LIBRE DE ERRORES

Los sistemas Poka-yoke, también se pueden aplicar a los servicios. Acciones de el sistema, el servidor y el cliente pueden estar libres de errores.

De acuerdo a la teoría del control total de calidad, que se practica en la manufactura, los dispositivos a prueba de errores se localizan en el transcurso de las diferentes actividades. Pero en los servicios, los dispositivos a prueba de errores son una decisión sobre el diseño del producto. Esto es que deben de ser incluidos al frente, al principio de cualquier actividad de calidad.

Los administradores necesitan pensar en acciones específicas para llevar a cabo el primer principio de calidad: hacerlo bien a la primera vez.

Diseñar poka-yokes es parte de arte y parte ciencia.

**VOLVER**

### 22.8.25 ALGUNOS EJEMPLOS Y APLICACIONES

#### Entrenamiento para la prevención de errores.

TRW Vehicle Safety System Inc. está produciendo sistemas de bolsas de aire con una tasa creciente sin disminución de su calidad o su productividad.

Para el éxito de la producción de bolsas de aire de TRW es fundamental el entrenamiento para la prevención de errores, que es enseñado por la Universidad de Restricciones de la compañía. Todos los empleados participan en los cursos impartidos por la Universidad de Restricciones de acuerdo a su desarrollo y entrenamiento, pero la prevención de errores es obligatoria para todos los ingenieros de manufactura..

El concepto se basa en lo escrito por Shigeo Shingo, que enfatiza en el poka-yoke, que es el sistema japonés para la prevención de errores.

La TRW quiere adoptar el sistema de prevención de errores para toda la compañía para lograr así obtener el producto de excelente calidad y lograr sus entregas a tiempo.

Ejemplos de dispositivos a prueba de errores:

1. Los discos de 3.5 plg. no pueden ser insertados al revés gracias a que no son cuadrados y esto no permite su entrada. Al ser insertados al revés, la esquina empuja un dispositivo en el la computadora que no permite que el disco entre, lo que evita que este sea colocado incorrectamente.
2. Algunos archiveros podían caerse cuando se abrían 2 o más cajones al mismo tiempo, esto se corrigió colocando un candado que solamente permite abrir un cajón a la vez.
3. A el área de llenado de gasolina se le adaptaron algunos dispositivos a prueba de errores como lo son el tamaño menor del tubo para evitar que se introduzca la pistola de gasolina con plomo; se le puso un tope al tapón para evitar que se cierre demasiado apretado y un dispositivo que hace que el carro no se pueda poner en marcha si el tapón de la gasolina no esta puesto.
4. A los automóviles con transmisión automática se les colocó un dispositivo para que no se pueda retirar la llave a menos que el carro esté en posición de Parking. Además no

permite que el conductor cambie de posición la palanca de velocidades, si la llave no esta en encendido.

5. Las luces de advertencia como puerta abierta, fluido de parabrisas, cajuela, etc. se colocaron para advertir al conductor de posibles problemas.

6. Los seguros eléctricos de las puertas tienen 3 dispositivos: Asegurar que ninguna puerta se quede sin seguro; Asegurar las puertas automáticamente cuando el carro excede de 18 millas/hora. El seguro no opera cuando la puerta está abierta y el motor encendido.

7. El sistema de frenos antibloqueo (ABS) compensa a los conductores que ponen todo el peso del pie en el freno. Lo que antes era considerado como un error de manejo ahora es el procedimiento adecuado de frenado.

8. Las nuevas podadoras requieren de una barra de seguridad en la manivela que debe de ser jalada para encender el motor, si se suelta la barra la navaja de la podadora se detiene en 3 segundos o menos. Esta es una adaptación del "dead man switch" de las locomotoras.

9. Los interruptores de los circuitos eléctricos que previenen incendios al cortar la corriente eléctrica cuando existe una sobrecarga.

10. Los lavamanos cuentan con un orificio cerca del borde superior que previene el derramamiento del agua fuera del lavamanos.

11. Algunas planchas se apagan automáticamente cuando no son utilizadas por unos minutos, o cuando son colocadas en su base sin haber sido apagadas antes.

12. Las ventanas en los sobres previenen que el contenido de una carta sea insertado en un sobre con otra dirección.

13. Las secadoras y lavadoras de ropa se detienen automáticamente al abrir la puerta.

14. Los apagadores de luz en los baños de los niños se encienden automáticamente. Cuando el baño ha sido desocupado por algunos minutos la luz se apaga automáticamente. Esto elimina el error de olvidar apagar la luz.

15. La secadora de cabello montada sobre la pared cuenta con dos botones en ambos lados del switch. La montura en la pared cuenta con dos extensiones que al ser montada en su base la secadora se apaga automáticamente si el usuario no lo hace.

16. Los estacionamientos techados presentan advertencias de la altura al entrar, para asegurar que el carro que entra al estacionamiento sea de la altura apropiada estos señalamientos cuentan con una lamina que al ser golpeada por el carro se mueve para evitar que este se dañe lo que ocurriría al pegar con el carro la orilla de concreto.

17. Algunos lavamanos y mingitorios cuentan con un sensor de luz. Estos sensores de luz aseguran que el correr del agua se detenga cuando no están en uso.

18. En la biblioteca de la Universidad Metodista del Sur (SMU) ha sido instalado un sistema de estantes movibles para incrementar la utilización de espacio. Estos estantes cuentan con sensores instalados en el piso para evitar que los estantes se muevan mientras alguien esta parado entre ellos.

19. Un batiscafo es un submarino de aguas profundas utilizado para explorar las partes mas profundas del océano. Esta diseñado para funcionar eléctricamente. Una vez sumergido si la batería o el sistema eléctrico fallara la mejor opción seria regresar a la superficie. Los diseñadores lograron que esto ocurriera deteniendo el contrapeso con fuerza electromagnética. Cuando la energía se pierde, el contrapeso se suelta automáticamente y el submarino empieza su ascenso.

**VOLVER**

### 22.8.26 CONCLUSIONES

Las compañías líderes en la revolución de calidad han aprendido que pueden mejorar la calidad de sus productos y servicios más rápidamente cuando se enfocan a mejorar sus procesos que usan para elaborar sus productos y servicios. Estos procesos incluyen los procesos manufactureros y los no manufactureros.

Un proceso que es flexible, fácil de manejar, y a prueba de errores es un sistema robusto. Un proceso debe ser efectivo, eficiente, y robusto si desea ser considerado de gran calidad. La clave para llegar a tener cero errores, es identificar la fuente del error, ver que lo ocasiona y buscar una solución. Al tener la solución hay que crear un dispositivo Poka-Yoke que nos permita no volver a cometer el mismo error.

Como se pudo observar en los ejemplos, los dispositivos pueden llegar a ser muy simples, no necesariamente tienen que ser complicados y costosos. El crear un sistema robusto es anticiparse a las posibles causas y situaciones que puedan generar algún tipo de problema; lo cual permitirá una fácil adaptación de un dispositivo Poka-Yoke.

Las características principales de un buen sistema Poka-Yoke:

- Son simples y baratos.
- Son parte del proceso.
- Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error.

**VOLVER**

### 22.9 AMFE

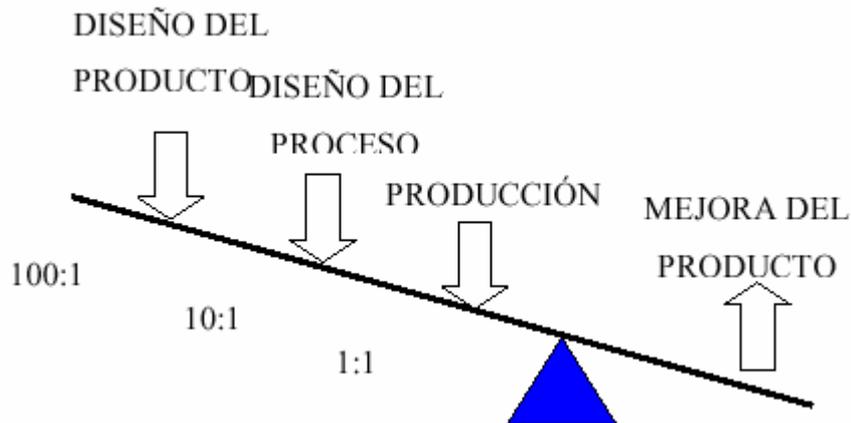
#### 22.9.1. IMPORTANCIA DE LA CALIDAD PREVENTIVA O CALIDAD POR DISEÑO

El resolver problemas es hoy en día una de las principales actividades de las empresas. No se han resuelto todavía los problemas cuando nos llueven más. El resultado es un „poso“ acumulado de problemas en el trabajo que ocupan la mayor parte del tiempo.

El American Supplier Institute estima que en las empresas los esfuerzos para resolver los problemas ocupan en torno al 80% del trabajo mientras que la planificación y prevención tan sólo un 10% y la toma de decisiones otro 10%.

¿Cómo frenar esa lluvia continua de problemas? Adelantándonos a que se produzcan.

La palanca de calidad nos permite ver gráficamente los resultados de los esfuerzos de mejora realizados en el proceso productivo en función del momento en que se llevan a cabo. Si el esfuerzo de mejora se realiza en el diseño del producto se logrará una mejora de 100:1 frente a una mejora de 1:1 si se lleva a cabo en producción.



### *Palanca de calidad*

Más aún, cuanto más tarde corriamos los fallos, más caro nos resultará resolverlos: un fallo que llega a un cliente es más perjudicial para la empresa que un fallo que se detecta en las pruebas muestrales realizadas en la cadena de producción.

Merece la pena, por lo tanto, prevenir los fallos en la fase de diseño y emplear herramientas proactivas. Esta decisión nos conduce al concepto de Calidad por Diseño, esto es, conseguir que los productos y procesos sean buenos desde sus primeras etapas de desarrollo. El AMFE es una herramienta que ayuda a planificar y prevenir, introduciendo la calidad en la fase de diseño.

### **22.9.2. AMFE – ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS**

„AMFE es una técnica analítica preventiva que es aplicada de un modo sistemático para el estudio de las causas y efectos de los fallos potenciales de un producto o proceso, la evaluación del riesgo de dichos fallos y el establecimiento de medidas que los eviten o corrijan.“

En otras palabras: técnicos de un producto o proceso examinan dicho producto/proceso desde el punto de vista de todas las maneras en que puede fallar, analizando qué provoca dichos fallos y cuáles son sus consecuencias, así como la probabilidad de que aparezcan. Con ello, establecen medidas que les permitan evitar esas situaciones o corregirlas lo antes posible en caso de que se produzcan.

### **22.9.3. TIPOS DE AMFE**

Existen dos tipos de AMFE en función del objeto del análisis (producto o proceso):

- AMFE DE DISEÑO: El análisis se basa en un producto; estudia la interacción de las piezas o elementos así como de los subensamblajes y su efecto sobre el producto.
- AMFE DE PROCESO: El análisis se basa en un proceso (fabricación, montaje, logística etc.); estudia el modo en que distintos factores, así como los sucesivos pasos o actividades que se llevan cabo influyen sobre procedimientos posteriores y sobre el propio producto.

Para cualquier diseño, los dos deberán llevarse a cabo, pero siempre siguiendo este orden: primero MFE de diseño y después AMFE de proceso. El motivo se entenderá mejor con un ejemplo.

Imaginemos que los ingenieros del departamento de carrocería de una empresa de automóviles está diseñando un nuevo Módulo de Airbag. Para evitar todos los fallos que se puedan producir en el producto y en su elaboración, deciden aplicar el método AMFE.

En primer lugar desarrollan un AMFE de diseño y van viendo qué piezas o características del Airbag podrían fallar y hacer que el producto no cumpla los requisitos que se le exige. Por ejemplo: El airbag se desprende del marco al que está sujeto.

Una vez que han determinado todos los aspectos a los que deben prestar atención en el Airbag, aplican un AMFE de proceso en el que van repasando cada uno de los pasos del proceso de fabricación, por ejemplo, y viendo de qué modo pueden provocar un producto defectuoso. Siguiendo nuestro ejemplo, podría ser el modo de soldar los elementos que sostienen el airbag al marco.

**22.9.4. CUÁNDO APLICAR UN AMFE**

Se recomienda llevar a cabo un AMFE en productos/procesos relevantes desde el punto de vista de seguridad (airbag, frenos, motor...), ante nuevos diseños o desarrollos, importantes cambios en las leyes o requisitos, nuevos materiales etc.

	Sistema/ pieza relevante para	Innovación	Desarrollos posteriores	Cambios en el procedimiento	Cambios en la legislación	Complejidad	Sensible a Tolerancias	Nuevos materiales
AMFE de diseño	•	•	•	-	•	•	•	•
AMFE de proceso	•	•	•	•	•	-	•	•

**22.9.5. EQUIPO DE AMFE**

Cada vez es más frecuente la aplicación de métodos de calidad por equipos de trabajo, esto es, la reunión de representantes de los distintos departamentos que intervienen en un producto, servicio o proceso. Con ello conseguimos una implicación desde el primer momento de todos ellos, así como una mayor identificación y aceptación de los resultados a los que se lleguen.

Para llevar a cabo un AMFE se recomienda un grupo no superior a 5-6 miembros: una persona por cada departamento implicado en dicho AMFE. Normalmente se trata de:

- I + D
- Procesos (Planificación de procesos y procedimientos)
- Calidad
- Mantenimiento
- En la medida en que sea necesario expertos de: producción, compras, logística, finanzas etc.

Será de gran ayuda, por otro lado, la presencia de un moderador/coordinador, especialista en el método de calidad, que asegure una aplicación sistemática y eficiente del mismo. Aclara y explica los objetivos que se pretenden lograr y orienta al grupo hacia la consecución de los mismos. El moderador deberá mantener siempre una posición neutral en el grupo respecto del contenido del AMFE.

Se nombrará a un responsable encargado de organizar la documentación y datos, planificar las fechas y resultados y elaborar informes de avance en caso de ser necesario.

Hay que destacar el hecho de que el equipo de AMFE es el mismo, tanto para AMFE de diseño como para AMFE de proceso, cambiando únicamente el responsable:

- Responsable AMFE de diseño: I + D.
- Responsable AMFE de proceso: Procesos.

**VOLVER**

**22.9.6. DESARROLLO DE UN AMFE**

Una vez que hemos configurado el equipo de trabajo, pasamos a definir el objeto de estudio, delimitando el campo de aplicación del AMFE. Para ello, recopilamos información y documentación

del producto o proceso que se pretende analizar y que todos los miembros del equipo deben conocer.

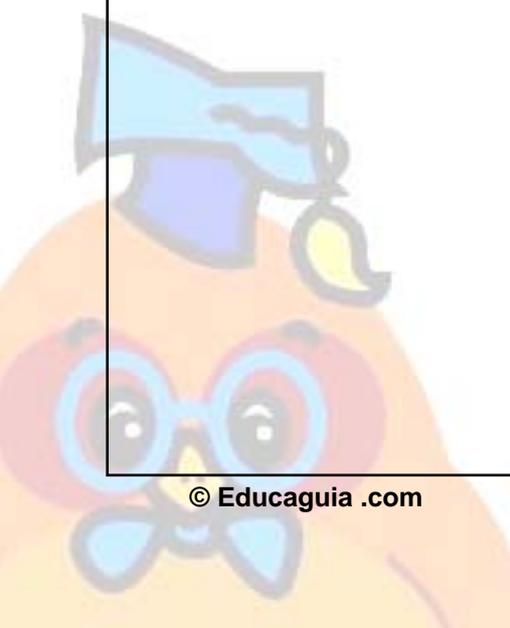
En el caso del AMFE de diseño es conveniente disponer de planos y especificaciones del producto, lista de materiales, así como su descomposición en componentes hasta el último nivel, para hacer el análisis lo más preciso y exacto posible.

En el caso del AMFE de proceso se obtendrán diagramas, gráficos y diagramas de flujo del proceso, hojas de instrucciones del mismo, así como especificaciones, medidas, ensayos, cantidades etc.

Hasta ahora hemos explicado los pasos previos a seguir. La aplicación del método AMFE propiamente dicho, se lleva a cabo siguiendo los denominados Cinco Pasos de la VDA.

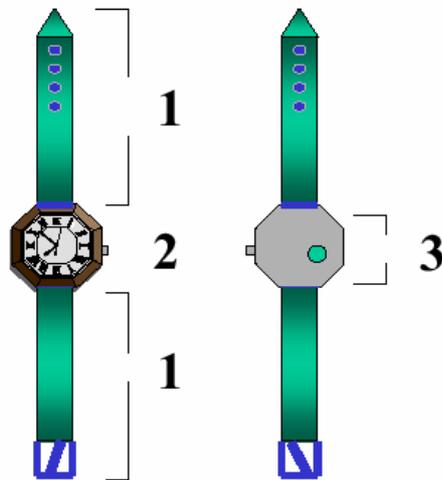
Los Cinco Pasos del AMFE		
Análisis del Sistema/Proceso	1. Definición elementos del sistema y estructura del sistema 2. Establecimiento de funciones y estructura de funciones	VDA
Análisis del riesgo	3. Análisis de los modos de fallo potenciales 4. Evaluación del riesgo 5. Optimización	

**VOLVER**

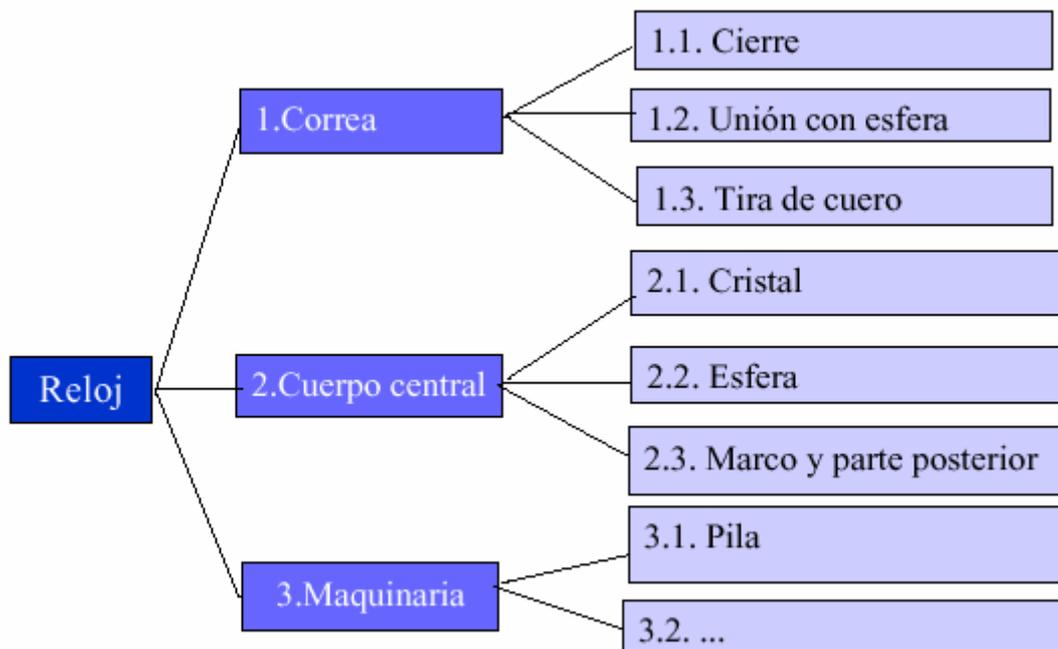


**22.9.6.1. Definición de elementos del sistema y estructura del sistema**

Mediante un diagrama de árbol, vamos descomponiendo el producto/proceso objeto del análisis, obteniendo así una estructura lógica y jerárquica del sistema. Así, en el caso de un AMFE de diseño, descompongo el producto en “sub-productos” o subensamblajes y estos a su vez en piezas. Tomemos un ejemplo:



Descomposición de un reloj de pulsera



Matriz árbol descomposición partes del reloj

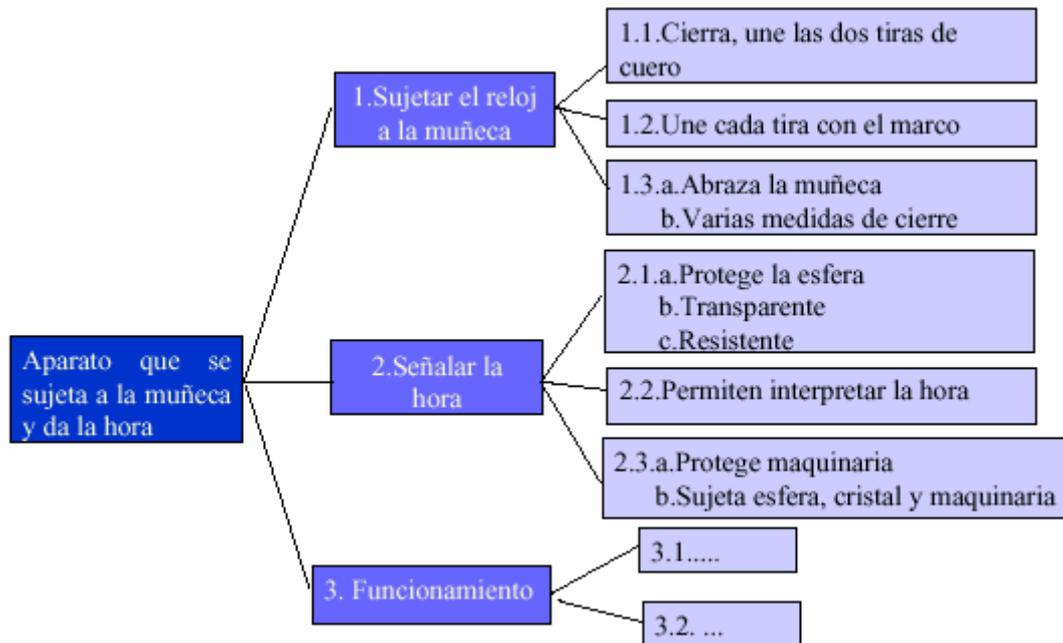
Del mismo modo, en un AMFE de proceso, el proceso analizado se iría subdividiendo en distintos procedimientos, pasos o actividades hasta llegar a una descomposición en las 4 categorías causa del problema, vistas en el Diagrama causa-efecto: Hombre, Método, Material, Máquina.

**VOLVER**

### 22.9.6.2. Establecimiento de funciones y estructura de funciones

En este segundo paso, se definen cada una de las funciones de cada uno de los elementos del sistema (cada una de las „cajas“ del diagrama de árbol).

Es importante comprobar que nos queda una estructura lógica, esto es, que por ejemplo un fallo en la función del tercer nivel (2.1 cristal roto) impide el desempeño de la función inmediatamente superior (2 ver la hora).



*Matriz funciones elementos del sistema*

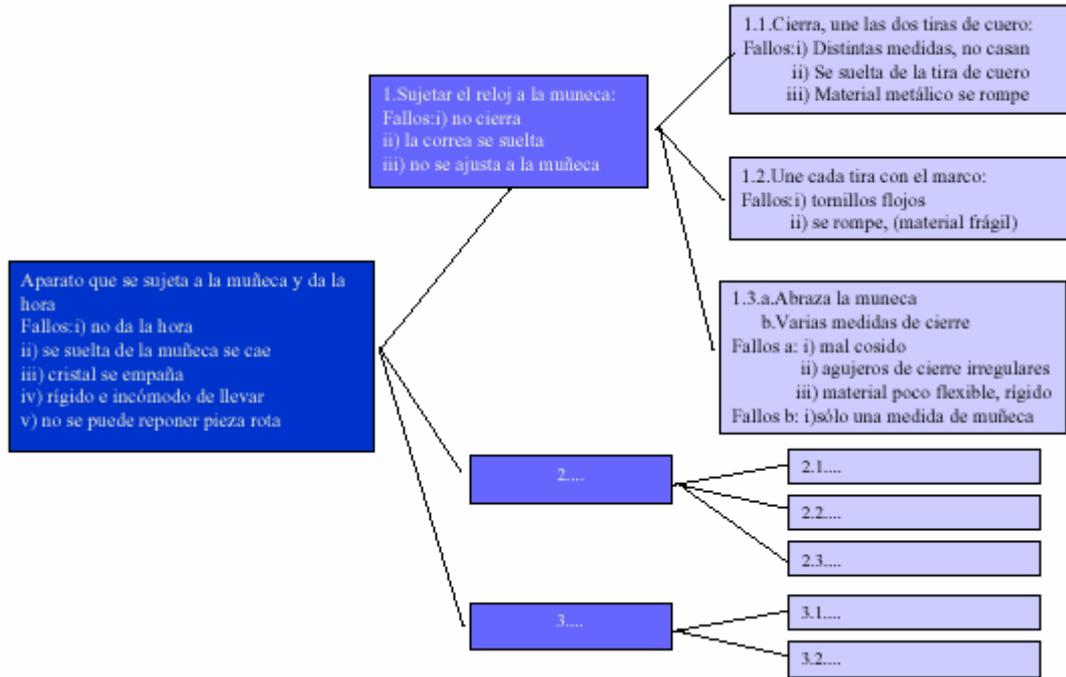
En el caso del AMFE de proceso el procedimiento es el mismo. Es preciso a la hora de definir las funciones de las distintas actividades destacar el para qué se realiza esa operación y que es necesario para poder realizar la operación posterior.

**VOLVER**

### 22.9.6.3. Análisis de los modos potenciales de fallo

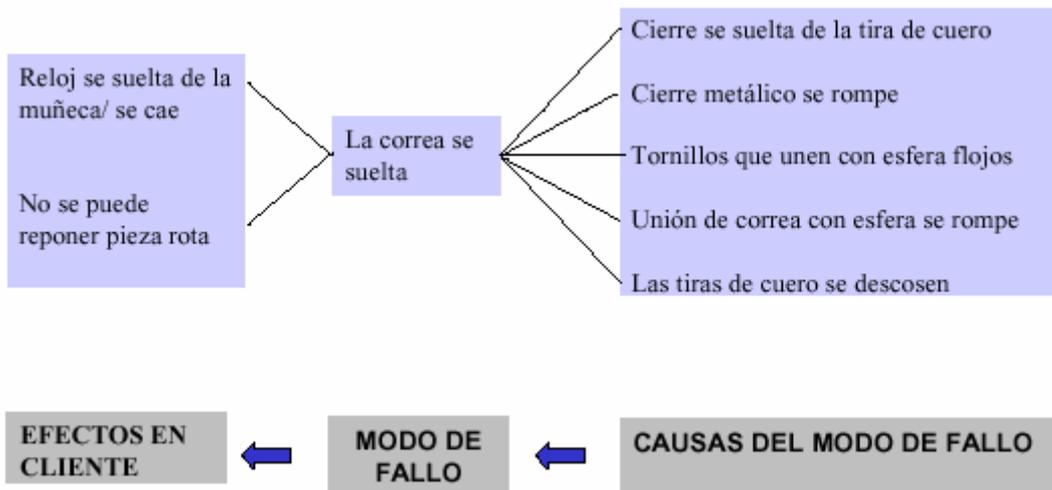
Los modos potenciales de fallos se definen como la manera en que los distintos elementos del sistema (piezas, ensambles, actividades...) pueden fallar con respecto a la función para la que han sido diseñados, incumpliendo de este modo las expectativas del cliente. Así, en esta tercera fase, el equipo de trabajo discute acerca de todas las maneras en que se pueden incumplir las funciones indicadas en la etapa anterior.

Nunca se dará el caso de que algún elemento de la estructura no tenga modo potencial de fallo, pues la propia negación de su función es ya un modo de fallo.



Matriz análisis fallos

El resultado es una cadena de relaciones con la forma **Efectos en cliente/Modo de fallo/ Causas del fallo**, esto es, si avanzamos de derecha a izquierda, podemos determinar relaciones como:



Efectos en cliente/Modo de fallo/ Causas del fallo

Por eso es importante que el diagrama de árbol tenga al menos esos tres niveles, la primera columna representa el Efecto, la segunda el Modo de fallo y la tercera la Causa.

**VOLVER**

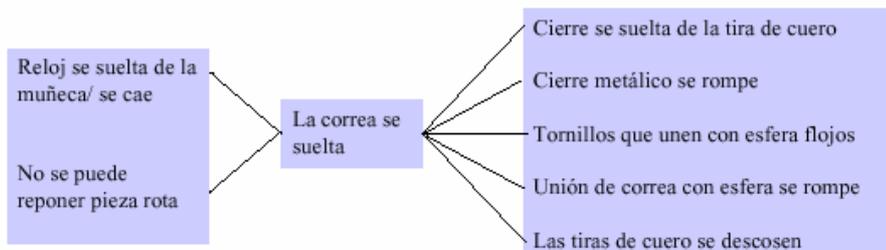
**22.9.6.4. Evaluación del riesgo**

En este cuarto paso, nos disponemos a medir el riesgo técnico de las causas del modo de fallo. El resultado de dicha evaluación es el denominado **Número de prioridad de riesgo (NPR)**, que nos va a permitir jerarquizar las posibles causas de fallos de más a menos importantes o urgentes y saber así dónde debemos prestar una mayor atención. El Número de prioridad de riesgo puede tomar valores de 1 (riesgo prácticamente nulo) a 1000 (riesgo muy alto).

A partir de este momento, el equipo trabajará con la tabla de AMFE, que permite visualizar los pasos del análisis. El primer paso en esta hoja o tabla consiste en especificar el tipo de AMFE (diseño o proceso) así como el objeto del mismo (pieza, proceso, modelo...). Se citarán también a todos los miembros del equipo de AMFE indicando el responsable.

Pasamos a continuación a rellenar las tres primeras columnas:

Como ya hemos comentado, en el punto nº 3, hemos obtenido una cadena de relaciones: Efectos en Cliente/Modo de fallo/Causa del modo de fallo. Tenemos que ir considerando individualmente cada uno de los Modos de fallo (columna del medio) e ir relacionándolo con los efectos que produce y las causas que lo generan. Así, en el caso del reloj podemos concluir por ejemplo:



EFECTOS EN CLIENTE		MODO DE FALLO		CAUSAS DEL MODO DE FALLO					
AMFE de Diseño <input type="checkbox"/>		AMFE de Proceso <input type="checkbox"/>		Objeto:					
Equipo de AMFE y responsable:				Fecha Inicio:					
				Fecha Revisión:					
Efectos Cliente	G	Modo Fallo	Causa del Modo Fallo	Medidas para evitar la causa del fallo	O	Medidas para detectar el fallo	D	NP	R
Reloj se suelta	β	Correa se suelta	Cierre se suelta de tira de cuero	βββββ	β		β		
			Tornillos que unen con esfera flojos		β	βββββ	β		
No se puede reponer piezas	β		Cierre metálico se rompe	βββββ	β	βββββ	β		
			Unión de correa con esfera se rompe	βββββ	β		β		
			Las tiras de cuero se descosen		β		β		

### *Relación efectos – modo de fallo - causas*

El NPR es el resultado de la multiplicación de tres índices de evaluación:

Índice de gravedad – G

Índice de ocurrencia – O NPR= G\*O\*D

Índice de detección – D

Índice de gravedad – G: es la valoración que el cliente hace sobre las consecuencias del fallo que podría sufrir. La evaluación se realiza en una escala de 1 a 10, en base a una tabla de gravedad, en función de la mayor o menor insatisfacción que dichas consecuencias le provoquen. Así muy insatisfecho (afecta a su seguridad, no cumple requisitos básicos etc.) es un 10 y un 1 indica muy baja probabilidad de insatisfacción.

Índice de ocurrencia – O: es la probabilidad de que ocurra un modo de fallo. Depende de la probabilidad de ocurrencia de la causa.

Puede tomar valores de 1 a 10, siendo 1 muy poco probable que ocurra y 10 altamente probable. A la hora de determinar este índice, el equipo tendrá que considerar qué medidas tienen ya establecidas para evitar o minimizar la probabilidad de que se produzca la causa del modo de fallo. Así si no existe medida alguna que evite la aparición de dicho fallo, es muy probable que se obtenga una puntuación de 10 en dicho apartado.

Índice de detección – D: Se evalúa la probabilidad de detectar un defecto o fallo antes de que el producto llegue al cliente. Toma valores de 1 (es muy probable que se detecte) a 10 (es muy poco probable que se detecte). En este caso, el equipo tendrá en cuenta las medidas de que disponen para detectar fallos, antes de que éstos lleguen al cliente, ya sea cliente interno o externo.

Finalmente calculamos el Número de prioridad de riesgo mediante el producto de los tres índices anteriores. Como ya se ha dicho, el NPR podrá tomar valores entre 1 y 1000, correspondiendo 1000 al mayor potencial de riesgo. Nos indica la importancia relativa de las distintas causas de fallo pudiendo así establecer prioridades sobre en qué actividad debemos concentrar los esfuerzos de mejora.

**VOLVER**

### **22.9.6.5. Optimización**

En esta fase el equipo de AMFE propone acciones de mejora para optimizar el diseño del producto o las operaciones del proceso para mejorar en la robustez del sistema. Se concede prioridad a las **acciones preventivas** (las que disminuyen O) frente a las **acciones correctivas** (las que disminuyen D). No está en nuestras manos reducir el valor G, ya que se trata de una valoración que hace el cliente, y la gravedad de un fallo es independiente de los cambios de diseño que proponemos.

En esta fase de optimización, se fijarán también los responsables del estudio, aplicación y seguimiento de cada una de las acciones de mejora, así como la fecha de revisión. En la revisión se volverá a calcular el NPR, teniendo esta vez en cuenta las acciones de mejora que se han llevado a cabo.

Debemos asegurarnos de que la acción de mejora no crea otros problemas y que la calidad obtenida con la mejora respeta la rentabilidad y la productividad del proceso.

Así, nuestro objetivo es que **NPR (revisado) < NPR (original)**.

Es importante señalar que todos los esfuerzos del AMFE van dirigidos a evitar o corregir las **Causas del Modo de Fallo**.

[VOLVER](#)

### 22.9.7. VENTAJAS DEL AMFE

Podríamos resumir el resultado final del AMFE como una lista de Modos de Fallo Potenciales, sus Efectos y las Causas que contribuyen a su aparición, clasificados por unos índices que evalúan su impacto en el cliente.

- Permite establecer prioridades (mediante el valor del NPR).
- Reduce la posibilidad de que aparezcan fallos.
- Se trata de un modo de proceder sistemático facilitando el trabajo del equipo.
- Garantiza la seguridad en la producción.
- Sinergias del trabajo en equipo.
- Reduce costes de corrección de fallos.
- Proporciona información detallada sobre el producto/proceso (Referencia para futuros cambios de diseño o diseños más avanzados).

[VOLVER](#)

## 22.10 QFD

### 22.10.1. INTRODUCCIÓN

Una característica fundamental del concepto calidad es su orientación hacia el cliente, concretamente hacia el cumplimiento de los requisitos que éste establece. Por ello, es muy importante que, ya desde las primeras fases de planificación de la calidad, se considere como aspecto central la denominada "Voz del Cliente" –qué es lo que el cliente exige a nuestro producto.

Por otro lado, estamos viviendo una etapa donde el ciclo de vida del producto se ha reducido considerablemente y por este motivo las empresas deben reducir los plazos de desarrollo de los mismos. Es preciso ofrecer productos y servicios de alta calidad en un periodo corto de tiempo y que cumplan con los requisitos y especificaciones del cliente; todo ello en un mercado altamente competitivo.

En 1966 en Japón, el Profesor Yoji Akao presentó el Método QFD: Quality Function Deployment (Despliegue de la Función de Calidad) como una técnica sistemática que permite tener en cuenta las expectativas del cliente y asegurar que éstas están presentes en el diseño del producto y en la planificación del proceso.

[VOLVER](#)

### 22.10.2. QFD: QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT –DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD

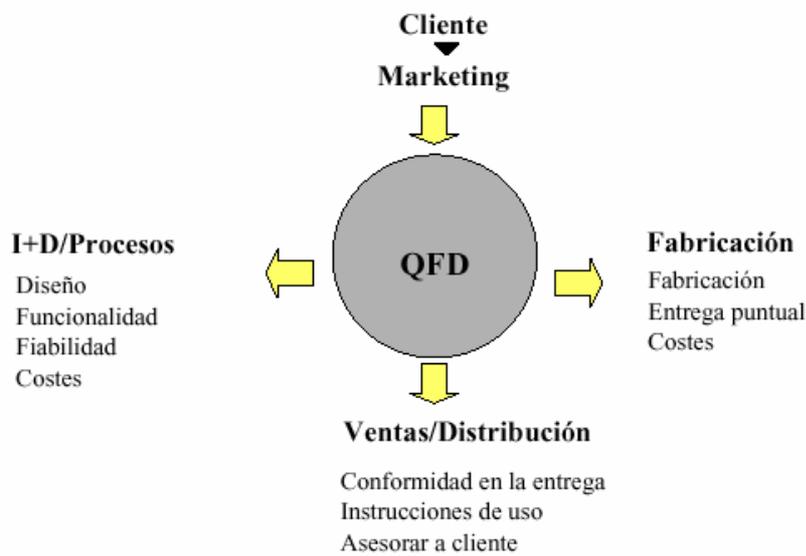
„El QFD es un sistema para traducir los deseos y exigencias del cliente a los requisitos apropiados para la empresa en cada etapa, desde la Investigación y Desarrollo del producto hasta su Industrialización y Producción, incluyendo Marketing/Ventas y Distribución“.

Se trata por lo tanto de una técnica que identifica las necesidades y exigencias del cliente (nos referimos fundamentalmente al cliente externo, aunque también podría aplicarse al cliente interno) y las lleva a los requisitos de diseño, esto es, traduce la "Voz del Cliente" a objetivos medibles que se deberán considerar y controlar.

Esta técnica se puede aplicar siempre que tengamos una relación Cliente-Proveedor (tanto interna como externa), y resulta apropiado en el caso de nuevos productos/servicios o mejora de los ya existentes. Con este método podremos entender las necesidades del cliente y transformarlas en acciones, así como identificar sistemáticamente las áreas que requieren atención y mejora.

Equipo de trabajo:

Para llevar a cabo el método QFD y lograr una planificación de la calidad efectiva se requiere el esfuerzo de mejora de varias áreas de la empresa. Así, se recomienda crear un equipo de trabajo multifuncional, con representantes de las partes operativas claves de la organización, esto es, todos aquellos departamentos relacionados directamente con el producto - siguiendo la definición de QFD encontramos I+D, Procesos (Planificación de procesos y procedimientos), Calidad, Mantenimiento, Marketing/Ventas y Distribución.



*Equipo de trabajo QFD*

*Equipo de trabajo QFD*

La aplicación de métodos de calidad mediante equipos de trabajo es cada vez más frecuente, ya que permite una comunicación y consenso entre las distintas áreas desde un primer momento, explota las sinergias que suponen los esfuerzos de diversas áreas funcionales y amplía las perspectivas de solución y las propuestas de mejora.

Será de gran ayuda, por otro lado, la presencia de un moderador/coordinador, especialista en el método de calidad, que asegure una aplicación sistemática y eficiente del mismo. El coordinador aclara y explica los objetivos que se pretenden lograr y orienta al grupo hacia la consecución de los mismos.

Pero no se trata de ningún guía o líder sino que deberá mantener una posición neutral.

**VOLVER**

22.10.3. ¿POR QUÉ QFD?

QFD es una herramienta de planificación desarrollada ante la creciente necesidad de alcanzar ventajas competitivas en calidad, coste y tiempo. Así, este método ayuda a las empresas a diseñar productos más competitivos en un tiempo menor, con un coste más bajo y una mayor calidad.

QFD es una manera sistemática de asegurar que las demandas del cliente o del mercado sean traducidas a requisitos técnicos relevantes y acciones específicas durante cada una de las etapas de desarrollo del producto.

Llamaremos al proceso de traducir estos requisitos a productos viables Proceso de Desarrollo del Producto y su punto de partida es la "Voz del Cliente".



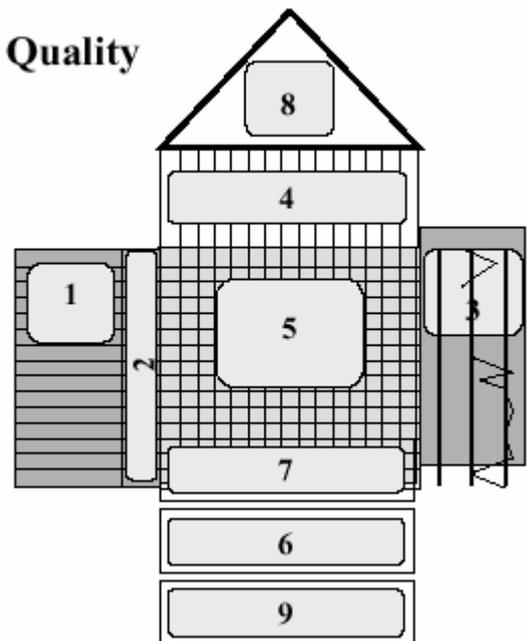
**VOLVER**

22.10.4. DESARROLLO DEL QFD

El proceso de desarrollo del QFD se apoya en una serie de matrices que, por su forma, reciben el nombre de House of Quality (HOQ):

**Desarrollo de QFD: The House of Quality**

1. Requisitos del cliente
2. Importancia para el cliente
3. Evaluación competitiva por parte del cliente
4. Características de control del producto final
5. Matriz de relaciones
6. Eval. competitiva de las características de control
7. Características de control del producto final
8. Matriz de correlaciones
9. Significado de las características de control



Vamos a ver una a una las partes de la casa de la calidad o HoQ.

**VOLVER**

**22.10.4.1. Requisitos del cliente: QUE**

QFD comienza a partir de una lista de objetivos o QUES que se pretenden lograr. Se trata de los requisitos del cliente y se han obtenido a través de investigaciones de mercado y entrevistas personales o de grupo. Los elementos contenidos en esta lista son muy generales y requieren una definición más detallada. Así, los requisitos primarios, que son básicamente los que el cliente quiere y desea, son desplegados a requisitos secundarios y terciarios para obtener una lista definitiva.

Los requisitos del cliente QUES se colocan en el eje vertical de la parte superior de la matriz de planificación. La lista definitiva de los QUES con todos sus niveles constituyen el "Vector QUE" y hasta el último nivel más detallado será llevado a encuesta para obtener la importancia que el cliente da a cada requisito (punto 2).

**VOLVER**

**22.10.4.2. Importancia para el cliente**

En esta columna se establece la importancia para el cliente de cada uno de los requisitos desplegados a nivel más detallado. En la encuesta pedimos al cliente que dé a cada uno de los puntos del vector QUE una puntuación en función de lo importante que considera tal característica. Normalmente se da una escala de 1(poco importante) a 5 (muy importante), aunque también pueden darse otras posibilidades como de 1 a 10 o en otros casos 1 (poco importante) – 3 (relativamente importante) – 9 (muy importante).

Mediante esta valoración, el cliente jerarquiza los términos del vector QUE.

Pongamos un ejemplo: Nuestra empresa fabrica relojes de muñeca:

Se ha decidido llevar a cabo un QFD y tras las encuestas a clientes e investigaciones de mercado se han obtenido los siguientes requisitos:

Requisitos del cliente	Importancia
Funcionamiento y tiempo duración (pila por ejemplo)	5
Diseño correa, colores, formas...	5
Resistencia al agua	4
Material esfera	3
Material de la correa	4
Precio	4-5
Cómodo, adaptabilidad a la muñeca	2
Segundero	3
Fácil interpretación de la hora	4
Peso: ligero de llevar	1
Posibilidad de intercambiar partes, correa...	2

Estos son requisitos generales que luego en la encuesta se han ido detallando, el nivel de detalle en el que se introducen en la matriz será determinado por el equipo en función de los objetivos.

**VOLVER**

**22.10.4.3. Evaluación competitiva por parte del cliente**

Se obtiene al mismo tiempo que la importancia, puesto que se incluyen en la misma encuesta. El cliente compara aquí nuestro producto frente a los de la competencia (2 o 3 competidores solamente). Hemos de considerar como competencia a los competidores más fuertes. Generalmente nos comparamos con dos: uno que tenga un producto muy parecido y otro que ofrezca un producto distinto pero que se utilice para lo mismo.

Siguiendo nuestro ejemplo:

REQUISITOS DEL CLIENTE	IMPORTANCIA	1	2	3	4	5
Funcionamiento /Durabilidad	5			○	■	×
Diseño: correa, colores, formas	5		×	○		■
Resistencia al agua	4	■			○	×
Material esfera	3		■		×	○
Material correa	4		■		○	×
Precio	4-5			■	○	×
Cómodo, adaptabilidad a la muñeca	2		■	○	×	
Segundero	3			○	×	■
Fácil interpretación de la hora	4			■	○	×
Peso: ligero de llevar	1			×	■	○
Posibilidad de intercambiar partes, correa...	2	×	○			■

■ representará los resultados de nuestro producto.

× y ○: representan los resultados de los productos de la competencia

**VOLVER**

**22.10.4.4. Características de control del producto final: COMO**

En este paso se traducen los requisitos del cliente a requisitos de diseño, esto es, para cada QUE buscamos un COMO.

Consiste en listar en la parte superior horizontal de la matriz las características de control del producto final que se piensa que deben ser cumplidas para la satisfacción de los requisitos del cliente. Estas características se generan mediante el uso del diagrama Causa-Efecto 34 , buscando todos aquellos parámetros de diseño que influyen sobre cada uno de los QUE.

Las características son los requisitos del producto (atributos) que se relacionan directamente con los requisitos del cliente y deben ser desplegados a través del diseño, ingeniería, montaje y proceso de servicio para manifestarse en las prestaciones del producto final y en la aceptación del cliente. Los requisitos de diseño deben ser características medibles que podremos evaluar y controlar en el producto terminado.

REQUISITOS DEL CLIENTE		Indicador pila baja	Resistencia agua profundidad(m)	Peso de l reloj (maquinaria)	Resistencia cristal	Diseño de esfera	Segundero digital	Flexibilidad de correa	Paleta variada	Costes fabricación
Funcionamiento /Durabilidad	5									
Diseño: correa, colores, formas	5									
Resistencia al agua	4									
Material esfera	3									
Material correa	4									
Precio	4-5									
Cómodo, adaptabilidad a la muñeca	2									
Segundero	3									
Fácil interpretación de la hora	4									
Peso: ligero de llevar 1	1									
Posibilidad de intercambiar partes, correa...	2									

**VOLVER**

#### 22.10.4.5. Matriz de relaciones

Se trata de la matriz de relaciones entre los requisitos del cliente (QUEs) y las características del producto final (COMOs). Para indicar tales relaciones, empleamos determinados símbolos según el grado de relación que exista entre ellos:

◇ Relación débil

○ Relación media

\* Relación fuerte

En nuestro ejemplo la matriz de relaciones podría ser la siguiente:

REQUISITOS DEL CLIENTE		Indicador pila baja	Resistencia agua profundidad(m)	Peso de l reloj (maquinaria)	Resistencia cristal	Diseño de esfera	Segundero digital	Flexibilidad de correa	Paleta variada	Costes fabricación
Funcionamiento /Durabilidad	5	*	○	○						◇
Diseño: correa, colores, formas	5					*	○	◇	*	○
Resistencia al agua	4		*		◇			○		○
Material esfera	3		○	*	*	*	*		*	○
Material correa	4			○				*	*	◇
Precio	4-5	○	○		○	◇	○	○	○	*
Cómodo, adaptabilidad a la muñeca	2			◇		◇		*	◇	◇
Segundero	3					○	*		○	○
Fácil interpretación de la hora	4	◇			○	*	○		◇	◇
Peso: ligero de llevar 1	1		◇	*	◇	◇		◇	◇	◇
Posibilidad de intercambiar partes, correa...	2				*	*		○	*	○

**VOLVER**

#### 22.10.4.6. Evaluación competitiva de las características de control

Comparación de las características de control con los competidores.

Las evaluaciones competitivas son comparadas con las evaluaciones de las características de control del producto para determinar áreas de inconsistencia entre lo que el cliente dice y nuestra propia evaluación, así como aquellas características que deben ser mejoradas.

**VOLVER**

#### 22.10.4.7. Características de control del producto final: COMO

Establecimiento de objetivos para cada uno de los parámetros del producto final. Se basan en las ponderaciones del cliente y en las fortalezas y debilidades del producto actual (puntos 2, 3 y 5). Deben ser valores medibles que puedan ser evaluados en el producto final.

**VOLVER**

#### 22.10.4.8. Matriz de correlaciones

Matriz triangular relacionada con los COMOs que establece la correlación entre cada uno de ellos. Permite identificar cuáles de los COMOs se encuentran contenidos en otros COMOs y cuáles están en conflicto. Estos últimos son muy importantes, porque habrá que optimizar simultáneamente dos parámetros.

Hay cuatro tipos de relaciones:

- +Relación positiva
- ⊕Relación fuertemente positiva
- ×Relación negativa
- ⊗Relación fuertemente negativa

**VOLVER**

#### 22.10.4.9. Significado de las características de control (características críticas)

Selección de características de control del producto que deben ser desplegadas a lo largo del proceso QFD, desde planificación hasta producción. Esta selección se basa en la importancia para el cliente, en las evaluaciones competitivas y en la dificultad de lograr los objetivos establecidos para cada característica. Para ello, se lleva a cabo una ponderación de las características de control del siguiente modo:

◇Relación débil: 1 punto

○Relación media: 3 puntos

\*Relación fuerte: 9 puntos

$\sum$ (Importancia\*Peso de la relación)

En nuestro ejemplo por ejemplo el indicador de pila baja tiene una ponderación de:

$$(5*9) + (4*3) + (4*1) = 45 + 12 + 4 = 61$$

	Indicador pila baja	Resistencia agua profundidad (m)	Peso del reloj (maquinaria)	Resistencia cristal	Diseño de esfera	Segundero digital	Flexibilidad de correa	Paleta variada	Costes fabricación
	61	73	50	89	142	93	90	154	103
<b>Total:</b>									
<b>855</b>									
<b>%</b>	7,1	8,5	5,8	10	16	10	10	18	12
<b>Priorid.</b>					2	4		1	3

Vemos cómo las características que tienen relaciones muy fuertes con los requisitos del cliente o que afectan a muchos requisitos aparecen más ponderadas. Si además son mal valoradas frente a la competencia, deben ser traducidas en el lenguaje de cada disciplina o en términos de la función de requisitos, acciones y controles para asegurar que la voz del cliente sea escuchada a lo largo de todo el proceso de desarrollo: diseño, producción, marketing, ventas etc.

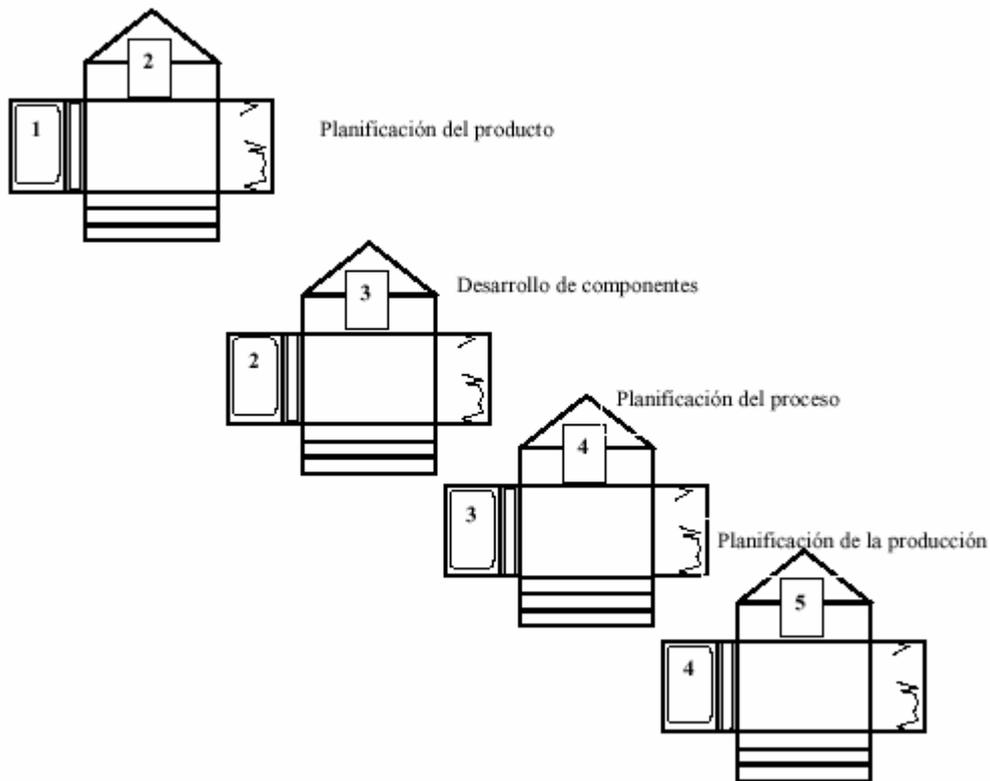
**VOLVER**

### 22.10.5. DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD EN CUATRO FASES.

La Matriz de Planificación del producto o Casa de la Calidad contiene la información más crítica necesaria acerca de nuestra relación con el cliente y nuestra posición relativa en el mercado. Para hacer llegar la voz del cliente a través de toda la empresa se utilizan una serie de matrices o fases además de ésta. La voz del cliente es sistemáticamente transmitida en el diseño, proceso de fabricación y producción.

Esto se logra creando una nueva matriz en la que los COMOs de la matriz anterior se convierten en QUES de la actual. Los valores de los CUANTOs se llevan también a la nueva matriz.

**VOLVER**



Despliegue función de la calidad en cuatro fases

**VOLVER**

### 9.10.6. VENTAJAS DEL QFD

Mediante el desarrollo de este método, el equipo de QFD ha conseguido:

- Establecer fuentes de información (base de datos) para futuros diseños y mejora de procesos.
- Proporcionar un sistema fiable de seguimiento del producto a través del proceso.
- Reducción de costes.
- Satisfacción del cliente.
- Una actuación rápida y eficiente.

**VOLVER**