

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



**IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y
EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE
MANUFACTURA PARA JUGUETES**

POR

CESAR ALEJANDRO MARTINEZ LUGO

**EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION CON
ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD**

CIUDAD UNIVERSITARIA

JULIO DEL 2004

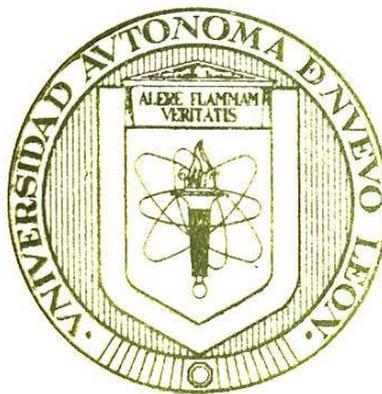
IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y
EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE
MANUFACTURA PARA JUGUETES

C.A.M.L.

2

TM
Z5853
.M2
FIME
2004
.M377

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



IMPLEMENTACION DE UN ANALISIS DE MODO Y
EFECTO DE FALLA EN UNA LINEA DE
MANUFACTURA PARA JUGUETES

POR

CESAR ALEJANDRO MARTINEZ LUGO

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION CON
ESPECIALIDAD EN PRODUCCION Y CALIDAD

CIUDAD UNIVERSITARIA

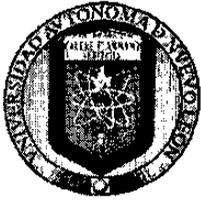
JULIO DEL 2004

989 789

TM
Z5853
.M2
FIME
2004
.M377



FONDO
TESIS



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POST GRADO

Los miembros del Comité de Tesis recomendamos que la tesis **“Implementación de un Análisis de Modo y Efecto de Falla en una línea de manufactura para juguetes”**, realizada por el Alumno **Cesar Alejandro Martinez Lugo** con el numero de matricula **1115174** sea aceptada para su defensa como opción a grado de Maestro en Ciencias de la Administración con especialidad en Producción y Calidad.

El Comité de Tesis

M.C. Alejandro Aguilar Meraz
Asesor

M.C. Esteban Baez Villarreal
Revisor

M.C. Isabel Dimas Rangel
Revisor

Vo. Bo.

Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodríguez
Sub-Director de Posgrado

Ciudad Universitaria, a Julio del 2004

SINTESIS

En el desarrollo del presente estudio se encuentra dividido en 6 Capítulos donde sobresale la importancia de la implementación del Análisis de Modo y Efecto de Falla (AMEF) en una línea de manufactura para juguetes eléctricos.

En este proyecto se presenta un análisis de los procesos de producción de ensamblajes y subensamblajes de un producto conocido como la Motocicleta Harley, cual es producida por la línea que lleva el mismo nombre y que recibe la implementación del AMEF por primera vez en la compañía Mattel. Este proyecto tiene los siguientes fines, reducir los costos por retornos y quejas del consumidor, además de mejorar los procesos de manufactura mediante varias herramientas de calidad que acompañan a la metodología del AMEF .

La mejora en el proceso de la línea Harley, se refiere al hecho de que éste se encuentre actualmente produciendo sus productos aceptables, confiables y alcanzando ventas que antes no se habían registrado en la planta, tanto que se extendió la cartera de intereses de fuertes clientes al conocer nuestros controles de Manufactura y Calidad.

La implementación del AMEF se realizó en el año 2003, este éxito fue obtenido gracias a la valiosa herramienta de prevención que la hace ser aun mas poderosa con un equipo bien integrado y capaz de solucionar los problemas.

Índice

1.0 INTRODUCCION.

1.1-	Descripción del Problema. -----	1
1.2-	Objetivo de la Tesis. -----	5
1.3	Hipótesis -----	6
1.4	Limites -----	7
1.5	Justificación -----	7
1.6	Metodología -----	8
1.7	Planeación Avanzada de la Calidad del producto (APQP) -----	8
	1.7.1 Fases del APQP. -----	14
1.8	Definiciones y características del AMEF. -----	41
	1.8.1 Tipos de AMEF's -----	44
	1.8.2 Condición Propensa al Error -----	45
	1.8.3 Fallas comunes en las líneas de producción. -----	47
1.9	Ventajas y limitaciones de un AMEF. -----	49
1.10	Los Beneficios de un AMEF -----	50
1.11	Requerimientos del AMEF -----	51

2.0 ORIGEN DEL AMEF.

2.1	La Historia del AMEF -----	52
2.2	Objetivos de un AMEF. -----	52
2.3	Equipo multidisciplinario para el AMEF. -----	55
	2.3.1 Responsabilidades de un líder en el AMEF -----	55
	2.3.2 Metas intermedias. -----	58

3.0	MÉTODOS Y HERRAMIENTAS APLICADAS A UN AMEF.	
3.1	Técnicas de documentación para un AMEF. -----	60
3.2	Las 12 claves elementales de un AMEF.-----	61
3.3	Técnica de evaluación para las líneas de producción. -----	64
3.4	Método Poka yoke -----	72
3.4.1	Clasificación de los métodos Poka Yoke. -----	75
3.4.2	Medidores utilizados en sistemas Poka-yoke. -----	77
3.5	Diagramas para un AMEF. -----	85
3.5.1	Diagrama de las Fases de un AMEF -----	85
3.5.2	Diagrama de flujo -----	88
3.5.3	Diagrama de Pareto. -----	94
3.5.4	Diagrama Causa y Efecto. -----	98
3.6	Métodos Cualitativos -----	101
3.6.1	Lista de chequeo para definir los problemas. -----	102
3.6.2	Análisis de Tormenta de Ideas. -----	104
3.6.3	Evaluación Comparativa (Benchmarking) -----	106
3.6.4	Sistema de Admón. de quejas del cliente. -----	113
3.6.5	AMEF de servicio Implementado. -----	119
3.7	Métodos Cuantitativos (evaluando el Riesgo de Falla). -----	123
3.7.1	Rango de Severidad. -----	123
3.7.2	Rango de Ocurrencia. -----	125
3.7.3	Rango de Detectabilidad. -----	126
3.7.4	Interpretación del NPR -----	127
3.7.5	Matriz de Características especiales. -----	129

3.8	Los 22 Pasos Efectivos para elaborar un AMEF de Proceso.-----	130
3.8.1	Características del producto. -----	144
3.8.2	Trazo de la línea de producción (Lay out). -----	145

4.0 RESULTADOS.

4.1	AMEF de Proceso de la línea Harley. -----	147
4.2	Resultados comparativos entre los NPR's. -----	157
4.3	Análisis de costo y Beneficio. -----	160
4.4	Efectos Tangibles e Intangibles. -----	162
4.5	Resultados de un Proceso Mejorado. -----	164

5.0 CONCLUSIONES.

5.1	Resumen. -----	185
5.2	Recomendaciones. -----	186
5.3	Compartir las soluciones con el Cliente. -----	187

6.0 REFERENCIAS.

Apéndice A	Tablas y Diagramas. -----	188
Apéndice B	Definiciones -----	190

Dedicatoria

CAPITULO I

1.0 INTRODUCCION

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Durante muchos años el hombre ha tratado de solucionar sus problemas a tal grado que ha sido capaz de desarrollar herramientas que le permitan solucionar los problemas que se presentan, e incluso encontrar las causas que lo originan. En la actualidad podemos conocer las distintas herramientas eficaces para solucionar cualquier tipo de problema que se presente e incluso para prevenirlo, y es la razón de esta tesis cual fue enfocada en un proyecto estratégico para la empresa Mattel fabricante de Juguetes eléctricos Power wheels .

La tesis se enfoca en las acciones de prevención y solución de problemas que presentaron en la Compañía Mattel Monterrey a inicios del año 2002 por el alto índice en retornos de productos que los consumidores reportaban, tanto inconformidades por partes faltantes como productos no funcionales. El prestigio de Mattel-Fisher Price empezaba a perder credibilidad en su calidad, por lo que la empresa exigió una pronta solución a este de problema, así que se necesitaba de un plan de calidad y la utilización de una de las herramientas estratégicas utilizadas hoy en día por los mejores analistas, e incluso por el sector automotriz, dicha herramienta es conocida como el AMEF que significa el Análisis del Modo y efecto de falla, Dicha herramienta es considerada como una de las herramientas del APQP (Planeación Avanzada de la calidad de un producto).

Todas estas técnicas analíticas que se describen en la tesis, fueron utilizadas para detectar las potenciales fallas en los procesos, Aplicaciones de acciones correctivas y prevenciones de posibles ocurrencias de falla.

Tradicionalmente, en los procesos de comercialización de bienes y servicios, se presenta un objetivo por satisfacer al cliente, debido a esta situación, las empresas se han visto en la obligación de ofrecer garantías, es decir, de comprometerse con el cliente por un período determinado a reparar o sustituir de manera total o parcial los productos que presenten defectos operacionales o de construcción.

Aun cuando este compromiso representa tranquilidad para el consumidor, el hecho de no poder disponer del producto durante un período de reparación o

sustitución, o que éste se averíe con mucha frecuencia; representa un motivo de insatisfacción, el cual se traduce como una pérdida de prestigio para el proveedor.

De igual manera, en aquellos casos en que el producto o servicio es utilizado en lugares remotos o en condiciones muy críticas, la garantía pasa a un segundo plano y el interés principal del cliente recae en que el producto no falle.

Por estos motivos, es deseable colocar en el mercado un producto o servicio que no presenta defectos, y para tal fin en el presente trabajo se expone el Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF) como un procedimiento de gran utilidad para aumentar la confiabilidad y buscar soluciones a los problemas que puedan presentar los productos y procesos antes de que estos ocurran.

La meta de este proyecto fue minimizar la incidencia de defectos y partes faltantes de los productos ya existentes, es decir se analizaron líneas que ya se mantenían corriendo, y mediante una evaluación comparativa de DPMO (defectos por millón de oportunidades), se eligió la línea que tenía mas DPMO y con un alto número en los retornos por consumidor., la línea de producción elegida fue la *Harley Cruiser*, cual demostró como resultado fuertes ahorros y la reducción de porcentaje por devoluciones de cliente, por consiguiente se mantiene el prestigio de la marca.

El proyecto inicio con la asignación de distintos representantes de cada departamento involucrado para crear un equipo de AMEF de proceso. Áreas como Producción líneas, Calidad, Ingeniería, Materiales, Almacén, Producción Moldeo y la dirección.

Una vez reunido el grupo se asigno un líder y estadísticamente se atacaron las líneas con mayores defectos reportados DPMO, además se observo el programa de ese Año y los alcances contemplados para los próximos meses.

La línea de la cual describe la tesis como Harley Cruiser motorcycles “ es una de las líneas de producción con mas demanda en el mercado por su producto, lo cual lleva a pensar que requiere de turnos para cumplir demandas, siempre y cuando se tenga limitaciones en la inversión. Para nuestro caso, es única la línea, sin embargo se producen tres tipos diferentes de motocicletas, lo cual hace más interesante al proyecto de reducción de retornos por quejas de clientes.

En esta tesis se indica los pasos del AMEF que llevaron acabo la administración y seguimiento de los problemas, también describe el Proceso mejorado basado en ilustraciones con fines de aportar ideas de mejora para el ramo manufacturero. .

1.2 OBJETIVO DE LA TESIS

En la actualidad el éxito en las compañías se encuentra reflejado en las estrategias de competitividad, y uno de los focos a cuidar es el mercado que va de la mano con la satisfacción del cliente.

Como empresario debe de conocerse la gran preocupación que se debe tener con la insatisfacción del cliente debido a una falta de Calidad.

El objetivo primordial es minimizar las quejas y retornos de productos por parte de nuestros clientes. Por lo que se generaron dos investigaciones de campo para el inicio de este proyecto. El primero, llamado Ys, cual identificó la manera en la cual un proceso ó producto pudiera fallar de acuerdo a los requerimientos del cliente, y la otra investigación Xs, cayo en enlistar todas las posibles causas de falla que se presentaron en los reportes de nuestros clientes en el cual describían los problemas presentados.

El analizar las causas potenciales , disminuir la incidencia de fallas o eliminar las potenciales fallas que se presentaron en el proceso de manufactura en algunos casos antes de un arranque de línea y otros sobre un proceso ya iniciado , fue la razón de utilizar la herramienta mas apropiada (AMEF) con el fin de obtener mejoras, costos y Beneficio del proceso.

Mediante la realización del presente informe, se establece la gran importancia y el alcance de los beneficios que proporciona el Análisis de Modo y

Efectos de Falla Potencial como una herramienta para examinar todas las formas en que un producto o proceso pueda fallar; además se hace una revisión de la acción que debe tomar para minimizar la probabilidad de falla o el efecto de la misma.

Dado que para la mayoría de los productos y procesos no es económico llevar a cabo el AMEF para cada componente, se hace necesaria la realización de los elementos críticos que deben ser sometidos al mismo.

Aunque el AMEF es muy valioso como una técnica de advertencia temprana, la prueba definitiva viene dado por el uso del producto por parte del cliente. Sin embargo la experiencia de campo llega demasiado tarde, y es aquí donde resalta la importancia de que ésta sea precedida por el AMEF para que las empresas puedan simular el uso de sus productos y procesos en el campo de trabajo.

1.3 HIPOTESIS

Con la reducción de defectos en las líneas y fallas potenciales, pienso que podemos tener una metodología para el análisis de cualquier línea que se desee incorporar a la empresa.

Y partiendo de dichos análisis podremos reconocer la reducción de costos por fallas, además de comparar los retornos por consumidor contra las líneas analizadas.

1.4 LIMITES

La presente tesis se enfoca únicamente en las áreas de Producción - ensamble, Calidad, e Ingeniería de la citada Empresa.

1.5 JUSTIFICACION

Al visualizar el alto índice de retorno de productos por nuestros clientes y el alto índice de incidencia por fallas en el proceso, se realiza la mejora continua por medio de un AMEF obteniendo agradables resultados e implantando un sistema eficaz.

Las Consecuencias Negativas son las siguientes:

- 1) Problemas de partes faltantes en los productos terminados.
- 2) Problemas de función en los productos terminados.
- 3) Alto índice de quejas del cliente.
- 4) Deterioro de la Imagen de Mattel. (relación 8:1)
- 5) Impacto económico negativo para la Empresa.

1.6 METODOLOGIA

a) Recopilación de información.

Es el departamento de Calidad quien recopila la información necesaria para la realización de dicho proyecto, y la participación de todas las áreas fue quien hizo posible dicho éxito.

b) Análisis de la Información.

Se analiza la información para ser aplicada a los diferentes pasos que requiere un AMEF y sus distintas herramientas estadísticas que lo hacen mas fuerte.

c) Generación de Propuestas

La tormenta de ideas y los resultados obtenidos de dicho Análisis nos llevara a poder evaluar nuestro sistema operativo.

Cada línea deberá de ser ponderada por su DPMO.

1.7 PLANEACION AVANZADA DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO (APQP).

Antes de conocer la forma en que se realizo este proyecto con el uso de varias herramientas estadísticas y en especial con el AMEF, que es la herramienta de prevención que describo como la clave de la minimización de defectos de los problemas encontrados y posibles a presentarse, es de suma

importancia conocer la estructura del método que considera al AMEF como una de sus fases de la planeación. El método es conocido como APQP (Advanced Product Quality Planning) que significa Planeación avanzada de la calidad de un producto, Conocido método para definir y establecer pasos necesarios para asegurar que un producto va a satisfacer al cliente.

El primer paso en una Planeación de la Calidad es definir y establecer responsabilidades a un equipo multifuncional, involucrando departamentos y áreas convenientes. Un cliente puede ser quien prácticamente inicie una Planeación de Calidad.

Una Planeación de Calidad involucra Ingeniería Simultanea y Planes de Calidad y Control. La ingeniería simultanea es un proceso donde varios equipos multifuncionales se orientan hacia un objetivo común. Los planes de calidad y control son documentos que definen la forma de controlar el diseño y/o la manufactura de un producto. Pueden existir planes de calidad y control en tres diferentes etapas de una planeación de calidad y son: Prepiloto, Piloto y Producción.

Una vez formado el equipo multifuncional, debe desarrollarse un plan o programa en tiempo, integrando los 5 pasos básicos de una Planeación de Calidad , cuales se listan a continuación:

1 Planeación y Definición de un Programa

- 2 Diseño y Desarrollo del Producto
- 3 Diseño y Desarrollo del Proceso
- 4 Validación del Producto y el Proceso
- 5 Producción

Los 5 pasos o fases de la planeación , 4 son de planeación y 1 es de retroalimentación ó (lecciones aprendidas).

Analicemos con mayor profundidad los detalles y requerimientos a cumplir en cada uno de éstos pasos, a fin de lograr el objetivo final que es satisfacer las necesidades, requerimientos y expectativas de los clientes.

Los beneficios de la planeación de la calidad del producto son:

- 1- Orienta los esfuerzos para satisfacer al cliente
- 2- Identifica oportunamente los cambios requeridos
- 3- Evita cambios tardíos
- 4- Se obtiene un producto de calidad a bajo costo

Actualmente esta metodología es obligatoria dentro del sistema de Calidad QS-9000. A continuación se da a conocer los elementos como requisitos del QS-9000.

Requisitos QS-9000 de una Planeación Avanzada de la Calidad.

Del QS-9000 llama al elemento 4.1. **Responsabilidad Directiva**

(4.1.2.3. Interfases organizacionales)

Se deben tener sistemas implantados que aseguren la administración de las actividades durante las etapas de desarrollo del concepto, prototipos y producción, debe usarse Planeación Avanzada de la Calidad.

Se debe usar un enfoque multidisciplinario para la toma de decisiones y tener la habilidad para comunicar la información necesario en el formato de los clientes.

Del QS-9000 llama al elemento 4.2. **Sistema de Calidad**

(4.2.3. Planeación de la Calidad)

El proveedor debe utilizar el manual de Planeación Avanzada de la Calidad, la cual debe considerar:

- La preparación de planes de calidad y control
- La identificación de características especiales de productos y procesos y el establecimiento de sus controles.

Del QS-9000 llama al elemento 4.9. **Control de Procesos**

(4.9.1. Monitoreo del proceso e instrucciones del operador)

Se deben monitorear los procesos y preparar instrucciones de los operadores las cuales deben derivarse de la Planeación Avanzada de la Calidad.

Formación del equipo

El primer paso de la Planeación Avanzada de la Calidad es asignar esta responsabilidad en un equipo, ya que esta función requiere el compromiso de diferentes departamentos. En este equipo debe haber responsables de las áreas de ingeniería, manufactura, ventas, calidad, servicio, proveedores y clientes, según sea apropiado.

Definición del alcance

Se deben identificar las necesidades, expectativas y requerimientos del cliente.

Para ello se debe:

- 1- Seleccionar al líder del proyecto
- 2- Definir las responsabilidades de cada representante
- 3- Identificar a los clientes
- 4- Definir los requerimientos del cliente
- 5- Evaluar la factibilidad del diseño
- 6- Considerar costos, tiempos y restricciones
- 7- Identificar método o proceso de documentación.

Planes de Control

Un plan de control es la descripción escrita de los sistemas para controlar partes y procesos. Estos planes de control cubren las fases de:

- a) Prototipos
- b) Pruebas piloto
- c) Producción

Plan de Plazos

El éxito de una compañía depende de su habilidad para satisfacer las necesidades y expectativas del cliente. Es esencial que el equipo desarrolle un Plan de plazos que enliste tareas, asignaciones, u otros eventos para dirigir los esfuerzos del equipo desde el comienzo del programa hasta el final.

- 1- Establece el tiempo para eventos o acciones clave

2- Facilita el monitoreo del progreso del programa

3- Ayuda a enfocar áreas críticas

4- Exhibe cuellos de botella.

1.7.1 FASES DE LA PLANEACION AVANZADA DE CALIDAD DEL PRODUCTO.

FASE I : PLAN Y DEFINICIÓN DEL PROGRAMA

Esta etapa esta diseñada para asegurar que las necesidades y expectativas del cliente estén claramente definidas.

ENTRADAS:

1. La voz del cliente

Incluye las preferencias, recomendaciones, datos e información del cliente interno y externo.

Se pueden obtener de las fuentes siguientes:

- Entrevistas
- Cuestionarios
- Reportes de mercado

- Estudios de calidad de los productos
- Estudios de competitividad del producto
- Reportes de garantía
- Indicadores de capacidad
- Reporte de calidad de proveedores
- Rechazos y devoluciones del cliente
- Análisis de campo del retorno del producto
- Datos históricos de QFD's
- Reportes de revistas y periódicos
- Cartas de sugerencias de los clientes
- Comentarios de los vendedores
- Reportes de servicio
- Evaluaciones internas
- Viajes de campo
- Comentarios de la Dirección
- Problemas reportados por los clientes internos
- Requisitos y regulaciones de gobierno
- Revisión al contrato

2. Plan de negocios y estrategias del mercado

El plan de negocios y las estrategias de mercado determinarán la estructura para el plan de calidad del producto.

El plan de negocios puede identificar áreas de mejora. Las estrategias de mercado definirán las metas, puntos de venta claves y competidores clave.

3. Datos competitivos del producto / proceso

Se debe identificar el benchmark apropiado (Evaluación comparativa) y comprender la razón de la brecha entre el actual estado y el benchmark.

Desarrolle un plan para cerrar la brecha, competir con el benchmark o superarlo.

4. Suposiciones del producto / proceso

Se deben tener suposiciones sobre las características del producto, del diseño, y del proceso (innovaciones tecnológicas, materiales, características).

5. Estudios de Confiabilidad del producto

Estos datos consideran las frecuencias de reparación o de reemplazos de componentes con períodos asignados de tiempo y los resultados a largo plazo de pruebas de confiabilidad / durabilidad.

6. Información del cliente interno

Esta es la información del usuario siguiente del producto y debe ser utilizada para desarrollar las medidas de satisfacción del cliente.

SALIDAS INICIALES

7. Metas de Diseño

Estos traducen la "Voz del cliente" a metas de diseño medibles.

8. Metas de Confiabilidad y calidad

Estas se establecen en base a los deseos y expectativas del cliente, los objetivos programados y los benchmark de confiabilidad. Las metas de confiabilidad deben ser expresadas en términos de probabilidad. Las metas de calidad son objetivos basados en la mejora continua (nivel de defectos, partes por millón, reducción de desechos, etc.)

9. Lista preliminar de materiales

Esta lista está basada en supuestos del producto / proceso e incluye una lista de proveedores. Es necesario un proceso apropiado de diseño manufactura para identificar las características especiales del producto / proceso.

10. Flujograma preliminar del proceso

Esto debe ser usado para describir el proceso de manufactura, sirve para desarrollar la lista preliminar de materiales y los supuestos del producto / proceso.

11. Lista preliminar de características especiales de producto / proceso.

Esta lista debe ser desarrollada a partir de:

- 1- Suposiciones del producto basadas en el análisis de las necesidades y expectativas del cliente.
- 2- Identificación de las metas y requerimientos de confiabilidad.
- 3- Identificación de las características especiales de procesos anteriores de manufactura.
- 4- AMEF de partes similares

12. Plan de aseguramiento del producto

Este plan traduce los objetivos de diseño en requerimientos de diseño. Puede incluir las siguientes acciones:

- a) Bosquejo de requerimientos
- b) Identificación de la confiabilidad y la durabilidad

c) Evaluaciones de nueva tecnología, complejidad, materiales, aplicaciones, medio ambiente, empaque, servicio y requerimientos de manufactura, o cualquier otro factor que pueda poner en riesgo el programa.

d) Desarrollo de AMEF.

e) Desarrollo de requerimientos preliminares de estándares de ingeniería.

El plan de aseguramiento del producto es una parte importante del Plan de Calidad del Producto.

13. Apoyo de la Administración

FASE II: DISEÑO Y DESARROLLO DEL PRODUCTO

En esta fase se discuten los elementos del proceso de planeación que desarrollará las características de diseño a su forma final (de manera preliminar).

El equipo del APQP debe considerar todos los factores de diseño. Las etapas incluyen la construcción de prototipos.

Un diseño factible debe permitir satisfacer:

- 1- Los volúmenes y programas de producción
- 2- La habilidad requerida por ingeniería
- 3- La calidad, confiabilidad, costos, peso, costos unitarios y tiempos.

Aunque los planes de control se basan principalmente en los dibujos y especificaciones, información valiosa a considerar puede ser obtenida de las herramientas analíticas descritas en esta sección para ayudar a definir y priorizar las características que pueden necesitar controles especialmente de producto / proceso.

Esta sección está diseñada para asegurar una revisión crítica de los requerimientos de ingeniería y de otras informaciones técnicas. En esta sección se debe hacer un análisis preliminar de factibilidad para evaluar los problemas potenciales que podrían ocurrir durante la manufactura.

1. AMEF de Diseño (DFMEA)

El AMEF de Diseño es una técnica analítica que evalúa tanto la probabilidad de falla como su efecto. El AMEF de diseño es un documento vivo que debe ser actualizado de acuerdo a las necesidades y requerimientos del cliente. El contar con un AMEF de diseño provee al equipo la oportunidad de revisar previamente las características seleccionadas del producto / proceso para hacer los cambios necesarios.

2. Diseño de manufactura y ensamble

Es un proceso de ingeniería simultánea diseñado para optimizar las relaciones entre la función de diseño, manufactura y ensamble. Las

necesidades y expectativas del cliente determinarán la extensión de esta actividad.

Por lo menos se deben considerar los siguientes aspectos:

- 1- Diseño, concepción, función, y sensibilidad a la variación de manufactura.
- 2- El proceso de manufactura y ensamble
- 3- Tolerancias en dimensiones.
- 4- Requerimientos de desempeño
- 5- Número de componentes
- 6- Ajustes del proceso
- 7- Manejo de materiales

Con base al conocimiento del equipo multidisciplinario del APQP, experiencia, al proceso / producto, regulaciones de gobierno y servicio, se podrán considerar otros factores.

3. Verificación del diseño.

En esta etapa se verifica que el producto diseñado satisface los requerimientos del cliente, establecidos en la primera etapa.

4. Revisiones al Diseño

La revisión del diseño es un método efectivo para prevenir problemas y malos entendidos, también provee un mecanismo para monitorear el progreso y reportarlo a la gerencia.

Las revisiones al diseño son una serie de actividades de verificación que son más que una inspección de ingeniería.

Como mínimo, se deben incluir evaluaciones de:

- a) Los requerimientos funcionales de diseño.
- b) Metas de confiabilidad.
- c) Ciclos de componentes / subsistemas / sistemas obligatorios.
- d) Simulaciones por computadora y resultados de pruebas comparativas.
- e) AMEF de diseño.
- f) Revisiones del diseño por manufactura y ensamble.
- g) Diseño de experimentos y resultados de variabilidad en el ensamble.
- h) Prueba de fallas.
- i) Avances de la verificación del diseño.

La función de las revisiones del diseño es el seguimiento del avance de la verificación del diseño. El plan y el reporte es un método formal para asegurar:

- Verificación del diseño

- La validación de componentes y ensambles del producto y proceso a través de la aplicación de un razonable plan de prueba y reporte.

5. Construcción del prototipo – Plan de control

El plan para el control del prototipo es una descripción de las medidas dimensionales, y pruebas funcionales y de materiales que se realizarán durante la construcción del prototipo. El equipo del APQP debe asegurar que el plan de control sea preparado y aplicado, y deberá ser revisado para:

- a)- Asegurar que el producto satisface las especificaciones y los reportes requeridos.
- b)- Asegurar que se le ha dado especial atención a las características especiales del producto y proceso.
- c)- Usar los datos y la experiencia para establecer parámetros preliminares de proceso y requerimientos de empaque.
- d)- Comunicar aspectos importantes para el cliente (desviaciones, costos, etc.)

6. Dibujos de ingeniería (incluyendo datos matemáticos)

Los diseños del cliente no eliminan la responsabilidad del equipo de planeación de revisar los dibujos de ingeniería.

Los dibujos pueden incluir características especiales (regulaciones e gobierno y de seguridad) que deben ser mostradas en el plan de control. Cuando no existan dibujos del cliente, el equipo de planeación debe determinar que

características afectan al funcionamiento, durabilidad y/o los requerimientos de gobierno y de seguridad. Los dibujos deben ser revisados para determinar si existe suficiente información para dimensionar las partes individuales. Los datos deben ser claramente identificados para asegurar que los dispositivos y equipo diseñados para el control sean apropiados.

Las dimensiones deben ser evaluadas para asegurar la factibilidad y la compatibilidad con la manufactura y los estándares de medición. Si es apropiado el equipo de planeación debe asegurar que los datos matemáticos son compatibles con el sistema del cliente para una efectiva comunicación.

7. Especificaciones de ingeniería

Una revisión detallada y un entendimiento de las especificaciones, ayudarán al equipo del APQP a identificar los requerimientos de funcionabilidad y apariencia de los componentes o de los ensambles. El tamaño de muestra, la frecuencia, y los criterios de aceptación de los parámetros son generalmente definidos en la sección de prueba de procesos de Especificaciones de ingeniería. De otra manera el tamaño de muestra deberá ser determinada por el proveedor y listado en el plan de control.

En cualquier caso, el proveedor debe determinar qué características afectan o controlan los resultados para cumplir con los requisitos de funcionalidad, durabilidad y apariencia.

8. Especificaciones de los materiales

Además de los dibujos y de las especificaciones de funcionamiento, las especificaciones de materiales deben ser revisadas para las características especiales relacionadas con los requerimientos de las propiedades físicas, desempeño, medio ambiente, manejo y almacenamiento. Estas características deben ser incluidas en el plan de control.

9. Cambios en los dibujos y en las especificaciones

Cuando sea requerido, el equipo debe asegurar que los cambios son oportunamente comunicados y documentados apropiadamente en todas las áreas afectadas.

10. Requerimientos de nuevo equipo y herramienta

El AMEF de diseño, el plan de aseguramiento del producto y las revisiones al diseño pueden identificar requerimientos de nuevo equipo. El equipo del APQP debe ubicar esos requerimientos incluyéndolos en la gráfica de tiempos.

11. Características especiales del producto y del proceso

El equipo del APQP debe construir la lista de características especiales bajo consenso durante las revisiones y desarrollo de las características de diseño y documentarlas en el plan de control.

12. Requerimientos del equipo de control y prueba

Estos requerimientos deben ser identificados en esta fase y el equipo del APQP debe considerarlos en la gráfica de tiempos para asegurarse de su adquisición oportuna.

13. Compromiso de factibilidad del equipo de apoyo de la Administración.

El Equipo del APQP debe evaluar la factibilidad del diseño propuesto en este momento. Cuando el diseño pertenece al cliente, esto no elimina la obligación del proveedor de evaluar la factibilidad del diseño. El equipo debe estar convencido de que el diseño propuesto puede ser manufacturado, ensamblado, probado, empacado y entregado con la calidad suficiente, con un costo aceptable para el cliente y dentro del programa.

FASE III : DISEÑO Y DESARROLLO DEL PROCESO

En esta sección se discuten las características mayores a desarrollar en el sistema de manufactura y sus planes de control relacionados para lograr productos de calidad. Las tareas a ser completadas en esta etapa de la planeación depende del éxito logrado en las dos etapas anteriores. Esta etapa esta diseñada para asegurar el desarrollo de un efectivo sistema de manufactura. El sistema de manufactura debe asegurar que los requisitos, necesidades y expectativas del cliente serán cumplidos.

SALIDAS INTERMEDIAS

1. Estándares de empaque

El cliente usualmente tiene estándares que deben ser incorporados a las especificaciones de empaque del producto. Si no es así, el diseño del empaque debe asegurar la integridad del producto hasta el punto de uso.

2. Revisión de sistema de calidad del producto / proceso

El equipo de planeación de la calidad del producto debe revisar en el Manual de Calidad la ubicación de manufactura. Cualquier control adicional o cambio de procedimiento requerido para producir el producto debe ser actualizado en el Manual del sistema de Calidad y debe también ser incluido en el plan de control de manufactura.

3. Flujograma del proceso

El flujograma puede ser empleado para analizar las fuentes de variación de la máquinas, los materiales, métodos y desde el principio hasta el final del proceso de manufactura y ensamble. Es usado para enfatizar el impacto de las fuentes de variación en el proceso. El flujograma ayuda al equipo APQP a enfocarse en el proceso cuando se conduce el AMEF de proceso y durante el diseño del plan de control.

4. Arreglo de piso (Lay out)

Este debe ser desarrollado y revisado para determinar la aceptabilidad de los puntos de inspección, la localización de las gráficas de control, la aceptabilidad de la ayudas visuales, las estaciones de reparaciones y las áreas de almacenamiento de material defectuoso. Todo el flujo de material debe ser considerado clave en el flujograma del proceso y en el plano de control.

5. Matriz de características

Una matriz de características es una técnica analítica recomendada para desplegar las relaciones entre los parámetros del proceso y las estaciones de manufactura.

6. AMEF de proceso (PFMEA)

Este debe ser efectuado durante la planeación de la calidad del producto y antes del inicio de la producción. Este es un documento vivo y necesita ser revisado y actualizado con base al descubrimiento de nuevas formas de falla.

7. Plan de control de la prueba piloto

Este plan debe incluir controles del producto / proceso que deberán ser implantados hasta que el proceso de producción sea validado. El propósito de éste plan de control es evitar la ocurrencia de no conformidades potenciales durante las corridas iniciales de producción.

8. Instrucciones de proceso

El equipo de planeación de calidad del producto debe asegurar que las instrucciones de proceso provean suficiente detalle para el personal quien tiene responsabilidad directa de la operación del proceso. Estas instrucciones deben ser desarrolladas considerando las siguientes fuentes:

- -AMEF's .
- -Planes de control.
- -Dibujos de ingeniería.
- -Especificaciones.
- -Estándares industriales.

- -Flujogramas del proceso.
- -Layout del piso.
- -Matriz de características.
- -Estándares de empaque.
- -Parámetros de procesos.
- -Requerimientos de manejo.
- -Operadores del proceso.

Las instrucciones deben incluir los valores de los parámetros tales como: velocidad de máquina, tiempos de ciclo, número de parte., y deben ser accesibles para los operadores y para los supervisores.

9. Plan de Análisis de los sistemas de medición

El equipo APQP debe asegurarse el desarrollo de un plan para cumplir lo requerido para analizar los sistemas de medición. Este plan debe incluir como mínimo la responsabilidad de asegurar la linealidad de los dispositivos, seguridad, repetibilidad, reproducibilidad y correlación de dispositivos duplicados.

10. Plan de estudio preliminar de la capacidad del proceso

El equipo APQP debe asegurar el desarrollo de éste plan. Las características identificadas en el plan de control servirá como base para este plan.

11. Especificaciones de Empaque

El equipo APQP debe asegurar el diseño y desarrollo del empaque de los productos individuales. Los estándares de empackado del cliente o los requerimientos genéricos de empaque deben ser usados cuando sea apropiado.

En todos los casos el diseño del empaque debe asegurar que el funcionamiento del producto y sus características se mantendrán sin cambio durante el empackado, transito y desempacado. El empackado debe tener compatibilidad con todo el material manejado y el equipo, incluyendo a los robots.

12. Apoyo a la Administración

Se requiere que el equipo APQP programe una revisión formal para reforzar el compromiso gerencial para concluir el proceso de diseño y la fase de desarrollo.

FASE IV : VALIDACIÓN DEL PROCESO Y DEL PRODUCTO

En esta sección se discuten las características del proceso de validación de manufactura a través de la evaluación de la producción de una corrida de prueba.

Durante la producción de una corrida de prueba, el equipo APQP debe validar que el plan de control y el flujograma han sido seguidos y el producto satisface los requerimientos del cliente. Aspectos adicionales deben ser identificados para su investigación y resolución antes de las corridas regulares de producción.

SALIDAS INTERMEDIAS

1. Corrida de prueba de producción

Esta debe ser conducida usando la herramienta, equipo, operadores, facilidades y el tiempo de ciclo de la producción. La validación de la efectividad del proceso de manufactura empieza con la corrida de prueba de producción. La cantidad mínima a ser producida en una corrida de prueba es generalmente establecida por el cliente, pero puede ser excedida por el equipo APQP.

Los resultados de la corrida de prueba de producción son usados para:

- 1- Estudios preliminares de Habilidad del Proceso
- 2- Evaluación de los sistemas de medición
- 3- Factibilidad final
- 4- Revisión del proceso
- 5- Prueba de validación de producción
- 6- Aprobación de partes de prueba

- 7- Evaluación del empaque
- 8- Capacidad de primera vez (FTC)
- 9- Planeación de Calidad

2. Evaluación de los sistemas de medición

Los dispositivos y métodos especificados de medición deben ser usados para verificar las características especificadas por ingeniería e identificadas en el plan de control y el sistema de medición debe ser evaluado durante o antes de la corrida de prueba de producción.

3. Estudio preliminar de la habilidad de proceso

El estudio preliminar de la habilidad de proceso debe ser realizado en las características identificadas en el plan de control.

4. Aprobación de partes de producción

La intención de la aprobación de las partes de producción es validar que los productos hechos con las herramientas y procesos de producción satisfacen los requerimientos de ingeniería.

5. Prueba de validación de producción

Se refiere a las pruebas de ingeniería que validan que los productos hechos con las herramientas y procesos de producción satisfacen los estándares de ingeniería.

6. Evaluación del Empaque

Todas las pruebas de embarque y métodos de prueba usados deben evaluarla protección del producto contra daño durante la transportación normal y contra factores ambientales adversos. Las especificaciones de empaque del cliente no liberan al equipo de planeación de la calidad de la responsabilidad de evaluar el método de empaque.

7. Plan de Control de Producción

Este es una descripción escrita de los sistemas para controlar partes y procesos. Es un documento vivo y debe ser actualizado para reflejar la eliminación o inclusión de controles basados en la experiencia ganada durante la producción de partes. Este plan es una extensión lógica del plan de control piloto. La producción en masa proporciona al productor la oportunidad de evaluar los resultados, de revisar el plan de control y de hacer los cambios apropiados.

8. Plan de Calidad y apoyo de la Administración

El equipo APQP debe asegurar que todos los planes de control y flujogramas han sido seguidos. Se sugiere que este equipo ejecute su revisión de la manufactura y coordine de manera formal la señal de salida. Se requiere una revisión de los siguientes aspectos antes del embarque de la primera producción:

- Planes de control
- Instrucciones de proceso
- Equipo de medición y prueba.

El equipo debe ser capaz de mostrar que todos los requerimientos de producción han sido cumplidos o documentados adecuadamente y se han programado revisiones gerenciales. El propósito de esta revisión es informar a la alta gerencia del estado del programa y ganar su compromiso para apoyar en cualquier aspecto.

FASE V : RETROALIMENTACIÓN, EVALUACIONES Y ACCIONES CORRECTIVAS.

La planeación de la calidad no termina con el proceso de validación e instalación. Es en la etapa de manufactura donde las salidas pueden ser evaluadas, cuando todas las causas de variación, las comunes y las especiales están presentes. Es también el momento de evaluar la efectividad del esfuerzo

de la planeación de la calidad del producto. El plan de control de producción es la base para evaluar el producto.

SALIDAS FINALES:

1. Reducción de la Variación:

Las gráficas de control y otras técnicas estadísticas deben ser usadas como herramientas para identificar la variación del proceso. El análisis y las acciones correctivas deben ser usadas para reducir la variación. La mejora continua requiere atención no solo hacia las causas especiales de variación sino también se requiere rendimiento de las causas comunes y buscar caminos para reducir esas fuentes de variación. Deben ser desarrolladas propuestas que incluyan costos, tiempos, y mejoras anticipadas a las revisiones del cliente.

Frecuentemente la reducción o eliminación de las causas comunes dan como resultado costos más bajos. Los proveedores no deben negarse a preparar propuestas basadas en análisis del valor, reducción de variación, etc.

La decisión para implementar, negociar o avanzar al siguiente nivel del diseño del producto es prerrogativa del cliente.

2. Satisfacción del Cliente

La planeación detallada de las actividades y la demostración de la capacidad del proceso de un producto o servicio no siempre garantiza la satisfacción del cliente. El producto o servicio debe ser probado en el medio ambiente del cliente. Es en esta etapa donde, tanto el cliente como el proveedor pueden obtener mayor aprendizaje. En esta etapa es donde la efectividad de los esfuerzos de la Planeación de la Calidad del Producto puede ser evaluada. El proveedor y el cliente deben hacer equipo para realizar los cambios necesarios para corregir las deficiencias que impiden alcanzar la satisfacción del cliente.

3. Entrega y Servicio

Esta etapa de la planeación de la calidad continúa el compañerismo para solucionar problemas y para la mejora continua. Las partes reemplazadas al cliente y las operaciones de servicio merecen la misma consideración en calidad, costos y entrega. Las fallas en corregir los problemas siempre dañan la reputación del proveedor y la confianza del cliente. Es importante que tanto el proveedor como el cliente escuchen la voz del consumidor.

La experiencia ganada en esta etapa, proporciona al proveedor y al cliente de conocimiento necesario para recomendar reducciones de precios logradas por mejoras en el proceso, en inventarios, en costos de calidad y para proporcionar el componente o sistema correcto para el siguiente producto.

4. Planes de Calidad y Control

El propósito del Plan de control es ayudar a manufacturar productos de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente. Los planes de control proporcionan una descripción escrita de los sistemas usados para minimizar la variación de los productos y procesos. Este no sustituye la información detallada que contienen las instrucciones del operador. El plan de control es una parte integral del proceso de calidad y debe ser usado como un documento vivo.

Un plan de control puede ser aplicada a un producto o a una familia de productos que son fabricados en el mismo proceso con los mismos recursos.

El plan de control describe las acciones requeridas en cada etapa de los procesos para asegurar que sus salidas estarán en un estado de control.

Durante las corridas regulares de producción, el plan de control proporciona el proceso de monitoreo y el método de control que será usado para controlar las características.

A partir de la expectativa de actualización y mejora continua de los procesos, el plan de control refleja una estrategia para cambiar las condiciones de los procesos.

El Plan de control debe ser mantenido y usado a través del ciclo de vida del producto. A principios del ciclo de vida del producto, el propósito primario del plan de control es el de documentar y comunicar el plan inicial para controlar el proceso y asegurar la calidad del producto. Finalmente, el Plan de Control permanece como un documento vivo, reflejando el método actual de control y el sistema de medición usado.

Para que sea efectivo como control y mejora del proceso, se debe contar con un entendimiento básico del proceso. Para desarrollar un Plan de Control, se debe establecer un equipo multidisciplinario que utilice toda la información disponible para ganar un mejor entendimiento del proceso, tal como:

- Flujograma del proceso
- AMEF de sistema / diseño
- Características especiales
- Aprendizajes de partes similares.

A continuación se muestra un diagrama de proyección de tiempo en un proyecto, donde el AMEF de proceso recae en la tercera barra, antes del pre-lanzamiento del producto.

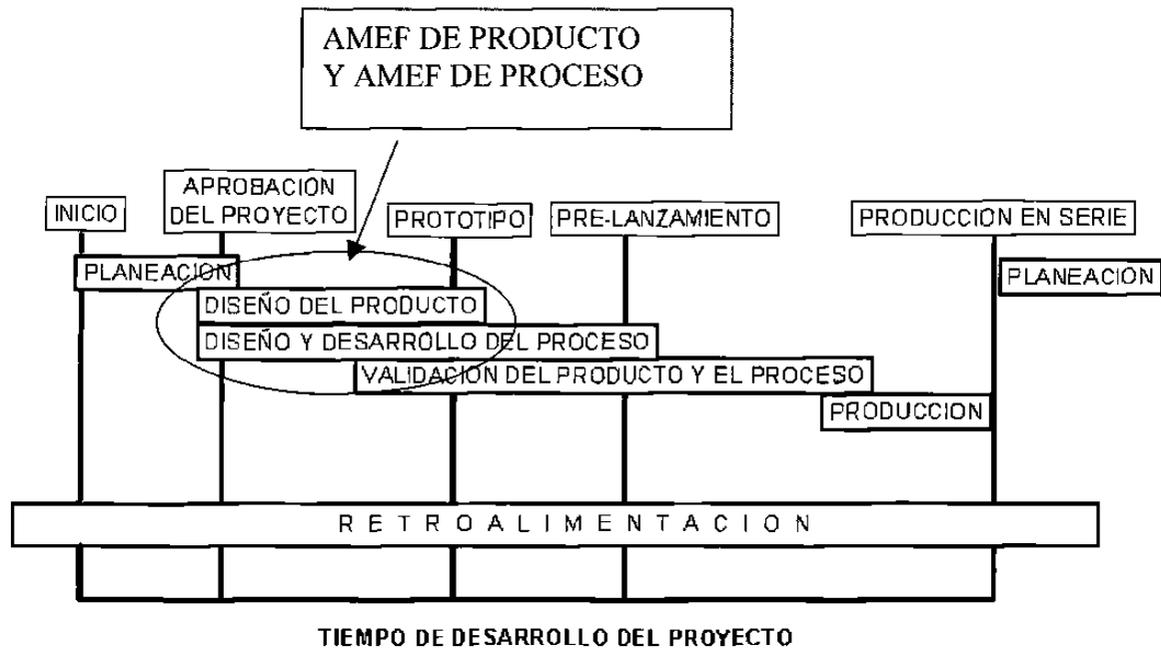


Diagrama 1

No olvidemos que el objetivo APQP es facilitar la comunicación asegurando que todos los requerimientos se completen en plazo.

La competitividad es en estos días es un tema que debe tener un trato reflexivo y profundo, mas aún cuando va ligada a otros aspectos fundamentales para el desarrollo armónico y sostenido en las industrias cuales fueren estas, la Planeación de la Calidad como herramienta y tecnología nos dan la oportunidad de ser competitivos en un mundo globalizado y extremadamente cambiante.

1.8 DEFINICION Y CARACTERÍSTICAS DEL AMEF.

A continuación se muestran varias definiciones del AMEF , con el fin de entender el concepto y saber distinguirlo de algún otro método analítico.

AMEF (Análisis del Modo de Efecto y Falla).

Es una técnica analítica que tiene la finalidad de identificar y evaluar todos los modos potenciales de falla, sus causas y efectos para prevenir o corregir dichas fallas a través del establecimiento de acciones específicas y mecanismos de control.

El Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF) es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas. También es conocido internacionalmente con las siglas : FMEA (Failure Mode & Effect Analysis).

Otro concepto del AMEF es presentado como la metodología orientada a hacer un análisis profundo de las fallas existentes o potenciales de un producto o proceso, donde se determina la severidad, recurrencia y capacidad de ser detectado por los controles establecidos, de dicha falla, generando actividades y planes de acción a corto y mediano plazo para la corrección de fallas actuales y prevención de fallas potenciales a las que esta expuesto el producto o proceso,

garantizando primordialmente la integridad física de los usuarios, así como el desempeño del producto o proceso una vez liberado.

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total.

El AMEF es una herramienta sistematizada de actividades diseñada para:

- 1 Identificar las causas potenciales del proceso en manufactura ó ensamble e identificar las variables de proceso que se desean controlar para reducir la ocurrencia o detectar las condiciones de falla.
- 2 Reconocer y evaluar la falla potencial de un producto ó Proceso en sus efectos.
- 3 Identificar acciones cual eliminan ó reducen la posibilidad de una potencial falla a presentarse.
- 4 Documentar el proceso.
- 5 Analizar la confiabilidad del sistema

Concepto de Falla.

Es la manera en la que el componente, sistema ó subsistema puede fallar en el cumplimiento de los requerimientos del diseño.

La implantación del AMEF en una línea de producción de ensamble nos permitió aplicar una técnica de estandarización para la evaluación de las demás líneas durante su fase de diseño, logrando mejoras del proceso y seguridad del operador, así como la reducción de costos.

Características del AMEF

El AMEF tiene varias características que lo hacen ser efectivo siempre y cuando exista la disciplina de cumplir con los siguientes puntos

- 1 Busca minimizar la probabilidad de una falla ó minimizar el efecto de la falla.
- 2 Efectuarlo previamente a la finalización del concepto (diseño) ó previamente al inicio de la producción (Proceso).
- 3 Es un proceso interactivo sin fin, donde todos participan y exponen sus ideas (tormenta de ideas). Y no termina, debido a que pueden salir fallas potenciales que no se contemplaron en la lluvia de ideas y se tendrá que analizar e incluirlo al documento, por lo que se considera un documento viviente.
- 4 Analiza la confiabilidad del sistema.
- 5 Documentar tanto el diseño como el proceso.

1.8.1 TIPOS DE AMEF

Existen 5 tipos de AMEF oficiales para ser aplicados.

AMEF de Proceso (PFMEA)

Es aquel documento asociado a los modos de falla con los procesos de ensamble o Manufactura.

AMEF de Diseño (DFMEA)

Es aquel documento asociado a los modos de falla en los productos y componentes antes de que ellos sean manufacturados, estos deben ser siempre completados correctamente con un prototipo construido.

AMEF de Proyecto

Es aquel documento asociado a las fallas que pudieran pasar durante un programa principal.

AMEF de Software

Es aquel documento asociado a los modos de falla con funciones de software.

AMEF de Sistema

Es aquel documento asociado a los modos de falla para los niveles de función de sistemas y subsistemas en el cual el concepto de producto se evalúa a temprana etapa.

1.8.2 CONDICION 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

Como sabemos que si no se presentaran incidencias de falla en los procesos, no podríamos hacer uso del AMEF, sin embargo las fallas debidas al

factor humano son inevitables, por lo que se tienen que controlar con efectivos métodos.

Enseguida se listan los 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 estándar operación(es) o sistema.
- 9 Sorpresas. Por falta de análisis de todas las posibles situaciones que pueden suceder y se dé la sorpresa.
- 10 Intencionales. Por falta de conocimiento, capacitación y/o integración del individuo con la operación o sistema se dan causas intencionales.

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.

Concepto de Error:

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

1.8.3 FALLAS COMUNES EN LAS LINEAS DE PRODUCCIÓN.

Existen muchas fallas en los procesos debido a causas comunes y causas especiales, sin embargo como un analista, el enfoque que debe tenerse es primeramente conocer la falla y después encontrar la causa posible, una vez encontrada, definirla como común o especial, después se debe realizar una replica de falla para tener mas evidencia, se recomienda aplicar las 5W y 1 H , además de un diagrama de pescado y documentarlo.

A continuación se enlistan algunas causas comunes provenientes de experiencias recopiladas en diversos ramos de la industria manufacturera.

1- El descuido del Operador.

Es uno de los altos índices de ocurrencia que se ha tenido que atacar, llegando incluso a la aplicación de procesos automatizados como una acción correctiva. Aun que parezca costoso un sistema automatizado, el entrenamiento constante y la destreza del operador es mayor costo hoy en día para las industrias.

2- El Mal funcionamiento del Equipo.

Debido a la falta de implantación de algún programa de mantenimiento preventivo, el mal funcionamiento de un equipo ó maquina, repercute en el paro de una línea de producción, con riesgos, perdidas de tiempo y dinero. Es aquí donde se recomienda implantar un check list que ayude a la practica de verificación por parte del supervisor antes de arrancar producción.

3- El surtimiento de material incorrecto.

Esta falla es una de las más comunes en los procesos de manufactura que carecen de sistemas de Kan-Ban, MRP, y por consecuencia afectan los programas de producción. Es muy importante tener sistemas de control que nos ayuden a obtener detectabilidad de manera inmediata, sean capaces de detectar material erróneo en el sistema de subensamble (Mistake proofing).

Hoy en día, la auto inspección es una estrategia a seguir como ejemplo de los beneficios que nos brinda un operador que realiza su función de ensamblar y que además verifica lo realizado un proceso anterior y lo hecho

Por el mismo, se le conoce como EMPOWERMENT, y este comprende un buen entrenamiento a los operadores.

1.9 VENTAJAS Y LIMITACIONES DE UN AMEF.

Las ventajas que podemos esperar en un AMEF de proceso son las siguientes:

- 1 Una eficiente línea de manufactura.
- 2 Disminuir las cargas de trabajo por cambios del proceso no previstos.
- 3 Minimizar las fallas del proceso.
- 4 Aumentar la confiabilidad en el proceso.
- 5 Disminuyen los costos por retornos de consumidor
- 6 Añade satisfacción al cliente.

Las limitaciones que pudieran presentarse en el AMEF de proceso por falta de seguimiento del equipo ó un desinterés por la dirección.

- 1 Los requerimientos de entrenamiento en los empleados.
- 2 Impacto inicial en el programa de manufactura.
- 3 Impacto financiero requerido para una alta calidad de manufactura,
(Herramientas, equipos y tecnología).
- 4 Incumplimiento a las fechas de cierre de las acciones a ser tomadas para la mejora del proceso.

El AMEF debe considerarse en cualquier compañía que desee aplicarlo a sus procesos o productos, como parte de un sistema de calidad comprensivo, ya que cada compañía no tendrá beneficios de un AMEF, si el sistema no es reconocido. La falta de información, datos y trabajo en equipo debe tener como resultado causas erróneas y afecta el concepto de un AMEF como un proceso no muy efectivo.

1.10 LOS BENEFICIOS DE UN AMEF.

La eliminación de los modos de fallas potenciales tiene beneficios tanto a corto como a largo plazo. A corto plazo, representa ahorros de los costos de reparaciones, las pruebas repetitivas y el tiempo de paro. El beneficio a largo plazo es mucho más difícil medir puesto que se relaciona con la satisfacción del cliente con el producto y con su percepción de la calidad; esta percepción afecta las futuras compras de los productos y es decisiva para crear una buena imagen de los mismos.

Por otro lado, el AMEF apoya y refuerza el proceso de diseño ya que:

- 1 Ayuda en la selección de alternativas durante el diseño.
- 2 Incrementa la probabilidad de que los modos de fallas potenciales y sus efectos sobre la operación del sistema sean considerados durante el diseño.
- 3 Proporciona una información adicional para ayudar en la planeación de programas de pruebas concienzudos y eficientes.
- 4 Desarrolla una lista de modos de fallas potenciales, clasificados conforme a su probable efecto sobre el cliente.
- 5 Proporciona un formato documentado abierto para recomendar acciones que reduzcan el riesgo para hacer el seguimiento de ellas.

- 6 Detecta fallas en donde son necesarias características de auto corrección o de leve protección.
- 7 Identifica los modos de fallas conocidos y potenciales que de otra manera podrían pasar desapercibidos.
- 8 Detecta fallas primarias, pero a menudo mínimas, que pueden causar ciertas fallas secundarias.
- 9 Proporciona un punto de visto fresco en la comprensión de las funciones de un sistema.

1.11 REQUERIMIENTOS DE UN AMEF.

Para hacer un AMEF se requiere lo siguiente:

- Un equipo de personas con el compromiso de mejorar la capacidad de diseño para satisfacer las necesidades del cliente.
- Diagramas esquemáticos y de bloque de cada nivel del sistema, desde subensambles hasta el sistema completo.
- Especificaciones de los componentes, lista de piezas y datos del diseño.
- Especificaciones funcionales de módulos, subensambles, etc.
- Requerimientos de manufactura y detalles de los procesos que se van a utilizar.
- Formas de AMEF (en papel o electrónicas) y una lista de consideraciones especiales que se apliquen al producto.

CAPITULO II

2.0 ORIGEN DEL AMEF

2.1 HISTORIA DEL AMEF.

La disciplina del AMEF fue desarrollada en el ejercito de la Estados Unidos por los ingenieros de la National Agency of Space and Aeronautical (NASA), y era conocido como el procedimiento militar MIL-P-1629, titulado "Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de criticabilidad" y elaborado el 9 de noviembre de 1949; este era empleado como una técnica para evaluar la confiabilidad y para determinar los efectos de las fallas de los equipos y sistemas, en el éxito de la misión y la seguridad del personal o de los equipos.

En 1988 la Organización Internacional para la Estandarización (ISO), publicó la serie de normas ISO 9000 para la gestión y el aseguramiento de la calidad; los requerimientos de esta serie llevaron a muchas organizaciones a desarrollar sistemas de gestión de calidad enfocados hacia las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente, entre estos surgió en el área automotriz el QS 9000, éste fue desarrollado por la Chrysler Corporation, la Ford Motor Company y la General Motors Corporation en un esfuerzo para estandarizar los sistemas de calidad de los proveedores; de acuerdo con las normas del QS 9000 los proveedores automotrices deben emplear Planeación de la Calidad del Producto Avanzada (APQP), la cual necesariamente debe incluir AMEF de diseño y de proceso, así como también un plan de control.

Posteriormente, en Febrero de 1993 el grupo de acción automotriz industrial (AIAG) y la Sociedad Americana para el Control de Calidad (ASQC) registraron las normas AMEF para su implementación en la industria, estas normas son el equivalente al procedimiento técnico de la Sociedad de Ingenieros Automotrices SAE J - 1739.

Los estándares son presentados en el manual de AMEF aprobado y sustentado por la Chrysler, la Ford y la General Motors; este manual proporciona lineamientos generales para la preparación y ejecución del AMEF. Actualmente, el AMEF se ha popularizado en todas las empresas automotrices americanas y ha empezado a ser utilizado en diversas áreas de una gran variedad de empresas a nivel mundial.

El primer AMEF aplicado en la industria espacial fue especialmente utilizado para encontrar fallas de seguridad. Antes de ser una de las herramientas predilectas de la industria automotriz, esta herramienta llegó a ser clave para las mejoras de seguridad, especialmente en los procesos químicos industriales donde la meta de los AMEF's de seguridad fue y ha sido prevenir los accidentes e incidentes de seguridad, o sea reducir la incidencia.

Mientras que los ingenieros han analizado siempre los procesos y productos para evitar fallas potenciales que pudieran presentarse, el AMEF de proceso ha estandarizado el aprovechamiento y establecido un lenguaje común que puede ser usado tanto en una industria, como entre compañías. También este puede ser usado por los administrativos, técnicos de todos los niveles e incluso en la vida cotidiana de cualquier ser que se proponga aplicarlo.

La industria Automotriz adoptó la técnica del AMEF, inicialmente para desarrollar su mejora en lo que respecta a seguridad y fue considerada después una herramienta de mejora en Calidad, debido a que prevenía los problemas posibles de presentarse en un proceso productivo ó producto a desarrollar, cual es el propósito de un AMEF.

Utilizado tanto en procesos como en productos, substancialmente estos han logrado reducir costos por la implantación oportuna de mejora, provocando resultados como procesos más robustos y eliminando ser considerado como alguna acción correctiva con su fecha tardía de cambio ó mejora.

2.2 OBJETIVOS DE UN AMEF.

El AMEF cumple con alcances que son contemplados en la elaboración del mismo, sin embargo no son tangibles algunos, pero el simple hecho de tener un equipo y laborar un AMEF debe considerarse lo siguiente.

Es un **CLIENTE DEFINIDO**: El "Cliente" usualmente el usuario final o puede también hacer referencia a la siguiente operación.

Es un **ESFUERZO EN EQUIPO**: El desarrollo del AMEF debe de concluir con una activa participación de grupos funcionales como, manufactura, calidad, materiales, proveedores de servicios etc.

Es un **DOCUMENTO VIVO**: El cual debe de actualizarse al realizar cualquier cambio en el proceso.

Asume que el diseño cumple con los requerimientos del cliente.

2.3 EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO PARA EL AMEF.

La cantidad adecuada para crear un equipo AMEF es usualmente de 4 a 6 personas, excluyendo al líder, pero el mínimo número de personas debe ser dictado por el número de áreas que son las afectadas o involucradas para llevar a cabo el AMEF. Ejemplo: Manufactura, Ingeniería, mantenimiento, Materiales,

Compras y Calidad). Al momento de contra con todos los participantes deberán ser presentados y anotados en el AMEF, si así se desea, ó se podrá colocar el nombre del departamento.

El cliente del proceso puede asignar también a una o más personas internas ó Externas que él desea se consideren en el equipo AMEF.

Es de gran ayuda incluir en el equipo AMEF personas que tengan diferentes niveles de familiaridad con el proceso y producto, ya que serán clave en la tormenta de ideas que se genere durante el desarrollo del AMEF. Ejemplo, un experto en el producto y un experto en el proceso podría brindarnos muchas áreas de oportunidad que a simple vista no han sido aterrizadas, ó no fueron consideradas, esto dará como resultado ayuda al proceso, producto y al líder.

Antes de iniciar los proyectos como el AMEF el equipo debe ser capacitado para poder desenvolverse y conocer las técnicas, esto nos ayudara al líder a no perder tiempo en explicarle como funciona el AMEF.

Cada miembro del equipo debe conocer lo básico de como se trabaja en un equipo AMEF, ya que deben aplicar sus habilidades y conocimientos en las técnicas requeridas. Por ejemplo: tormenta de ideas, herramientas de solución de problemas, diagramas de flujo, interpretación de análisis de datos, y graficas técnicas son algunas herramientas necesaria de entenderlas.

2.3.1 RESPONSABILIDADES DE UN LIDER EN EL AMEF.

Un líder del equipo AMEF debe ser asignado por el equipo ó la dirección, debido a que él será el responsable para coordinar el AMEFde proceso, incluyendo:

- Organizar y ser facilitador en las juntas de Equipo AMEF.
- Garantizar que el equipo tenga los recursos necesarios disponibles.
- Asegurarse que el equipo progrese hacia las metas del AMEF.

El líder del Equipo no deberá de imperar al equipo y normalmente no tendrá la ultima palabra en las decisiones del equipo. Las reglas del líder del equipo son mas direccionadas a ser el facilitador y no el que establezca una decisión.

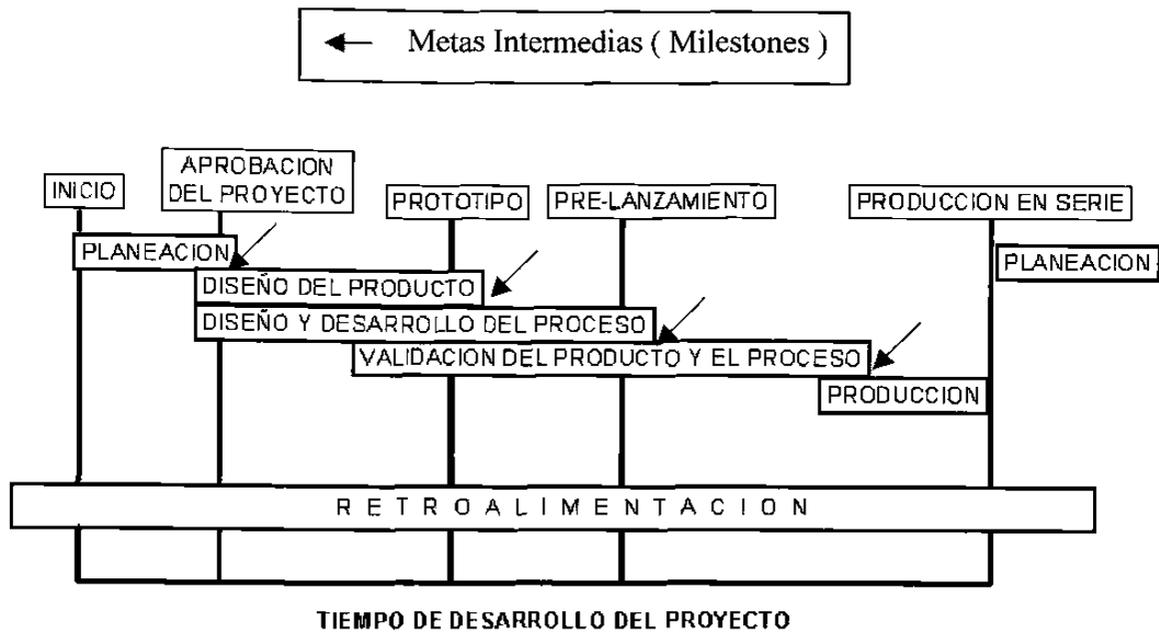
Los arreglos deberán de ser hechos por alguien quien sea responsable de llevar la minuta de las juntas y llevar los pendientes con las fechas tentativas de implementación. Es importante que el líder rote esta actividad de llevar la minuta sobre todos los participantes, pues se considera que todos deben ser responsables.

2.3.2 METAS INTERMEDIAS.

Las Metas intermedias son conocidas en el lenguaje Ingles como los Milestone, y no son mas que las metas ó limites propuestos a ciertos cumplimientos de actividades agrupadas y que en conjunto forman un proyecto, ósea que un proyecto puede tener varias metas intermedias, las cuales ayudaran a la empresa a conocer como va el proyecto y los objetivos que se han cumplido y los que aun no se cumplen por causas comunes ó especiales. Cada meta intermedia tiene su fecha de inicio y cierre, esta fecha no deberá de exceder la fecha de cierre del proyecto.

Las metas intermedias tendrán mucha relación con el presupuesto de la empresa, por esa razón se debe contemplar una fecha de cierre que no afecte a la ruta critica del proyecto.

Enseguida se muestra un ejemplo grafico donde las metas intermedias se observan presente durante un proyecto. Cada meta intermedia es un logro, y el líder del proyecto debe externar al equipo si se logro el cumplimiento de cada fase. Recomendando el uso de algún software ó paquete que ayude a la planeación de proyectos mediante grafica de Gantt, (Project 2000 ó Excel 2004).



METAS INTERMEDIAS
Diagrama 2

CAPITULO III

3.0 METODOS Y HERRAMIENTAS APLICADAS EN UN AMEF.

3.1 TECNICAS DE DOCUMENTACIÓN PARA UN AMEF.

Existen 5 Técnicas que deben ser consideradas como claves dentro de lo que respecta al uso de documentación.

1 Los documentos que refieran al producto ó proceso deben ser muy claros, entendibles y deberán ser revisados por los departamentos involucrados. Visualizar como pueden ser mejorados los productos ó procesos, y como deberían ser combinados utilizando métodos como el AMEF, Formas de plan de control.

2 El considerar Técnicas como el Proceso de comparación (Benchmarking) cual se entiende como una de las mejores practica en el sector industrial, obteniendo información cual pudiera ser provechosa para el producto ó proceso hacer mejorado.

- 3 Es importante entender la causa y la magnitud del problema en el proceso existente, por lo que el esfuerzo será enfocado donde este sea mas requerido.
- 4 Implantación de documentos estandarizados en un proceso donde se utilicen formas y métodos para asegurar la consistencia en el AMEF.
- 5 Realizar entrenamientos al personal de cada procedimiento documentado.

3.2 LAS 12 CLAVES ELEMENTALES DE UN AMEF.

A continuación se presentan 12 exitosas claves que deben ser contempladas en un proceso de ejecución del AMEF.

1 Liderazgo.

Como soporte al AMEF de proceso, el líder asegura que el equipo de trabajo tenga la necesidad de tener herramientas, recursos y tiempo para trabajar en un ambiente de motivación, donde exista comunicación, orientación y respeto.

2 Plan de Calidad estratégico

Su papel es usar los resultados del AMEF para ayudar en las actividades futuras que tengan que ver con la mejora.

3 Métricos.

Medir y monitorear los resultados del AMEF antes y después dan claridad de la mejora del proceso.

4 Uso Efectivo de datos e Información.

Proveer factores y datos para confirmar el AMEF y poder medir los resultados obtenidos de cierto tiempo evaluado, así como poder conocer la retroalimentación del cliente.

5 Control del proceso.

Asegurar un proceso estable en el inicio de un AMEF y estadísticamente monitorear mejoras hechas a través del AMEF de proceso, es una clave elemental para el éxito deseado.

6 Recursos Humanos.

El soporte al equipo del AMEF con un apropiado entrenamiento en las herramientas y técnicas de mejora en la calidad y reconocimientos por los logros obtenidos es otro de las claves elementales.

7 Entrenamiento.

Proporcionar las habilidades básicas necesarias para trabajar en un equipo AMEF, identificando problemas potenciales y determinando soluciones.

8 Un plan de Calidad Documentado.

Identificar los AMEF's como parte del total de estrategias en la calidad para la compañía. Definiendo cuando y donde un AMEF debe ser utilizado y documentado.

9 Procedimientos documentados.

Asegurar que los métodos de operación consistentes serán siendo usados, ya que de este modo se reducirá la variación innecesaria en los procesos y productos.

10 Control del Diseño.

Asegurar la consistencia en los diseños de los procesos.

11 Enfoque del cliente.

Proporcionar al equipo del AMEF, la información proveniente del cliente, donde se documentara lo que realmente es importante para el cliente, para después ser considerada en el AMEF.

12 Un sistema de retroalimentación por parte del cliente.

Proporcionar al equipo del AMEF , todos los datos adicionales provenientes de los clientes, para ser considerados durante el proceso del análisis de Modos y efectos de falla.

3.3 TECNICAS DE EVALUACIÓN PARA LAS LINEAS DE PRODUCCION.

Con la reducción de defectos en las líneas y fallas potenciales, pienso que podemos tener una metodología para el análisis de cualquier línea que se desee incorporar a la empresa. Y partiendo de dichos análisis podremos reconocer la reducción de costos por fallas, además de comparar los retornos por consumidor contra las líneas analizadas.

Existen procesos los cuales no fueron evaluados mediante un AMEF de proceso, por lo que sí se desea aplicar esta herramienta de prevención y hallazgos, se debe primeramente evaluar todas las líneas de producción

mediante un historial de retornos de productos y DPMO (defectos por un millón de oportunidades).

Para eso debemos de comprender como se miden los defectos y el lenguaje de rendimientos de producción.

El nivel "sigma " de calidad es también frecuentemente expresado en defectos por millón de oportunidades (DPMO).

La escala de medición Sigma se correlaciona perfectamente con características tales como defectos por unidad partes defectuosas por millón, y la probabilidad de una falla o error

Se muestra a continuación una escala de medición de conversión simplificada.

Rendimiento	DPMO	Nivel"sigma"
30,9%	690.000	1
69,2%	308.000	2
93,3%	66.800	3
99,4%	6.210	4
99,98%	320	5
99,9997%	3,4	6

Estos son algunos conceptos en los que se basa la aplicación de DPMO.

- **Cliente**

Es cualquiera que recibe Producto, Servicio o Información.

- **Oportunidad**

Toda ocasión en la que exista la opción de hacer algo “Bien” o “Mal”.

- **Éxito vs. Defectos**

Todos los resultados de una oportunidad pueden Cumplir con las especificaciones del Cliente ó No cumplirla.

- **Sigma**

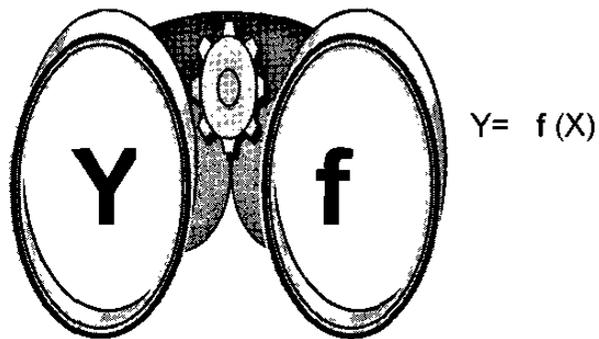
Es una unidad de medición estadística que refleja la capacidad de los procesos.

Traducir las Necesidades en Requisitos

Las necesidades vitales del cliente se traducen en características críticas para la satisfacción (CTSs)

La CTSs se traducen en requisitos críticos relacionados a la calidad, entrega y costo.

Six Sigma... Enfoque en las CTQ's:



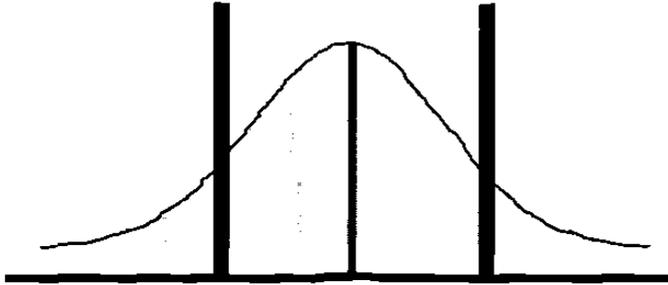
Para obtener resultados debemos enfocar nuestra conducta en la **X**.

* Y	* $X_1...X_N$
* Dependiente	* Independiente
* Producto	* Insumos-Proceso
* Efecto	* Causa
* Síntoma	* Problema
* Supervisión	* Control

Enfoque a X en lugar de Y, que es la tendencia histórica

Variación- menos es mejor:

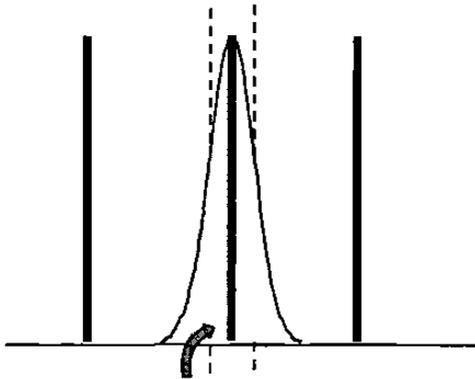
Es decir, observando la siguiente grafica podremos tener mayor claridad de cómo se presentaría un proceso con poca variación.



Menos variación (\bar{x} 's)

Significa menos defectos (\bar{y} 's) (si se centra).

Desviación Estándar:

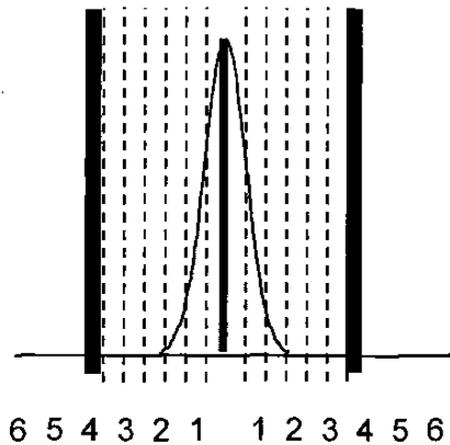


Una medición que muestra la variación de su "meta"

1 Desviación estándar ("Sigma")

¡Una desviación estándar alrededor de la media es aproximadamente el 68% del total de "oportunidades" para lograr el éxito!

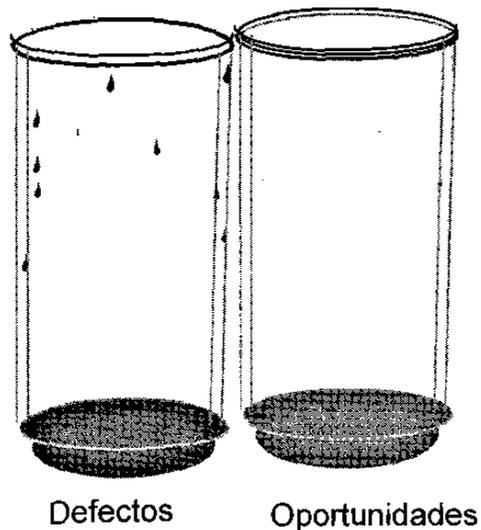
Un Proceso Six Sigma se representaría de la siguiente forma:



Si podemos compactar 6 desviaciones estándar entre nuestra meta y los requisitos del cliente, entonces: ¡Se incluyen 99.99966% de nuestras oportunidades!

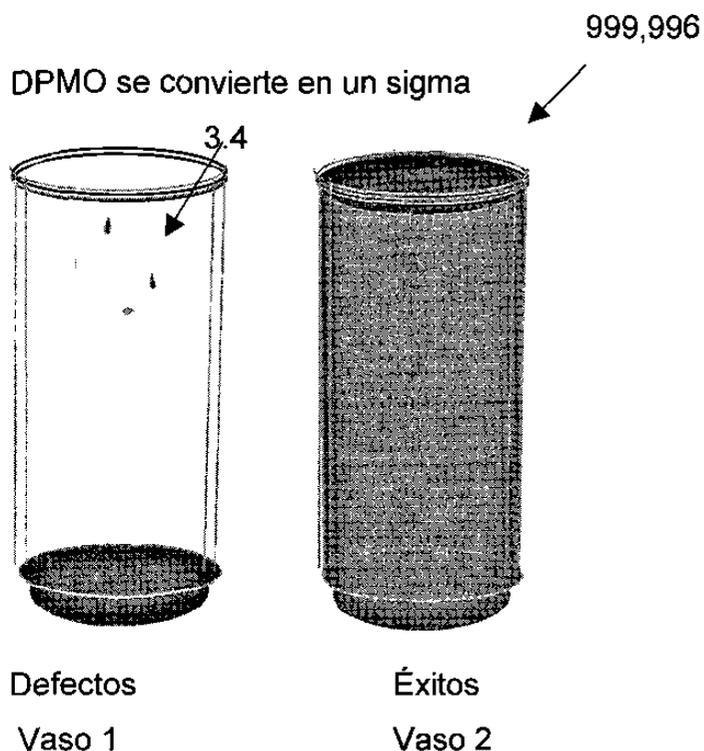
Veamos dos ejemplos de capacidades de proceso para entender mas acerca de los DPMO. El primer ejemplo se basa en ilustraciones de dos vasos, donde ambos recolecta los defectos.

Defectos por cada millón de oportunidades.



Suponiendo...Si cada vaso tiene capacidad para un millón de gotas,
Y, nuestro proceso genera un millón de gotas,

Entonces el número de gotas en el vaso 1, representa al 3.4 DPMO equivalen a 6 sigma.



El segundo ejemplo esta mas aterrizado al proyecto de la línea Harley.,
Donde tenemos un proceso que tiene 5 etapas y pasamos 100 unidades a través de la etapa.3. Asumiendo ahora que, en función de la experiencia y retroalimentación de fallas de campo, hemos determinado que existen 10 posibilidades distintas de falla o defectos que podrían afectar una característica crítica de calidad.

Si al pasar las 100 unidades por la etapa 3, encontramos 6 defectos (aún cuando estos puedan ser solucionados), nosotros podemos decir que los defectos por unidad (DPU) son 6%.

Teniendo en cuenta que existen 10 posibilidades de defectos por unidad, los defectos por oportunidad (DPO) serán $DPU/10 = 0,06/10 = 0,006$. Utilizando esta forma de cálculo, nosotros podemos decir que la probabilidad de concretar una oportunidad de defecto es de 0,6% y por lo tanto el rendimiento de esta etapa será $100\% - 0,6\% = 99,4\%$; y si observamos la tabla anterior, corresponde a un nivel de calidad "4 sigma", Los DPMO serian $DPO \times 1,000,000$ dándonos como resultado 6,000.

Si nosotros quisiéramos ahora calcular el rendimiento total del proceso (RTY), lo debemos hacer multiplicando los rendimientos de cada etapa o actividad. Sabiendo que los rendimientos de cada etapa son: 92%, 95%, 99,4%, 96,2% y 93%, el RTY sería $0,92 \times 0,95 \times 0,994 \times 0,962 \times 0,93 = 0,777$, es decir un 77,7%.

Este valor es muy importante, ya que asumiendo que todos los defectos son reparables, hará falta 1,223 unidades equivalentes (en esfuerzo y materiales) por cada unidad buena a ser enviada al cliente.

Para maximizar el RTY, habrá que tener procesos con alto nivel de calidad en sus actividades (alta robustez) y el menor número de actividades posible (baja complejidad).

Debe recordarse que este cálculo es muy diferente al convencional que toma solamente salidas contra las entradas, sin considerar todos los defectos retrabajados a lo largo de la línea de producción.

Los DPMO deben ser registrados en reportes que nos ayuden a formar expedientes de consulta para cada línea de producción. A continuación se anexa un ejemplo en Excel como referencia.

TABLA DE DPMO													
Line	Line	Características	D	U	OP	TOP	DPU	DPO	DPMO	Shift	Z.B	95% LCL	95% UCL
14	1	Acabado	6	143	5	715	0.042	0.0084	0.392	1.50	3.09	3,086	18,175
15	2	Color	9	143	5	715	0.063	0.0126	12,587	1.50	3.74	5,771	23,760
16	3	orificios	6	100	10	1000	0.060	0.0060	6,000	1.50	4.01	2,205	13,013
17	4	posiciones	14	143	5	715	0.098	0.0196	19,580	1.50	3.56	10,745	32,635
18	5	Rebobos											
19	6												
20	7												
21	8												
22	9												
23	10												
24	Grand =		35			3,145	0.0111	11,329	1.50	3.79	7,764	15,444	

TABLA A

3.4 METODO POKA YOKE (A PRUEBA DE ERROR).

A prueba de errores (Poka-Yoke) Sistema desarrollado por Shingo a partir de 1961, que consiste en incorporar salvaguardas tecnológicos en un proceso para reducir los errores humanos inadvertidos. En el poka-yoke, la detección de un error (mediante contacto material, células fotoeléctricas, interruptores sensibles, etc.) acciona una alarma (luz intermitente, zumbido de sirena, etc.) o provoca una acción de prevención (paro automático) o ambas acciones a la vez. El método consiste en :

1.- Interrumpir el proceso siempre que se produzca cualquier error,

- 2.- Determinar la causa del error,
- 3.- Tomar acciones para evitar que se vuelva a producir.

La idea principal es la de crear un proceso donde los errores sean imposibles de realizar.

Un elemento importante en la planeación de partes defectuosas, es el concepto de diseñar el proceso para que no tenga errores, usando la técnica "a prueba de errores", que los japoneses llaman "poka yoke".

En una planta manufacturera se puede contener, que piezas defectuosas sean enviadas al cliente, pero la más importante, no es la contención sino la prevención.

Una manera de hacer las cosas a prueba de errores es diseñar o rediseñar las maquinas o herramientas de manera que el error humano no ocurra. Otra manera de evitar los errores es la redundancia, es decir que tengan que pasar por varios eventos que en conjunto hagan el error. Una manera mas que ayudaría mas a los humanos a reducirse su propia maleabilidad, es la amplificación de sus sentidos con la ayuda de dispositivos.

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.

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 sé de cuenta y lo corrija a tiempo.

El concepto es simple: sí 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.

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 van a depender en el tipo de inspección que sé 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.

3.4.1 CLASIFICACION DE LOS METODOS POKA YOKE.

- **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 ayuda 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.

- **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 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.

- **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.

- **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.

- **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 sé este planeando la implementación de un dispositivo Poka-Yoke.

3.4.2 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.

A continuación se describen los medidores por su función.

Medidores de contacto

Interruptor en límites, micro interruptores.

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.

Trímetro.

Un calibrador digital es lo que forma el cuerpo de un "trímetro", 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.

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 las 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 está 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.

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 alguna 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 anomalías 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.

Veamos en esta tabla una comparación en la aplicación de distintos tipos de dispositivos contra errores.

TABLA DE DISPOSITIVOS

TIPO	FUENTE	COSTO	MANTENIMIENTO	CONFIABILIDAD
FISICO/MECANICO	EMPLEADOS	BAJO	MUY BAJO	MUY ALTA
ELECTRO/MECANICO	ESPECIALISTAS	MAS ALTO	BAJO	ALTA
ELECTRONICOS	POCO ESPECIALISTAS	MAS ALTO	BAJO PERO ESPECIALIZADO	ALTA

TABLA R

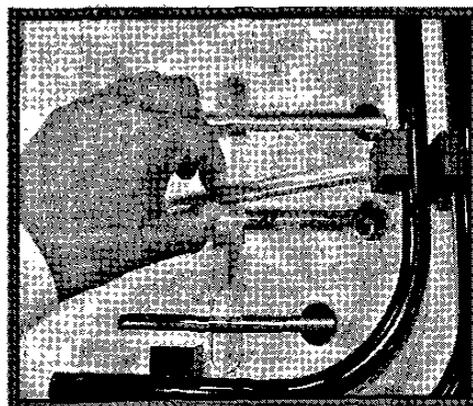
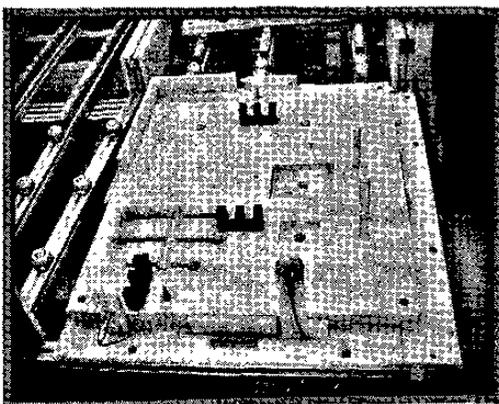
Se puede observar que conforme la aplicación se torna más tecnológica, él costo también se incrementa. Lo que se necesita hacer es encontrar la solución al problema, no justificar la compra de un dispositivo muy costoso.

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.

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.

A continuación se muestran imágenes que ilustran una charola poka yoke cual su función primordial es contemplar los ejes metálicos del producto harley, dichas piezas serán utilizadas por el cliente al ensamblar la unidad. Es la razón de utilizar el poka yoke para controlar la cantidad y tipo correcto de las partes y además tener detectabilidad de que son colocadas mediante sensores que detecten presencia de piezas.



3.5 DIAGRAMAS PARA UN AMEF.

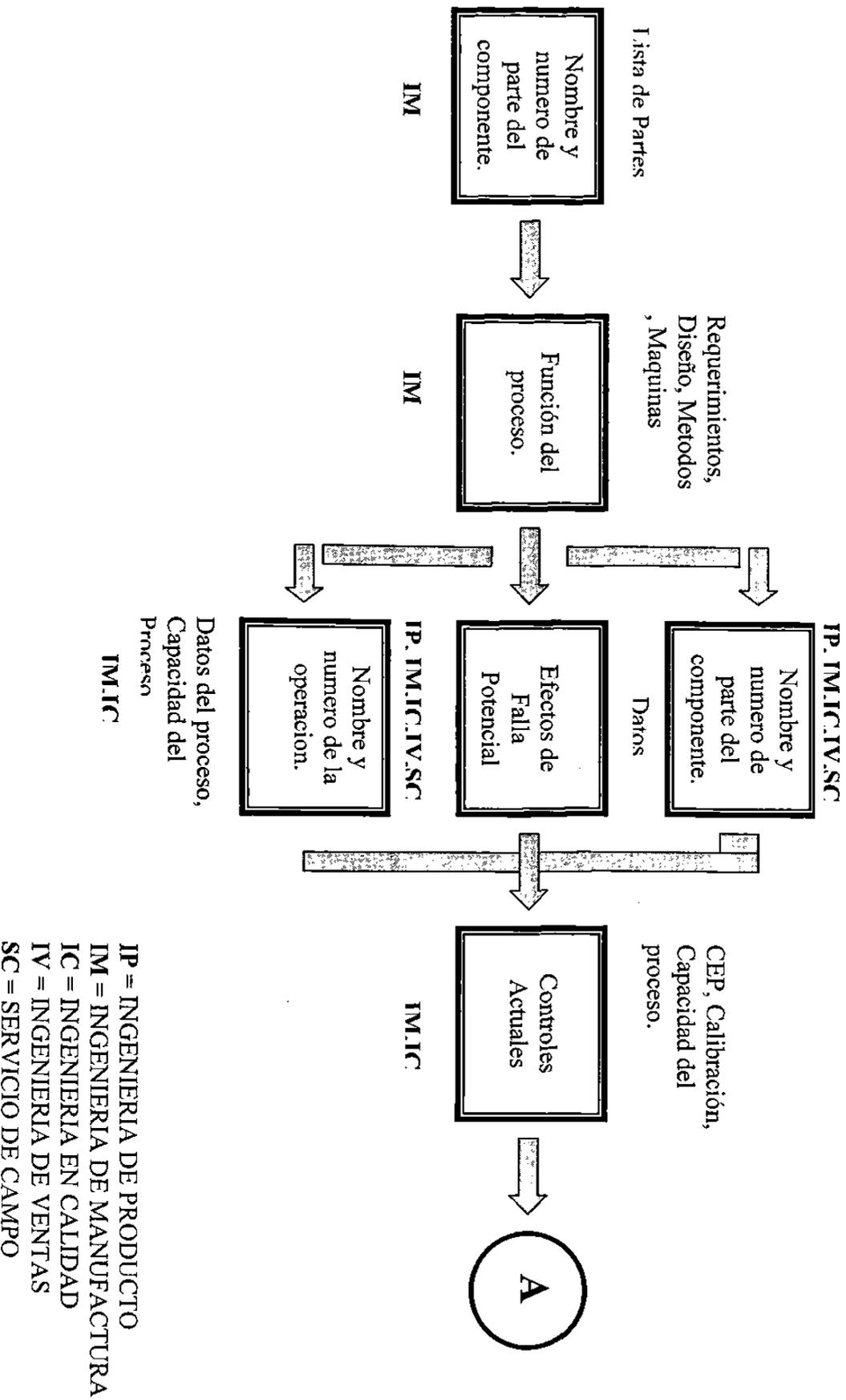
El uso de diagramas nos ayudan a visualizar con mayor entendimiento las lecturas de entradas y salidas en cualquier proceso. Por ejemplo, un diagrama de Gantt nos muestra el avance en un proyecto durante las etapas de una planeación. El utilizar números y fechas que representen un avance, lo podemos asimilar como un cambio en una actividad, sin embargo el lenguaje de barras nos da una mayor visión y rapidez del comportamiento de todas las actividades en un proyecto. Es por eso que el AMEF requiere de diagramas que le ayuden a demostrar el comportamiento de un análisis durante un periodo de mejora y prevención. Tanto los datos de entrada como de salida en el AMEF son aplicados en distintos periodos del proceso de investigación y análisis. A continuación mostraremos como el AMEF involucra a distintas áreas de trabajo mediante sus fases, además se explica el significado y uso de los distintos diagramas utilizados en un AMEF.

3.5.1 DIAGRAMA DE LAS FASES DEL AMEF DE PROCESO

En el Proceso de trabajo entre las distintas áreas, el AMEF toma un papel muy importante, puesto que lo hace mas completo y efectivo debido a la interrelación entre distintas disciplinas con las fases del proceso en el AMEF. En el siguiente diagrama se muestra las fases del AMEF y sus áreas.

DIAGRAMA DE LAS FASES DEL AMEF DE PROCESO

Datos del Diseño, Capacidad de proceso,

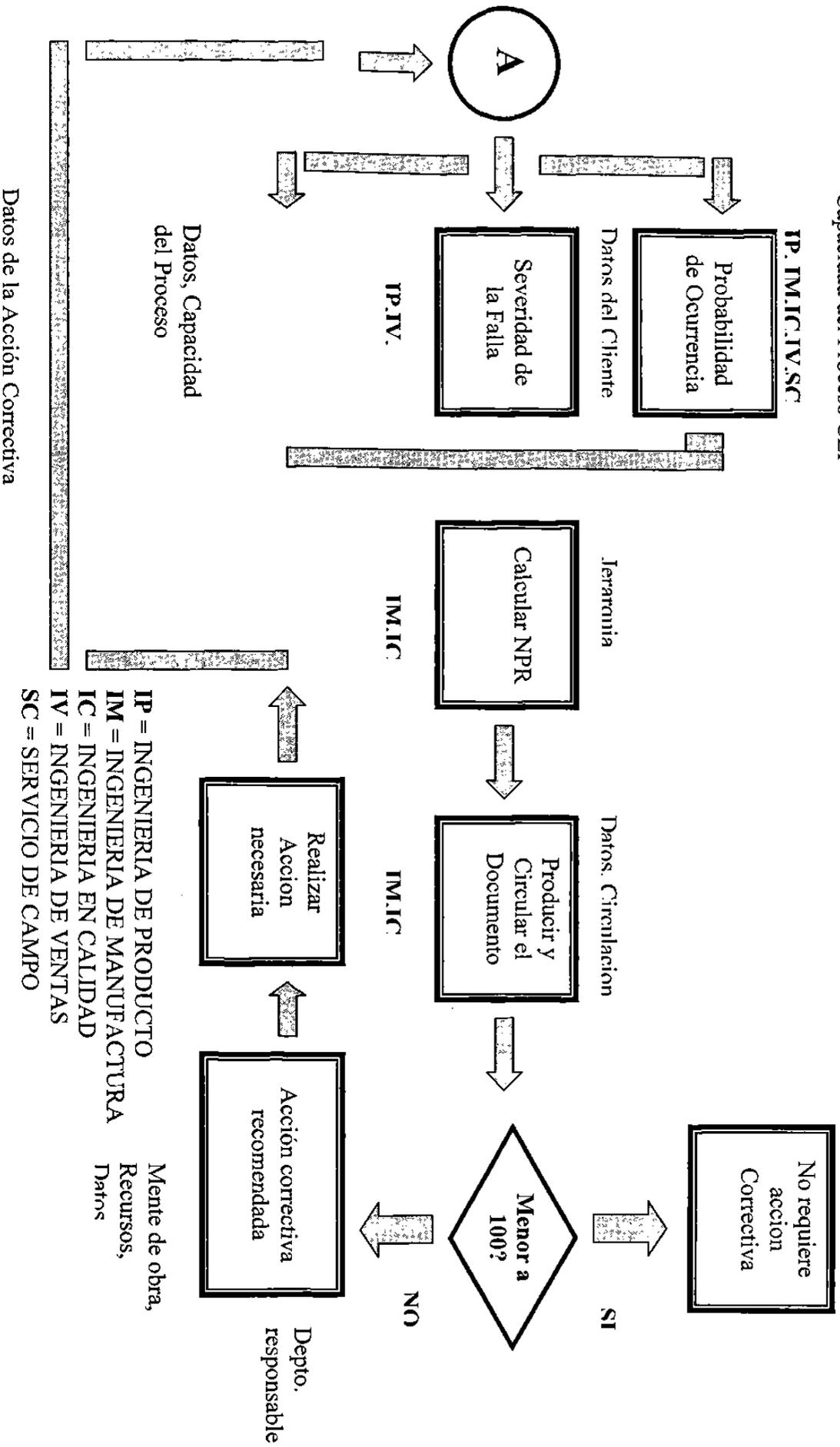


Datos del proceso,
Capacidad del
Proceso
IM, IC

IP = INGENIERIA DE PRODUCTO
 IM = INGENIERIA DE MANUFACTURA
 IC = INGENIERIA EN CALIDAD
 IV = INGENIERIA DE VENTAS
 SC = SERVICIO DE CAMPO

DIAGRAMA DE LAS FASES DEL AMEF DE PROCESO

Capacidad del Proceso CEP



3.5.2 DIAGRAMA DE FLUJO.

Un diagrama de flujo es una representación pictórica de los pasos en un proceso, útil para determinar cómo funciona realmente el proceso para producir un resultado. El resultado puede ser un producto, un servicio, información ó una combinación de los tres.

Al examinar como los diferentes pasos en un proceso se relacionan entre si, se puede descubrir con frecuencia las fuentes de problemas potenciales. Los diagramas de flujo se pueden aplicar a cualquier aspecto del proceso desde el flujo de materiales hasta los pasos para hacer la venta u ofrecer un producto. Los diagramas de flujo detallados describen la mayoría de los pasos en un proceso, Por lo tanto, en cualquier análisis ó auditoria se debe antes de tomar en cuenta el diagrama de flujo.

El AMEF da referencia al numero de operación que proviene del diagrama de flujo. Cada operación analizada en el AMEF tiene referencia a la secuencia del Diagrama de flujo. , Los integrantes de un AMEF pueden conocer bajo esta herramienta como funciona realmente un proceso completo y analizarlo para revelar posibles cuellos de botella en el sistema, pasos innecesarios, y Circuitos de duplicación de trabajo.

Hay que tener presente como se utiliza un diagrama de flujo s y para esto se enlista la metodología

1. Primeramente el **Propósito** del uso del Diagrama de flujo. El exhibir el diagrama en una hoja al equipo ayudara a consultarlo en cualquier momento para propósitos de verificación.
2. La determinación del nivel de detalle requerido
3. Definir los limites y enumerar los resultados y operaciones.
4. Utilizar símbolos apropiados para el diagrama.
5. Sesiones de preguntas de las entradas de datos.
6. Documentar cada paso realizando hojas de operación.
7. Completar cada conexión del proceso.
8. Revisión
9. Determinar Oportunidades.

Para definir el diagrama de flujo en la línea de producción conocida como Harley, se tomaron los siguientes pasos:

Definición del Proyecto (Realizar una línea de producción Harley).

- Se identifico oportunidades de cambios en el proceso.
- Se desarrollaron estimaciones de costos en baja Calidad.
- Se identificaron áreas que debieron representar el equipo de trabajo.
- Se involucraron operadores en los esfuerzos de resolución de problemas para reducir la resistencia futura al cambio.

Identificación de las Causas Principales

- Se desarrollaron planes para reunir datos.
- Se Generaron teorías para las causas principales.
- Se realizo una examinación al tiempo requerido para las diferentes vías del proceso.

Diseño de Soluciones

Se describieron los cambios y efectos potenciales en el proceso .

También se identificaron las reas afectas por los cambios propuestos.

Aplicación de Soluciones

- Se explicó al equipo y operadores el proceso actual y la solución propuesta.
- Se supero la resistencia al cambio demostrando como los cambios propuestos simplificaron el proceso.

Control

- Actualmente se revisa y se monitorea el proceso.

- Se ha mantenido en control bajo auditorias periódicas para asegurar que se estén siguiendo los nuevos procedimientos.
- Y finalmente se ha implantado un entrenamiento a nuevos operadores.

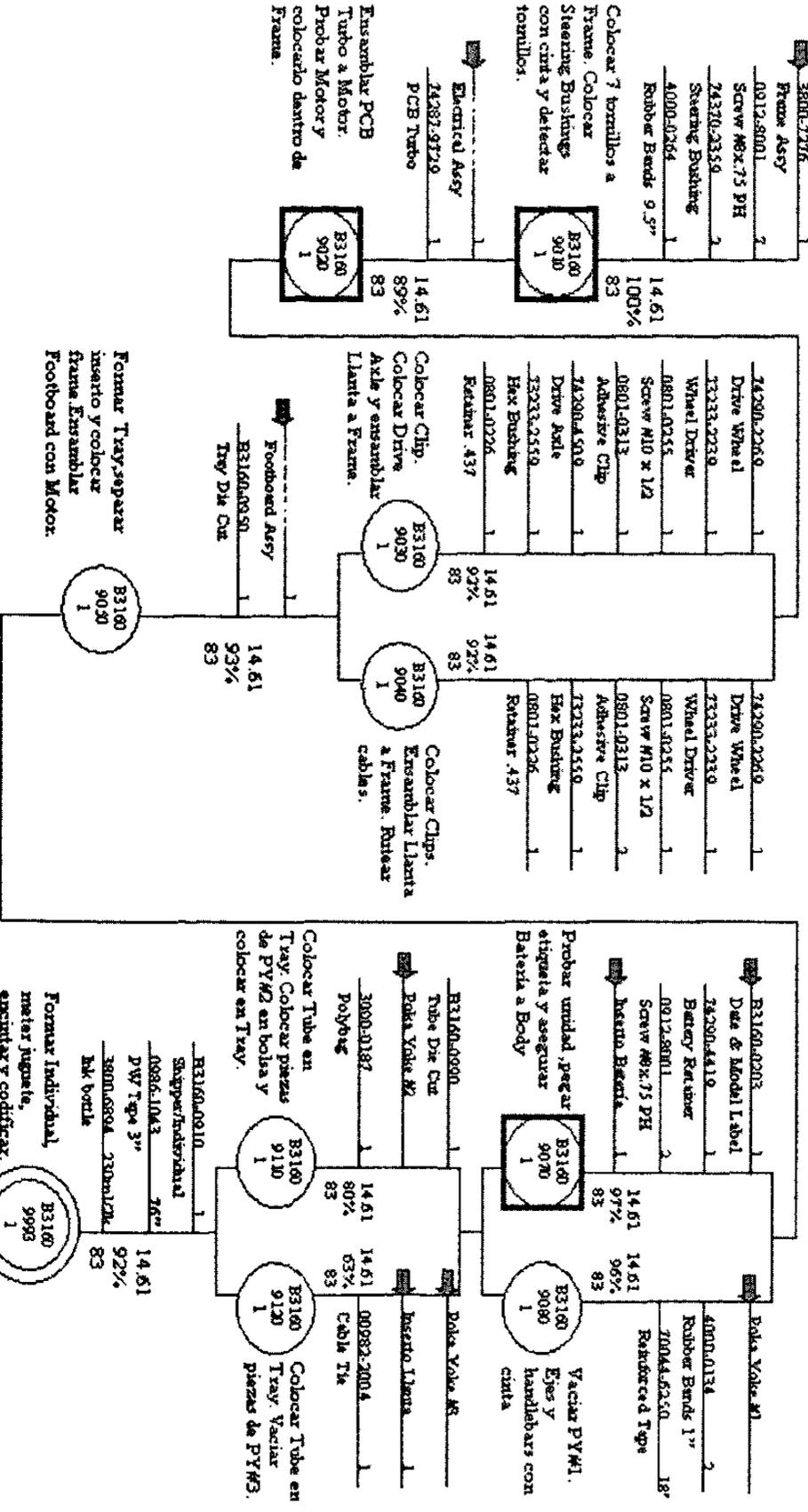
Es muy importante tener presente que el Diagrama de flujo final debe actuar como un registro de cómo el proceso actual realmente opera, por lo que deberá estar establecida su fecha y revisiones. Si un Diagrama de flujo se construye de forma apropiada y refleja el proceso la forma que realmente opera, todos los miembros del equipo poseerán un conocimiento común, exacto del funcionamiento del proceso. Adicionalmente, el equipo de trabajo no necesita invertir el tiempo y la energía en observar el proceso físicamente cada vez que quiera identificar problemas e trabajo o realizar el AMEF, esto desde luego ayuda tener una amplia visión y examinar el impacto de las soluciones de propuestas ó discutir las formas para mantener las mejoras.

Enseguida se muestra el diagrama de flujo de la línea de producción Harley.

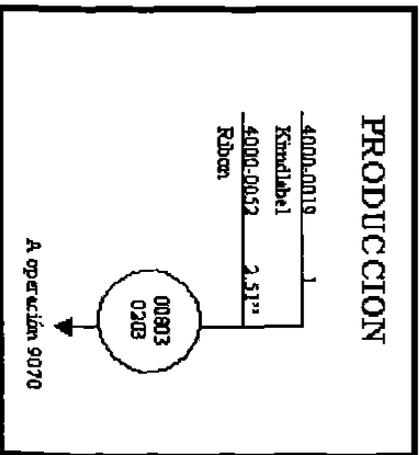
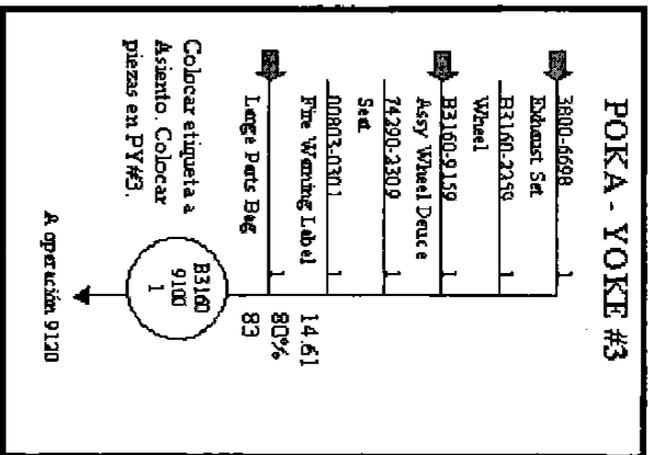
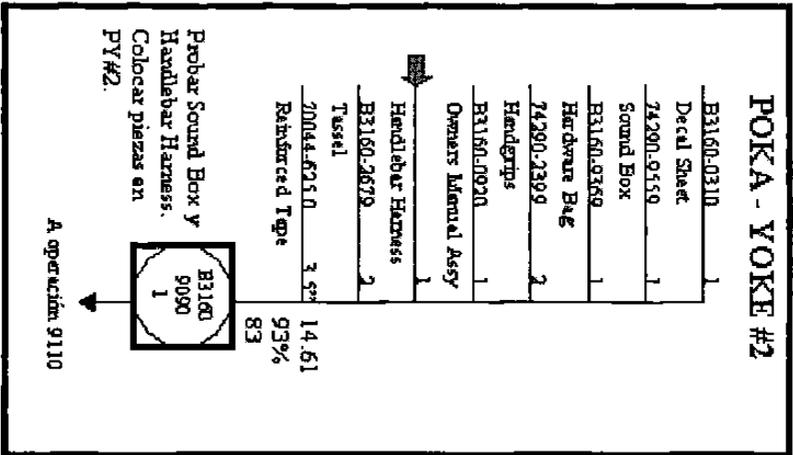
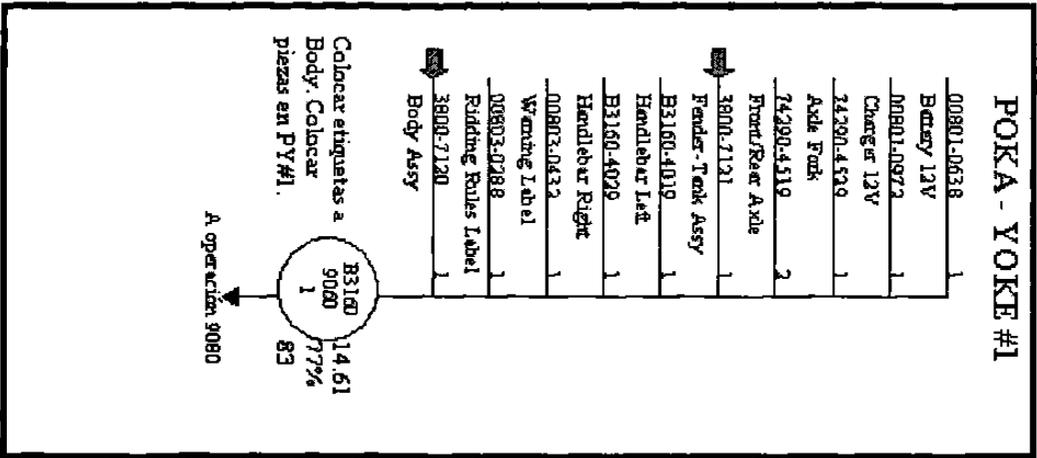
HARLEY DAVIDSON CRUISE B3160-9993 FLOWCHART



MONTOI
Planta Escobedo



FIN



3.5.3 DIAGRAMA DE PARETO

A principios del siglo XX, Vilfredo Pareto (1848-1923) , Un economista italiano, realizó un estudio sobre la riqueza y la pobreza. Descubrió que el 20% de las personas controlaban el 80% de las riquezas de Italia. Pareto observó muchas otras distribuciones similares en su estudio. A principios de los años 50, el Dr. Joseph Juran descubrió la evidencia para la regla de 80-20, en una gran variedad de situaciones. En particular, el Fenómeno parecía existir sin excepción en problemas relacionados con la calidad. Una expresión común de la regla 80/20 es que “ el ochenta por ciento de nuestros negocios provienen del 20% de nuestros clientes”.

Por lo tanto, el Análisis de Pareto es una técnica que separa los **pocos vitales** de los **muchos triviales**. Una Grafica de Pareto es utilizada para separar gráficamente los aspectos significativos de un problema desde los triviales de manera que un Equipo de trabajo sepa donde dirigir sus esfuerzos para mejorar. Reducir los problemas mas significativos servirá más para una mejora general que reducir los pequeños. Con frecuencia, un aspecto tendrá el 80% de los problemas. En el resto de los casos, entre 2 y 3 aspectos serán responsables por el 80% de los problemas.

Un diagrama de Pareto nos ayuda a establecerla prioridad de las soluciones en las diferentes causas de los problemas. Nos ayuda a clasificar categorías, e identificar oportunidades de mejora. Un Equipo de AMEF puede utilizar la grafica de Pareto para varios propósitos durante un proyecto para lograr mejoras.

Estas son algunas de actividades en las que se aplicaría el Diagrama:

- Para Analizar causas.
- Para estudiar los resultados.
- Para planear una mejoría continua.
- Para representar el antes y después en el progreso del proyecto.

Una grafica de pareto no funcionara para interpretación cuando todas las barras en la grafica son mas ó menos de la misma altura. Es necesario tener mas de la mitad de las categorías para sumar mas del 60% del defecto de calidad.

Mattel Recibió en el año 2003 Reportes de retornos de consumidor por una cantidad de \$ 76, 481 dólares, y gran parte de estos retornos provenían de la producción del 2002. Este reporte fue el inicio del proyecto de Implementación del AMEF de proceso a la línea con mayores retornos y DPMO.

A continuación se muestra un ejemplo de la grafica de pareto en los retornos de consumidor por el producto Harley, Juguete que presento una serie de problemas y dicho documento fue vital para la toma de decisión en el inicio del proyecto para tomar prioridades de cada defecto con sus respectivas acciones correctivas.

**Retornos de Integridad del Producto
Datos de Auditorias de Campo - 12 meses**

B3160 Harley Cruiser

Pronostico de Producción: \$7,387,805

Equipo Power Wheels

Costo por Unidad :\$166.99

Pareto de Retornos			
Descripción	Cantidad	%	Costo Crédito
Sistema. eléctrico 400	35	28.2%	\$5,845
Armazón (Cuerpo) 300	19	15.3%	\$3,173
Caja de engranes 501	14	11.3%	\$2,338
Batería 406	7	5.6%	\$1,169
Motor 403	7	5.6%	\$1,169
Alta / baja F/R Switch 401	6	4.8%	\$1,002
Plástico roto en la unión del eje. 301	5	4.0%	\$835
Eje 503	4	3.2%	\$668
Otros mecanismos 500	4	3.2%	\$668
Disposición 750	3	2.4%	\$501
Conector del arnés 405	3	2.4%	\$501
Pre fabricación 506	2	1.6%	\$334
Cargadores 407	2	1.6%	\$334
Aarnes 404	2	1.6%	\$334
Switch del pedal 402	1	0.8%	\$167
Conector de la Batería 413	1	0.8%	\$167
Partes rotas	1	0.8%	\$167
Parte plástica rotas del orificio del volante 507	1	0.8%	\$167
Insatisfacción del cliente	1	0.8%	\$167
Espacio desplegado 777	1	0.8%	\$167
Auditoria del PI 760	1	0.8%	\$167
Switch Fwd And REV no Funcional.	1	0.8%	\$167
Cambios de velocidad no funcionan 410	1	0.8%	\$167

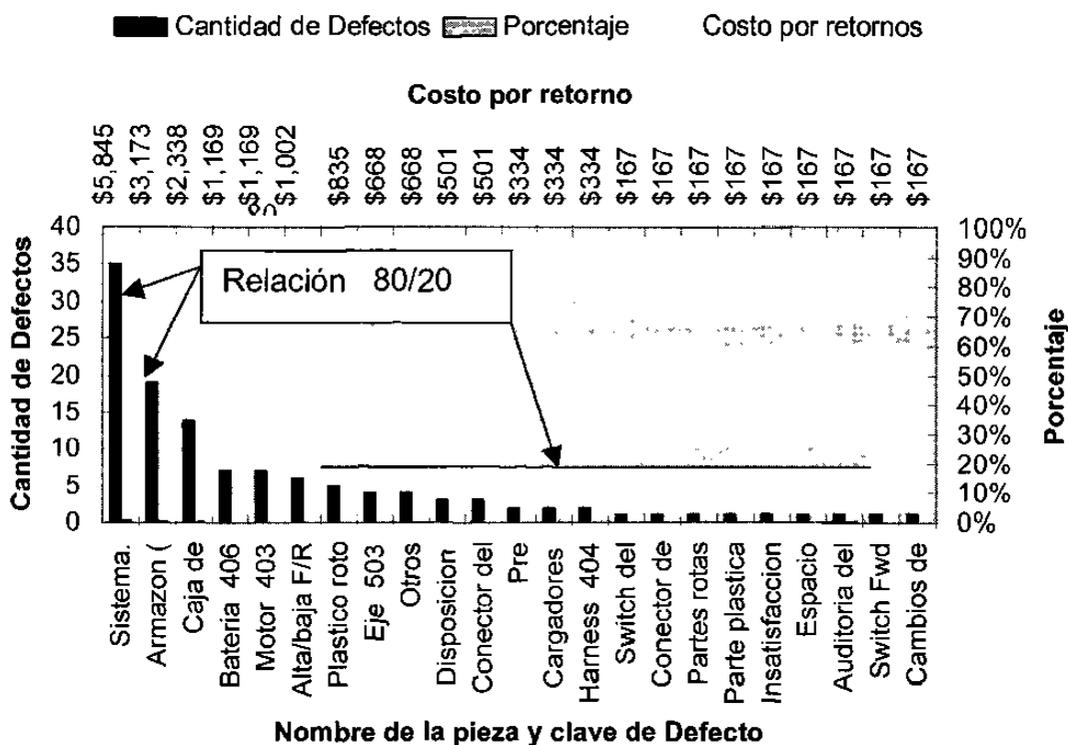
Pareto de retornos

Descripción	Cantidad	%	Costo
Falla del retenedor 504	1	0.8%	\$167
Partes faltantes 608	1	0.8%	\$167
TotalCrédito	124	27.1%	\$20,707

No Crédito

Partes faltantes 608	169	50.6%	\$28,221
No considerado defecto 605	142	42.5%	\$23,713
Mal Manejo de flete 602	12	3.6%	\$2,004
Excesivo abuso aplicado 612	4	1.2%	\$668
Abuso 606	3	0.9%	\$501
Producto de Exhibición 601	3	0.9%	\$501
Desensamblado 609	1	0.3%	\$167
Total de lo que no es crédito	334	72.9%	\$55,775
Total	458		\$76,481

Retornos de Consumidor



3.5.3 DIAGRAMA CAUSA Y EFECTO

Un Diagrama de Causa y Efecto es la representación de varios elementos (Causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema(Efecto). Dicha Herramienta es Importante para el AMEF puesto ayudara para conocer las causas potenciales de posibles fallas.

Esta Herramienta fue desarrollada en el año de 1943 por el profesor Kaoru Ishikawa en el Japón. También se le conoce a esta herramienta como diagrama de Ishikawa a honor al profesor o diagrama de pescado por el parecido del diagrama al esqueleto de un pescado. Dicha herramienta es efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos.

El diagrama de causa y efecto se debe utilizar cuando se pueda contestar " Sí " a una ó a las dos preguntas siguientes:

1. Es necesario Identificar las causas principales de un problema?
2. Existen ideas y / u opiniones sobre las causas de un problema?

Con frecuencia, las personas vinculadas al problema que es objeto de estudio se han formado opiniones sobre cuales son las causas del problema. Estas opiniones pueden estar en conflicto ó fallar al expresar la causa principal. Es por eso que el uso de este diagrama hace posible reunir todas las ideas posibles para estudio desde diferentes puntos de vista. Recordemos que el

diagrama Causa y efecto no ofrece una respuesta a una pregunta, como lo hacen otras herramientas. Herramientas como el análisis de Pareto, Histograma. Por otra parte, un diagrama de Causa y Efecto bien preparado es un vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido.

Estos son los pasos para realizar un Diagrama de Causa Y Efecto

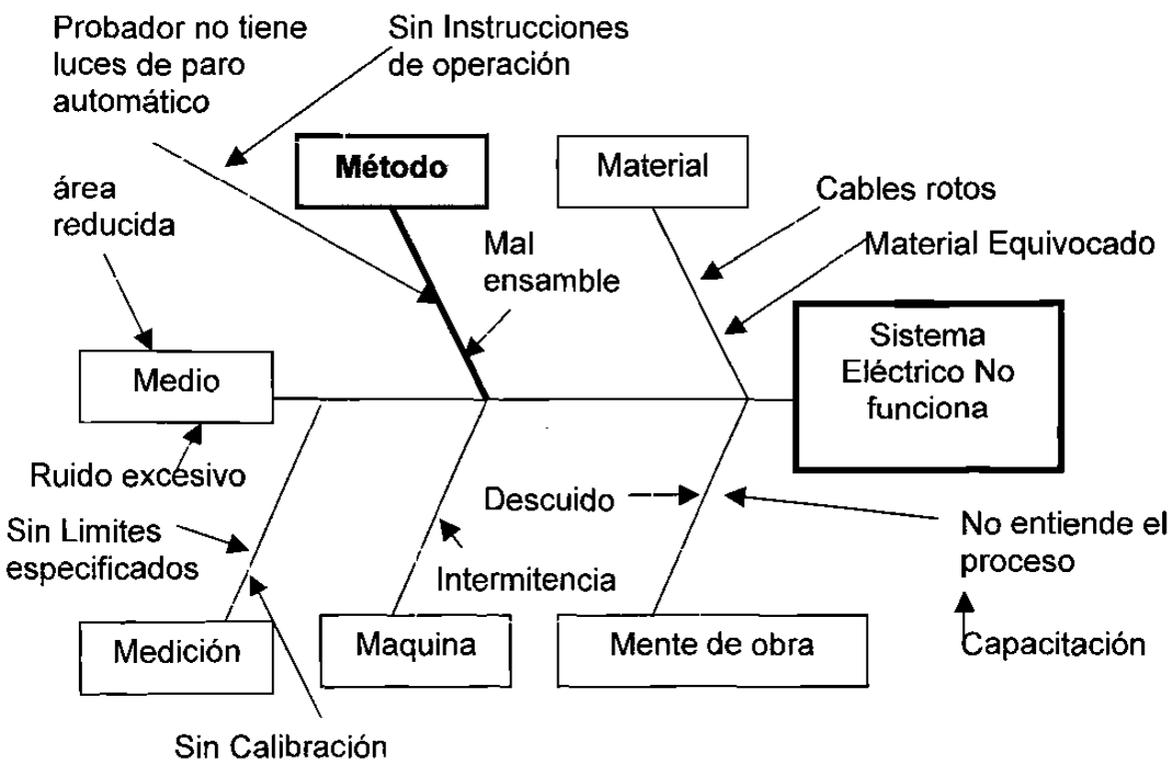
- Identificar el Problema. El problema deberá ser específico y concreto.
- Registrar la fase que resume el problema. Dibujar la caja y asignar el problema.
- Registrar y marcar las espinas principales (Aplicar las 6 'M)
 1. Material
 2. Medio Ambiente
 3. Medición
 4. Método
 5. Mente de obra (Operario)
 6. Maquina
- Realizar una lluvia de ideas de las causas del problema. Este es el propósito de esta herramienta, estimular ideas, no desarrollar una lista que este perfectamente clasificada. Es importante que causas y no soluciones del problema sean identificadas.
- Identificar candidato para la causa mas probable. Todas las causas en el diagrama no necesariamente están relacionadas con el problema, el

equipo del AMEF ó de trabajo deberá de reducir su análisis a las causas mas probables.

- Cuando las ideas ya no pueden ser identificadas, se deberá analizar más a fondo el diagrama para identificar métodos adicionales para la recolección de datos.

Se ilustra un diagrama Causa y Efecto del Problema mayor de los retornos por consumidor visto en el tema anterior de Pareto.

Diagrama 6 Causa Y Efecto del Juguete Harley (Falla en sistema Eléctrico)



3.6 METODOS CUALITATIVOS.

Los métodos son vías que facilitan el descubrimiento de conocimientos seguros y confiables para solucionar los problemas que la vida nos plantea.

Los métodos cualitativos no sólo nos proveen de los medios para explorar situaciones complejas y caóticas de la vida real, sino que nos aportan múltiples opciones metodológicas sobre cómo acercarse a tal ámbito de acuerdo con el problema y los objetivos del estudio a largo plazo. A partir de esto, hacer una propuesta acerca de la necesidad de impulsar el pluralismo metodológico, no una mezcla poca, ni la conjunción ciega de estrategias metodológicas o métodos, sino considerando que mediante múltiples vías puede ser explorado un problema o un contexto, así como la necesidad de tener presente y respetar vías alternas para que el investigador se acerque al problema.

En un problema de decisión multicriterio, los puntos de vista están generalmente en conflicto y tienen diferentes importancias para el decisor. La importancia relativa de los criterios se representan usualmente con números, comúnmente llamados pesos. En esta tesis se mostraran las diversas herramientas de importancia relativa para el AMEF y su relación con el problema que se pondere.

3.6.1 LISTA DE CHEQUEO PARA DEFINIR LOS PROBLEMAS

La definición de un problema es considerada universalmente como el paso inicial de cualquier actividad para solucionar problemas ó mejorar continuamente. Si un problema puede definirse claramente y con suficientes detalles, las causas y las soluciones empiezan a ser evidentes. Una lista de verificación ó check list puede ser una Herramienta útil para ayudar a definir un problema y organizar las ideas. Debemos saber que existen muchos tipos de hojas de chequeo, sin embargo de acuerdo a las necesidades del proceso es como se adecua el reporte.

Una lista de chequeo ó verificación se utiliza cuando el equipo del AMEF inicia esfuerzos de resolución de problemas. Esta herramienta puede ser utilizada durante las fases de definición, medición y Análisis del ciclo para mejorar el proceso. Es importante que el equipo aplique dicha herramienta en combinación con otra llamada las 5W +1H que básicamente es una herramienta que nos sirve para cuestionar y tener mas completo el reporte de chequeo.

5W +1H

- | | | |
|--------------------|--|-----|
| 1- What (Que) | | |
| 2- Who (Quien) | | |
| 3- Where (Donde) | | 5 W |
| 4- Why (Porque) | | |
| 5- When (Cuando) | | |
| 6- How (Como) | | 1 H |

TABLA DE CHEQUEO

Preguntas a Formular	No Efectuado	En proceso	Efectuado
Que es el problema			✓ok
Quien es el afectado			
Porque ocurre?			
Cuando Ocurre?			✓ok
Donde Ocurre?			✓ok
Como Ocurre?			✓ok

Tabla B2

En la tabla B2, podemos observar que se enlistan una serie de preguntas que llevan a una definición del problema, sabemos que se presento un problema, donde ocurrió y como paso, además es importante notar que sabemos del tipo del problema mas no se conoce por que se presento y estamos en proceso de saber quienes serán los afectados., Como podemos apreciar se mantiene un documento de evidencia para nuestro expediente.

3.6.2 ANALISIS DE TORMENTA DE IDEAS.

El análisis de tormenta de ideas (Brainstorming) es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta Herramienta creada en el año 1941 por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resultó en un proceso interactivo de grupo no estructurado de tormenta de ideas que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente.

Dicha herramienta se utiliza cuando existen las siguientes necesidades:

- Liberar la creatividad de los equipos.
- Generar un numero extenso de Ideas.
- Involucrar a todos en el proceso.
- Identificar oportunidades para mejorar.

Existen 3 tipos de aplicaciones de la herramienta de tormenta de ideas.

No estructurado (Flujo Libre)

Se debe escoger a alguien para que sea el facilitador y apunte las ideas, Se establece un tiempo limite, aprox 25 min. , Después apuntara en un rota folió una frase que represente el problema y el asunto a discutir. Después apunta

cada idea en el menor número de palabras posibles. No deberá de cambiar ó interpretar las ideas. Pero si deberá de fomentar la creatividad y no criticar las ideas de los demás., Finalmente el grupo deberá de verificar su comprensión y eliminar las duplicaciones, así como llegar a un consenso sobre los problemas que parecen redundantes ó no importantes.

Estructurado (En Circulo)

Tiene las mismas metas que las tormentas de ideas no estructuradas, la diferencia es que cada miembro del equipo presenta sus ideas en un formato ordenado, (con turno de izquierda a derecha, No habrá problema si un miembro del equipo cede su turno sino tiene idea en ese instante.

Silenciosa (Lluvia de ideas escrita)

Es similar a la tormenta de ideas, los participantes piensan las ideas pero registran en papel sus ideas en silencio y cada participante pone su hoja en la mesa y la cambia por otra hoja de papel. Entonces agrega otras ideas relacionadas, esto ayuda a evitar conflictos ó intimidaciones por miembros dominantes.

3.6.3 EVALUACION COMPARATIVA (BENCHMARKING).

La evaluación comparativa también conocida en el idioma inglés como Benchmarking, significa el proceso continuo de medir productos, servicios y prácticas contra los competidores más duros o aquellas compañías reconocidas como líderes en la industria.

El Benchmarking nació en la industria por la corporación Xerox. Originalmente fue desarrollada a raíz de los inmensos esfuerzos por competir en el mercado. Se identificaron indicadores específicos en áreas tales como los costos de producción, tiempo de los ciclos, costos de operaciones y características de los productos. Xerox clasificó estos indicadores con respecto a los principales competidores en el mercado para conocer su desempeño en relación con la competencia.

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.

En términos sencillos podemos decir que benchmarking es:

- Saber qué es lo que se quiere mejorar y dónde está la debilidad de su área
- Aprender de los líderes
- Adaptar e incorporar el aprendizaje a los procesos
- Un análisis competitivo
- Una comparación de números con números
- Una matriz comparativa.
- Copiar la práctica de otros.

A continuación se explica el alcance del benchmarking.

Benchmarking no es un mecanismo para determinar reducciones de recursos. Los recursos se 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.

La razón fundamental del Benchmarking es que NO tiene sentido estar encerrado en un laboratorio intentando inventar un nuevo proceso que mejore el producto o reduzca el costo, cuando ese proceso ya existe.

Benchmarking implica los análisis de datos para buscar mejores formas de proveer servicios o productos. Esto es un elemento fundamental de la filosofía de garantía de calidad en donde la definimos como un método sistemático, planificado y, continuo para medir, monitorear y mejorar la calidad a partir de los recursos existentes. Por lo tanto benchmarking es una herramienta importante en la búsqueda permanente de la mejor práctica (mejoramiento continuo).

Es un componente integral y permanente de un sistema de Garantías de Calidad.

- Analiza los procesos (cómo trabajamos), utilizando datos.
- Identifica las brechas y factores facilitadores.
- Sugiere soluciones adaptadas de los líderes.

Existen cuatro formas de benchmarking:

1. **Interno:** la comparación se hace al interior (dentro) de la organización.

Benchmarking interno puede ser iniciado fácilmente en el sector de la salud pública porque todas las unidades están trabajando por la misma institución y

con el mismo fin. Los datos son fáciles de recolectar porque no hay barreras, pero los datos son limitados dentro de la misma organización (Sector Público).

2. Competitivo: comparando con la competencia.

Este puede ser iniciado entre los sectores de salud pública y privado. Se permite una visión más amplia pero es más difícil porque la competencia no quiere compartir información. La limitante es que los datos son del mismo sector.

3. Funcional: comparando las diferentes funciones.

4. Genérico: comparando procesos específicos.

Con estas 2 formas se pueden incluir otros sectores y un rango amplio de organizaciones (hoteles, transporte, seguridad, compras). Pero la identificación de "contraparte" (con quien compararse), es más difícil.

Etapas del Benchmarking

1. Planificar
2. Formar Equipo (Regional y Local de GC)
3. Identificar enfoque (Calidad técnica y del cliente)
4. Identificar el proceso para benchmarking (Atención médica, tiempos de espera, etc.)

5. Documentar proceso actual (los acuerdos)
6. Definir métodos para la recolección de datos (encuestas, instrumentos técnicos/gerenciales).
7. Recolección de datos
8. Identificar y solicitar participación de "contraparte" (Centro de salud / policlínicas / hospitales
9. Acordar métodos y recolectar los datos (encuestas y otros instrumentos)
10. Análisis
11. Consolidar los datos (de las encuestas)
12. Comparar los datos (establecer un rango por indicador y complejidad)
13. Identificar las mejores prácticas
14. Visitar las unidades con las mejores prácticas
15. Identificar los factores facilitadores
16. Adaptación
17. Socializar los resultados (comprometernos a cambiar)
18. Desarrollar e implementar el plan de acción (incluyendo los aprendizajes)
19. Monitorear los resultados.

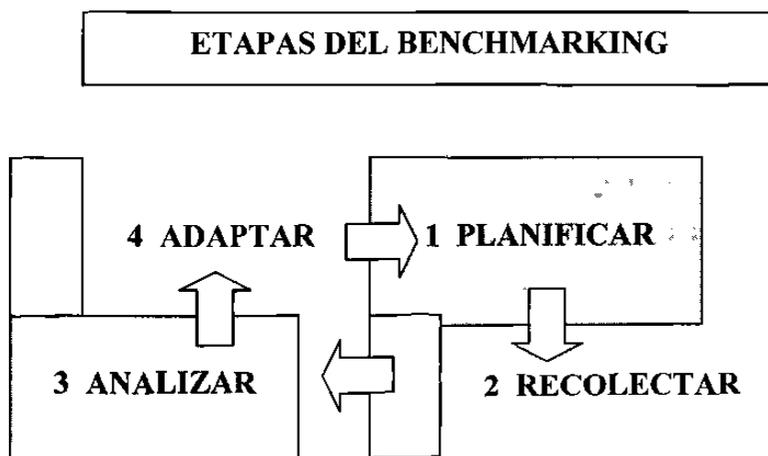


Diagrama 7

Para garantizar el éxito del proceso Benchmarking hay pre-requisitos fundamentales que incluyen:

- Compromiso de la dirección
- Voluntad y compromiso de los funcionarios
- Concordancia con los objetivos de la institución
- Propósito de convertirse en el mejor
- Apertura de nuevas ideas
- Comprensión de procesos existentes
- Procesos deben estar documentados
- Habilidades para el análisis de los procesos
- Habilidades de investigación, comunicación y trabajo en equipo
- ¡Sistema establecido de garantía de calidad!

3.6.4 SISTEMA DE ADMÓN. DE QUEJAS DEL CLIENTE

Una década atrás, aun antes de que se vislumbrara el impacto económico que tendría el Internet sobre los servicios, algunos ejecutivos señalaban ya que la mejora en el servicio era el reto más importante (y rentable) al que se enfrentaban las empresas. Sin embargo, la calidad en los servicios a un nivel mundial no parece haber mejorado suficientemente rápido. Y los clientes, explícitamente o no, seguimos quejándonos y pagando las consecuencias.

Pero las quejas son algo naturales. De hecho, Deming creía que la falla en el servicio, y por lo tanto las quejas, son inevitables debido al número de variables y percepciones involucradas en las transacciones de servicio. Por otra parte, Deming también demostró con su Ciclo de Control (Planear-Ejecutar-Revisar-Actuar), que la retroalimentación y el aprendizaje adquirido por los errores eran los ingredientes principales para lograr una Administración por Calidad Total auténtica y generar competitividad y rentabilidad sostenibles.

Pero las fallas en el servicio no es lo que molesta a los clientes; lo que resulta verdaderamente indignante es que las fallas se repitan una y otra vez, sin que alguien pueda tomar acciones contundentes al respecto.

Las quejas tienen un costo, y ciertamente no son económicas. Éstas, generan tanto costos directos (garantías, personal de servicio, costo de hacer investigaciones) como costos indirectos (prestigio, deterioro de la imagen y marca, desmotivación de los empleados). Pero por ese precio, las empresas pueden extraer conocimiento muy valioso, debido a que las quejas contienen la voz directa del cliente.

A partir de los 60's, en Japón se empezó a utilizar el QFD (Despliegue de la Función de Calidad) como estrategia para traducir la voz del cliente en parámetros de diseño para productos y servicios.