

Conceptos Básicos de Ingeniería de Calidad

Conceptos Básicos de Ingeniería de Calidad

“La calidad comienza con el convencimiento de cada individuo de que es posible hacer bien las cosas, o bien, reconocer que siempre habrá lugar para una oportunidad de mejora”.

I. Pérez Vargas



Pérez Vargas Irma
Romero Galván Gerardo
Rivera Martínez José G.
Arredondo Lucio Jaime A.

CONCEPTOS BÁSICOS DE INGENIERÍA DE CALIDAD

IRMA PÉREZ VARGAS

GERARDO ROMERO GALVÁN

JOSÉ G. RIVERA MARTÍNEZ

JAIME A. ARREDONDO LUCIO



innovación editorial lagares

M E X I C O

“Queda rigurosamente prohibida, sin la autorización escrita de los titulares del <<Copyright>>, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendiendo la reprografía y el tratamiento informático”.

Conceptos Básicos de Ingeniería de Calidad

© 2009, Irma Pérez Vargas / Gerardo Romero Galván / Jorge G. Rivera Martínez / Jaime A. Arredondo Lucio

D.R. © 2009 por Innovación Editorial Lagares de México, S.A. de C.V.
Av. Álamo Plateado No. 1–402 Fracc. Los Álamos Naucalpan, Estado de México
C.P. 53230 Teléfono: (55) 5240-1295 al 98
email: editor@lagares.com.mx

ISBN:

Diseño de Portada: Enrique Ibarra Vicente

Cuidado Editorial: Rosaura Rodríguez Aguilera

Primera edición mayo, 2009

IMPRESO EN MÉXICO / PRINTED IN MEXICO

En los talleres de Ultra Digital Press, S.A. de C.V.
Centeno 162-3, Col. Granjas Esmeralda,
C.P. 09810, México, D.F.

Prefacio

En nuestros días el uso del término “calidad” es común para casi todas las personas, aún en diferentes situaciones, por ejemplo en el lugar de trabajo, al ir al supermercado o al comprar enceres de uso personal o doméstico. Sin embargo, este concepto, y todo lo que implica, no es “nuevo”. La importancia de “hacer las cosas bien” ha estado siempre presente a través de la historia del hombre.

En la actualidad, al hecho de cerciorarse de que “las cosas se hagan bien” se le denomina *aseguramiento de la calidad* (*quality assurance*) (Pyzdek, 2000). El hecho de asegurar la calidad de los productos o servicios que estamos ofreciendo a nuestros clientes conlleva una serie de tareas que se tienen que cumplir (por así decirlo) para que esto se logre. Sin embargo, el solo “cumplir” con esas tareas no es suficiente ya que la calidad debe ser juzgada en términos del resultado final que nuestro producto o servicio tenga para nuestros clientes. Es decir, la calidad de nuestro producto o servicio debe ser determinada desde el punto de vista de nuestro consumidor final (Pyzdek, 1992). La importancia de esto radica en lo siguiente: si la compañía considera que su producto o servicio es de calidad porque al producirlo todos y cada uno de los empleados cumplió con las tareas y las normas de producción establecidas, puede caer en el error de sólo verificar que las tareas se cumplan como premisa para asumir que el producto o servicio es de calidad, olvidando así la opinión del cliente (quien al final de cuentas es quien va a comprar y a consumir dicho producto o servicio). Así, podemos decir que la calidad de nuestro producto o servicio (comparado con los de la competencia) dependerá de la opinión que de él se forme el cliente. Esto nos lleva a plantearnos lo siguiente: ¿Cómo sabremos lo que piensan todos nuestros clientes de nuestro producto o servicio?, ¿Cómo evaluaremos todas estas opiniones o juicios para definir la calidad de nuestro producto o servicio?. Si bien es cierto que la opinión de nuestros clientes es vital para el éxito de la empresa, también es cierto que es casi imposible (sino imposible) darle gusto a todos y cada uno de ellos, en forma individual, con un solo producto o servicio, por lo que para facilitarnos esta tarea necesitamos, primero, saber como podemos definir la calidad de nuestro producto o servicio y segundo, saber a quienes estamos dirigiendo nuestro producto o servicio. Así mismo, conocer las herramientas que nos permitirán evaluar el cumpli-

miento con cada características de calidad requerida o deseada por el cliente ya sea para mantener ese nivel de calidad, o bien, para mejorarlo, es indispensable.

La ingeniería de calidad no puede solo restringirse a la parte técnica de la práctica de calidad ya que el ingeniero de calidad practicante debe conocer también las prácticas relacionadas con la administración de la calidad.

Es por ello que el presente texto presenta de manera sencilla los conceptos básicos que toda persona nueva en el campo de ingeniería de calidad debe conocer. Nuestro más sincero deseo es que este material se convierta en una herramienta útil para el practicante del campo de calidad.

Por último, nos gustaría agradecer a todas las personas que hicieron posible la publicación de este libro, a la administración de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, representada por el C. Rector José Ma. Leal Gutierrez, y a la administración de la Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Rodhe, representada por el C. Director Jaime Alberto Arredondo Lucio. Y por último, pero no por ello menos importante, agradecer al inventor de la calidad: Gracias Dios por la oportunidad de poder trascender a través de este libro y por todo el apoyo a lo largo del camino.

**Los autores,
Irma Pérez
Gerardo Romero
José Rivera
Jaime Arredondo**

Contenido

Parte I: Conocimientos Generales, Conducta y Ética

a)	<i>Capítulo 1</i>	
	Historia de la evolución de la calidad	13
	Definición de calidad	20
	Filosofías de la Calidad	23
	W. Edwards Deming	24
	Joseph M. Juran	28
	Philip B. Crosby	29
	Armand V. Feigenbaum	31
	Kaoru Ishikawa	31
b)	<i>Capítulo 2</i>	
	Interpretación de Dibujos, Diagramas y Esquemáticos	33
	Dibujo	33
	Esquemático	38
	Diagramas	38
c)	<i>Capítulo 3</i>	
	Sistemas de Medición (Metrología)	41
	Normas y Normalización	42
	Metrología Dimensional	48
	Errores en la Medición	51
	Clasificación de los Errores en cuanto a su Origen	51
	Medición y Registro	52
	Medición con Instrumentos Básicos	54
	Calibradores Vernier	60
d)	<i>Capítulo 4</i>	
	Habilidades de Comunicación y Presentación	63
	Juntas de Trabajo	64

Presentaciones Verbales de cualquier Documento y/o	
Información	65
Educación y Entrenamiento	66
Conducta Profesional y Ética	67
Conflictos Típicos de Interés	67

Parte II: Práctica y Aplicaciones de la Calidad

a) <i>Capítulo 5</i>	
Administración de Recursos Humanos	71
Motivación	71
Liderazgo	74
Problemas que Pueden Ser Controlados por el Operador	76
b) <i>Capítulo 6</i>	
Planeación de la Calidad	79
Planeación de la Calidad: Definición	79
Propósito Fundamental del Plan de Calidad	79
La Secuencia de la Planeación	80
Las Dimensiones de la Planeación	83
c) <i>Capítulo 7</i>	
Sistemas de Información Enfocados a la Calidad	87
Funciones del QIS	87
Selección del Equipo	88
Selección del Software	89
d) <i>Capítulo 8</i>	
Administración de Proveedores	91
Guía para el Establecimiento de Relaciones Cliente- Proveedor ..	91
Control de la Calidad de los Proveedores	92
Evaluación de los Proveedores	93
Programa de Mejora Continua de los Proveedores	94
Vigilancia Continua	95
e) <i>Capítulo 9</i>	
Auditorías de Calidad	97
Tipos de Auditoria	97
Niveles de Auditoria	98

Características y Responsabilidades del Auditor y Auditado	99
Conducción de Auditorías	99
f) <i>Capítulo 10</i>	
Costos de la Calidad	103
g) <i>Capítulo 11</i>	
Herramientas de Mejora Continua	107
7 Herramientas de la Calidad	107
7 Herramientas de la Administración	114
Bibliografía	119

PARTE I

CONOCIMIENTOS GENERALES, CONDUCTA Y ÉTICA

Capítulo 1

Historia de la Evolución de la Calidad

Irma Pérez, José G. Rivera, Jaime A. Arredondo y Dalia Garza
UAM Reynosa Rodhe, UAT

Para tener una visión más amplia acerca de la calidad, es fundamental conocer su historia. Al entender como surge y evoluciona la calidad a través del tiempo, se puede comprender, con mayor claridad, el porque de los enfoques y prácticas actuales.

Como se mencionó anteriormente, el concepto de la calidad y todo lo que la rodea no es nuevo, las prácticas relacionadas con el aseguramiento de la calidad han estado presentes desde tiempos tan remotos como el año 1792 A.C. A continuación se presenta de manera esquemática (Pyzdek, 2000; Lindsay y Evans, 1999) lo referente a la historia de la calidad.

ETAPA DE LA HISTORIA	ACONTECIMIENTOS
Era de la Inspección	Desde cientos de años antes de Cristo existen evidencias de la importancia que la calidad tiene para el hombre. En la antigua Mesopotamia alrededor de los años 1792-1750 A.C. el rey Hamurabi mandó a promulgar un código en el cual se dictaba que todos aquellos constructores cuyas edificaciones se derrumbaran tenían que sufrir la pena de muerte. Esto generó un sentido de “hacer las cosas bien” desde aquel entonces. Otra evidencia se registra en el año 1450 A.C. en Egipto donde las pirámides muestran un grado de perfección impresionante en su construcción, el cual es el re-

sultado de la importancia que tenía la medición y la inspección en aquel entonces. De igual manera, esta perfección se observa en las construcciones prehispánicas de México y de otros países de Latinoamérica.

Durante la edad media, casi en la mayoría de los países del mundo, las cosas eran hechas a mano por artesanos, quienes también fungían como vendedores de las mismas. Por esta razón, cada artesano ponía particular atención en cada detalle de su trabajo, es decir, lo inspeccionaba muy bien ya que, en caso de que existiera algún error, los clientes sabían exactamente a quien reclamarle. En esta etapa de la historia cada producto era original o personalizado. A medida que la demanda por los productos creció, los artesanos comenzaron a contratar mano de obra adicional para elaborar sus productos, sin embargo, la inspección individual de cada artesano hacia su producto seguía siendo el medio por el cual se cercioraban que las cosas estuvieran bien hechas.

Con el advenimiento de la revolución industrial, tanto en Europa como en América, la automatización de los procesos de producción se hizo presente y con ello la producción en masa. En esta etapa, a pesar de los avances en el área de producción, la inspección seguía siendo fundamental para el aseguramiento de la calidad. Sin embargo, a diferencia de los inicios de la edad media, la producción de los

	bienes comenzó a estandarizarse por lo que las partes o componentes de los productos comenzaron a hacerse intercambiables. En el año 1922 se publica por primera vez un libro dedicado a la Calidad titulado “El Control de la Calidad en Manufactura”, escrito por G.S. Radford. El contenido de este libro estaba enfocado primordialmente hacia la inspección.
Era del Control de Calidad	El enfoque de la calidad basado en la inspección fue enfrentado por Walter A. Shewart en su libro “Control Económico de la Calidad de Manufactura”, publicado en el año 1931. En ese entonces, Shewart laboraba en la división Western Electric de los laboratorios Bell, en donde también trabajaba uno de los <i>Gurus</i> de la calidad: Joseph Juran, Harold Dodge y Harry Roming. Shewart reconoció un aspecto tan importante como determinante de la calidad: la variación. El estableció que no importa cuan grandes sean los esfuerzos, <i>la variación</i> jamás podría ser eliminada; por lo que sugirió que en realidad lo fundamental era distinguir entre la variación que era inherente al proceso y la que era resultado de alguna causa externa al proceso. El punto medular del punto de vista de Shewart consistía en identificar que tanta variación podría ser aceptable para considerar que un pro-

ceso de producción trabajaba bajo *condiciones normales*. Al contrario del enfoque basado en la inspección, el enfoque de Shewart no requería un 100% de inspección de los productos, sino mas bien se podía muestrear (tomar pequeñas cantidades representativas de un lote de productos) la producción final. Por tanto, mientras el proceso de producción estuviera trabajando bajo los límites de variación establecidos por diseño, se podía considerar que el proceso de producción era bueno o de calidad.

A Shewart se le conoce como el padre del Control Estadístico de Procesos (SPC, el cual se basa principalmente en el control de los procesos de producción) y el creador de una de las herramientas de control de calidad que aun existen hasta nuestros días: las gráficas de control.

Hacia el año 1942 durante la Segunda Guerra Mundial, el departamento de defensa de los Estados Unidos optó por aplicar el enfoque desarrollado por Harold Dodge y Harry Roming como base para la producción del armamento que seria utilizado en la guerra: la aceptación por muestreo.

Este enfoque fue desarrollado de manera paralela al de Shewart. La base de la aceptación por muestreo consistía en considerar que información adecuada acerca de la calidad de los productos entregados podía obtenerse de una muestra de dicho producto en

	vez de la inspección total del lote de producto terminado. Después de la Segunda Guerra Mundial la calidad siguió evolucionando. Inicialmente, pocas firmas comerciales optaron por emplear SPC, sin embargo, las pocas que los hicieron comenzaron a reportar resultados espectaculares los cuales fueron ampliamente publicados.
Era del Aseguramiento de la Calidad	Una de las herencias que queda de la inspección por muestreo es el concepto de <i>Nivel Aceptable de Calidad</i> (AQL). Conceptualmente, el AQL es un nivel “menos que perfecto” de calidad con el cual la alta gerencia esta a dispuesta a vivir. Formalmente dicho el AQL es: “El máximo porcentaje o proporción de unidades variables en un lote que, para propósitos de aceptación por muestreo, puede ser considerado como satisfactorio como promedio del proceso” (ASQ Statistics Division 1983:46 como se cita en Pyzdek, 2000:16). Esta definición deja en claro que los autores pretendían que el concepto del AQL podía ser solo utilizado en los problemas estadísticos de aceptación por muestreo. A medida que la calidad siguió evolucionando, el siguiente paso se fundamento en los conceptos del <i>Aseguramiento de la Calidad</i>. El aseguramiento de la calidad se basa en la premisa de que los defectos pueden ser prevenidos, es decir, que las perdidas derivadas de la mala

	calidad de los productos pueden ser eliminadas de manera económica. En 1951 Joseph Juran clasificó los costos de la calidad en dos tipos: <i>los costos de prevención y los costos de falla</i>. En 1956, Armand Feigenbaum introdujo la idea del <i>Control Total de la Calidad</i> (TQC). Feigenbaum consideró que la producción de los bienes era tan solo una parte de la larga lista de actividades necesarias (e.g. compras de material, almacenamiento, entrega, instalación, etc.) que se necesitan llevar a cabo para elaborar un nuevo producto. Por tanto, según Feigenbaum, la calidad es tarea de todo mundo dentro de la organización. Otro de los precursores del enfoque hacia el aseguramiento de la calidad es Phillip Crosby y su enfoque de “Cero defectos” empleado en el aseguramiento de la calidad (del cual se hablara mas adelante). En 1951 es instituido el Premio Deming a la calidad en Japón
Era de la Administración estratégica de la Calidad	Hacia finales de los años setentas, el enfoque basado en el aseguramiento de la calidad comenzó a perder fuerza. Esto fue debido a que su visión se limitaba solo a lo que ocurría al interior de la empresa, sin tomar en cuenta lo referente a la competencia e incluso a los clientes, lo cual dio como resultado que muchas empresas norteamericanas quebraran. A principios de los ochentas esto cambio. A partir de entonces surge un

	nuevo enfoque: <i>la administración estratégica de la calidad</i>. Aquí, el punto medular es el <i>enfoque hacia el cliente</i>; la calidad, consecuentemente, tenía que ser vista desde la perspectiva del cliente y no como el cumplimiento de requerimientos internos. Así mismo, comienza a despertar la preocupación genuina por la competencia en el mercado. En 1987 es instituido en los Estados Unidos el Malcolm Baldrige National Quality Award el cual reconoce la excelencia en las prácticas de calidad de las empresas de manufactura, servicio, educación y área médica.
Nueva Era de la Calidad	En la actualidad las empresas necesitan tener una visión integral y global con respecto a las prácticas de calidad que han de adoptar. Es decir, hoy en día toda organización debe procurar: 1. Satisfacer a sus clientes 2. Ser mejor que su competencia 3. Ganar mas porción del mercado 4. Trabajar para mantener su posición en el mercado. Como es de esperarse, para lograr estos puntos, se requiere de la aplicación de diversos enfoques de la calidad tales como el aseguramiento, control y administración estratégica de la calidad a las prácticas de negocios de cualquier empresa.

Tabla 1.1. Historia de la calidad
Fuente: Pyzdek, 2000; Lindsay y Evans, 1999

Definición de Calidad

El término calidad puede ser un concepto confuso ya que cada individuo la define conforme al papel que le toca desempeñar dentro de la cadena de producción-mercado (Evans y Lindsay, 1999). Por tanto, es importante entender las diferentes perspectivas desde las cuales se ve la calidad para poder comprender, de una manera más clara, el papel que juega en cada una de las diferentes partes que conforman a una organización. Garvin (1988) propone cinco enfoques desde los cuales se puede conceptualizar a la calidad.

- ❖ **Definición basada en el juicio.** También llamada definición *trascendental* de la calidad (Evans y Lindsay, 1999; Pyzdek, 2000). En este tipo de definición la calidad se considera como “absoluta y universal” por lo cual no puede ser estrictamente definida sino más bien es concebida como algo que simplemente se percibe, algo que uno sabe lo que es. Por ejemplo, un reloj Rolex, un Mercedes-Benz, un vestido Carolina Herrera, o una camisa Versage.
- ❖ **Definición basada en el producto.** En esta definición, el consumidor final atribuye mayor calidad a aquellos productos que tengan una mayor cantidad de cierto atributo o característica deseada (Evans y Lindsay, 1999; Pyzdek, 2000). Por ejemplo, un aparato de sonido tendrá más calidad para la persona que lo compra entre más funciones desempeñe (comparado con otros), o bien, otro ejemplo es el de un estudiante que compra una libreta “profesional” porque esta contiene más hojas que otras libretas del mismo estilo pero de diferente marca.
- ❖ **Definición basada en el uso.** En esta definición, la calidad se define como la medida en la que cierto producto o servicio cumple con la finalidad para la que fué adquirido, es decir, el grado en que dicho producto o servicio satisface al usuario final (Evans y Lindsay, 1999; Pyzdek, 2000). Por ejemplo, un automóvil Cadillac y una camioneta Jeep Grand Cherokee; en estos casos podemos decir que ambos carros son de calidad ya que cada uno cumple con la función para la que fue creado: el Cadillac provee el confort en el manejo y la características de lujo que hacen las travesías más amenas mientras que la Grand Cherokee puede ser usada por aquellas personas que les gusta ir de campamento, pesca,

a esquiar en nieve, o a la playa, de tal manera que ambas cumplen con el propósito para el que fueron adquiridas.

- ❖ **Definición basada en la manufactura.** Aquí la calidad se define como el grado de apego o cumplimiento de los requerimientos o especificaciones de diseño al momento de producir un producto o servicio (Crosby 1979; Evans y Lindsay, 1999). En este caso se considera como producto de calidad a aquel en el que, durante su proceso de producción, se cumplieron con los valores metas (valores ideales o nominales) (Evans y Lindsay, 1999), o bien, se produjo cumpliendo con valores dentro de los límites de tolerancia (margen de error aceptable) establecidos (Gilmore, 1972; Evans y Lindsay, 1999).
- ❖ **Definición basada en el valor.** Este último enfoque considera a la calidad como la relación que existe entre la satisfacción que provee un producto o servicio y el precio del mismo (Feigenbaum, 1961; Broh, 1982; Evans y Lindsay, 1999). Es decir, desde este punto de vista, un producto de calidad es aquel que ofrece las mismas características que sus competidores, o bien, que puede servir para los mismos fines, pero a un menor precio. O, por otro lado, también se puede considerar a un producto de calidad cuando este es más útil o satisface mejor las necesidades del cliente a un precio similar a los de la competencia (Evans y Lindsay, 1999).

Estos cinco enfoques definen a la calidad desde diferentes puntos de vista, sin embargo, el problema que presentan sigue siendo que no existe un consenso en cuanto a que es la calidad ya que cada una de ellas captura alguna o algunas de las dimensiones de la calidad mas ninguna encierra todas las dimensiones en sí. En un intento por consolidar criterios, en 1978, el Instituto Nacional Americano de Estándares (ANSI) y la Sociedad Americana para la Calidad (ASQ) se unieron para crear la siguiente definición de calidad: “La calidad puede ser entendida como la totalidad de las características de un producto o servicio el cual tiene como propósito el satisfacer ciertas necesidades” (Evans y Lindsay, 1999:15). Esta definición se fundamenta primordialmente en las definiciones de calidad basadas en el producto y en el uso (mencionadas previamente). Sin embargo, en la actualidad se esta usando, tanto en la industria manufacturera como de servicio, una definición más sencilla, pero aún más poderosa, en donde el enfoque es hacia el cliente (Evans y Lindsay, 1999):

“Calidad es cumplir o exceder las expectativas del cliente”

Por lo que en lo subsecuente, tomaremos esta definición como válida en el presente curso.

Un punto que cabe destacar y detallar un poco más es el relacionado con los clientes. Toda empresa, ya sea de manufactura o servicio, tiene fundamentalmente dos tipos de clientes: *los externos* y *los internos*.

Los *clientes externos* son todos aquellos que compran o consumen el servicio o producto final de la empresa (Evans y Lindsay, 1999; Pyzdek, 2000; Chase y Aquilano, 1995), mientras que los *clientes internos* son todos aquellos empleados que trabajan en la empresa y cuyo trabajo forma parte de la producción del producto o servicio que la empresa ofrece a sus clientes externos (Evans y Lindsay, 1999; Pyzdek, 2000; Chase y Aquilano, 1995). Es decir, todos los empleados de la empresa pueden ser en algún momento clientes de otro empleado de la misma empresa mientras que en otro momento también pueden fungir como proveedores para otro empleado.

Como se había mencionado con anterioridad, una de las acciones fundamentales que hay que llevar a cabo para asegurar el éxito de cualquier empresa es definir quienes son sus clientes (externos) potenciales. Esto se hace con el fin de encaminar todos los esfuerzos de la empresa hacia tratar de satisfacer ciertas necesidades de sus posibles clientes. La forma de poder identificar a posibles clientes potenciales se denomina segmentación de mercado (Zykmund, 1999; Evans y Lindsay, 1999), la cual será explicada brevemente a continuación.

Segmentación de Mercado

La segmentación del mercado no es más que separar “los pocos vitales de los muchos útiles”, tal como Juran lo sugiere (Juran, 1974). Los pocos vitales son aquellos clientes que forman la base de una empresa y de los cuales no puede prescindir (clientes constantes o grandes) mientras que los muchos útiles son aquellos clientes que consumen su producto o servicio de manera esporádica (e.g. consumos unitarios) pero que en conjunto proveen una buena ganancia para la empresa. Por ejemplo, una cadena de hoteles considerara como sus pocos vitales a las compañías que se dedican a organizar conferencias o congresos ya que estas reservan una cantidad considerable de habitaciones para cada evento, a la vez que hacen uso de otras instalaciones del hotel (como los salones de conferencias); y sin embargo, la cantidad de compañías organizadoras de eventos o conferencias no es muy grande. Por otro lado, los muchos útiles para la cadena

de hoteles son todos aquellos huéspedes que llegan a alojarse en sus instalaciones de forma esporádica (por una o varias noches), ya que a pesar de que su consumo no es cuantioso (como en el caso de las compañías organizadoras de eventos) la suma de los consumos de todas las personas que llegan a hospedarse de manera individual da como resultado ganancias atractivas para el hotel. De ahí la importancia de la segmentación del mercado. Dicha segmentación se puede hacer tomando en cuenta la situación geográfica, factores demográficos, la forma en que los productos o servicios son utilizados, volúmenes de consumo o bien, los niveles de servicio esperados (Zykmund, 1999; Evans y Lindsay, 1999).

Una vez que se tienen bien identificadas las necesidades (o deseos) de los clientes potenciales, se puede dar paso a la creación de un sistema que asegure que los productos o servicios que estamos ofreciendo cumplan con dichas necesidades o deseos de los clientes (sistema de aseguramiento de la calidad). Para crear este tipo de sistemas se requiere tener un entendimiento de la calidad como disciplina, es decir, conocer tanto la administración de la calidad como el control de calidad.

Para lograr esto, se necesita considerar que toda empresa se compone, básicamente, de dos elementos operacionales: el recurso humano y los procesos de producción (ya sea de manufactura o de servicio); en donde los procesos de producción comprenden más elementos tales como materiales, máquinas, herramientas, equipo, etc. Por tanto, la administración de calidad se encarga de organizar, asignar y cuidar de los recursos tanto humanos como de producción que existen en la empresa mientras que el control de calidad se encarga de asegurarse que los procesos de producción de las empresas cumplan con los requerimientos de producción para los que fueron diseñados (conocimientos técnicos). Así, con la combinación de los elementos de aplicación de ambas áreas se puede saber “que”, “para que”, “como” y “cuando” hacer para que una empresa provea productos o servicios de calidad. Por ello, a continuación se presentan los puntos esenciales de estas dos áreas que conforman a la calidad.

Filosofías de la Calidad

Dentro de la evolución y desarrollo de la calidad, una parte esencial son las filosofías que acerca de ella que se han generado y refinado a través del tiempo. Estas son atribuidas a los llamados *Gurus* de la calidad: W. Edwards Deming, Joseph M. Juran, Phillip B. Crosby. Adicionalmente, en esta sección, también se mencionara la contribución que tuvieron Armand V. Feigenbaum y Kaoru Ishikawa en la formación de los conceptos actuales de la administración de la calidad, la

importancia de la aportación de ellos se ratifica con la entrega del nombramiento de Miembros Honorarios de la Sociedad Americana para la Calidad en el año de 1986 (Lindsay y Evans, 1999).

Cabe destacar que la contribución de cada uno de los personajes antes mencionados tomó lugar en el marco histórico previamente descrito mas, debido a su relevancia, se considera pertinente hacer una descripción independiente.

W. Edwards Deming

El Doctor W. Edwards Deming es sin duda una de las figuras que mas influencia han tenido en el desarrollo de la administración (y control) de la calidad (Lindsay y Evans, 1999; Pyzdek, 2000). El es uno de los promotores del uso de métodos estadísticos para el control de la calidad en los procesos de producción (Lindsay y Evans, 1999).

Después de haber trabajado para la Western Electric durante los años veintes y treintas, sirvió al departamento de defensa de los Estados Unidos durante la Segunda Guerra Mundial (Lindsay y Evans, 1999). Al término de la Segunda Guerra, fue invitado a Japón por el gobierno de aquel país con el propósito de impartir cursos relacionados con la calidad en los procesos de producción (Lindsay y Evans, 1999). A pesar de que Deming radico permanentemente en los Estados Unidos (con viajes intermitentes a Japón), el no fue reconocido en su país sino hasta 1980 cuando se hizo publico el impacto positivo que sus enseñanzas habían tenido en los sistemas de producción Japoneses (Lindsay y Evans, 1999). Hasta entonces, los grandes ejecutivos Norteamericanos se dieron cuenta de todo el tiempo que habían desperdiciado.

Entre las contribuciones que Deming tuvo para el área de calidad se encuentran el reconocer la importancia de aplicar métodos estadísticos al control de procesos de producción, sus hoy famosos 14 Puntos, el ciclo Deming, y lo que el denominó el Sistema de Conocimiento Profundo.

Deming no solo reconoció la importancia de aplicar métodos estadísticos al control de procesos de producción sino que también creía que era fundamental que todos en la compañía hablaran el mismo idioma: el lenguaje de la estadística. El sostenía que la única forma efectiva de comunicación entre el personal de diferentes niveles era la de transmitir las inquietudes relacionadas con los problemas de producción en terminos estadísticos, por lo que era indispensable entrenar a todos aquellos que no supieran “hablar” en esos términos (Lindsay y Evans, 1999).

Igual de importante que el uso de la estadística en la filosofía Deming es la aplicación del Sistema de Conocimiento Profundo a las actividades de la empresa; este Sistema de Conocimiento Profundo también sirve como base de los 14 puntos de Deming (Pyzdek, 2000). Este sistema consta de cuatro partes (Pyzdek, 2000; Lindsay y Evans, 1999):

- ❖ *El reconocimiento del sistema.* Deming sostenía que toda empresa funciona como un sistema. En donde *sistema* se entiende como el conjunto de actividades realizadas en conjunto para el bienestar de la organización. La importancia de reconocer que las empresas son sistemas integrados por sub-sistemas estriba en el hecho de que cada sub-sistema forma parte de una cadena cliente-proveedor dentro de la organización.
- ❖ *El entendimiento de la variación.* Apoyado en las aportaciones de Shewart, Deming ratifico que la variación era algo imposible de erradicar de los procesos de producción. Así, también ratifico que lo importante era identificar el tipo de variación existente en el sistema; a los tipos de variación que se pueden presentar las denomino causas comunes de variación (las inherentes al sistema) y causas externas de variación (de fuera del sistema).
- ❖ *Teoría del conocimiento.* Deming creía firmemente que no puede concebirse la práctica sin teoría. Es decir, que era necesario aprender (o capacitarse) para poder ejercer cualquier disciplina en el mundo de los negocios. La base para esta afirmación se encuentra en que el conocimiento se fundamenta en teoría, la cual puede ser comprobada, por lo que al tomar acciones fundamentadas en teoría se puede tener la seguridad de que los resultados serán los esperados de acuerdo a lo desarrollado en el proceso de investigación de dicha (i.e. la relación causa-efecto es igual a predicción). Por otro lado, cuando una acción o decisión se fundamenta en la práctica (o experiencia) no hay forma de validar que lo que se propone funcionara bajo las circunstancias actuales en las que se esta tomando la decisión ya que la experiencia solo describe los hechos.
- ❖ *Psicología.* La filosofía de Deming se sustenta en el hecho de entender el comportamiento humano y tratar a la gente de forma justa. Es por ello que una de las partes que integran el sistema de conocimiento profundo de Deming es la Psicología (ya que ella nos ayuda a entender a la gente, las relaciones entre la gente y su interacción con las circunstancias en las que se encuentran, las relaciones entre los líderes y los empleados, y en sí, nos ayuda a entender cualquier sistema de administración).

Como se menciona con anterioridad, el Sistema de Conocimiento Profundo es la base de los 14 puntos que conforman el programa para alcanzar la excelencia en la calidad de acuerdo a Deming (Lindsay y Evans, 1999). Cada uno de estos 14 puntos tiene que ser implementado en conjunto con los demás, es decir no pueden ser adoptados y puestos en práctica de manera aislada, por lo que se considera que los 14 puntos de Deming son un enfoque basado en el “todo o nada” (Lindsay y Evans, 1999). A continuación se presentan los 14 de Deming.

<i>PUNTO</i>	<i>DESCRIPCION</i>
1	Crear y publicar un documento (para que sea conocido por los empleados) el cual establezca los objetivos o propósitos de la compañía u otra organización. La alta gerencia debe demostrar permanentemente su compromiso con lo establecido en ese documento.
2	Aprender la nueva filosofía, alta gerencia y cada empleado dentro de la organización.
3	Entender el propósito de la inspección, para mejorar los procesos y para reducir costos.
4	Terminar con la práctica de hacer negocios solo basándose en el precio (o costo).
5	Mejorar constantemente y para siempre los procesos de producción y servicio.
6	Instituir entrenamiento.
7	Enseñar e instituir el liderazgo.
8	Echar fuera el miedo. Crear confianza. Crear un ambiente que promueva la innovación.
9	Optimizar los recursos de cada área de la empresa basándose en los propósitos y objetivos de la misma.
10	Eliminar las exhortaciones a la fuerza laboral.
11	Eliminar las cuotas numéricas para la producción. En vez de esto, aprender e instituir métodos para mejorar dicha producción. Eliminar la Administración Orientada a Objetivos (MBO). En vez de esto, aprender cual es la capacidad de los procesos de la empresa y como mejorarlos.
12	Remover las barreras que le quitan la oportunidad a la gente de sentirse orgullosa de su trabajo.
13	Fomentar la educación y la mejora continua en cada uno de los empleados.
14	Tomar acciones para llevar a cabo la transformación de la empresa.

Tabla 1.2. Los 14 Puntos de Deming

Fuente: Deming, 1986 como se cita en Lindsay y Evans, 1999.

Por último, se describe el llamado ciclo de la calidad de Deming. Este ciclo consta de cuatro etapas (ver figura 1.1) en las cuales se plantea una metodología para llevar a cabo la mejora de la empresa (Lindsay y Evans, 1999).

La primera etapa, *planear*, consiste en analizar la situación actual, recabar datos y planear las actividades de mejora. Estas actividades incluyen la definición de los procesos, las salidas, las entradas, los clientes, los proveedores; identificar las expectativas de los clientes; identificar los problemas; probar teorías acerca de las posibles causas; y desarrollar soluciones (Lindsay y Evans, 1999).

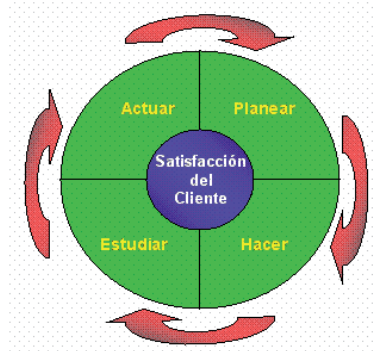


Figura 1.1. Ciclo de la Calidad de Deming
Fuente: Lindsay y Evans, 1999.

En la etapa hacer, el plan desarrollado es implementado en base a pruebas, e.g. en un laboratorio, con corridas de producción piloto (una corrida de producción de 25 a 30 productos), o con grupos de enfoque (de los clientes). Este tipo de implementación limitada se hace con la finalidad de analizar bajo condiciones reales los resultados del plan, para recabar datos que puedan ser analizados y, así, tomar decisiones con respecto al plan en cuestión (Lindsay y Evans, 1999).

La siguiente etapa, *estudiar*, se encarga de determinar si el plan que esta puesto a prueba funciona correctamente o si pudiera haber mas oportunidades de falla o mejora. Generalmente, los planes pueden o bien ser mejorados, o descartados. En cualquiera de las dos situaciones, por lo regular, se tiene que volver a la primera etapa (Lindsay y Evans, 1999).

Por último, la etapa *actuar* consiste en implementar el plan dando como resultado la estandarización y práctica continua de las mejoras derivadas de él. Esto, a su vez, conlleva volver a la primera etapa con el fin de monitorear el plan implementado para encontrar nuevas oportunidades de mejora, con lo cual se puede apreciar que este procedimiento es cíclico (Lindsay y Evans, 1999).

Joseph M. Juran

Contemporáneo de Shewart y Deming; Juran también laboró en la Western Electric Company entre los años veintes y treintas (P). En 1951, publicó su libro “Manual para el Control de la Calidad” que es considerado aún en nuestros días como “la biblia” de la calidad (Lindsay y Evans, 1999).

Contrario a Deming, Juran sostenía que el cambio de cualquier compañía a mas de ser radical debería de darse de manera gradual. También creía que cada nivel de la organización tenía su propio idioma y que era el deber del nivel de supervisión el de servir de puente entre el nivel operacional y el gerencial (Lindsay y Evans, 1999).

Juran definía a la calidad como “desempeño de un producto el cual resulta en la satisfacción de un cliente; o bien, como un producto libre de deficiencias el cual evita la insatisfacción de un cliente” (Lindsay y Evans, 1999: 96). En este sentido, Juran dividía los esfuerzos enfocados hacia la calidad en dos niveles: el organizacional y el funcional (Lindsay y Evans, 1999). En el nivel organizacional el deber de la empresa es asegurar la calidad de los productos, mientras que en el nivel funcional la misión es asegurar la calidad de producción de dichos productos (Lindsay y Evans, 1999). Con esta división de esfuerzos, de acuerdo a Juran, se puede observar que la calidad es responsabilidad de todos dentro de la organización.

Primordialmente, la filosofía de Juran se basa en tres procesos fundamentales de la calidad, a los cuales se les denomino la Trilogía de la Calidad de Juran (ver figura 1.2). Estos procesos son: la planeación de la calidad, el control de la calidad, y el mejoramiento de la calidad. Los cuales se presentan a continuación.

- ❖ *Planeación de la Calidad.* Al igual que Deming, Juran definía esta etapa como el paso en el que se identifica a los clientes potenciales tanto internos como externos, se determinan cuales son sus necesidades, y se desarrollan productos con características que respondan a esas necesidades (Lindsay y Evans, 1999).
- ❖ *Control de la Calidad.* Tanto Juran como Deming dieron siempre un lugar primordial al uso de métodos estadísticos para llevar a cabo el control de la calidad. Juran estableció que el control de la calidad envuelve determinar que es lo que se va a controlar, establecer unidades de medición para evaluar los datos de manera objetiva, establecer estándares de desempeño, medir el desempeño actual, medir la diferencia que existe entre el desempeño actual y el estándar, y tomar acciones para corregir dicha diferencia (Lindsay y Evans, 1999). Dentro de la trilogía

de Juran, la etapa que se considera como fundamental es el control de la calidad.

- ❖ *Mejoramiento de la Calidad.* A diferencia de Deming, Juran ofrece un programa específico que puede llevarse a cabo para el mejoramiento de la calidad. Este programa comprende probar la necesidad de mejorar, identificar proyectos específicos para mejorarlos, organizar apoyo para dichos proyectos, diagnosticar las causas, probar remedios para solucionar las causas, probar que los remedios son efectivos bajo condiciones normales de operación, y probar las medidas de control para mantener las mejoras (Lindsay y Evans, 1999).

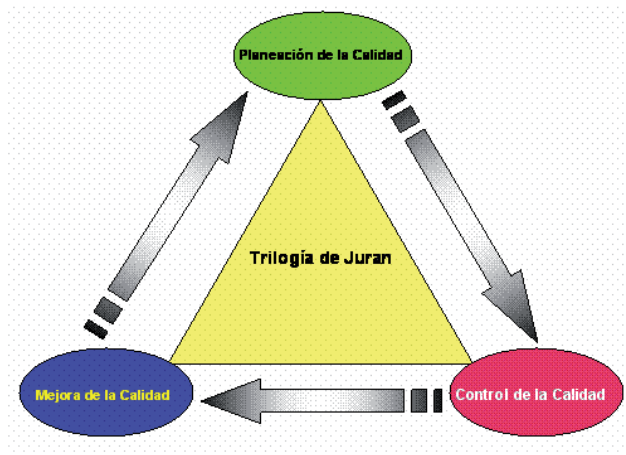


Figura 1.2 Trilogía de la Calidad de Juran

Philip B. Crosby

Crosby laboró por un periodo de 14 años en la empresa Internacional Telephone and Telegraph. En 1979, fundó su empresa consultora Philip Crosby y Asociados en la que ofrecía cursos de capacitación para diferentes empresas. Unos años más tarde, publicó su primer libro titulado “La Calidad es Gratis” del cual vendió casi un millón de copias (Lindsay y Evans, 1999). Sin embargo, muchas personas rechazan lo postulado por Crosby argumentando que los métodos que propuso para alcanzar la mejora de la calidad carecen de validez (Lindsay y Evans, 1999).

A pesar de que su ideología no ha sido tomada muy en cuenta por los practicantes de la calidad, ya que esta más enfocada hacia el comportamiento del individuo más que a la parte técnica de la calidad, esta se describe a continuación.

La esencia de la filosofía de Crosby se engloba en lo que el llamo “Los Absolutos de la Calidad” los cuales se componen de los siguientes puntos (Lindsay y Evans, 1999).

- ❖ *La calidad significa cumplimiento de las especificaciones, no elegancia.* Este absoluto tiene su base en la definición de la calidad desde el enfoque de manufactura.
- ❖ *No existe cosa alguna como un “problema de calidad”.* Crosby sostenía que la calidad no es un problema, sino que estos surgen a raíz de que las cosas no se hacen bien.
- ❖ *No existe cosa alguna como la economía de la calidad, el hacer las cosas bien desde un principio siempre será mas barato.* Este punto enfrentaba principios como la aceptación por muestreo y el nivel aceptable de calidad (AQL), diciendo que es mejor hacer las cosas bien desde un principio, lo que hoy en día se denomina calidad desde el origen (Quality at the Source).
- ❖ *La única medida de desempeño es el costo de la calidad, el cual es el gasto generado por las no conformidades.* Según Crosby los costos generados por la calidad pueden dividirse en dos categorías, los costos de prevención y los de apreciación (durante y después del proceso de producción).
- ❖ *El único estándar de desempeño es el de Cero Defectos (ZD).* Cero defectos no es un programa motivacional sino un estándar de desempeño. Por lo que en este enfoque se trata de erradicar la predisposición de la gente a aceptar el hecho de que cometer errores es inevitable. Crosby estipula que la mayoría de los errores son el resultado de falta de atención y no de falta de conocimiento, lo que da como resultado costos por re-trabajo, desperdicio (scrap), y reparación (Lindsay y Evans, 1999).

Los principales elementos de la filosofía de mejora de la calidad son la determinación, educación, e implementación. Determinación significa el compromiso de la alta gerencia con el mejoramiento de la calidad. Para que todos puedan comprender el fondo de cada uno de los absolutos de la calidad se necesita la educación. Por ultimo, cada miembro de la organización como se llevaran a cabo los procesos de implementación de mejora de la calidad (Lindsay y Evans, 1999).

Armand V. Feigenbaum

Feigenbaum es mejor conocido por crear la frase Control Total de Calidad en los Estados Unidos (Lindsay y Evans, 1999). Su libro “Control Total de la Calidad” fue publicado por primera vez en 1951 bajo el título “Control de la Calidad: Principios, Practica, y Administración” (Lindsay y Evans, 1999).

Feigenbaum consideraba que la calidad era una herramienta estratégica de negocios en la cual todos dentro de la compañía debían de participar (Lindsay y Evans, 1999). Así mismo, propuso que se consideraran a los costos de la calidad como la única herramienta para evaluar al desempeño de una compañía (Lindsay y Evans, 1999).

La filosofía de calidad de Feigenbaum se sumariza en sus Tres Puntos *para la Calidad* (Lindsay y Evans, 1999):

- ❖ *Liderazgo de Calidad.* Ser proactivos no reactivos en cuanto a la calidad se refiere. Mantener los esfuerzos para la calidad constantes y bien enfocados hacia el objetivo que se quiere alcanzar.
- ❖ *Tecnología Moderna para la Calidad.* Todos tienen responsabilidad en el cumplimiento de las tareas relacionadas con la calidad, gente capacitada para dicho fin debe de encontrarse a todos los niveles de la organización.
- ❖ *Compromiso Organizacional.* El entrenamiento y la educación continua de todo el personal deben de estar presentes en la organización, de igual forma, la integración de las actividades relacionadas con la calidad en el plan estratégico de negocios de las compañías habla del compromiso de esa entidad hacia la calidad.

Por último, cabe destacar que las ideas concernientes a la calidad de A. V. Feigenbaum sirven como base de los lineamientos a considerar en el Malcolm Baldrige National Quality Award (EE. UU) (Lindsay Y Evans, 1999).

Kaoru Ishikawa

Kaoru Ishikawa fue uno de los pioneros de la revolución de la calidad hasta su muerte en 1989 (Lindsay y Evans, 1999). Considerado por algunos como el Deming japonés, sus esfuerzos, dedicación y liderazgo a favor de la calidad contribuyeron al éxito empresarial del cual Japón goza hasta nuestros días.

Dentro de sus contribuciones a la calidad se encuentran la formación de la práctica conocida como Control Total de Calidad a través de toda la Compañía

durante los años sesentas, el desarrollo del proceso de auditoría mediante el cual se evalúa a las compañías que son aspirantes al premio Deming de la Calidad, resolución de problemas basado en un enfoque de grupo, y una gran variedad de herramientas para la resolución de problemas las cuales cualquier trabajador las podía emplear (Lindsay y Evans, 1999).

Las aportaciones al campo de la calidad de cada uno de estos personajes han sido, y serán, parte fundamental en la evolución de las herramientas de solución de problemas, administración y control de la calidad.

Capítulo 2

Interpretación de Dibujos, Diagramas y Esquemáticos

*Irma Pérez, José G. Rivera Martínez, Jaime A. Arredondo, Dalia Garza
UAM Reynosa Rodhe, UAT*

La importancia de saber interpretar los dibujos de ingeniería y los esquemáticos reside en que cualquier producto antes de ser fabricado es diseñado; para lo cual se emplean los dibujos y esquemáticos antes mencionados. Así mismo, los diagramas, comúnmente llamados “de flujo”, sirven para establecer la secuencia con la que se llevarán a cabo ciertos procesos o actividades dentro de las empresas, ya sean de manufactura o de servicio.

Dibujo

Un dibujo de ingeniería es la representación gráfica de algún producto. Para poder interpretarlo se necesita conocer las vistas en las que se está presentando. Las vistas de un dibujo de ingeniería son: vista frontal, vista lateral, vista superior tal como se muestra en la figura 1.5.

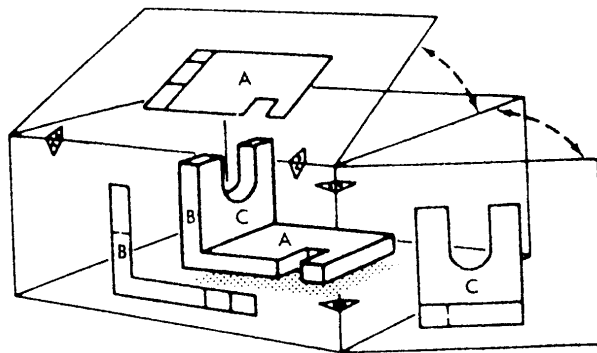


Fig. 1.5 Vistas planas de una parte
Fuente: Pyzdek, 2000

Así mismo, se debe conocer la representación de cada una de las líneas que se utilizan, éstas se presentan a continuación.

- ❖ Línea visible. Representan todas las orillas y superficies visibles.

THICK



Fig. 1.6 Línea Visible

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Línea escondida. Muestra una orilla o superficie que no puede ser vista en la vista que se presenta.

MEDIUM



Fig. 1.7 Línea Escondida

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Línea de sección. Son dibujadas para “rellenar” el área de un dibujo que representa una vista transversal.

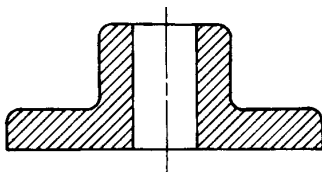


Fig. 1.8 Línea de Sección o Transversal

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Líneas de centro. Utilizadas para designar el centro de agujeros, arcos, y objetos simétricos.

THIN



Fig. 1.9 Línea de Centro

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Líneas de dimensiones y notas. Las dimensiones y notas se representan utilizando líneas de dimensión, extensión, y guías.

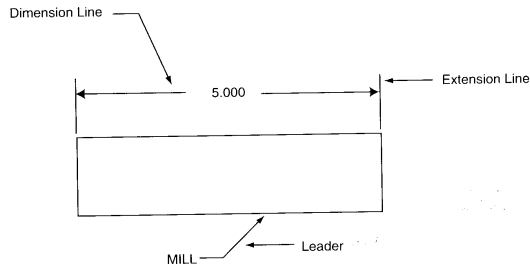
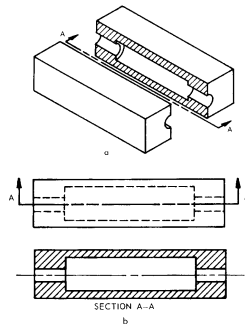


Fig. 1.10 líneas de dimensión, Extensión y guías.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Líneas de corte de plano. Se usan para indicar vistas las cuales se obtienen cortando “mentalmente” con un plano la pieza.



- ❖ Líneas de corte. Se utilizan para acortar la representación de piezas con segmentos largos idénticos. Estas pueden ser de superficie plana o cilíndrica.

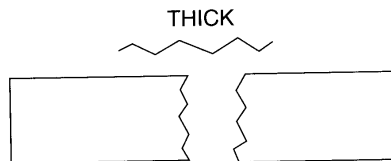


Fig. 1.12 líneas de Corte de Plano.

Fuente: Pyzdek, 2000

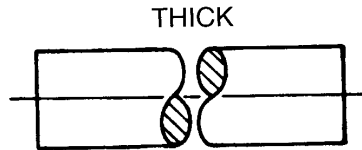


Fig. 1.13 líneas de Corte Cilíndrico.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Líneas fantasmas. Para mostrar posiciones alternativas de partes móviles de una pieza.

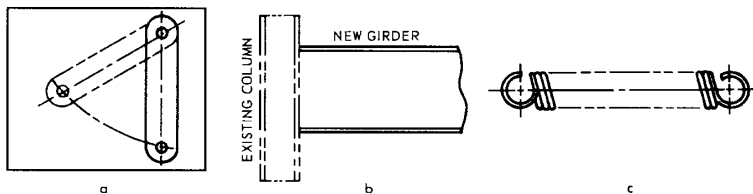


Fig. 1.14 líneas Fantasma.

Fuente: Pyzdek, 2000

Otro aspecto importante es entender la simbología utilizada en los dibujos, la tabla 1.5 resume la simbología básica tal como la define la norma ISO 1101 (González y Zeleny, 1995). También es importante identificar bajo qué norma está hecho un dibujo, así como la revisión correspondiente (año, ya que, como un ejemplo, podemos mencionar que en la norma ANSI Y14.5M-1982 no se contempla la característica de simetría (que antes se consideraba) y en su lugar se utilizan la de posición (González y Zeleny, 1995). ASME Y14.5M-1994 ha reactivado el uso de simetría (González y Zeleny, 1995). Un ejemplo más: en las especificaciones de ingeniería de General Motors no se considera la característica de concentricidad (González y Zeleny, 1995).

<i>Características y tolerancias</i>		<i>Características</i>	<i>Símbolos</i>
Características individuales	Tolerancias de forma	Rectitud	
		Planitud	
		Redondez	
		Cilindricidad	
Características individuales o relacionadas		Perfil de una línea	
		Perfil de una superficie	
Características relacionadas	Tolerancias de orientación	Paralelismo	
		Perpendicularidad	
		Angularidad	
	Tolerancias de localización	Posición	
		Concentricidad o coaxialidad	
		Simetría	
	Tolerancias de cabeceo (Runout)	Cabeceo circular	
		Cabeceo total	

NORMAS DE REFERENCIA:

ANSI Y14.5M-1982 ASME Y14.5M-1994

ISO 1101 ISO 2692 ISO 5458 ISO 5459 ISO 7083 ISO 8015

JIS B0021 JIS B0022 JIS B0023 JIS B0623

DIN ISO 1101 DIN 7167 DIN 7168 DIN ISO 5459

BS 308

Tabla 1.5 Símbolos para Características Geométricas

Fuente: González y Zeleny, 1995.

Esquemáticos

De igual forma, los esquemáticos son los símbolos utilizados en el diseño de dibujos de ingeniería en diferentes áreas. Un ejemplo de estos son los utilizados para el diseño de circuitos, los cuales se presentan a continuación:

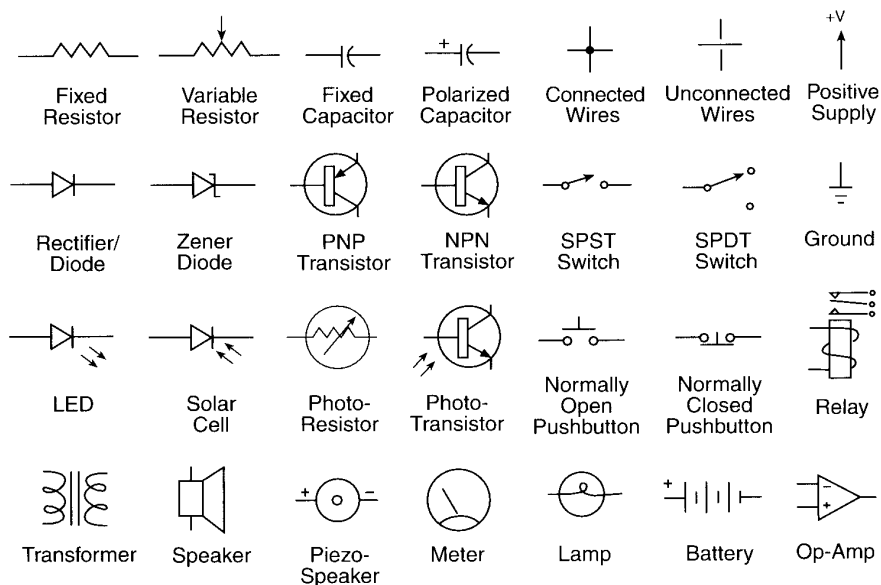


Figura 1.15 Símbolos para Circuitos Eléctricos

Fuente: Pyzdek, 2000.

Diagramas

Por último, los diagramas, se utilizan en la elaboración del diseño de procedimientos, procesos, y programas. Estos están constituidos por bloques los cuales especifican alguna actividad en especial que se tendrá que realizar en el tiempo o lugar secuencial en el que se encuentre el bloque. Cada bloque está relacionado con los demás por medios de flechas, en donde la punta de la flecha indica la secuencia subsecuente mientras que la parte posterior de la flecha indica la actividad previa en la secuencia del diagrama. Los bloques de diagramas de flujo tienen su origen en la programación de sistemas de información (Pyzdek, 2000), estos se presentan a continuación:

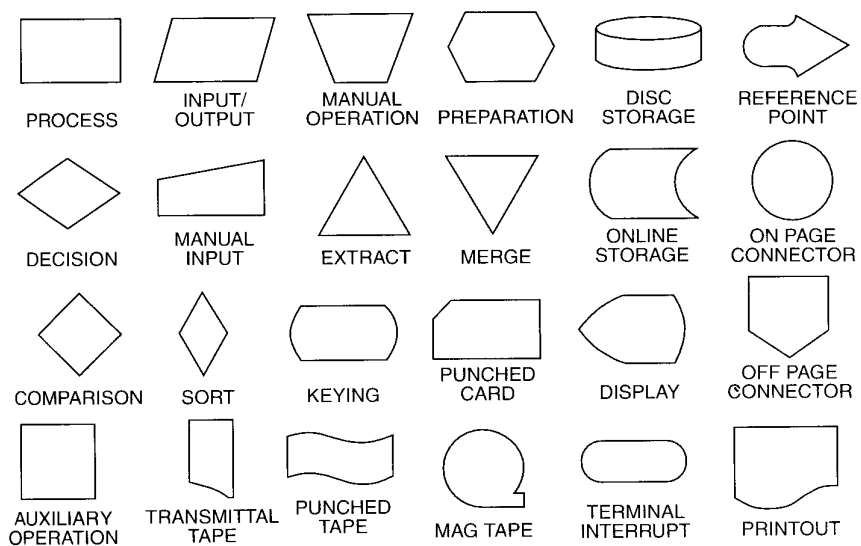


Figura 1.16 Bloques de Diagramas de Flujo

Fuente: Pyzdek, 2000.

Capítulo 3

Sistemas de Medición (Metrología)

Irma Pérez, José G. Rivera, Jaime A. Arredondo, Dalia Garza
UAM Reynosa Rodhe, UAT

La información contenida en esta sección fue extraída y adaptada de González y Zeleny, 1995.

Metrología [Metron = Medida, Logos = Tratado] de acuerdo con sus raíces la metrología está relacionada con todas y cada una de las actividades de la humanidad. Y ayuda a todas las ciencias existentes para facilitar su entendimiento, aplicación, evaluación y desarrollo, habiendo estado ligada al hombre desde su creación o aparición sobre la faz de la tierra.

Hoy en día contamos con el Sistema Internacional de Unidades (SI) que es una versión modernizada del sistema métrico establecido por acuerdo internacional, suministra un marco lógico interconectado con todas las mediciones de ciencia, industria y comercio. Oficialmente abreviado SI, el sistema es construido sobre los cimientos que forman siete unidades base, más dos unidades suplementarias. Todas las demás unidades del SI se derivan desde estas unidades. Los múltiplos y submúltiplos son expresados en un sistema decimal.

UNIDADES BASE		
Longitud	Metro	M
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	Segundo	S
Corriente Eléctrica	Ampere	A
Temperatura	Kelvin	K
Cantidad de Sustancia	Mol o Mole	Mol
Intensidad Luminosa	Candela	Cd

Tabla 1.6 Unidades base del Sistema SI
Fuente: González y Zeleny, 1995

<i>Unidades Suplementarias</i>		
Angulo Plano	Radian	Rad
Angulo Sólido	Steradian	Sr

Tabla 1.7 Unidades base del Sistema SI

Fuente: González y Zeleny, 1995

Para llegar a la integración de este Sistema Internacional de unidades (SI) han pasado milenios y ha necesitado la concurrencia de brillantes cerebros, pero más que nada, de trabajo arduo y constante por lo que esta sección pretende involucrar y ayudar a todos aquellos que en los talleres, las líneas de producción, laboratorios, y comercios en general desempeñan labores de medición para que ésta, sea justa, exacta, consistente, y sobre todo de acuerdo con una norma nacional e internacional reconocida entre proveedores y consumidores porque depende de ella el acceso exitoso a los mercados mundiales en un ambiente competitivo, ya que los acuerdos internacionales e inclusive las relaciones bilaterales no pueden funcionar si no se establecen y cumplen dichas normas, procedimientos y especificaciones de materia prima, métodos, maquinaria y equipo, medio ambiente, mercado, medición y mano de obra.

Normas y normalización

La vida civilizada implica una serie de reglamentaciones, costumbres, y leyes que nos permiten vivir en comunidad, con un comportamiento honesto y de respeto hacia nuestros semejantes, y facilitan el orden, la eficiencia y las interrelaciones. Algunos ejemplos son: la hora oficial, la circulación de los vehículos por la derecha, el comportamiento comercial, los sistemas monetarios de cada país, etc.

Al conjunto de este tipo de reglamentaciones se le puede llamar, en cierta forma, normalización. Sin embargo, lo que en particular nos interesa es La normalización de productos y procesos en la industria.

Básicamente, la normalización es comunicación, —entre productor, consumidor o usuario— basada en términos técnicos, definiciones, símbolos, métodos de prueba y procedimientos. Es, además, una disciplina que se basa en resultados ciertos —adquirido medio de la ciencia, la técnica y la experiencia— y fruto de un balance técnico-económico del momento.

La normalización técnica fue considerada, hasta hace algunos años, como efecto de La industrialización y el desarrollo. En la actualidad se dice que es

la causa o elemento motor en que se apoyan la industrialización y el desarrollo económico. En síntesis, es una actividad primordial en la evolución económica de cualquier país.

- ❖ *Normalización.* La normalización es la actividad que fija las bases para el presente y el futuro, esto con el propósito de establecer un orden para el beneficio y con el concurso de todos los interesados. En resumen, la normalización es, el proceso de elaboración y aplicación de normas; son herramientas de organización y dirección.
La Asociación Estadounidense para Pruebas de Materiales (ASTM, por sus siglas en ingles) define la normalización como el proceso de formular y aplicar reglas para una aproximación ordenada a una actividad específica para el beneficio y con la cooperación de todos los involucrados.
- ❖ *Norma.* La norma es la misma solución que se adopta para resolver un problema repetitivo, es una referencia respecto a la cual se juzgará un producto o una función y, en esencia, es el resultado de una elección colectiva y razonada.
Prácticamente, norma es un documento resultado del trabajo de numerosas personas durante mucho tiempo, y normalización es la actividad conducente a la elaboración, aplicación y mejoramiento de las normas.
- ❖ *Especificación.* Una especificación es una exigencia o requisito que debe cumplir un producto, un proceso o un servicio, ya que siempre el procedimiento por medio del cual puede determinarse si el requisito exigido es satisfactorio. Una especificación puede ser una norma, pero generalmente es parte de una norma, por ejemplo: el contenido de humedad de un producto es una exigencia que es cumplir, pero la norma puede tener más exigencias.
- ❖ *Objeto de la Normalización.* Todo aquello que puede normalizarse o merezca serlo es objeto de la normalización, abarca desde conceptos abstractos hasta cosas materiales, por ejemplo: unidades, símbolos, términos, tornillos, leche, agua, equipos, máquinas, telas, procedimientos, funciones, bases para el diseño de estructuras, sistemas para designar tallas y tamaños de ropa, zapatos, listas, dibujo técnico, documentación, etcétera.
- ❖ *Principios Básicos de la Normalización.* La normalización técnica, como cualquier actividad razonada, cuenta con principios básicos, Los cuales son producto, en parte, de la actividad de la STACO, organismo creado por la Organización Internacional para la Normalización (ISO)

que se dedica a estudiar y establecer Los principios básicos para la normalización. Parte de sus resultados se resumen aquí.

Cuando iniciamos un trabajo de normalización y tenemos que situar a nuestro objeto por normalizar en un contexto general, nos vienen a la mente una serie de relaciones que es necesario definir y catalogar por importancia, de aquí surge el concepto de espacio de la normalización.

- ❖ *Espacio de la Normalización.* El concepto de espacio de la normalización permite primero identificar y después definir a una norma por medio de su calidad funcional y apoyándose en varios atributos a la vez, las cuales están representados por tres ejes: aspectos, niveles y dominio de la normalización (Fig. 1.17). Este concepto de espacio tiene como único fin ilustrar tres atributos importantes de la problemática de la normalización. Es pertinente aclarar que este espacio no puede tomarse como un espacio matemático de variables continuas ni discretas. Han sido propuestas varias modificaciones a este espacio, por ejemplo: se agregó la cuarta dimensión relacionada con el tiempo de estudio de la norma y su aplicación. Pero ninguna de estas cuatro dimensiones dan una identidad que abarque su funcionalidad. Existen otras dimensiones que influyen sobre la calidad funcional de una norma y, por lo tanto, sobre la contribución de la normalización al progreso industrial y al bienestar de nuestra sociedad. La modificación más interesante, propuesta por el doctor H.C. Visvesraya, presenta los siguientes atributos abstractos de calidad funcional:

- El contenido tecnológico de las normas que él llama *orientación tecnológica*.
- La naturaleza de la interfaz considera por la norma para la transferencia de tecnología, a la cual llama *interfaz de transferencia*.
- El sistema socio técnico-económico al cual pertenece la norma, a la cual llama *status de sistema*.

Dominio de la normalización (eje X)

En este eje se encuentran las actividades económicas de una región, un país o grupo de países, por ejemplo: ciencia, educación, medicina, metalurgia, agricultura, industria alimentaria, fruticultura, etc. Un objeto de la normalización puede pertenecer a más de un dominio, por ejemplo: el papel pertenece a la industria papelera, a la de las artes gráficas, a la educación, a la publicidad, etcétera.

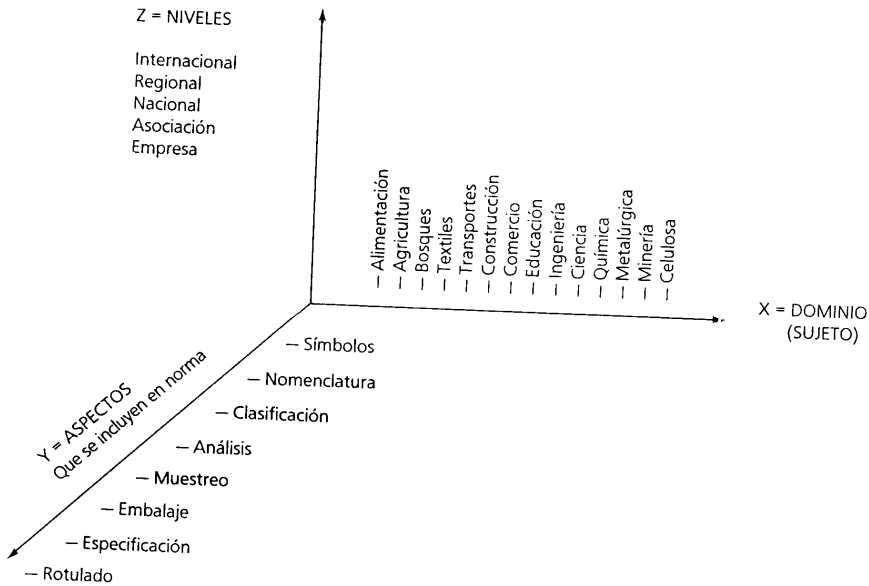


Figura 1.17 Espacio de la Normalización

Fuente: González y Zeleny, 1995.

Aspectos de la normalización (eje Y)

Un aspecto de la normalización es un grupo de exigencias semejantes o conexas. La norma de un objeto puede referirse a un solo aspecto, por ejemplo: nomenclatura, símbolos, muestreo o definiciones; o bien puede contemplar varios aspectos, como es el caso general de *normas de producto*, las cuales cubren definiciones, dimensiones, especificaciones, métodos de prueba, muestreo, etcétera.

Dado el problema de normalización que vamos afrontar, podemos situarlo en el espacio de la normalización y establecer sus fines, pero éstos no pueden delimitarse con gran exactitud para cada nivel y cada dominio, puesto que los fines de la normalización son de aplicación común: “contribuir al progreso técnico por la creación del orden de las cosas y en las relaciones humanas en general y ayudar a elevar al hombre a un nivel material y cultural superior”.

Niveles de la normalización (eje Z)

Cada nivel de la normalización está definido por el grupo de personas que utilizan la norma; entre estos grupos pueden citarse los siguientes; empresa, asociación, nación y grupo de naciones (Fig. 1.18). Las normas de empresa son la base para cada campo y ciclo de control en las actividades de una empresa.

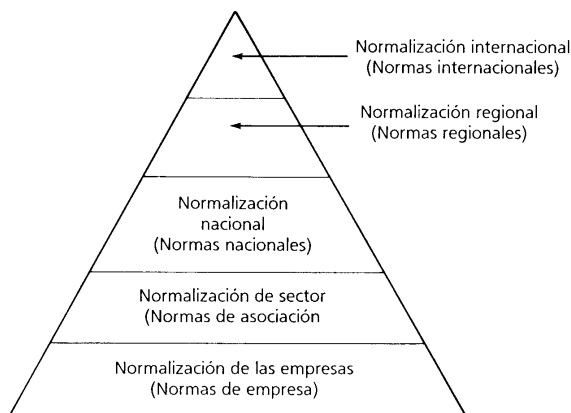


Fig. 1.18 Niveles de Normalización

Fuente: González y Zeleny, 1995

Algunos ejemplos de normas de asociación son los siguientes:

<i>SIGLAS</i>	<i>ENTIDAD</i>
API	Instituto Estadounidense del Petróleo
ASME	Sociedad Estadounidense de Ingenieros de Manufactura
ASQC	Sociedad Estadounidense para el Control de la Calidad
ASTM	Sociedad Estadounidense para Pruebas de Materiales
FED. SPEC.	Norma Federal
IEEE	Instituto de Ingenieros Electrónicos y Electricistas
MIL- STD	Norma Militar

Tabla 1.8 Normas de Asociación

Fuente: González y Zeleny, 1995

Todas estas entidades son asociaciones que realizan labor de normalización en Estados Unidos, país en el que principalmente se elaboran normas de asociación, aunque en la actualidad el Instituto Estadounidense de Normas (ANSI) está fungiendo como organismo coordinador para evitar duplicidad y traslape de los trabajos de normalización, elaborando normas de carácter nacional, camino que primordialmente han seguido otros países, como en los ejemplos mencionados a continuación:

<i>SIGLAS</i>	<i>ENTIDAD</i>
BS	Norma británica
CS	Norma canadiense
DIN	Norma industrial alemana
JIS	Norma industrial japonesa
NF	Norma francesa
NOM	Norma oficial mexicana (obligatoria)
NMX	Norma mexicana (voluntaria)

Tabla 1.9 Normas Nacionales
Fuente: González y Zeleny, 1995

Cuando algún producto es sometido a prueba y cumple con las especificaciones de la norma correspondiente, es común encontrar un sello que asienta lo anterior Fig. 1.19 En la actualidad es muy común encontrar productos con más de un sello.



Fig. 1.19 Sellos Nacionales
Fuente: González y Zeleny, 1995.

SIGLAS	ENTIDAD
COPANT	Comisión Panamericana de Normas Técnicas
EN	Norma europea

Tabla 1.9 Normas de Carácter Regional

Fuente: González y Zeleny, 1995.

La COPANT cuenta con 24 miembros, de los cuales 19 son miembros activos y cinco observadores. El Organismo Europeo de Normalización (CEN) tiene como miembros a Las organizaciones nacionales de 18 países de la Comunidad Económica Europea y de la Asociación Europea de Libre Comercio, que son: Alemania, Bélgica, Holanda, Finlandia, Grecia, Italia, España, Portugal, Francia, Irlanda, Reino Unido, Islandia, Luxemburgo, Checoslovaquia, Austria, Dinamarca, Liechtenstein y Suecia. Al CEN competen las actividades normativas en todos los sectores, excluyendo el electrónico, competencia del CENELEC, y el de las telecomunicaciones, competencia del ETSI.

En Europa, para facilitar las cosas, se está promoviendo el uso de un sello que elimine la necesidad de aplicar un sello por país; este sello lo muestra la Fig. 1.20.



Fig. 1.20 Sello de la Comunidad Europea de Naciones

Fuente: González y Zeleny, 1995.

Finalmente se tienen las normas internacionales ISO desarrolladas por comités técnicos en los que puede participa cualquier país miembro interesado en el tema para el cual el comité ha sido formado.

Metrología Dimensional

Metrología es La ciencia que trata de las medidas, de los sistemas de unidades adoptados y los instrumentos usados para efectuarlas e interpretarlas. Abarca

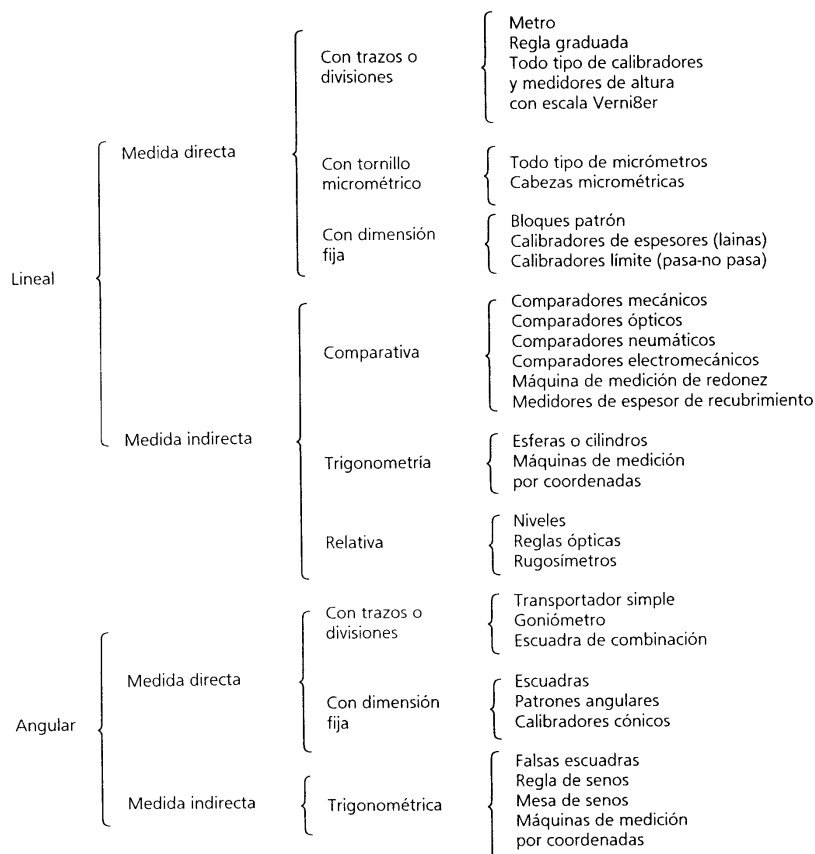


Fig. 1.22 Clasificación de Instrumentos y Aparatos de Medición en Metrología Dimensional

Fuente: González y Zeleny, 1995.

La inspección de una pieza como la ilustrada en la figura 1.21 que indica, además de las dimensiones lineales y angulares, tolerancia geométricas, también corresponde a la metrología dimensional, dado que se realizará con instrumentos como los que se mencionaron en la figura 1.22 (por esta razón a la metrología dimensional a veces se le denominará también geométrica).

Sin embargo, se requiere conocer la simbología involucrada, su interpretación y cómo determinar si tales tolerancias se cumplen.

Tolerancia geométrica es el término general aplicado a la categoría de tolerancias utilizadas para controlar forma, orientación, localización y cabeceo

(Runout). La tabla 1.5 resume La simbología básica tai como La define La norma ISO 1101.

Errores en la Medición

Al hacer mediciones, las lecturas que se obtienen nunca son exactamente iguales, aún cuando las efectúe la misma persona, sobre la misma pieza, con el mismo instrumento, el mismo método y en el mismo ambiente (*repetibilidad*); si las mediciones las hacen diferentes personas con distintos instrumentos o métodos o en ambientes diferentes, entonces las variaciones en las lecturas son mayores (*reproducibilidad*). Esta variación puede ser relativamente grande o pequeña, pero siempre existirá.

En sentido estricto, es imposible hacer una medición totalmente exacta, por lo tanto, siempre se enfrentaran errores al hacer las mediciones. Los errores pueden ser despreciables o significativos, dependiendo, entre otras circunstancias de la aplicación que se le dé a la medición.

Los errores surgen debido a la imperfección de los sentidos, de los medios, de la observación, de las teorías que se aplican, de los aparatos de medición, de las condiciones ambientales y de otras causas.

- ❖ ***Medida del Error.*** En una serie de lecturas sobre una misma dimensión constante, la inexactitud o incertidumbre es la diferencia entre los valores máximo y mínimo obtenidos.

$$\text{Incertidumbre} = \text{valor máximo} - \text{valor mínimo}$$

El error absoluto es la diferencia entre el valor leído y el valor convencionalmente verdadero correspondiente.

$$\text{Error absoluto} = \text{valor leído} - \text{valor convencionalmente verdadero}$$

Clasificación de los Errores en Cuanto a su Origen

Atendiendo al origen donde se produce el error, puede hacerse una clasificación general de estos en: errores causados por el instrumento de medición, errores causados por el operador o por el método de medición (errores humanos), y casados por el medio ambiente en el que se hace la medición.

1. *Errores por el instrumento o equipo de medición.* Pueden deberse a defectos de fabricación. Estos pueden ser deformaciones, falta de li-

nealidad, falta de paralelismo, etc. El error instrumental tiene valores máximos permisibles, establecidos en normas o información técnica de fabricantes de instrumentos, y puede determinarse mediante calibración (es la comparación de las lecturas proporcionadas por un instrumento o un equipo de medición contra un patrón de mayor exactitud conocida).

2. *Errores del operador o por el método de medición.* Muchas de las causas del error aleatorio se deben al operador, por ejemplo: falta de agudeza visual, descuido, cansancio, alteraciones emocionales, etc. Para reducir este tipo de errores es necesario adiestrar al operador. Otro tipo de errores son los debidos al método o procedimiento con que se efectúa la medición, el principal es la falta de un método definido y documentado. Ejemplos:
 - a. *Error por el uso de un instrumento no calibrado.*
 - b. *Error por la fuerza ejercida al efectuar mediciones.*
 - c. *Error por instrumento inadecuado*
 - d. *Error por puntos de apoyo*
 - e. *Errores por métodos de sujeción del instrumento*
 - f. *Error por distorsión*
 - g. *Error de paralelaje*
 - h. *Error de posición*
 - i. *Error por desgaste*
3. *Error por condiciones ambientales.* Entre las causas de errores se encuentran las condiciones ambientales bajo las que se hace la medición; entre las principales destaca la temperatura, la humedad, el polvo, las vibraciones o interferencias (ruido) electromagnéticas extrañas.

Medición y Registro

Por lo general, cuando se efectúa la medición los valores medidos se registran. Para mediciones críticas es mejor que dos personas trabajen juntas ya que una se dedica a medir y otra se especializa en registrar la medición. En este caso las notas se deben tomar como se indica en los siguientes párrafos.

Para el operador las indicaciones son las siguientes:

-
- a) Con pronunciación Clara y correcta, dicte al personal de registro los valores medidos.
 - b) Inmediatamente después de tomar el dato, asegúrese otra vez del valor medido para evitar una lectura errada.
 - c) Asegúrese de que el personal de registro repita verbalmente el valor correcto en el momento de la lectura de datos.
 - d) Efectúe las mediciones en las mismas condiciones cada vez.

Si una perilla ha de girarse en el sentido de las manecillas del reloj, entonces debe girarse cada vez a una velocidad constante. Lo mismo puede decirse cuando un botón o algo semejante debe moverse de arriba abajo o viceversa. El operador siempre debe pararse en el mismo lugar, de otra manera las condiciones producidas por la radiación del calor del cuerpo en los instrumentos de medición y las piezas de trabajo, y por la alteración del alineamiento del piso debido al movimiento del cuerpo, pueden afectar de alguna manera la exactitud de la medición.

Para el personal de registro las indicaciones son las siguientes:

- a) Asegúrese de registrar la fecha, los nombres del operador del registrador y del instrumento de medición, el tiempo de iniciación/finalización, las temperaturas antes y después de la medición, el lugar donde se efectuó ésta y el estado del tiempo.
- b) Repita verbalmente el valor dictado por el operador, y asegúrese que el valor registrado sea el mismo que el que repitió.
- c) Registre los valores correctamente y no borre los datos una vez que los haya escrito. Si más tarde corrige datos, trace una línea y anote la palabra “corrección”.
- d) Si se ha de dibujar una gráfica, anote primero las lecturas y luego coloque los valores en las gráficas.
- e) Cuando se vaya a efectuar una medición de especial exactitud, tome dos detalles de las anomalías que ocurren durante la medición. En un caso particular debe aun registrarse la condición emocional del operador.

Medición con Instrumentos Básicos

Generalmente, el primer contacto con un instrumento de medición de longitud será con una cinta, un flexómetro (longímetro) o una regla, lo que dependerá de la longitud que se desee medir.

Las cintas de medición (Fig. 1.23) normalmente se utilizan para longitudes de hasta 50 m (150 pies).

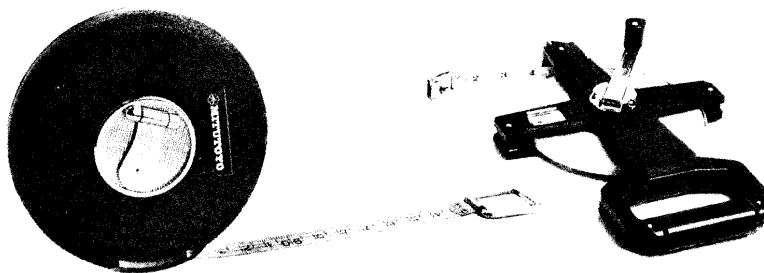


Fig. 1.23 Cintas de Medición
Fuente: González y Zeleny, 1995.

Los flexómetros para longitudes de hasta 5 m (25 pies) (Fig. 1.24), las reglas se describen en los siguientes párrafos.

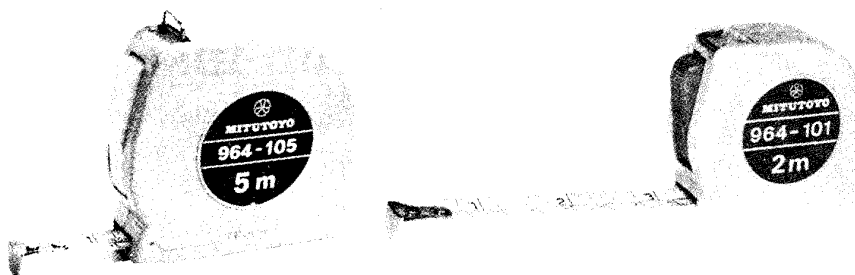


Fig. 1.24 Flexómetros
Fuente: González y Zeleny, 1995.

En todos estos casos la medición es realizada desde un punto inicial fijo sobre la escala que está alineada con un extremo de la distancia por medir, la graduación que corresponda a la posición del otro extremo proporcionara la longitud.

La escala consiste de una serie de graduaciones uniformemente espaciadas que representan submúltiplos de la unidad de longitud. Valores numéricos convenientes se encuentran marcados sobre la escala cada determinado número de graduaciones para facilitar la lectura.

- ❖ *Medición con Reglas.* La herramienta de medición más común en el trabajo del taller mecánico es la regla de acero. Se emplea cuando hay que tomar medidas rápidas y cuando no es necesario un alto grado de exactitud. Las reglas de acero, en pulgadas, están graduadas en fracciones o decimales; las reglas métricas suelen estar graduadas en milímetros o en medios milímetros. La exactitud de la medida que se toma depende de las condiciones y del uso correcto de la regla.

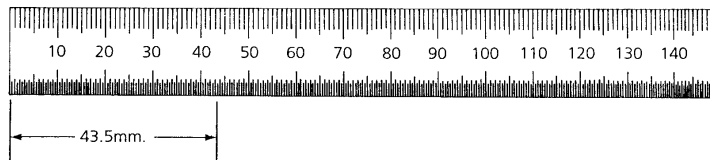


Fig. 1.25 Regla Milimétrica
Fuente: González y Zeleny, 1995.

- ❖ *Lainas (Medidores de Espesor).* Estos medidores (Fig. 1.26) consisten en láminas delgadas que tienen marcado su espesor y que son utilizadas para medir pequeñas aberturas o ranuras. El método de medición consiste en introducir una laina dentro de la abertura, si entra fácilmente se prueba con la mayor siguiente disponible, si no entra vuelve a utilizarse la anterior.

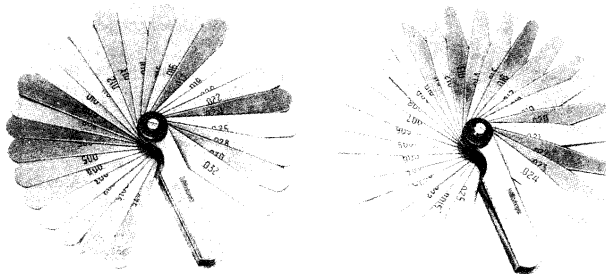


Fig. 1.26 Medidores de Espesor (lainas)
Fuente: González y Zeleny, 1995.

Debe tenerse cuidado de no forzar las laines ni introducirlas en ranuras que tengan rebabas o superficies ásperas porque esto las dañaría. Existen juegos con diversas cantidades de laines y pasos de 0.01 mm (.001 pulg). Es posible combinar las laines para obtener medidas diferentes. Los espesores van de 0.03 a 0.2 mm (.0015 a .025 pulg). La longitud de las laines puede variar y ser del mismo espesor en toda su longitud o tener una pendiente cónica en un extremo.

- ❖ **Patrones de Radios.** Estos patrones (Fig. 1.27) consisten en una serie de láminas (juego) marcadas en mm (fracciones o decimales de pulgada) con los correspondientes radios cóncavos y convexos, formados en diversas partes de La lámina, tal como lo muestra La figura 1.27. Un juego más simple es mostrado en la figura 1.28.

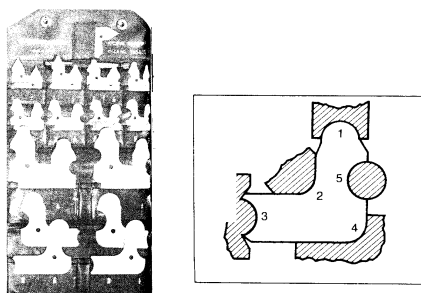


Fig. 1.27 Patrones de Radios
Fuente: González y Zeleny, 1995.

La inspección se realiza determinando qué patrón se ajusta mejor al borde redondeado de una pieza; generalmente Los radios van de 1 a 25 mm (1/32 a 1/2 pulg o .020 a .400 pulg) en pasos de 0.5 mm.

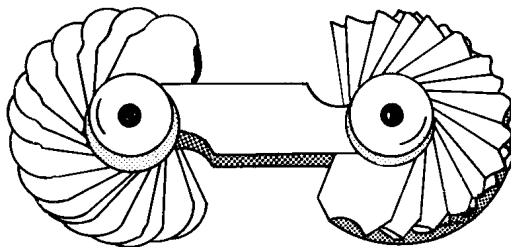


Fig. 1.28 Patrones de Radios
Fuente: González y Zeleny, 1995.

- ❖ **Patrones para Alambres, Brocas y Láminas.** Los patrones para brocas (Fig. 1.29) sirven para determinar el tamaño de éstas al introducirlas en un agujero cuyo tamaño está marcado a un o para mantener en posición vertical un juego de brocas.

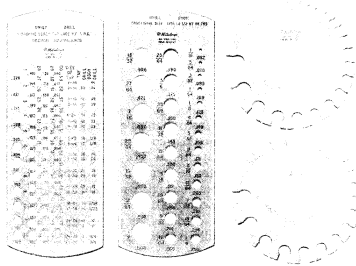


Fig. 1.30 Patrones para Alambres, Brocas y Láminas

Fuente: González y Zeleny, 1995.

El cuerpo del patrón tiene grabadas indicaciones sobre el tamaño de broca recomendable para un tamaño de rosca determinado. Esta característica permite elegir rápidamente la broca adecuada.

La figura 1.30 muestra patrones para determinar el calibre de alambres o láminas; existen para metales suaves, como cobre y aluminio, y para acero. Cada ranura tiene su valor decimal equivalente marcado a un lado.

- ❖ **Cuentahilos.** Los cuentahilos (Fig. 1.31) consisten de una serie de láminas que se mantienen juntas mediante un tornillo en un extremo, mientras que el otro tiene salientes que corresponden a la forma de rosca de varios pasos (hilos por pulg); los valores están indicados sobre cada lámina.

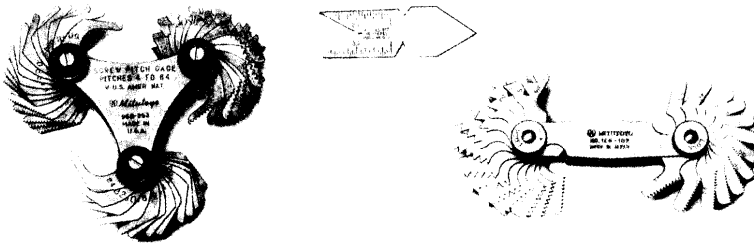


Fig. 1.31 Cuentahilos

Fuente: González y Zeleny, 1995.

El uso del cuentahilos es una forma rápida de determinar el paso, sobre todo los muy finos. Lo único que debe hacerse es probar con diferentes láminas hasta que una asiente adecuadamente. La pieza de lámina mostrada en La figura 1.31, central superior, es utilizada para afilar y poner en posición herramienta para el corte de roscas. Esta pieza tiene unas graduaciones, en mm y pulgadas, que sirven para determinar el paso de las cuatro roscas más comunes.

- ❖ **Compases.** Antes de que instrumentos como el calibrador vernier fueran introducidos, las partes eran medidas con compases (Fig. 1.32) (interiores, exteriores, divisores, hermafroditas) y reglas. Por ejemplo, para medir un diámetro exterior la parte es puesta entre Las puntas del compás y luego las puntas del compás son colocadas sobre una regla para transferir la lectura.

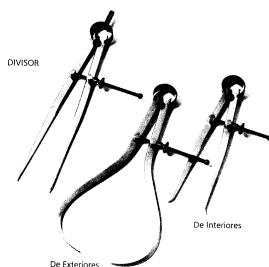


Fig. 1.32 Compases
Fuente: González y Zeleny, 1995.

En otra aplicación las puntas del compás de exteriores se separan una distancia específica utilizando una regla, entonces las partes son maquinadas hasta que las puntas del compás se deslizan justamente sobre la superficie maquinada. El uso de compases en La actualidad está restringido, ya que su uso requiere habilidad (tacto) y no es posible lograr gran exactitud; en algunos casos solo se utilizan en el taller para realizar trazos antes de maquinar las piezas.

Otros instrumentos de medición básicos son los calibres telescópicos (ver figura 1.33) los cuales sirven para medir la dimensión de diámetros de agujeros o el ancho de ranuras; los calibres para agujeros pequeños, Fig. 1.34; trazadores y gramil Fig. 1.35, los cuales son útiles para realizar trazos con la ayuda de reglas.



Fig. 1.33 Calibres Telescopicos
Fuente: González y Zeleny, 1995.

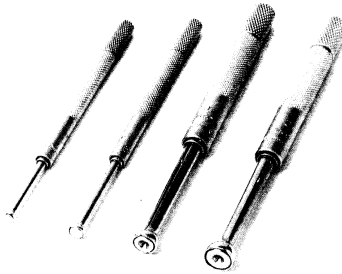


Fig. 1.34 Calibres para Agujeros Pequeños
Fuente: González y Zeleny, 1995.

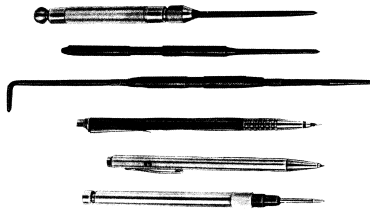


Fig. 1.35 Trazadores y Gramil
Fuente: González y Zeleny, 1995.

Calibradores Vernier

La escala vernier la inventó Petrus Nonius (1492-1577), matemático portugués por lo que se le denominó nonio. El diseño actual de la escala deslizante debe su nombre al francés Pierre Vernier (1580-1637), quien la perfeccionó.

La escala vernier la inventó Petrus Nonius (1492-1577), matemático portugués por lo que se le denominó nonio. El diseño actual de la escala deslizante debe su nombre al francés Pierre Vernier (1580-1637), quien la perfeccionó.

El calibrador vernier fué elaborado para satisfacer la necesidad de un instrumento de lectura directa que pudiera brindar una medida fácilmente, en una sola operación. El calibrador típico puede tomar tres tipos de mediciones: exteriores, interiores y profundidades, pero algunos además pueden realizar medición de peldaño (ver Fig. 1.36).

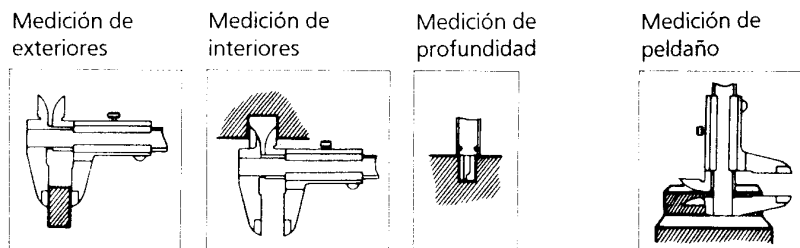


Fig. 1.36 Mediciones Tomadas con el Calibrador Vernier

Fuente: González y Zeleny, 1995.

Tipos de vernier

El vernier es una escala auxiliar que se desliza a lo largo de una escala principal para permitir en ésta lecturas fraccionales exactas de la mínima división. Para lograr lo anterior, una escala vernier está graduada en un número de divisiones iguales en la misma longitud que $n-1$ divisiones de la escala principal; ambas escalas están marcadas en la misma dirección. Una fracción de $1/n$ de la mínima división de la escala principal puede leerse. Los calibradores vernier, en milímetros tienen 20 divisiones que ocupan 19 divisiones de la escala principal graduada cada 1 mm, 025 divisiones que ocupan 24 divisiones sobre la escala principal graduada cada 0.5 mm, por lo que dan legibilidad de 0.05 mm y 0.02 mm, respectivamente.

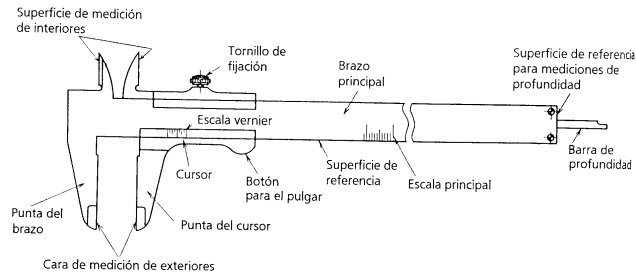


Fig. 1.37 Nomenclatura para las Partes de un Calibrador Vernier Tipo M
Fuente: González y Zeleny, 1995.

- ❖ **Número de escalas principales en calibradores vernier.** La escala principal está graduada en uno o dos lados, como lo muestra la tabla 1.10. El calibrador vernier tipo M por lo general tiene graduaciones únicamente en el lado inferior. El tipo CM tiene graduaciones en Los lados superior e inferior para medir exteriores e interiores. El tipo M, diseñado para mediciones en milímetros y pulgadas, tiene graduaciones en los lados superior e inferior, una escala está graduada en milímetros y la otra en pulgadas.

TIP O	NUMERO DE ESCALAS	UNIDAD O TIPO DE MEDICION
M	1	Pulgadas y milímetros
M	2	Pulgadas y milímetros
CM	2	Medición de exteriores e interiores

Tabla 1.10 Numero de Escalas Principales en Calibradores Vernier
Fuente: González y Zeleny, 1995.

- ❖ **Graduaciones en la escala principal y Vernier.** La tabla 1.11 muestra diferentes tipos de graduaciones sobre la escala principal y Vernier. Hay 5 tipos para la primera y 8 tipos para la segunda, incluyendo los sistemas métricos e inglés.

Minima división escala principal	Graduaciones escala vernier	Lecturas del vernier	Minima división escala principal	Graduaciones escala vernier	Lecturas del vernier
0.5 mm	25 divisiones en 12 mm 25 divisiones en 24.5 mm	0.02 mm 0.02 mm	1/16 pulg	8 divisiones en 7/16 pulg	1/128 pulg
1 mm	50 divisiones en 49 mm 20 divisiones en 19 mm 20 divisiones en 39 mm	0.02 mm 0.05 mm	1/40 pulg	25 divisiones en 1.225 pulg	1 / 1 0 0 0 pulg
		0.05 mm	1/20 pulg	50 divisiones en 2.45 pulg	1 / 1 0 0 0 pulg

Tabla 1.11 Graduaciones de las Escalas Principal y Vernier
Fuente: González y Zeleny, 1995.

Por último se menciona que los Vernier se clasifican en dos tipos estándar y largo.

Capítulo 4

Habilidades de Comunicación y Presentación

Irma Pérez, José G. Rivera, Jaime A. Arredondo, Dalia Garza
UAM Reynosa Rodhe, UAT

El poder *comunicarse de manera efectiva* (i.e. hacer saber en concreto el punto que nos interesa expresar) es indispensable para el desempeño de cualquier función en cualquier empresa ya sea de manufactura o servicio. El porque de la importancia de desarrollar habilidades para una comunicaron efectiva se presenta a continuación.

Primeramente, se tiene que considerar qué es una organización. Se puede entender a una *organización* como “una estructura a través de la cual diferentes individuos o personas cooperan sistemáticamente para conducir un negocio” (Pyzdek, 2000:26). Se considera como una estructura en el sentido de que los individuos que la conforman tienen diferentes actividades y roles a desempeñar con el fin de alcanzar un propósito en común (Pyzdek, 2000). Así, al considerar que una empresa es un conjunto de individuos realizando diversas actividades para lograr como resultado el éxito de su empresa, podemos entender el porque es importante que una comunicación efectiva exista entre ellos. Esto los reflejan de manera mas concisa el siguiente punto (Pyzdek, 2000).

- ❖ Toda persona dentro de la organización debe saber que es lo que otros están haciendo ya que sin este conocimiento será imposible hacer su trabajo de manera efectiva.

Es importante entender que la comunicación dentro de una compañía debe darse entre personas y no entre puestos de trabajo dentro del diagrama organizacional de la empresa. Es decir, la comunicación envuelve el intercambio de ideas, información, y mensajes entre la gente (Pyzdek, 2000). Este intercambio puede darse de diferentes maneras tales como la verbal, escrita, por señas, o por medio del comportamiento. Por lo general, en una comunicación efectiva, todos los tipos de comunicación son empleados. Sin embargo, hay que recordar que al

usar estos elementos para comunicar algo, también podemos comunicar cosas las cuales no es nuestra intención hacerlo (Pyzdek, 2000).

Hay cinco criterios esenciales que deben tenerse en cuenta cuando se comunica cualquier información (Pyzdek, 2000).

1. La información debe ser oportuna.
2. La información debe ser clara.
3. La información debe ser precisa.
4. La información debe ser relevante.
5. La información debe ser factible.

A continuación se provee una guía acerca de las dos formas de comunicación de información que se utilizan en las empresas de cualquier índole: las juntas de trabajo y las presentaciones.

Juntas de Trabajo

Las juntas de trabajo pueden llevarse a cabo de manera más productiva considerando los siguientes puntos (Pyzdek, 2000):

- ❖ Programar la junta con suficiente anticipación.
- ❖ Asegurarse que gente clave esta invitada y con planes de asistir a la junta.
- ❖ Crear una agenda para la junta y apegarse a ella.
- ❖ Comenzar a tiempo.
- ❖ Establecer el propósito de la junta de manera clara desde el comienzo de la misma.
- ❖ Redactar minutas acerca de lo que se acordó en la junta y hacerla llegar tan pronto como sea posible a todos los interesados.
- ❖ Resumir lo que se esta hablando de vez en cuando durante la junta.
- ❖ Solicitar la participación de todos aquellos que permanezcan callados durante la junta.
- ❖ Moderar la participación de aquellos que hablan más.
- ❖ Regular o moderar la situación en caso de que surjan conflictos.
- ❖ Hacer las asignaciones de tareas y responsabilidades de manera explícita y específica.
- ❖ Terminar a tiempo.

Presentación Verbal de cualquier Documento y/o Información

La presentación verbal de la información que queremos transmitir también es muy importante, por lo que se deben considerar algunos aspectos básicos (los siguientes puntos fueron extraídos y adaptados de Alcaraz, 2001):

- ❖ Cuide su imagen (formalidad, limpieza, buen gusto, etc.), para presentar su proyecto y/o información relacionada con lo que quiere comunicar.
- ❖ Utilice palabras clave que reflejen en forma clara, lógica y contundente lo que quiere expresar. El tratamiento a dar en la información presentada, dependerá del objetivo que usted persigue al presentar dicha información, convencer, disuadir, concienciar, solicitar, dar a conocer, conseguir, demostrar, etc.
- ❖ Apoye su presentación con material audiovisual (acetatos, hojas de rotafolios, videos etc., previamente preparados), presentando toda la información, de preferencia, en forma gráfica.
- ❖ Utilice el tiempo de manera adecuada, planee su exposición y practíquela. Se recomienda que las presentaciones no excedan de 15 minutos, por tanto, concentre su atención en los elementos clave que sustentan la información que usted necesita presentar; sin embargo, no apresure la exposición, déle el tiempo necesario a cada explicación.
- ❖ Procure tener una buena dicción, articule bien las palabras y maneje el volumen de su voz que sea adecuado al lugar de la exposición.
- ❖ Evite cualquier muestra de nerviosismo que denote una falta de seguridad en la información que se presenta.
- ❖ Sea puntual y evite perder tiempo, esto es, prepare y distribuya todo su material y equipo (de ser posible) antes de iniciar la exposición.
- ❖ Ordene su información de forma lógica y secuencial.
- ❖ Hable en términos claros y comunes, fáciles de entender, evite palabras rebuscadas o terminología muy técnica, a menos que el espectador maneje habitualmente dichas referencias.
- ❖ Indique las fuentes de información consultadas para respaldar los datos de su presentación.
- ❖ Utilice datos concretos y reales, nunca se apoye en información que pueda sonar exagerada, o bien sobrestimar la información que usted

desea presentar, o que haga sonar lo que usted esta presentando poco factible en la realidad.

- ❖ Revise la veracidad y consistencia de la información proporcionada a lo largo de toda la presentación.

Un viejo refrán en los negocios, que se puede tomar como guía al momento de hacer presentaciones, dice:

1. Diles lo que les vas a decir.
2. Diles.
3. Diles lo que les dijiste.

Todas estas recomendaciones son de mucha utilidad al momento de preparar la presentación con la cual se transmitirá la información que queremos comunicar a nuestros compañeros de área, de otras áreas y/o a la gerencia (aunque esta puede considerarse como una guía para presentaciones en general).

Educación y Entrenamiento

Dentro de cualquier tipo de empresa, una de los factores determinantes de la facilidad, eficacia, y eficiencia con la que se pueden realizar las actividades relacionadas con la producción de un bien o servicio es el grado de preparación de los empleados que la integran. Esta preparación puede ser el resultado de la educación o del entrenamiento de la persona. Aunque pareciera que por la naturaleza de estos dos conceptos son casi sinónimos, podemos hacer una diferencia entre ellos de la siguiente manera (Pyzdek, 2000):

- ❖ Educación: Es mas general y mas enfocada a los procesos mentales. Es decir, por medio de la educación la gente se enseña a pensar. También, mejora y fortalece la habilidad de la mente para lidiar con la realidad. Los elementos esenciales de conocimientos pasados son proporcionados a los alumnos con la finalidad de que estos puedan adquirir nuevo conocimiento.
- ❖ Entrenamiento: Se enfoca mas en “hacer”, el entrenamiento esta más orientado a la práctica que la educación. El énfasis del entrenamiento es el de mantener y mejorar las habilidades necesarias para llevar a cabo el trabajo actual, o bien, para saber como realizar otro tipo de trabajo. El entrenamiento, por lo general, es pagado y provisto por el patrón. Por lo cual, las habilidades adquiridas a través del entrenamiento no son fáciles de transferir de un lugar de trabajo a otro.

El mejoramiento de la calidad requiere cambios y estos cambios comienzan con la gente. Por tanto, las organizaciones deben de estar preparadas para ayudar a los empleados a adquirir conocimientos, y habilidades que ayuden a alcanzar los cambios que la organización busca. Para poder desarrollar un plan estratégico de entrenamiento se necesita primero hacer una auditoría de los procesos, para determinar cuales son los conocimientos y habilidades necesarias para llevarlos a cabo y, segundo, hacer una evaluación de los empleados para determinar cuales son los conocimientos y habilidades que poseen y cuales no (Pyzdek, 2000).

Conducta Profesional y Ética

Como corresponde a cualquier profesionista que se desempeña en alguna área, el practicante en el área de calidad tiene que observar un comportamiento acorde a lo establecido por la ética profesional. La ética profesional puede entenderse como las reglas o estándares que regulan la conducta de una persona o a los miembros de una profesión (Pyzdek, 2000). Sin embargo, en la práctica, se presentan algunas situaciones que pueden poner en entredicho la ética de la persona. A continuación se presentan algunas de las mas comunes referentes al área de la calidad.

Conflictos Típicos de Interés

Dentro de las situaciones que mas frecuentemente se encuentran son las siguientes (Pyzdek, 2000):

- ❖ Auditorias: Fallar en reportar de manera precisa los resultados de las auditorias.
- ❖ Liberar y enviar producto no-conformante al cliente sin su conocimiento.
- ❖ Aceptar no conformante de un proveedor sin la autorización debida.
- ❖ Ignorar o fallar en reportar situaciones o productos en condiciones peligrosas.
- ❖ Plagio ya sea por uno mismo, o por otra persona.
- ❖ Revelar información propia de la empresa.
- ❖ Fallar en revelar un conflicto de interés cuando el conocimiento de dicho conflicto afecta en la toma de decisiones importantes.

PARTE II

PRÁCTICA Y APLICACIONES DE LA CALIDAD

Capítulo 5

Administración de Recursos Humanos

Irma PérezVargas

UAM Reynosa Rodhe, UAT

Una de las partes fundamentales de cualquier sistema de producción, ya sea de manufactura o de servicio, es la gente (quienes son normalmente tan imprescindibles como impredecibles). Por esta razón, esta sección esta dedicada a tratar explicar, de manera breve, lo relacionado con este elemento tan importante del sistema de producción de cualquier empresa (manufactura o servicio).

Primeramente, para tener éxito en el manejo de la gente hay que tratar de entenderla; en esta sección trataremos de llegar a este entendimiento usando el concepto motivación. Segundo, para poder obtener resultados esperados hay que saber dirigir a la gente, esto lo abordaremos a través de los puntos relacionados con el liderazgo. Y finalmente, debemos de asegurarnos que las personas dentro del sistema no sean “la causa” de la variación o fallos.

Motivación

Es necesario entender a la gente para poder manejarla y lograr lo que queremos (i.e. motivar a la gente). Por lo que “Motivación es la voluntad de ejercer un esfuerzo persistente y de alto nivel a favor de las metas de la organización, condicionado por la habilidad del esfuerzo para satisfacer algunas necesidades personales” (Robins, 1998:388).

Una de las teorías motivacionales más conocidas es la de la jerarquía de necesidades de Maslow (Pyzdek, 2000; Robins, 1998; Robins, 1996).

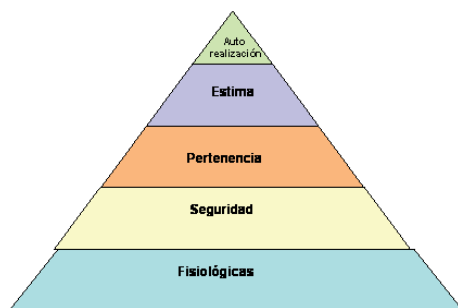


Figura 2.1 Jerarquía de las necesidades según Maslow

Fuente: Robins, 1998; Robins, 1996; Pyzdek, 2000

De acuerdo al nivel en el que se encuentra la necesidad, será el motivador que ha de aplicarse. Hay que recordar que cualquier necesidad satisfecha deja de ser un motivador (Pyzdek, 2000). A continuación se describe cada nivel de necesidad (Robins, 1998).

- ❖ *Necesidades Fisiológicas.* Incluye el hambre, la sed, el cobijo, el sexo, y otras necesidades de supervivencia.
- ❖ *Necesidades de Seguridad.* Incluye la seguridad, la estabilidad, y la protección de daños físicos y emocionales.
- ❖ *Necesidades de Pertenencia o Sociales.* Incluye la necesidad de interacción social, el afecto la compañía y la amistad.
- ❖ *Necesidades de Estima.* Incluye los factores internos de estima como el respeto hacia uno mismo, la autonomía y el logro; así como el enfoque de los factores externos como el rango, el reconocimiento y la atención.
- ❖ *Necesidades de Autorrealización.* Incluye el crecimiento, la satisfacción, y el logro del potencial de uno.

En el nivel fisiológico los motivadores pueden ser los bonos, oportunidades de trabajo adicional (horas extras), promociones, incremento salarial (Pyzdek, 2000). En el siguiente nivel se puede motivar orientando el resultado hacia la seguridad, por ejemplo: A mayor calidad en los productos de la empresa, mayores ventas, y mayor seguridad en los trabajos de cada trabajador. En el nivel de pertenencia se pueden utilizar los círculos de calidad (grupos de personas enfocados a la resolución de problemas orientados hacia la calidad) (Lindsay y Evans, 1999), equipos de mejora continua, y el promover la participación del empleado (Pyzdek, 2000). En el nivel de estima, se pueden utilizar motivadores

como el reconocimiento del trabajo realizado, el reconocimiento del desempeño, conducta o aportaciones ante los demás compañeros. En el último nivel podemos utilizar motivadores como proveer la oportunidad a la gente a que contribuya o proponga rutas de acción, proveer entrenamiento adicional o brindar apoyo para la educación del empleado.

Otra de las teorías motivacionales conocidas es la Teoría X y Y de Douglas McGregor (Robins, 1996; Robins, 1998; Pyzdek, 2000); en los años ochentas, se adicionó a esta teoría la parte Z (Pyzdek, 2000).

Esta teoría de McGregor establece que en la Teoría X la gente es irresponsable y floja. Es decir, se asume que (Robins, 1998):

1. A los empleados por naturaleza no les gusta el trabajo por lo que tratan de evitarlo.
2. Como resultado de lo anterior, el empleado debe ser controlado, coaccionado, o amenazados para que logren las metas.
3. Los empleados evitaban los compromisos y/o responsabilidades y por ende buscaran estar bajo la dirección de alguien más.
4. La mayoría de los trabajadores ponen la seguridad por encima de cualquier otra cosa relacionada con el trabajo pro lo cual mostraran muy poca ambición.

Por otro lado, la Teoría Y establece que la gente es responsable y consciente. Por ende, se asume que (Robins, 1998):

1. Los empleados ven el trabajo como algo muy natural como jugar o dormir.
2. La gente ejercitara la auto dirección y el auto control si están comprometidos con los objetivos.
3. La persona promedio aprende a captar y, aun, a buscar la responsabilidad.
4. La habilidad de tomar decisiones ampliamente es parte de su personalidad y no lo ve como algo restringido únicamente a los niveles gerenciales (proactivo).

Como se mencionó al principio del esta sección, en los 80s surgió una adaptación de estas teorías la cual hace la combinación de características de las dos, dando como resultado la Teoría Z (Pyzdek, 2000).

La teoría de McGregor sirve no solo para clasificar el tipo de empleado y motivador a utilizar, sino también sirve para clasificar a los tipos de líderes (Robins, 1996) de los cual se hablará a continuación.

Liderazgo

De acuerdo a las bases económicas establecidas por Adam Smith (Schiller, 1996), la división del trabajo es la manera más óptima de llevar a cabo las actividades de producción de bienes. En una empresa, el hecho de dividir el trabajo conlleva la formación de grupos de trabajo (departamentos o áreas funcionales) (Lindsay Y Evans, 1999), y así, dentro de los departamento existen más divisiones del trabajo. Esto trae como resultado la necesidad de dirigir las actividades de dichos grupos, por lo que toda empresa tiene necesidades de liderazgo a distintos niveles. A continuación se presentan algunos puntos referentes al liderazgo que deben tomarse en cuenta.

Características de un líder.

Existen algunas características que se encuentran presentes, por lo general, en los líderes. Estas son (Robins, 1998):

- ❖ Ambición
- ❖ Energía
- ❖ Deseos de dirigir
- ❖ Honestidad e integridad
- ❖ Seguridad en ellos mismos
- ❖ Inteligentes
- ❖ Tienen conocimientos relevantes sobre el trabajo
- ❖ Son auto-observadores
- ❖ Autocontrol

Aunque estas características pueden estar presentes en los líderes, los estilos de liderazgo pueden variar. Sin embargo, no importa el estilo de liderazgo que se tenga, existen algunos aspectos que un líder debe cuidar.

Aspectos a cuidar por un líder.

- ❖ Etapas de formación de un grupo de trabajo. Existen cuatro etapas en la formación de un grupo de trabajo (Pyzdek, 2000; Robins, 1996):
 - *Formación.* En esta etapa se acentúan los procedimientos, la interacción entre los miembros del grupo es poca.
 - *Des-adaptación.* En esta etapa la interacción entre miembros aumenta y el conflicto surge.
 - *Normatividad.* En esta etapa cada miembro del grupo y el grupo toma responsabilidad de sus metas y se comienza a laborar de forma eficiente siguiendo ciertas normas.
 - *Desempeño.* En esta etapa el grupo se siente satisfecho por los logros en común alcanzados. Cada miembro se siente seguro de su capacidad de contribución al trabajo del equipo.
- ❖ Entendimiento y administración de las personalidades de cada uno de los integrantes del grupo (Pyzdek, 2000).
- ❖ Cuidar de cumplir con los elementos que componen un equipo de trabajo efectivo, los cuales son (Pyzdek, 2000):
 - Las metas del grupo deben ser entendidas por todos los miembros.
 - Comunicar las ideas y sentimientos de manera clara y precisa entre miembros.
 - Delegar y fomentar la participación de los miembros.
 - Desarrollar procedimientos flexibles para la toma de decisiones.
 - Distribuir el poder y la influencia de manera proporcional entre todo el grupo
 - Promover debates de opinión los cuales puedan crear participación de los miembros.
 - Fomentar la unión de los miembros del grupo.
 - Desarrollar un buen modo de resolver los problemas adecuadamente.
 - Fomentar el desarrollo de relaciones interpersonales entre los miembros del grupo.

- ❖ Remover las barreras que impidan obtener buenos resultados a través del trabajo en grupo. Estas pueden ser (Pyzdek, 2000):
 - Optimizar los recursos con un enfoque solo de grupo
 - Las barreras de comunicación intergrupala e intragrupal
 - Competencia tanto intragrupal como intergrupala.
 - Actitudes de ganar-perder

Todo lo anterior debe considerarse en cualquier tipo de actividad de la empresa, por lo que también es aplicable al manejo de los grupos dirigidos hacia la mejora de la calidad (Pyzdek, 2000); las razones para formar dichos grupos son:

- a) Para mejorar el desempeño del sistema actual y b) para mejorar el sistema en si (Pyzdek, 2000).

Por último, pero no menos importante, esta el hecho de asegurarse de que la “variación” o fallas que presenta nuestro sistema no sean consecuencia de los actos u omisiones del elemento humano. En el caso de los “actos” podemos decir que estos son las acciones realizadas por los trabajadores. Estas pueden ser conscientes y no conscientes, es decir, acciones que se llevan a cabo con conocimiento de lo que se esta haciendo, o por otra parte, acciones que se realizan por la falta de conocimiento previo de cómo se tienen que hacer las cosas. En el caso de las “omisiones” se encuentran las acciones no realizadas ya sea por ignorancia del procedimiento o de los pasos alternos a seguir, o bien, aun cuando hay conocimiento de lo que se tiene que hacer y no se hace por miedo a tomar una decisión incorrecta. Enseguida se presentan las formas las que se puede evitar, de alguna manera, la variación en los productos o servicios que se producen.

Problemas que Pueden Ser Controlados por los Operadores.

Una de las causas de la variación que existe en un sistema es la relacionada con los problemas que enfrentan los operadores durante el proceso de producción. Esto no quiere decir, sin embargo, que dichos problemas son totalmente causados por los trabajadores. Ya sea que sean o no causados por los trabajadores, existen ciertos tipos de problemas que pueden ser controlados por el trabajador (Pyzdek, 2000); los cuales tienen las siguientes características:

1. El operador sabe lo que tiene que hacer. Esto se hace por medio de procedimientos escritos (aceptable) o por precedentes operacionales (no aceptables).
2. Los operadores saben lo que están haciendo. La retroalimentación es la base del control. A menos que el resultado de los procesos sea evaluado no se sabrá como se desempeñan los mismos (Pyzdek, 2000). Para que un operador sepa lo que esta haciendo necesita tener una retroalimentación rápida relacionada con lo que esta haciendo para saber si esta bien o mal, y en caso de que este mal tomar acciones correctivas. Para lograr esto se toman datos los cuales pueden ser variables (especificaciones, tolerancias) o atributos (pasa-no pasa). Para tomar estas mediciones se puede considerar lo contenido en la sección de metrología.
3. Los operadores tienen la responsabilidad, autoridad, habilidad, y todo lo necesario para resolver los problemas. Cuando surge un problema el operador tiene que saber que hacer y tener la autoridad para hacerlo. Aún más, cuando surge un problema que el operador no pueda resolver, deberá tener la autoridad de parar el proceso hasta que el problema sea resuelto (Pyzdek, 2000).

También hay que considerar que los problemas no solo son del proceso, sino que pueden ser ocasionados por el propio operador. Estos errores se clasifican en (Pyzdek, 2000):

- ❖ *Errores inadvertidos.* Debidos a falta de atención. Se previenen con métodos a prueba de fallos (poka-yoke), automatización, ergonomía, o una combinación de lo anterior (Lindsay y Evans, 1999; Pyzdek, 2000).
- ❖ *Errores de técnica.* Debidos al empleo de técnicas de producción no adecuadas, (e.g. martillazos para hacer que entren las cosas). Este tipo de error por lo general son no intencionales, pueden ser reconocidos por una sola característica (ruptura, abolladura, etc.) o clase de características, se localizan en un grupo pequeño de trabajadores que fallan constantemente. Estos pueden ser corregidos usando las técnicas de los errores inadvertidos. Sin embargo, por lo general estos errores son corregidos con entrenamiento o aclaración de instrucciones.
- ❖ *Errores voluntarios.* Son el tipo de errores que tienen el propósito de sabotear el proceso. Es decir son totalmente conscientes e intencionales. Este tipo de errores por lo general son difíciles de detectar, sin embargo, tienen algunas características especiales:

- No son aleatorios
- No “tienen sentido” desde un punto de vista de ingeniería
- Son difíciles de detectar
- Usualmente solo un trabajador esta involucrado
- Empiezan de una sola vez
- No ocurren bajo supervisión externa

Sin embargo, cabe mencionar que los errores intencionales son extremadamente raros.

Capítulo 6

Planeación de la Calidad

Irma Pérez Vargas

UAM Reynosa Rodhe, UAT

El principio fundamental de la calidad puede ser establecido como “acertar” de manera consistente en el blanco. La calidad se relaciona con los esfuerzos por eliminar la variación y sus resultados (e.g. desperdicio, retrabajo, clientes insatisfechos, sobregiros en costos, etc.) (Pyzdek, 2000). Por lo que se puede decir que la calidad no es un accidente sino el resultado de una planeación cuidadosa y de una buena implementación del plan establecido (Pyzdek, 2000). Por lo que en esta sección, se presentan conceptos relacionados con la planeación de la calidad.

Planeación de la Calidad: Definición

Feigenbaum define a la planeación de la calidad de la siguiente manera (Pyzdek, 1992: 144):

“El acto de planear es pensar por adelantado la secuencia de acciones para lograr o completar un curso de acción al hacer un trabajo para lograr ciertos objetivos. Por tanto, el planeador debe comunicar el plan a la persona o personas que se espera que lo lleven a cabo, el plan será escrito con los diagramas, formulas, y demás herramientas graficas necesarias.”

Propósito Fundamental de un Plan de Calidad

Un plan de calidad exitoso provee a la empresa con una guía o mapa para entregar un producto ya sea nuevo o rediseñado libre de defectos de manera oportuna y cumpliendo con ciertos costos predeterminados. El propósito de los planes de calidad enmarca la filosofía de Juran, en donde se puede determinar que el que-hacer de toda persona involucrada con la calidad envuelve el planear, controlar y mejorar (Pyzdek, 1992). En si, el propósito del plan de calidad en su forma mas simple es el de evitar la necesidad de mejorar el producto mediante el asegura-

miento de la calidad desde la concepción del mismo hasta su producción final, es decir, haciéndolo bien desde la primera vez (Pyzdek, 1992).

La Secuencia de la Planeación

(Berger, 1988 como se cita en Pyzdek, 1992)

1. La planeación empieza con el establecimiento de una meta. Ningún plan tiene valor si no se tiene una meta clara y definida. La mayoría de la metas de calidad pueden ser divididas en dos categorías: las metas externas y las metas internas (Pyzdek, 1992).
 - a. Metas externas: Las metas que afectan a los clientes externos deben de ser basadas en superar a la competencia que se encuentra en el mercado y son generalmente orientadas al producto. Estas metas pueden ser establecidas de diferentes formas, las cuales se mencionan a continuación (Pyzdek, 2000):
 - Una de las mejores formas de establecer metas es mirar o estudiar cual es la misión de la compañía, es decir, es buscar y establecer el propósito o razón de existir de la misma. Para hacer esto cabe hacer los siguientes cuestionamientos: ¿Cuál son los valores humanos básicos que mi empresa busca proporcionar?, ¿Cuál es el enfoque a largo plazo de mi empresa? Generalmente las organizaciones que se concentran en esta forma de establecer sus metas son llamadas “líderes de mercado” y son las que marcan la pauta en la innovación del mismo.
 - Otra manera de establecer metas es por medio de oír “la voz del cliente”, es decir, buscar información acerca de que es lo que nuestros clientes en realidad esperan de nosotros. Como se mencionó anteriormente, esta información puede ser obtenida por medio de encuestas de diversa índole o grupos de enfoque (Lindsay y Evans, 1999; Zykmund, 1999). Una vez que obtenemos dicha información, la manera de relacionarla con las actividades de la empresa es a través del Despliegue de la Función de la Calidad (Quality Function Deployment, QFD) (Lindsay y Evans, 1999; Pyzdek, 2000; Pyzdek, 1992). El QFD (también llamada “la casa de la calidad”) es implementada a través de una serie de matrices como se muestra a continuación:

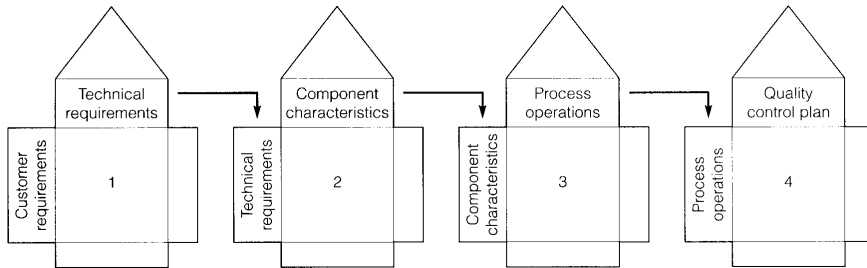


Fig. 2.1 Tipos de matrices en QFD

Fuente: Lindsay y Evans, 1999.

Así mismo, también se pueden categorizar los requerimientos de los clientes usando el modelo desarrollado por Noriaki Kano el cual plantea la relación entre la satisfacción del cliente y la calidad (Lindsay y Evans, 1999; Pyzdek, 2000):

- *Insatisfactores*. Requerimientos que son esperados en un producto o servicio y que de no aparecer conlleva a la insatisfacción del cliente.
- *Satisfactores*. Requerimientos que los clientes manifiestan querer. En este caso, el cliente estará más satisfecho entre más requerimientos sean cumplidos.
- *Deleitadores*. Son aquellos requerimientos o características que el cliente no espera de un producto o servicio y que al recibirlos provocan gran satisfacción o deleite en él.

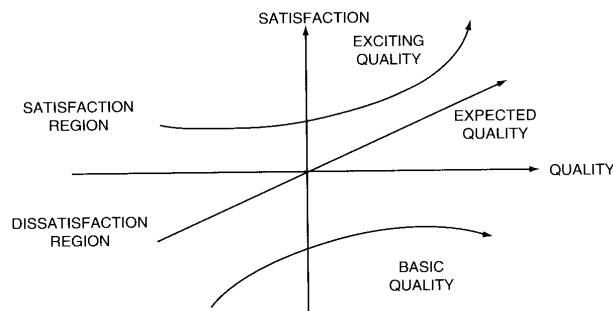


Fig. 2.2 Modelo de Kano

Fuente: Pyzdek, 2000.

- b. Metas internas: Las metas que afectan a los clientes internos deben de ser basadas en el mejoramiento de las operaciones y son generalmente orientadas al sistema. Estas se pueden establecer de acuerdo a la misión de la compañía, o bien, utilizando algunas de las siguientes practicas (Lindsay y Evans, 1999; Pyzdek, 2000):
- Benchmarking. Es un método popular de establecer requerimientos o metas. Esta consiste en “emular” las practicas de éxito realizadas por otras compañías. Estas prácticas, por lo general, se realizan al nivel de procesos.
 - Análisis competitivo. Es esencialmente hacer un “benchmarking” pero restringido a las compañías que se encuentran dentro de la misma industria de la compañía efectuando el análisis competitivo. Una de las desventajas de este enfoque es que las firmas que los llevan a cabo siempre serán solo seguidoras y no lideres.
 - Estándares de calidad. El cumplir con los estándares internacionales o nacionales de calidad es también una forma de establecer metas orientadas al mejoramiento del sistema de la compañía. Sin embargo, algunas compañías corren el riesgo de catalogarse solo como seguidores ya que las compañías que implementan dichos estándares primero prosiguen su camino de mejora de manera constante y, por consiguiente, las demás compañías se pueden dedicar solo a imitarlas.

Independientemente de la índole de las metas, estas tienen ciertas características que deben de cumplir:

- Deben estar en armonía unas con otras
- Deben ser alcanzables pero no triviales
- Deben de ser un reto e inspirar a la gente
- Deben de ser claramente entendidas por sus implementadores
- Las metas de la compañía deben de incluir a las metas individuales de las áreas funcionales.

De todas las características anteriores, la que se debe de considerar como primordial es la armonía entre las metas (punto número uno).

2. Una vez que la meta es determinada, entonces los recursos requeridos —como el dinero, tiempo, cooperación, habilidades, documentos, etc.— son identificados.
3. Enseguida, las acciones deben de ser especificadas, es decir se tiene que determinar el cuando y por quien se van a realizar. Aquí se establece un programa con asignación de responsabilidades.
4. El plan debe ser documentado. Es decir, el método con el cual se va a llegar del estado actual de la compañía al que resulta de las metas y objetivos fijadas debe de ser registrado, esto debe ser en papel y por medios electrónicos.
5. A medida que el plan es implementado, mediciones y revisiones son regularmente llevados a cabo con el fin de monitorear el proceso. Esto incluye la programación de los tiempos (i.e. schedules), metas de costos y uso o manejo del personal.
6. Tomando en cuenta que la planeación es un proceso constante e iterativo, el plan deberá ser modificado. Un plan realmente bien realizado, incorpora incluso un método mediante el cual puede ser modificado.

Las Dimensiones de la Planeación de la Calidad

La planeación de la calidad se desarrolla en tres dimensiones: La dimensión del tiempo, la organizacional, y la técnica (Pyzdek, 1992):

- ❖ *La dimensión del Tiempo.* En general, las actividades de cualquier plan se consideran tomando en cuenta tres diferentes marcos de tiempo: El estratégico, el táctico, y el operacional:
 - Planeación estratégica. Esta se desarrolla para planear actividades en un tiempo de 3 a 5 años. Esto se hace para determinar la posición de la compañía con respecto del mercado y competencia.
 - Planeación táctica. Son los usados en el desarrollo de nuevos productos. Estos cubren desde una semana a varios meses. Estos especifican actividades a nivel funcional y con proveedores.
 - Planeación operacional. Son los utilizados para definir las actividades del día a día de una empresa. Ejemplo: programas de inspección y prueba, calibración, cursos de entrenamiento, estudios de capacidad de proceso, etc.

- ❖ *La dimensión Organizacional.* Al igual que en el tiempo, en la dimensión organizacional se divide en tres partes que son las encargadas de planear a nivel estratégico, táctico, y operacional. Estas son la alta gerencia, la gerencia media, y el nivel operacional, los cuales se encargan de cada punto de la Planeación en el tiempo, respectivamente.
- ❖ *La dimensión técnica.* La tecnología ha revolucionado la manera de desarrollar la Planeación de la calidad. A continuación se presentan algunas de las herramientas utilizadas en la Planeación de la calidad.
 1. *Procedimiento de Revisión de Diseño.* Se realiza para prevenir no conformidades antes de que el diseño del producto y/o proceso sea terminado.
 2. *Análisis de Modo de Falla y Efecto (FMEA).* Por medio de esta herramienta se previenen fallas costosas. Es un método mediante el cual se pueden anticipar y prevenir estas fallas. Básicamente, el FMEA consiste en los siguientes pasos. A) Identificar cada modo en el que el producto puede fallar. B) Para cada modo identificar cuales son las posibles consecuencias o efectos y C) Estimar la probabilidad de ocurrencia y los costos asociados con esta.
 3. *Análisis de Árbol de Fallas (FTA).* Empleado en el FMEA para descubrir o determinar la causa raíz del problema. También puede emplearse para este efecto el Fishbone Diagram (Lindsay y Evans, 1999).
 4. *Plan para la Disposición del Material No Conformante.* Este plan se desarrolla con la finalidad de saber como manejar el material que no cumpla con los requerimientos y para:
 - Encontrar la causa de la no conformidad y removerla del sistema.
 - Se pueden, en ocasiones, llevar a cabo acciones de retrabajo las cuales pueden volver al material o producto útil.
 - Establecer si las no conformidades son o no el producto de requerimientos mal establecidos.

Una de las practicas para la disposición de material no conformante es el establecimiento de un MRB (Material Review Board), el cual es el lugar donde se confinan estos productos, componentes o materiales para ser revisados.

5. *Clasificación de Características.* Esta herramienta (ver tabla 2.1) es importante ya que mediante ella se determinara hacia donde se dirigirá el mayor numero de recursos de la empresa. Entre mas crítica sea la característica, mas recursos se le dedicarán.

CLASE	PRODUCTO	PROCESO
Crítico	Amenaza para la vida y la propiedad.	Rango de defectos significativo e inaceptable.
Mayor	Falla en desempeñar las funciones para las que fue creado.	Rango de defectos inaceptable.
Menor	Falla mínima en el desempeño de sus funciones.	Rango de defectos de bajo promedio a largo plazo.
Incidental	Cosmético o técnico. No afecta al cliente.	No defectos causados.

Tabla 2.1 Clasificación de Características

Fuente: Pyzdek, 1992

6. *Plan para Probar la Confiabilidad (Reliability).* Existen cuatro tipos de prueba de confiabilidad (Reliability) que pueden ser realizados, estos son: El monitoreo de estrés ambiental, pruebas de crecimiento de la confiabilidad, pruebas de la cualificación de la confiabilidad, pruebas de confiabilidad de aceptación de producto. Para mayor información sobre este punto se pueden consultar las siguientes fuentes de información Pyzdek, 1992; Pyzdek, 2000 y Lindsay y Evans, 1999.
7. *El Manual de Calidad.* El manual de calidad es general y provee un método sistemático para acumular procedimientos de operación. Tres secciones típicas de un manual de calidad son: la general en donde se definen y detallan tópicos de índole general; la administrativa, en donde se definen los procedimientos a seguir; y tecnológica, en donde se detallan todas las especificaciones técnicas a considerar.

Capítulo 7

Sistemas de Información de la Calidad

Irma Pérez Vargas y Gerardo Romero Galván
UAM Reynosa Rodhe, UAT

Una herramienta indispensable en cualquier sistema de calidad es el sistema de información de la calidad (QIS, Quality Information System). El QIS de las empresas debe estar bien planeado para atender las necesidades de almacenamiento, procesamiento e intercambio de información de la organización (Pyzdek, 1992). Además, debe ser suficientemente flexible para que pueda adaptarse a los cambios que surjan en la compañía y a los diferentes tipos de datos de entrada capturados por cada área funcional de la misma (Pyzdek, 1992).

Funciones del QIS

Las funciones principales de un QIS son las siguientes (Pyzdek, 1992):

- ❖ *Recolección y Procesamiento de Datos.* La principal razón para recolectar y procesar los datos de una compañía es la de ayudar a la resolución de problemas y mejorar la calidad de los productos y/o servicios que esta ofrece. El propósito por el cual se decide recolectar datos debe ser claro. Siguiendo, el área donde se recolectara la información debe ser seleccionado apropiadamente, es decir, decir los puntos en el proceso en donde se necesita recolección de datos y el lugar físico donde esto se llevara a cabo. De ser posible, el número de veces que los datos deben de ser manejados y codificados debe reducirse. Siguiendo, se debe de desarrollar (diseñar) o elegir la hoja para registrar los datos.
- ❖ *Almacenamiento de Datos.* Una vez que la recolección de datos comienza, se necesita un medio para almacenar la información. Todos los datos pueden almacenarse ya sea en archivos secuenciales o aleatorios. Estos archivos pueden ser almacenados en:

- Microfilm
 - Memoria RAM
 - Disco duro
 - Disco flexible
 - CD
 - Servidores
- ❖ *Acceso a los Datos.* La manera de cómo obtener los datos necesarios debe ser determinado (i.e., de manera interna a nivel intradepartamental o interdepartamental, o en red de área amplia). Después, un medio para acceder los datos debe ser determinado y por último, reportes que sean claros, concisos, e informativos deben de ser creados.

Selección del Equipo

La selección del equipo depende de varios factores (Bersbach, 1992 como se cita en Pyzdek, 1992) los cuales se mencionan a continuación.

- ❖ *Tamaño de la Compañía.* Aquí los puntos determinantes son el número de empleados y la distribución física de las instalaciones de la empresa.
- ❖ *Velocidad de Adquisición de Datos.* Aquí es importante determinar que tan rápido se necesita tener acceso a los datos. A partir de ahí se determina el tipo de equipo a utilizar.
- ❖ *Precisión.* En los QIS es necesario determinar el volumen y la relevancia de los datos a analizar y almacenar de tal manera que ningún dato sea omitido o perdido durante su procesamiento.
- ❖ *Costo.* Determinar las características del equipo de tal manera que los costos que se ahorran al invertir en equipo de menor capacidad no resulten en pérdidas de dinero debido a pérdida de información.
- ❖ *Mantenimiento.* Uno de los aspectos a considerar es la compañía a la cual se le compra en sistema de cómputo. Hay que evaluar la posibilidad de que esta compañía todavía se encuentre en el mercado para cuando el sistema necesite mantenimiento o reparación.
- ❖ *Entrenamiento.* Aquí es importante determinar si el sistema es fácil de usar, quienes los van a usar, el programa de entrenamiento a utilizar, que documentación del sistema existe (manuales).

- ❖ *Personal*. En este punto se considera y determina al responsable del mantenimiento, reparación y cambios que se tengan que realizar en el QIS.
- ❖ *Área física para el Sistema*. Se debe de asignar un área específica en donde se situara el equipo a utilizar. En este punto también se considera el área en donde se localizaran los archivos en papel.

Selección del Software

Software se puede entender como el programa que se encuentra dentro de una computadora el cual le dice a la misma que tareas realizar. De manera general, se puede clasificar el software en (Pyzdek, 1992):

- ❖ *Lenguajes de Programación*. Este tipo de software es utilizado si personal de la misma compañía desea desarrollar su propio sistema de calidad. Algunos ejemplos de lenguajes son Cobol, Pascal, Visual Basic, C++, etc.
- ❖ *Bases de Datos*. Son programas diseñados para el manejo de información y datos. Ejemplos, Access, Fox Pro, Dbase ++, etc.
- ❖ *Software para Análisis de Datos*. Estos paquetes desempeñan todo tipo de análisis en los archivos de datos. Ejemplos SPSS, Minitab, JMP, etc.
- ❖ *Procesadores de Palabras*. Estos paquetes pueden ayudar en el proceso de escritura de los reportes. Ejemplos: MS Word, Corel Word Perfect, Lotus Word Processor, etc.
- ❖ *Paquetes de Gráficos*. Estos son software que pueden crear gráficos y diagramas a partir de los datos del sistema. Ejemplos, Excel, iGrafx, Statistica, etc.

Capítulo 8

Administración de Proveedores

Irma Pérez Vargas

UAM Reynosa Rodhe, UAT

Una de las cosas que se debe de tener siempre en mente cuando se trata de las administración o manejo de proveedores es que el trato entre las compañías es en realidad trato entre gente. Por lo general, la gente trabaja mejor si ciertas reglas son establecidas y entendidas por ambas partes. Uno de los principales ingredientes de las relaciones entre cliente y proveedor es la integridad y la honestidad. Estas son esenciales ya que la mayoría de las decisiones que se toman con respecto a los proveedores son basadas en el juicio.

Guía para el Establecimiento de las Relaciones Cliente-Proveedor

A continuación se proveen ciertas guías para ayudar a crear una relación de apoyo y confianza entre cliente y proveedor (Pyzdek, 2000):

- ❖ No ser tan legalista. Si bien es cierto que cualquier relación cliente-proveedor implica un contrato, hay ocasiones en las que se tiene que permitir cierta flexibilidad para solucionar situaciones que pueden surgir y que no fueron consideradas en el contrato original.
- ❖ Mantener canales abiertos de comunicación. Esto implica los canales formales como los informales. Entre los canales formales son juntas para revisiones de contrato y ordenes de compra entre cliente y proveedor, visitas en sitio y encuestas de cliente a proveedor, requerimiento de acciones correctivas y su seguimiento, requisitos de mantenimiento de registros, etc. Por otro lado, los canales informales se establecen con el contacto directo de los empleados de las compañías en el trabajo diario, estos canales sirven para esclarecer dudas, aclarar detalles importantes, recabar información para poder tomar decisiones, etc.

- ❖ El cliente debe de dar al proveedor instrucciones detalladas sobre el producto. Esto incluye dibujos de ingeniería, estándares de producción, instrucciones especiales de procesamiento y cualquier otra información que el proveedor necesite para elaborar productos de buena calidad. Obviamente, el cliente deberá asegurarse de que el proveedor entiende toda la información que se le esta proporcionando.
- ❖ El cliente debe de evaluar de forma objetiva el desempeño del proveedor. Esta evaluación debe de realizarse de manera abierta y con el previo consentimiento del proveedor. Asi mismo, el cliente deberá de avisarle al proveedor en que posición se encuentra en relación con sus demás competidores. Sin embargo esto deberá de hacerse de manera que no comprometa la posición de algún otro proveedor o que revele información de propietario.
- ❖ El cliente debe estar preparado para ofrecerle asistencia técnica al proveedor, o vice-versa. Esta asistencia puede incluir visitas en sitio con grupos conformados por representantes de los clientes y los proveedores, asistencia telefónica, o transferencia de documentos vía correo normal o electrónico. Por supuesto que las dos partes deben de estar obligadas a respetar, cuidar y proteger la información de la otra compañía.
- ❖ El proveedor debe de informar al cliente en caso de que alguna desviación ocurra con respecto al nivel de calidad que se había ofrecido históricamente.
- ❖ El proveedor debe de ser recompensado cuando manifiesta un desempeño excepcional. Este puede ir desde una placa conmemorativa hasta el incremento en niveles de consumo de productos actuales o nuevos.

Control de Calidad de los Proveedores

El primer punto en el control de la calidad de los proveedores de una empresa es determinar que productos o proveedores tenemos que controlar. Por lo general, los materiales, componentes o productos que se utilizan en las empresas se pueden clasificar en (Pyzdek, 2000):

- ❖ *Material No Productivo.* Es todo aquel que se utiliza en la empresa pero que no es usado en el producto que es entregado al cliente. Este tipo de material (y sus proveedores) no necesitan ser controlados.
- ❖ *Material Productivo No Relevante:* Es aquel material que se utiliza en el producto que se le entregará al cliente pero que es simple en consti-

tución, con amplio margen de tolerancias, y con un historial de calidad bueno. Este tipo de material es controlado de manera informal.

- ❖ *Material Productivo*. En este rubro entran los materiales, componentes y productos que son de vital importancia para la elaboración de un producto, que son complejos, o bien con poca o nada de historial en la empresa. A este tipo de material se le debe de controlar muy de cerca.

Una vez que se determina que materiales se deben de controlar, la siguiente pregunta es: ¿Quién es responsable del control de calidad de los proveedores que nos suplen dichos materiales? A nivel de cliente, las áreas funcionales encargadas de dicho fin son diseño de producto, compras, y calidad. Sin embargo, no hay que olvidar que el principal responsable de la calidad del proveedor, es el mismo proveedor.

Otro aspecto importante es definir si se tendrán múltiples proveedores o uno solo. El enfoque Americano hacia este punto es tener múltiples proveedores basándose en la premisa de que en caso de que un proveedor falle, se puede acudir a otro inmediatamente. Por otro lado, el enfoque Japonés va dirigido a tener proveedores únicos. Deming proporcionaba dos razones para apoyar la practica de tener proveedores únicos, la primera es que al tener este tipo de proveedores se promueve el compromiso de tomar acciones a largo plazo a favor del cliente a la vez que se fomenta la lealtad entre cliente- proveedor; la segunda, es que esto también ayuda a reducir la variación del producto (Pyzdek, 2000). Sin embargo, la elección entre proveedores múltiples o uno solo debe hacerse estudiando cada caso en particular de las compañías que están en proceso de elección.

Evaluación de Proveedores

Una muestra de la utilidad de los estándares internacionales de certificación, como ISO 9000, es que proveen una prueba o un precedente del desempeño de la calidad de los productos del Proveedor (Pyzdek, 2000). Aunque la certificación del proveedor se hace mandatorio para evaluar a los proveedores, también existen otras tres formas de evaluación. La primera es haciendo una inspección del sistema de producción en las instalaciones del proveedor, la segunda es haciendo una inspección del sistema de producción del proveedor “de escritorio”, o bien, una combinación de las dos (Pyzdek, 2000). Sin embargo, independientemente del método utilizado, siempre se llevara a cabo un proceso de evaluación del desempeño del proveedor utilizando la certificación o aprobación de la primera pieza (Pyzdek, 2000).

- ❖ *inspección Física.* En este tipo de proceso de evaluación, el cliente conforma un grupo evaluador el cual ira a las instalaciones del proveedor para checar de manera fisica sus procesos. Para tal fin se utilizan check lists, la documentación e información proporcionada por el proveedor, y el juicio de los evaluadores. En caso de que los evaluadores no estuvieran de acuerdo en cuanto al status del proveedor, deben de proporcionar una información detallada explicando las razones de su postura.
- ❖ *inspección de Escritorio.* En este tipo de inspección se le solicita al proveedor que envíe listas de equipo de prueba, certificaciones, diagramas organizacionales, procedimientos de manufactura, el manual de calidad, etc. Enseguida se revisan estos documentos para verificar que no haya problemas con la manera en que el proveedor lleva a cabo sus prácticas de producción.
- ❖ *Combinación Escritorio-Físico.* Una vez que se revisaron los documentos, en caso de que quedaran puntos sin aclarar o dudas al respecto, se procede a hacer una evaluación física del proveedor concentrándose en las áreas que quedaron en duda.

Una vez que se determina quien será nuestro proveedor, los siguientes pasos son establecer un programa de mejora continua de los mismos y observar su desarrollo posterior al otorgamiento del contrato. Uno de los resultados de esta observación son acreditaciones a ratings a los proveedores. Es decir, se les clasifica de acuerdo al cumplimiento y niveles de calidad alcanzados (Pyzdek, 2000).

Programa de Mejora Continua de los Proveedores

Este se compone básicamente de cinco pasos (Pyzdek, 2000):

1. Transmisión de los requerimientos de cliente al proveedor. La aportación del proveedor es importante en este respecto.
2. Establecimiento de procedimientos de inspección, prueba, y aceptación de productos entre cliente y vendedor.
3. Desarrollo de un sistema de acciones correctivas.
4. En caso de tener programas para reducir la cantidad de inspección requerida previamente desarrollados, proveer al vendedor con estos. O bien, sugerir al vendedor el uso de control estadístico para dicho fin.

5. Si se necesita, solicitar al vendedor el mantenimiento de registros con anticipación.

Vigilancia Continua

Después de comenzar a hacer negocios con un proveedor, se puede llevar a cabo un programa permanente de vigilancia el cual se da a tres niveles:

- ❖ *La evaluación del programa:* Estudio de las instalaciones del proveedor, personal, y sistema de calidad.
- ❖ *La evaluación del proceso.* Estudio de los métodos utilizados por el proveedor para producir el producto final. Uso de SPC.
- ❖ *La evaluación del producto.* Evaluación de cumplimiento con los requerimientos. Esto incluye visitas a la planta del proveedor, envío de documentación probatoria, inspección en las premisas del cliente, y uso del producto por el cliente o usuario final (esta debe de ser la prueba máxima de desempeño).

Capítulo 9

Auditorías de Calidad

Irma Pérez Vargas

UAM Reynosa Rodhe, UAT

Una auditoría es simplemente una comparación entre las actividades observadas y/o sus resultados y los requerimientos documentados. Las auditorías para considerarse como tal deben de cumplir con las siguientes características (Pyzdek, 2000):

1. Deben de ser evaluaciones sistemáticas, evaluaciones de “paseo por la planta” no aplican.
2. Las evaluaciones de los empleados de un departamento al mismo departamento son importantes pero no son auditorías.
3. Las auditorías deben de llevarse a cabo siguiendo procedimientos escritos, es decir previamente definidos.
4. Los objetivos de la auditoría deben de ser definidos, es decir, la auditoría se lleva a cabo para determinar si se han implementado bien las cosas, y si es así, checar si se están cumpliendo los objetivos.
5. Las auditorías deben de responder el quien, que, cuando, donde, porque, y como.

El principal beneficio de conducir auditorías es que proveen evidencia la cual sirve como base para la mejora continua de la compañía (Pyzdek, 2000).

Tipos de Auditoría

Existen tres tipos básicos de auditorías, las auditorías de producto, las de proceso, y las del sistema (Pyzdek, 2000). Estos se detallan a continuación.

- ❖ *Auditoría de Producto.* Los productos se pueden clasificar (de acuerdo a ISO9000:94) en hardware, software, materiales procesados, servicios. Las auditorías de producto se llevan a cabo para verificar que el pro-

ducto sea definido para que cumpla con los requerimientos del mercado, la calidad como resultado del diseño, la calidad como resultado del apego a diseño, y la calidad debida al apoyo del producto. Sin embargo, el principal propósito de llevar a cabo una auditoría de producto es el de verificar la calidad que se le esta enviando al cliente. Las auditorías difieren de la inspección de producto en que su enfoque es mas amplio y van mas a fondo (i.e. pieza vs. sistema). Las auditorías de producto pueden ser realizadas en la planta o en el campo de servicio.

- ❖ *Auditoría de Proceso.* Se enfocan a actividades específicas o a unidades funcionales. Las auditorías del proceso comparan las operaciones actuales con las que están documentadas, por lo que para auditar un proceso se debe comenzar por entender como es que ese proceso debe de operar.
- ❖ *Auditoría del Sistema.* Es evaluar un arreglo o conjunto de procesos. Por lo cual se desarrolla bajo las mismas bases de la auditoría de procesos. Sin embargo, mientras que la auditoría de procesos se enfoca a actividades aisladas, la auditoría de sistemas se concentra en la interacción entre dichas actividades. Un ejemplo seria el cumplimiento con los 20 puntos de ISO 9000.

Niveles de Auditoría

Las auditorías se pueden dar a dos niveles, el interno y el externo (Pyzdek, 2000).

- ❖ *Auditoría Interna.* Se ejecuta con el fin de sentar un precedente sobre el cual se apoyen las actividades de mejora continua de la compañía. En este nivel, las auditorías pueden tomar las siguiente formas:
 - Auditoría por el Presidente de la compañía.
 - Auditoría por el director o líder de área.
 - Auditoría por el departamento de calidad.
 - Auditoría mutua entre departamentos.
- ❖ *Auditoría Externa.* Es la que se realiza por una entidad externa a la compañía con el fin de evaluar el sistema de la compañía. Este tipo de auditorías se dividen en:

- *Auditoras de Dos Partes.* Son las que se realizan entre cliente y proveedor. El cliente inspecciona las actividades del proveedor formando grupos para tal fin en conjunción con grupos de apoyo por parte del proveedor.
- *Auditorías de Tres Partes.* En este tipo de auditorías una empresa certificadora es la que se encarga de evaluar las prácticas de la empresa.

Características y Responsabilidades del Auditor y Auditado

❖ Características y Responsabilidades del Auditor

1. Responsabilidad y honestidad
2. Independencia de la entidad auditada
3. Conocimiento del área a auditar
4. Imparcialidad en la emisión de juicios
5. Inspirar confianza
6. Trabajar solo como auditores (no como consejeros o consultores)
7. Tener el entrenamiento para auditar
8. En caso de requerirse, tener la certificación pertinente para auditar
9. Deben de ser capaces de expresarse con fluidez y claridad tanto en forma oral como escrita.

❖ Características y Responsabilidades del Auditado.

1. Cooperar y proveer la información solicitada por el auditor ya sea oral o escrita.

Conducción de Auditorías

El proceso de auditorías se pueden resumir en los siguientes pasos (Pyzdek, 2000):

- ❖ Programación. La mayoría de las auditorías de calidad deben de ser pre-anunciadas. Por lo cual, tanto el auditor como el auditado deben de acordar la fecha y hora en la que se llevara a cabo la auditoría. Esto se hace con el fin de que la auditoría interrumpa lo menos posible las acti-

vidades normales, se tenga a la gente clave disponible en el momento de la auditoría, y que se tenga con anticipación la documentación requerida por el auditor.

Las auditorías pueden tomar lugar en cualquier punto del ciclo de compra, es decir antes de establecer el negocio y cuando ya esta establecido.

- ❖ **Conducción.** Para conducir la auditoría se puede seguir el siguiente plan básico de auditoría:
 1. Elección del equipo de auditoría, evitar miembros con conflictos de interés.
 2. Reunirse con el equipo de auditoría y revisar el procedimiento interno de auditoría a seguir.
 3. Discutir las formas a usar y los procedimientos a usar en la auditoría en cuestión.
 4. Asignar subgrupos para llevar a cabo la auditoría.
 5. Contactar al auditado y programar la visita.
 6. Llevar a cabo la auditoría.
 7. Escribir los requerimientos de acciones correctivas (CARs) y el reporte de auditoría (listar en este reporte las CARs).
 8. Conducir una junta de cierre de auditoría (exit briefing).
 9. Expedir el reporte de auditoría.
 10. Presentar todo lo que se encontró en la auditoría incluyendo notas, reportes, check lists, CARs, etc. Al gerente de calidad.
 11. Preparar el reporte final de auditoría.
 12. Dar seguimiento a las CARs.
- ❖ **Reporte.** El auditado debe de estar informado antes, durante y al terminar la auditoría. Antes de la auditoría se le debe avisar que esta se llevara a cabo, cual será el propósito, que tanto abarcara, y el tiempo que se llevara realizarla. Al comenzar la auditoría se establecerá la estructura de la auditoría y los tiempos pertinentes para realizar cada punto. Al final de la auditoría se debe realizar una junta de cierre para dar de manera rápida lo que se encontró en la auditoría. A manera de cortesía, un reporte provisional debe ser expedido por el auditor tan pronto como sea posible (en este se establecen las recomendaciones preliminares del auditor).

El reporte final debe de ser entregado en el tiempo establecido en el plan de auditoria previo. El reporte final debe contiene los siguientes elementos:

- Propósito y alcance de la auditoria
- Observaciones de la auditoria
- Conclusiones y recomendaciones
- Objetivos de la auditoria
- Identificación del auditor, auditado y terceras partes
- Fechas de audición
- Estándares empleados
- Miembros del equipo de auditoria
- Personal involucrado por parte del auditado
- Establecimiento de omisiones
- Opiniones calificadas
- Puntos para próximas auditorias
- Comentarios del auditado sobre el reporte (si aplica)
- Apéndices suplementarios

Todo reporte final de auditoria es considerado como información confidencial de la compañía evaluada por lo que el auditor no podrá en ningún momento publicar o utilizar dicho reporte sin el consentimiento del auditado (Pyzdek, 2000).

Capítulo 10

Costos de Calidad

Irma Pérez Vargas

UAM Reynosa Rodhe, UAT

El tener un sistema de análisis de costos de la calidad sirve para identificar áreas de mejora financiera, es decir poder reducir costos y aumentar las ganancias de la empresa (Pyzdek, 2000).

El principio fundamental del costo de la calidad es que:

“Cualquier dinero que tiene que ser gastado como consecuencia de la falta de calidad es un costo de la calidad” (Pyzdek, 2000:155).

Estos costos incluyen costos por desperdicio, retrabajo, reordenamiento de material, reemplazo de material, servicios por garantía, etc.

En general, los costos de la calidad son el total de costos en los que se incurre por:

1. Invertir en la *prevención* de las no conformidades con respecto a los requerimientos (Costos de prevención). Ejemplos: revisión de productos nuevos, planeación de la calidad, evaluación de proveedores, evaluación de capacidad de proceso, educación entrenamiento, etc.
2. *evaluación* de apego de los productos o servicios a los requerimientos (Costos de evaluación). Ejemplos: inspección de material entrante, inspección en proceso y final del producto, pruebas funcionales, auditorías del producto, proceso y servicio, calibración y mantenimiento del equipo de medición, etc.
3. *Falla* en el cumplimiento de los requerimientos (Costos de falla). Estos costos se pueden dividir en costos de fallas interna y externa.
 - a. *Costos de Falla Interna*. Son los que ocurren antes de que el producto llegue a manos del cliente. Ejemplos: desperdicio, retrabajo, reinspección, repetición de pruebas, revisión de material, etc.

- b. *Costos de Falla Externa.* Son los costos en los que se incurren después de haber entregado el producto al cliente. Ejemplo: procesamiento de quejas del cliente, regresos del cliente, reclamaciones por garantía, y llamados de producto.

El propósito del sistema de calidad de las compañías debe ser el de reducir los costos de la calidad a su nivel mas bajo. Este nivel es determinado por el costo total de falla y la combinación de los costos de evaluación y prevención. El punto en donde este nivel es óptimo es donde la suma de los costos de prevención y evaluación y falla se encuentran en el nivel mínimo. Uno de los modelos desarrollados para determinar el nivel óptimo de calidad es el desarrollado por J. M. Juran, el cual fue modificado de su versión original. Este modelo se puede apreciar en las figuras 2.3 y 2.4. Otro modelo desarrollado para este análisis es la Función de Perdidas de Taguchi (para mayor información sobre este ver Lindsay y Evans, 1999).

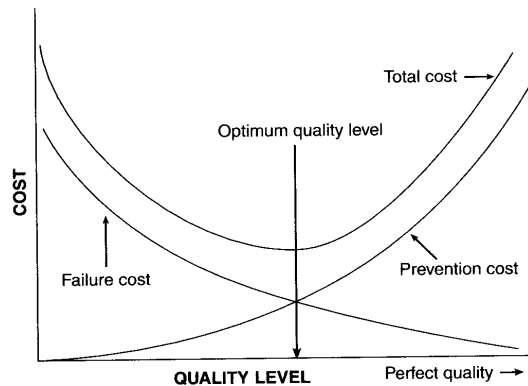


Figura 2.3 Modelo Clásico de los Costos Óptimos de Calidad

Fuente: Pyzdek, 2000.

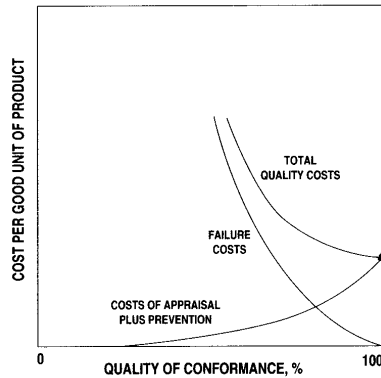


Figura 2.4 Modelo Nuevo de los Costos Óptimos de Calidad

Fuente: Pyzdek, 2000.

El modelo clásico resiste la idea de que la perfección en la calidad es posible, mientras que el nuevo modelo ya permite esta posibilidad.

Los costos de la calidad pueden ser reducidos al identificar las causas de los problemas que provocan dichos costos. Estas causas se pueden identificar con enfoques tales como Kaizen, Re-ingeniería, and TQM (Total Quality Management) (Pyzdek, 2000). Para realizar sus objetivos, estos enfoques usan en la práctica las herramientas de mejora continua que a continuación se presentan.

Capítulo 11

Herramientas de Mejora Continua

Gerardo Romero Galván e Irma Pérez Vargas

UAM Reynosa Rodhe, UAT

De las más de 400 herramientas para la mejora continua de la calidad, se puede decir que las más prácticas se encuentran en un grupo reducido de 14 herramientas, de las cuales siete son consideradas como herramientas de la calidad y las otras siete como herramientas de la administración. Estas 14 herramientas se introducen a continuación (extraído y adaptado de Pyzdek, 2000 y Lindsay y Evans, 1999).

Herramientas de la Calidad

- ❖ *Diagramas de Pareto.* El análisis de pareto es el proceso de “rankear” oportunidades para determinar cual de ellas debe ser llevada a efecto primero. También es conocido como separar los pocos vitales de los muchos triviales. Los diagramas de Pareto pueden ser usados en diferentes etapas para determinar que paso tomar a continuación.

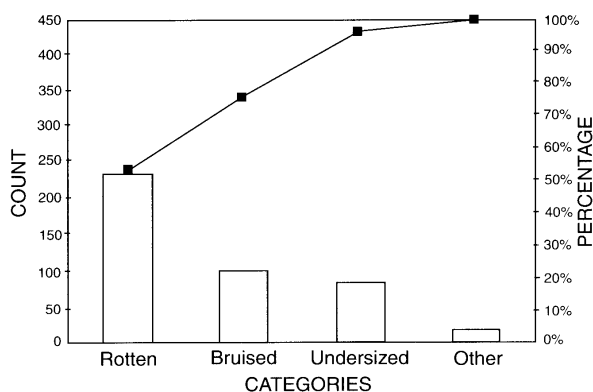


Figura 2.5 Diagrama de Pareto

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Diagramas de Causa y Efecto.* También llamado Fishbone diagram o Diagrama de Ishikawa. Son usados para organizar y desplegar gráficamente todo el conocimiento de un grupo acerca de un problema en particular para posteriormente poder tomar acción en las posibles causas de variación.

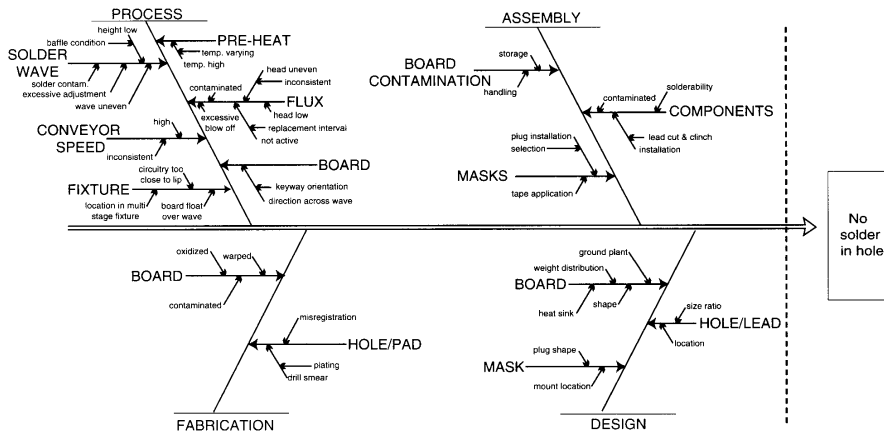


Figura 2.6 Diagrama de Causa y Efecto

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Diagramas de Flujo.* Es una herramienta que muestra las entradas, acciones y salidas de un sistema. Las entradas son los factores de producción: materiales, capital, mano de obra, equipo, etc. Las acciones son la manera en la que las entradas son manejadas y combinadas para añadir valor: procesamiento, almacenamiento, manejo, transportación, etc. Las salidas son los productos o servicios derivados de la acción sobre las entradas. Los símbolos utilizados en los diagramas de flujo se ven en la figura 1.16 de la sección anterior.

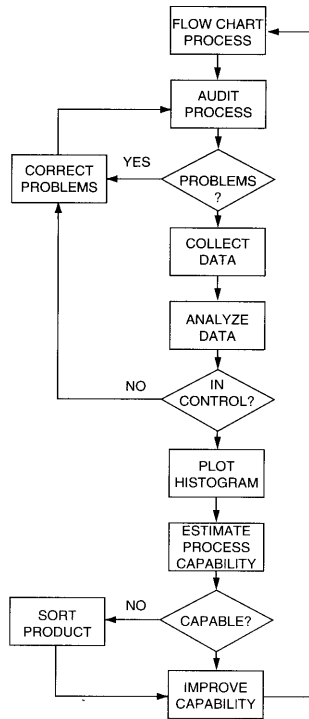


Figura 2.7 Diagrama de Flujo de Proceso

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Graficas de Control. Es una grafica con limites establecidos llamados limites de control, en esta grafica se despliegan datos con respecto al tiempo. Estas muestran de manera grafica el desempeño y la variación de los procesos de producción.

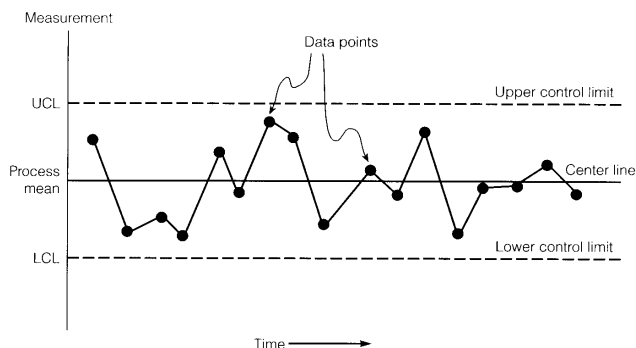


Figura 2.7 Graficas de Control
Fuente: Lindsay y Evans, 1999

- ❖ Check Lists. Son herramientas que consisten en listados de características por medio de las cuales se puede determinar la frecuencia con la que cada característica de la lista ocurre. Estas ayudan a facilitar la recolección de los datos al proporcionar situaciones con posibilidades de suceder. Las check lists se clasifican en:
 - *Hojas de verificación de proceso.* Para registrar distribución de frecuencias en los procesos.

RANGE OF MEASUREMENTS	FREQUENCY
0.990-0.995 INCHES	////
0.996-1.000 INCHES	///
1.001-1.005 INCHES	/// ////
1.006-1.010 INCHES	/// /// //
1.011-1.015 INCHES	////
1.016-1.020 INCHES	//

Figura 2.8 Hojas de Verificación de Proceso
Fuente: Pyzdek, 2000

- *Hojas de verificación de defectos.* Para registrar distribución de frecuencias de defectos en los procesos.

DEFECT	FREQUENCY
COLD SOLDER	////
NO SOLDER IN HOLE	/// /// /// ////
GRAINY SOLDER	/// /// ////
HOLE NOT PLATED THROUGH	/// /// /// ///
MASK NOT PROPERLY INSTALLED	/// /// ////
PAD LIFTED	/

Figura 2.9 Hojas de Verificación de Defectos

Fuente: Pyzdek, 2000

- *Hojas de verificación estratificadas.* Para registrar distribución de frecuencias de defectos en diferentes productos los procesos.

	PART NUMBER X-1011	PART NUMBER X-2011	PART NUMBER X-3011	PART NUMBER X-4011	PART NUMBER X-5011
SAMPLES OF 1,000 SOLDER JOINTS					
COLD SOLDER	////			/// ///	
NO SOLDER IN HOLE	/// ///		//	//	
GRAINY SOLDER	/// ///	/		///	
HOLE NOT PLATED THROUGH	/// ///			///	
MASK NOT PROPERLY INSTALLED	/// ///		////	/// ///	
PAD LIFTED	/				

Figura 2.10 Hojas de Verificación de Estratificadas

Fuente: Pyzdek, 2000

- Hojas de localización de defectos. Para registrar la distribución gráfica de defectos en los productos.



Figura 2.11 Hojas de localización de Defectos.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ Diagramas de Dispersión. Es una grafica de una variable con relación a otra. Una variable es llamada la variable independiente y la otra la variable dependiente. Estos son usados para determinar la relación causa y efecto entre las dos variables. Antes de conocer la forma o pendiente del diagrama de dispersión se asume que la variable independiente es la causa del comportamiento de la variable dependiente. La interpretación de los diagramas de dispersión se presenta en la figura 2.12.

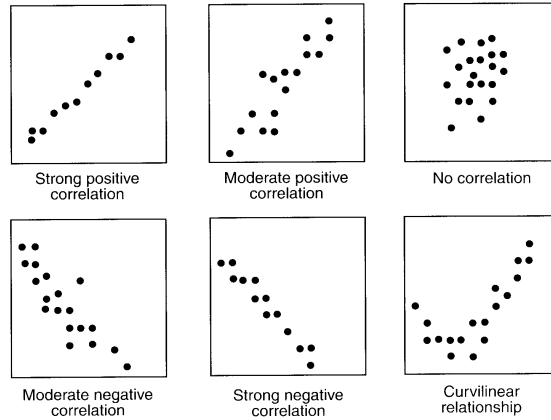


Figura 2.12 Interpretación de los Diagramas de Dispersión.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ **Histogramas.** Estos son una representación grafica de un conjunto de datos. Son creados mediante el agrupamiento de datos en celdas. Estos son usados para estudiar la forma del conjunto de datos que representan. También facilitan la visualización de la dispersión y la tendencia central y para comparar la distribución con los requerimientos.

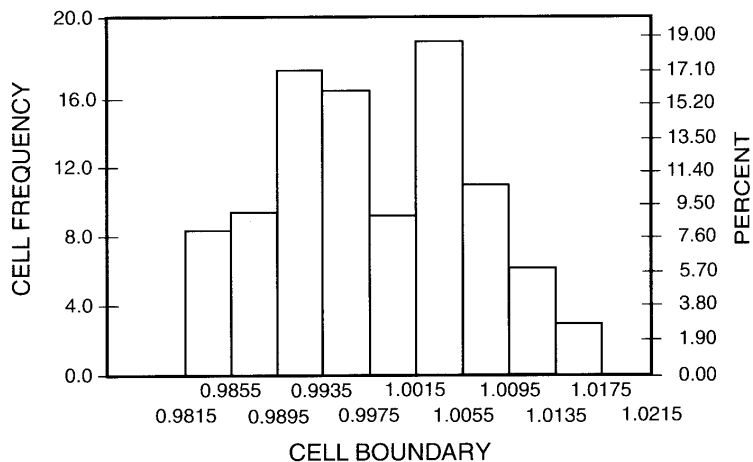


Figura 2.13 Histogramas.

Fuente: Pyzdek, 2000

Herramientas de Administración

- ❖ *Diagramas de Afinidad.* Es un medio para organizar las ideas en categorías que tengan sentido pro medio del reconocimiento de las similitudes. Es un medio para reducir la cantidad de datos cualitativos a un menor número de factores o categorías.

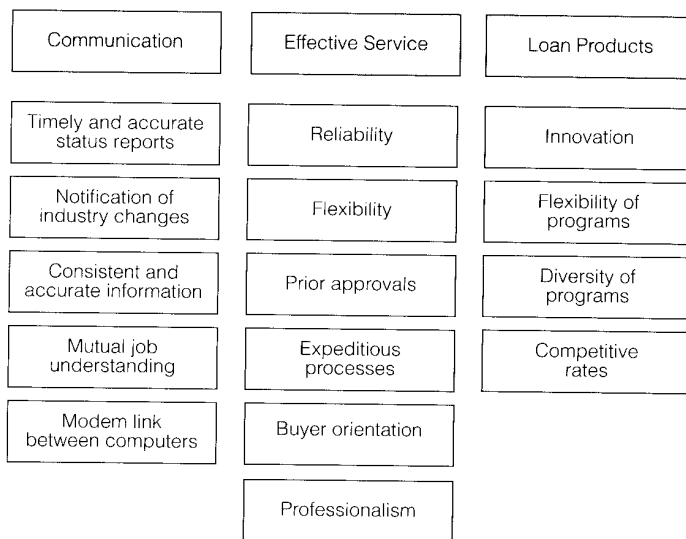


Figura 2.14 Diagramas de Afinidad.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Diagramas de Árbol.* Utilizados para dividir o estratificar ideas en orden progresivo de mayor detalle. La base es particionar una idea grande en pequeños componentes.

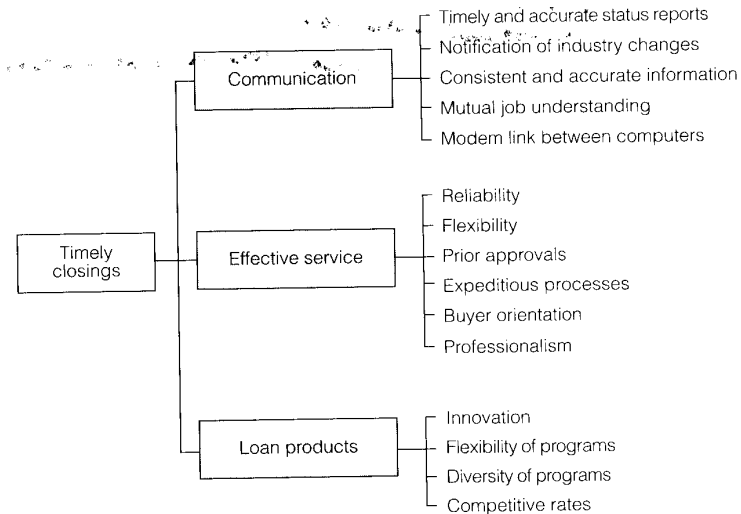


Figura 2.15 Diagramas de Árbol.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Cartas de Programa del Proceso de Decisión.* Es una técnica utilizada para preparar planes de contingencia. Con esta se pueden determinar el impacto de las fallas y cuales pueden ser los cursos de acción para evitarlas.

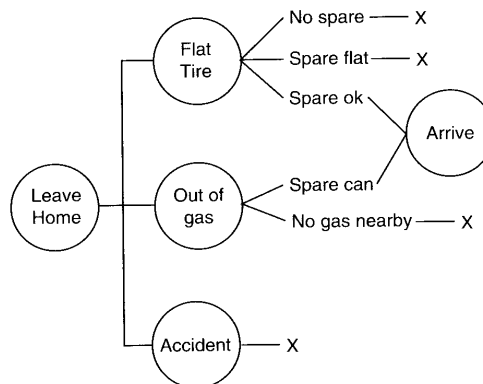


Figura 2.16 Cartas de Programa del Proceso de Decisión.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Diagramas Matriciales*. Se construyen para analizar la correlación entre dos grupos de ideas.

HOWS →

RELATIONSHIP MATRIX

WHAT'S ↓

CUSTOMER IMPORTANCE RATING

	Patient scheduled	Attendant assigned	Attendant arrives	Obtains equipment	Transport patient	Provide therapy	Notifies of return	Attendant assigned	Attendant arrives	Patient returned
Arrive at scheduled time	5	5	5	1	5	0	0	0	0	0
Arrive with proper equipment	4	2	0	0	5	0	0	0	0	0
Dressed properly	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Delivered via correct mode	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0
Take back to room promptly	4	0	0	0	0	0	5	5	5	5
IMPORTANCE SCORE	39	25	25	27	25	0	20	20	20	20
RANK	1	3	3	2	3	7	6	6	6	6

5 = high importance, 3 = average importance, 1 = low importance

Figura 2.17 Diagramas Matriciales.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Diagramas de Interrelación*. Igual que los diagramas de afinidad, estos son utilizados para ordenar ideas, que por lo general son el resultado de una lluvia de ideas. Sin embargo, estos tratan de establecer la influencia de un concepto o idea sobre otro.

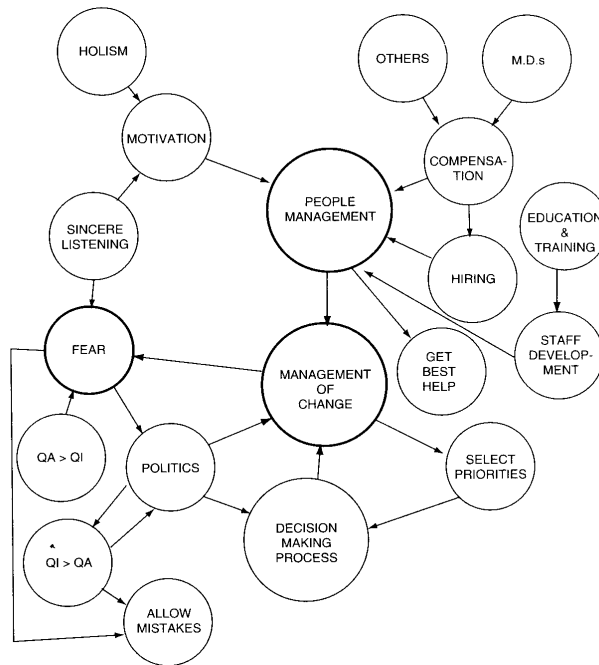
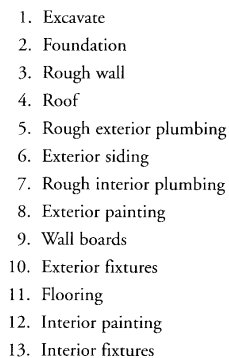


Figura 2.18 Diagramas de Interrelación.

Fuente: Pyzdek, 2000

- ❖ *Matrices de Prioridad.* Es una combinación de los diagramas de árbol y diagramas matriciales y es usada en la toma de decisiones para determinar el orden de importancia de las actividades o metas consideradas.

Fuente: Pyzdek, 2000



Fuente: Pyzdek, 2000

BIBLIOGRAFIA

- Alcaraz, Rodríguez Rafael. 2001. *El Emprendedor de Éxito: Guía de Planes de Negocios*, McGraw-Hill: México.
- Chase, Richard B. Y Aquilano, Nicholas J. 1999. *Production and Operations Management: Manufacturing and Services*. IRWIN: Chicago.
- Evans, James R. y Lindsay, William M. 1999. *The Management and Control of Quality*. South-Western College Publishing: Ohio.
- Garvin, D.A. 1988. *Managing Quality*. The Free Press: NY.
- González, Carlos. 1998. *ISO 9000, QS-9000, ISO 14000: Normas Internacionales de Administración de la Calidad, Sistemas de Calidad y Sistemas Ambientales*. McGraw-Hill: México.
- González, Carlos y Zeleny, Ramón. 1995. *Metrología*. McGraw-Hill: México.
- Juran, J.M y Gryna, F.M. 1988. *Quality Control Handbook*. 4th Ed. McGraw-Hill: NY.
- Niebel, Benjamín W. 1996. *Ingeniería Industrial: Métodos, Tiempos y Movimientos*. Alfaomega: México.
- Pyzdek, Thomas. 2000. *Quality Engineering Handbook (Quality and Reliability/ 57)*. Marcel Dekker: New York.
- Pyzdek, Thomas y Berger, Roger W. 1992. *Quality Engineering Handbook (Quality and Reliability/ 29)*. Marcel Dekker: New York.

Robbins, Stephen P. 1996. *Organizational Behavior: Concepts, Contrvsesies, and Applications*. Prentice Hall: New Jersey.

Robbins, Stephen P. 1998. *La Administración en el Mundo de Hoy*. Prentice Hall: New Jersey.

Robbins, Stephen P y Hunsaker, Phillip P. 1996. *Training in Interpersonal Skills: Tips for Managing People at Work*. Prentice Hall: New Jersey.

Schiller, Bradley R. 1996. *Essentials Of Economics*. McGraw-Hill: New York

Walpole, Ronald et. al. 1999. *Probabilidad y Estadística para Ingenieros*. Prentice Hall: México.

Zykmund, William G. 1999. *Essentials of Marketing Research*. The Dryden Press: Philadelphia.

Esta obra se terminó de imprimir en junio del 2009
en los talleres de Ultradigital Press, S.A. de C.V.
Centeno 162 - 3, Col. Granjas Esmeralda
CP 09810, México, D.F.