

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



**CREACIÓN, DESARROLLO E IMPLANTACIÓN DE
UN SISTEMA DE ADMINISTRACIÓN PARA LA
CALIDAD, EN LOS SECTORES INDUSTRIAL,
COMERCIAL Y DE SERVICIOS**

TESIS

Que para obtener el título de

**INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA INDUSTRIAL**

P R E S E N T A N

Víctor Manuel Díaz Arellano

Ricardo Urquía Almada

Luis Del Valle Rodríguez

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Carlos Sánchez Mejía Valenzuela



Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

INTRODUCCION	I
I. INTRODUCCION A UNA FILOSOFIA DE CALIDAD	
1.1 Introducción a la Calidad	1
a) Significado de Calidad.	1
b) Evolución Histórica del Concepto Calidad.	3
1.2 Importancia y Perspectivas de la Calidad	4
a) Importancia de la Calidad en la Productividad y Competitividad Nacional e Internacional.	4
b) P.O.C.S.	5
1.3 Factores que Determinan la Calidad	7
a) Dimensiones y Tipos de Calidad.	9
1.4 Costos de Calidad	15
II. EL PAPEL DEL HOMBRE EN LA CALIDAD	22
2.1 La Calidad en los Valores Humanos	22
a) Factor Humano.	22
b) Motivación, Desarrollo y Superación.	22
c) Filosofía de Calidad de Vida.	23
2.2 Teorías sobre la Conducta Humana	24
a) Teoría de Maslow	24
b) Teorías "X", "Y" y "Z"	26
III. DISEÑO DE SISTEMAS DE CALIDAD	29
3.1 El Control de Calidad como un Sistema	29
a) ¿Que es Sistema?	29
b) ¿Que es un Sistema de Control de Calidad?	30
c) La Calidad como resultado de un Sistema.	30
3.2 Estructuras Organizacionales para el Control de Calidad	31
a) Estructuras y Mecanismos de apoyo para el Control de Calidad.	31

b) Políticas y Objetivos	33
3.3 Etapas de la Calidad	38
a) Control de Nuevo Diseño (Desarrollo e Innovación Tecnológica).	39
b) Control de Materiales Adquiridos	40
c) Control del Producto	41
d) Estudios Especiales del Proceso (Globalización del Mercado)	42
3.4 Funciones de la Calidad	43
a) Planeación de la Calidad (Especificaciones y Expectativas).	43
b) Aplicación del Programa de Calidad.	43
c) Información para la Calidad (Patrones, Leyes, Normatividad, Metrología).	44
IV. HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD	46
4.1 Introducción Estadística	48
a) Medidas de Descripción	48
4.2 Herramientas Estadísticas	51
a) Diagrama de Pareto	52
b) Histograma	55
c) Diagrama de Causa y Efecto	60
d) Estratificación	62
e) Diagrama de Dispersión	64
f) Gráficas de Control y Gráficas Generales	73
g) Hoja de Verificación (Chequeo)	87
4.3 Herramientas Administrativas	91
a) Diagrama de Afinidad	93
b) Diagrama de Relaciones	95
c) Diagrama de Arbol	96
d) Diagrama Matricial	98
e) Análisis Matricial de Variaciones	100
f) Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas	104
g) Diagrama de Flechas	108
4.4 Control del Proceso y Control Estadístico del Proceso	112
4.5 Metodologías Auxiliares	121
V. PROCESO PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS	126
5.1 Metodología Propuesta	126
a) Evaluación de la Situación	126
b) Análisis del Problema.	128

c) Análisis de Decisiones.	130
d) Análisis de Problemas Potenciales.	132
5.2 Introducción de un Sistema Racional de Resolución de Problemas por medio de las Herramientas Administrativas y Estadísticas.	133
VI. ASEGURAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD	137
6.1 Aseguramiento de la Calidad y Estandarización	137
a) Metodología Propuesta	139
6.2 Mejoramiento de la Calidad	157
a) Metodología Propuesta	162
VII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	177
VIII. BIBLIOGRAFIA	177

INTRODUCCIÓN

Durante el desarrollo de este trabajo comprendí la importancia de la Calidad así como el compromiso que adquirí conmigo mismo y la trascendencia que esta tiene para con nuestro país. De esta forma me di cuenta que este tema está enfocado hacia todas aquellas personas que quieren **comprometarse consigo mismas y con su país.**

Los mexicanos debemos tomar conciencia de que nuestro país actualmente está atravesando por un período difícil; si queremos sacarlo adelante, tenemos que luchar por él.

Existen varias áreas de oportunidad o salidas. Creemos que la mejor opción para nuestro momento, mas que muchas estrategias macroeconómicas, es... la Calidad.

Ahora, no entendamos nada mas la palabra Calidad enfocada hacia un producto de consumo o un servicio que se reciba o se otorgue, sino mas bien en un sentido mas amplio, abarcando inclusive al hombre y su forma de vida. **Si queremos recibir un producto o servicio con Calidad debemos empezar por darlo.**

Mucha gente ha caído en el escepticismo, con mucha razón, de pensar que la Calidad fue creada para el uso exclusivo de Japón o mentes extremadamente analíticas; pero curiosamente, en México existen muchas empresas que han implementado sistemas similares al que proponemos en este trabajo, con resultados exitosos y **todo realizado por mexicanos.** En algunos casos estas empresas han llegado a superar a sus filiales en el extranjero.

En Japón, en 1950, a cinco años de una devastadora guerra y quedando económicamente en muy mal estado, por primera vez se habla de Calidad. En tan solo 40 años a partir de este momento, surge como una potencia, no solamente productora sino también innovadora. La única arma con la que contaban en aquel entonces era el **compromiso con ellos mismos y con su país.**

El contenido de este trabajo quedó distribuido en 7 capítulos, los primeros dos hablan ampliamente acerca del concepto de Calidad y de la importancia que esta tiene, así como de los factores que la determinan. En el primer bloque integrado por los primeros tres capítulos observamos el importante papel que juega el hombre tanto en la implementación y desarrollo del concepto dentro de la empresa como en su vida diaria. Así como el análisis de la Calidad como resultado de un sistema, dentro del cual existen una serie de estructuras, mecanismos de apoyo, políticas y objetivos en todas y cada una de las etapas de la Calidad.

El siguiente bloque lo componen los capítulos 4 y 5, en donde se explica claramente cada una de las 7 herramientas tanto estadísticas como administrativas y su aplicación dentro del proceso para la solución de problemas.

El capítulo 6 habla sobre el aseguramiento y mejoramiento de la Calidad como una propuesta hecha por nosotros para alcanzar los objetivos que se pretendan de una manera clara y concreta.

En el capítulo 7 reflexionamos acerca de la implementación del sistema antes propuesto dando nuestras conclusiones y comentarios al respecto.

Pretendemos a través de este trabajo proporcionar al lector las bases y los conocimientos necesarios para implementar y desarrollar un sistema de administración para la Calidad.

El objetivo del presente trabajo se desglosa en los siguientes tres puntos principales:

- A) Establecer un marco conceptual de la administración para la Calidad.
- B) Desarrollar metodologías usadas por los Sistemas orientados para la Calidad en los sectores Industrial, Comercial y de Servicios.
- C) Establecer una guía para implantar sistemas enfocados a asegurar y mejorar la Calidad de los productos y servicios, con un enfoque de Calidad de vida, acorde a la realidad de nuestro país.

CAPITULO I. INTRODUCCION A UNA FILOSOFIA DE CALIDAD.

1.1.- Introducción a la Calidad.

a) Significado de Calidad

Frecuentemente se utiliza la palabra de "Calidad", en distintas y variadas formas. Al mismo tiempo el significado cambia de acuerdo a la persona que la utiliza. Mucho se ha hablado que México requiere incrementar la Calidad de sus productos para poder ser competitivo en los mercados internacionales, que si un artículo "caro" es o no de mejor Calidad, que si la Calidad denota lujo, que si ciertas características adicionales o extras en un producto lo hacen de mayor Calidad de un costo más elevado.

A menudo nos encontramos con productos o servicios que dejan mucho que desear, ya sea un automóvil defectuoso, un corte de pelo mal realizado, muebles dañados y/o extraviados durante su mudanza, etc.

A raíz de lo anterior, cada quien se forma su propia definición de Calidad y esto hace que no se tenga un concepto claro de la misma. Para algunos la Calidad es sinónimo de "excelencia", según otros se expresa en la "satisfacción del cliente". Existe de hecho, toda una gama de definiciones que usamos a diario. De esta forma al tener distintos significados el término de Calidad se ha prestado a mucha confusión.

Iniciaremos el tema con definir que se entiende por Calidad y esto depende de a quién se le consulte.

A continuación enunciamos algunas definiciones del término Calidad, que en diferentes sectores se maneja.

Para la gente de la calle en forma popular:

Calidad significa "lo mejor" en sentido absoluto. Existe un refrán que se usaba hace tiempo, en el cual se decía que los artículos de Calidad eran los que poseían las tres "bes (bueno, bonito y barato).

Para el cliente:

La Calidad se asocia con el valor, con cuán útil es de acuerdo al precio del producto. En otras palabras es, el grado de satisfacción del artículo con el uso que pretende darle el cliente y la satisfacción que produce en él.

Para el departamento de mercadotecnia o ventas:

La Calidad es la suma de las opiniones de las personas que utilizan el producto (definición dada por Jacques Valle).

Otra definición se establece en los siguientes términos, conjunto mínimo de requisitos que debe cumplir un producto para satisfacer un sector del mercado bien definido.

Y una última, dice que, el grado de satisfacción de una necesidad en cuanto a las normas establecidas para el mercado es en sí Calidad.

Para el productor de un bien o de un servicio:

La Calidad se asocia con el cumplimiento de las especificaciones, es decir, hacer un producto de acuerdo con su diseño, respetando las tolerancias. La Calidad por lo tanto debe especificarse en la forma más concreta posible y después esforzarse para cumplir con éstas especificaciones.

Como podemos notar, cada sector tiene su propia conceptualización de lo que es Calidad, algunos expertos en la materia nos dan su propia definición, a continuación citaremos algunos de ellos:

A. V. Feigebaum:

Calidad es lo mejor para el consumidor dentro de ciertas condiciones como son, su uso actual (el servicio que debe rendir) y el precio de venta del producto.

Más formalmente dice de la siguiente manera; es la resultante de una combinación de características de ingeniería y de fabricación que determinan el grado de satisfacción que el producto proporciona al consumidor, durante su uso, observando un adecuado equilibrio económico.

Como podemos observar esta definición se circunscribe en el ámbito industrial exclusivamente.

Kaoru Ishikawa:

Calidad es cumplir con los requisitos de los consumidores.

J. M. Juran:

Proporciona dos definiciones de Calidad, las cuales, transcribimos a continuación:

1) La Calidad consiste en la adecuación de las características de los productos a las necesidades de los consumidores y por lo tanto provee una satisfacción.

II) La Calidad consiste en la ausencia de deficiencias.

Podemos distinguir en estas definiciones algunos términos comunes como son:

- El cumplimiento de requisitos
- La satisfacción de una necesidad
- Un adecuado equilibrio económico

Así pues, en base a todo lo anterior definiremos Calidad, conscientes que esta no será una definición única y valdadera para todo lector.

CALIDAD.- Es dar al cliente -o a la siguiente persona en un proceso- lo que se requiere ya sea un bien o un servicio adecuado para su uso, y hace esto de tal manera que cada tarea se realice correctamente desde la primera vez, y a un adecuado equilibrio económico.

B. Evolución Histórica del Concepto de Calidad.

Las formas de producción a través de los tiempos han presentado distintos tipos de organizaciones productivas con características propias cada una de ellas.

La administración de la Calidad y los encargados de su control y aplicación, al igual que los sistemas han sufrido transformaciones con el correr de los años. Es por ello que dividiremos en seis etapas los cambios observados en los movimientos hacia la Calidad.

PRIMERA ETAPA: Calidad en la época artesanal: Los trabajos de manufactura en la época preindustrial eran prácticamente labores de artesanía. El artesano tenía la responsabilidad de interpretar las necesidades específicas de su cliente y encargarse de la manufactura completa de los productos. Es por ello, que el juicio acerca de la Calidad del producto tenía entonces como base la relación personal entre el usuario y el artesano. Esta etapa la ubicaremos hasta finales del siglo XIX (antes de la revolución Industrial). Al artesano lo designaremos con el nombre de **Operador de la Calidad**.

SEGUNDA ETAPA: Calidad en la época Industrial: Esta se inicia a principios de I siglo XX (1900), con el advenimiento de la era Industrial. Los talleres se convierten en fábricas de producción masiva y surge la división del trabajo, en la cual, los grupos de trabajadores son dedicados a tareas semejantes y se centraliza en un grupo de supervisores, la responsabilidad de la Calidad del trabajo de los demás. Llamaremos **Mayordomo de la Calidad**, a éstos supervisores.

TERCERA ETAPA: Control de Calidad mediante Inspección: A raíz de la primera guerra mundial, la producción de artículos en serie crece, lo que origina que el número de personal supervisado por los mayordomos, se incremente, saliendo de su control la supervisión de la Calidad. Por lo tanto surge un departamento especial a cuyo cargo está la tarea de Inspección. **Los inspectores de Calidad tienen como lema "Las piezas malas, no pasarán", la Inspección se realiza al 100 %.**

CUARTA ETAPA: Control Estadístico de Calidad: Las necesidades de la enorme producción en masa requerida por la segunda guerra mundial, imposibilitan la inspección para el control de la Calidad de toda la producción. Por lo cual fue necesario proveer a los superintendentes de herramientas tales como la estadística, el muestreo y las gráficas de control. Se introduce la inspección por muestreo, en lugar de al 100 % de los artículos. Se desarrolla la idea de que los procesos productivos tienen cierto rango de variación natural. Sus principales promotores son Shewhart, Dodge, Roming y Nelson.

QUINTA ETAPA: El aseguramiento de la Calidad: Esta etapa se caracteriza por dos hechos muy importantes, la toma de conciencia por parte de la administración del papel que le corresponde en el aseguramiento de la Calidad y la implantación del nuevo concepto del control de Calidad en Japón. La ubicamos en los años sesenta, y se caracteriza porque la responsabilidad sale del área de producción para incluir a todas las demás funciones. Cuatro son los autores más importantes en esta etapa, Edward Deming, que pone en relieve la responsabilidad que la alta gerencia tiene en la producción de artículos defectuosos; Joseph Juran, investiga los costos de la Calidad; Armand Feigebaum, por su parte, propone que la Calidad es trabajo de todos y cada uno de los que intervienen en el proceso, coordinados por el sistema administrativo, y utiliza el término de Control Total de la Calidad; Philip Crosby, es el promotor del movimiento denominado cero defectos. Por su parte, en Japón Kaoru Ishikawa, desarrolla la filosofía de Círculos de Calidad.

SEXTA ETAPA: La Calidad como estrategia competitiva: En las dos últimas décadas se ha gestado un cambio muy importante en la actitud de la alta gerencia con respecto a la Calidad. Ahora se valora la Calidad como estrategia fundamental para alcanzar competitividad y por consiguiente el valor más importante que debe presidir las actividades de la alta gerencia. La Calidad pasa a ser estrategia de competitividad en el momento que la alta gerencia toma como punto de partida para su planeación estratégica los requerimientos del consumidor y la Calidad de los productos de los competidores.

1.2 IMPORTANCIA Y PERSPECTIVAS DE LA CALIDAD

a) Importancia de la Calidad en la productividad y competitividad nacional e internacional

¿Porqué es importante mejorar nuestra Calidad?

Actualmente para el desarrollo y ejecución de nuestras actividades dependemos de la operación satisfactoria de productos y servicios.

Nunca antes había existido una conciencia por el consumo de productos de alta Calidad; la demanda de la sociedad por productos con durabilidad, confiabilidad, resistencia, seguridad y economía en productos y servicios ha sido explosiva en estas dos últimas décadas.

Satisfacer las necesidades de una sociedad demandante, además de obtener un beneficio son las razones por las cuales estamos en un negocio, en el momento que

dejemos de mejorar y de satisfacer estas necesidades, empezaremos a desilzarnos hacia afuera del mercado.

En la actualidad la Calidad tanto como el precio son determinantes para la toma de decisión de compra, pero finalmente la Calidad es la causa primordial por la cual el cliente regresa.

La manera de mejorar el margen de utilidades, sin la necesidad imperante de invertir en equipo, aumentar precio a productos o realizar contrataciones es mediante la Calidad. La Calidad debe ser la principal preocupación para todo negocio o persona que quiera lograr una ventaja competitiva.

Las empresas que venden productos y servicios de alta Calidad por lo general tienen mayores utilidades que las que ofrecen menor Calidad. La Calidad del producto y la participación en el mercado se relacionan, las empresas que ofrecen productos de alta Calidad generalmente dominan el mercado, teniendo un mayor margen de ganancias. Existen una cantidad considerable de Industrias que debido a prácticas de baja Calidad, están perdiendo Ingresos adicionales durante el proceso o después de que el producto está en el mercado. Los gastos recaen fuertemente sobre el fabricante en forma de costos de Calidad y aún más sobre las ventas totales facturadas, debido a que el consumidor deja de adquirir productos o tiene queja de ellos. El rendimiento sobre la inversión y las utilidades netas como porcentaje de las ventas aumentan a medida que la Calidad aumenta.

A través de un control de Calidad las compañías han logrado disminuciones importantes y progresivas en los costos de Calidad, aumentando sus ganancias y obviamente disminuyendo sus pérdidas y reclamaciones. Así también han manejado la fuerza y confianza de sus productos y servicios lo que les permite mayor penetración en el mercado y una expansión de línea de productos con un alto grado de aceptabilidad del cliente y logrando una estabilidad en sus utilidades y fortaleciendo su crecimiento.

Los beneficios e importancia de la Calidad se pueden conocer haciendo un análisis de el costo de la mala Calidad (más adelante se tocará este tema con mayor detalle). Como lo mencionamos anteriormente es necesario mejorar siempre para mantener a nuestra empresa como líder.

El costo que se tiene por no hacer las cosas bien desde la primera vez es muy alto. No podemos seguir adelante tolerando niveles de defectos, reprocesos, desempeños mediores o conformarnos con un desempeño simplemente superior a lo esperado, debemos buscar siempre la excelencia.

El mejorar debe formar parte de todo lo que hagamos, de nuestra manera de pensar y más que nada de nuestra forma de actuar. Seguir mejorando es parte necesaria de nuestro estilo de vida. Entendamos que la Calidad no es una revolución, sino más bien una evolución. Es en sí un proceso constante y permanente.

b) Precio, Oportunidad, Calidad y Servicio.

La fabricación de los productos a nivel Internacional está siendo afectada por la introducción de nuevas filosofías, métodos y técnicas de manufactura, que están teniendo un efecto dramático en la capacidad competitiva, afectando

substancialmente la función de manufactura y las estrategias de los negocios de las empresas.

Estos desarrollos tienen implicaciones importantes en términos de:

- a. La capacidad de competir internacionalesmente.
- b. La formación de recursos humanos.
- c. El desarrollo tecnológico.

En la actualidad las políticas de desarrollo industrial han cambiado con la apertura de fronteras, la disminución del proteccionismo gubernamental y la incorporación de las nuevas tecnologías de manufactura en la industria; que han ocasionado una crisis en los productos mexicanos, ya que muchos de los productos hechos en México carecen de competitividad, comparados con los extranjeros.

Esta crisis más que un problema, representa una oportunidad y un reto para salir adelante, y las armas para luchar y triunfar son dadas por el desarrollo de una nueva cultura industrial, que se basa en; la utilización de los principios básicos de la ingeniería industrial como integradora de los recursos humanos, materiales y económicos para lograr incrementar la competitividad con productividad, lo que nos permitirá generar un bienestar compartido.

Esta falta de competitividad que padecemos nos da la oportunidad de revisar los valores constitutivos de esta nueva cultura industrial, y forjar con ellos un nuevo ingeniero, con otras características de actitud mental, habilidades y conocimientos necesarios para luchar competitivamente y salir victorioso.

El logro de una mayor competitividad es el objetivo de la evolución, que se está dando a nivel internacional en el área de la Ingeniería Industrial; y la falta de competitividad cada vez más voraz. El hecho de mencionar los que se presentan anteriormente no excluye en forma definitiva algún otro que pueda ser trascendental para la vida de una empresa.

Precio: Bajos costos

Oportunidad: Hacerlo a tiempo

Calidad: Cumplir los requisitos del cliente

Servicio: Garantía y soporte al cliente

Al igual que los seres humanos, las empresas tienen valores desde el punto de vista organizacional. A diferencia de los valores propiamente humanos, los relacionados con las empresas (tecnológicos), son esenciales para permanecer en una competencia cada vez más voraz. El hecho de mencionar los que se presentan anteriormente no excluye en forma definitiva algún otro que pueda ser trascendental para la vida de una empresa.

Los valores tecnológicos, tienen las mismas propiedades que los valores humanos:

Bipolares. - a todo valor positivo corresponde uno negativo, que no es otra cosa más que la negación en la existencia de la contraparte.

Trascendentes. - Sólo se dan con toda su perfección en su propia esencia; pero en su existencia real se dan con una gama muy variada de perfección.

Preferibles. - se inclina hacia cierto valor tecnológico en el momento en que se van captando en la organización.

Objetivos. - no dependen, en su existencia y grado, del conocimiento y juicio que de ellos se tenga.

La industria manufacturera nacional en forma generalizada puede decirse que no tiene los niveles adecuados de competitividad, lo cual la hace vulnerable a la apertura comercial y es importante entender que se trata de revalorizar la función de manufactura de las empresas y de su importancia estratégica en el desarrollo económico, de nuestro país.

Los valores tecnológicos (P.O.C.S.) Están fuertemente influenciados por:

Las nuevas tecnologías para la manufactura, donde observamos que sus impactos en las industrias mexicanas son variables, debiéndose considerar las condiciones del país para seleccionar aquellas que sean de mayor utilidad, por ejemplo; se aprecia que el impacto en la industria y la relevancia de los conceptos y métodos que se agrupan bajo T.Q.C. (control total de la Calidad) y J.I.T. (Justo a tiempo) son inmediatos y generalizados, mientras que las técnicas que se agrupan en C.I.M, (manufactura integrada por computadora), son de impacto más hacia mediano y largo plazo, de difícil generalización, en donde algunos aspectos como C.A.D, (diseño asistido por computadora) ó C.A.M. (manufactura asistida por computadora), son prioritarios, mientras que la automatización altamente avanzada (Robótica), es menos relevante, dada la estructura de costos del país.

1.3 FACTORES QUE DETERMINAN LA CALIDAD

Como se deduce de lo ya leído, las necesidades que se tienen que satisfacer de los consumidores, por parte de los productos, son muy diversas, esto ha desencadenado una proliferación de las características de estos y la conceptualización de la Calidad.

La Calidad de acuerdo para el uso según J.M. Juran se basa en las siguientes características :

- 1) **Tecnológicas.** - Dureza, inductancia, Acidez, etc.
- 2) **Psicológicas.** - Sabor, belleza, estatus, etc.
- 3) **Orientadas al tiempo.** - Confiabilidad, Durabilidad, etc.
- 4) **Contractuales.** - Cláusulas de garantía, etc.
- 5) **Éticas.** - Cortesía, honestidad, etc.

Ha existido una tendencia hacia cuantificar estas características. A través de los años se han desarrollado elementos para medir las características Tecnológicas, que en sí son propiedades de la materia. En este siglo se ha hecho un esfuerzo para poder cuantificar las otras cuatro características.

En general, la Calidad de los productos y servicios está influenciada además, por nueve áreas básicas, lo que se conoce con el nombre de 9 M's, en las cuales nos

apoyaremos para analizar las características mencionadas con anterioridad, para su estudio las agrupamos en:

- 1) **Mercados** (Markets).
- 2) **Dinero** (Money).
- 3) **Administración** (Management).
- 4) **Hombres** (Men).
- 5) **Motivación** (Motivation).
- 6) **Materiales** (Materials).
- 7) **Máquinas y Mecanización** (Machines and Mecanization).
- 8) **Métodos modernos de información** (Modern methods of information).
- 9) **Requisitos crecientes del producto** (Mounting product requirements).

1) **Mercados:** Los mercados crecen en su capacidad y se especializan funcionalmente en bienes y en servicios ofrecidos. Esto requiere que las empresas se hagan mas flexibles y capaces de cambiar la dirección rápidamente.

2) **Dinero:** La competencia en muchos campos de acción, ha reducido los márgenes de ganancia. Con el propósito de mantener estos márgenes o aumentarlos, la empresa se ha visto forzada a invertir en la automatización y la mecanización que han obligado a desembolsos de consideración para nuevos equipos y procesos más modernos; procurando lograr una mayor productividad que favorezca las utilidades de capital invertido.

3) **Administración:** La responsabilidad de la Calidad se ha distribuido entre grupos especializados dentro de la empresa y cada vez involucra más áreas específicas, facilitando así la localización de responsabilidades por defectos que nos apartan de los estándares de Calidad. Facilitando el trabajo a la alta gerencia.

4) **Hombres:** El crecimiento rápido de conocimientos técnicos y la creación de campos totalmente nuevos, han creado gran demanda de hombres con conocimientos especializados. Debido a ser este el factor que consideramos de mayor importancia, puesto que la Calidad es producida por y para el hombre, lo analizaremos más profundamente posteriormente en el capítulo dos.

5) **Motivación:** La creciente complejidad de llevar un producto de Calidad al mercado ha aumentado la importancia de la contribución a la Calidad por parte del empleado. Esto ha llevado a la necesidad de educar a las personas sobre la Calidad y crear en ellas una conciencia enfocada hacia la Calidad. Los trabajadores requieren de refuerzos con un sentido de logro en sus tareas y el reconocimiento positivo de que están contribuyendo personalmente al logro de las metas de la compañía y por lo tanto de ellos.

6) **Materiales:** Debido a los costos de producción y a las exigencias en cuanto a la Calidad, se están usando materias primas y materiales dentro de límites de tolerancia mas rígidos que antes. El resultado ha sido, el llevarnos al cumplimiento de especificaciones mas estrictas en los procesos y productos.

7) **Máquinas y Mecanización:** La demanda de reducción de costos en las compañías y un mayor volumen de producción para satisfacer al consumidor aunado a la automatización hacen mas importante la Calidad que efectivamente haga real esta

reducción y eleve la utilización eficiente y digna de hombres y máquinas a valores satisfactorios.

8) Métodos modernos de información: La rápida evolución de la tecnología computacional ha hecho posible la recolección, almacenamiento, retiro y manipulación de la información en una escala nunca antes imaginada. Situación que proporciona a los administradores información más útil, exacta, oportuna y predictiva que ayuda a la toma de decisiones.

9) Requisitos crecientes del producto: Los avances en los diseños Ingenieriles que exigen un control más estrecho en los procesos de fabricación han transformado a las "cosas insignificantes" en cosas de gran importancia potencial. Dentro de este punto se contemplan todos aquellos factores que no se hayan incluido en los anteriores.

Por otro lado K. Ishikawa por medio del diagrama de "espina de pescado" nos explica que los factores que determinan la Calidad son: Material, Máquina, Medición, y dentro de los factores casuales (proceso) Incluye al Hombre y a los Métodos, reconociendo que el número de estos factores puede llegar a ser infinito contemplando así al medio que lo rodea.

Siendo estos los principales factores que afectan a la Calidad, tomaremos como válidas estas dos últimas concepciones puesto que contemplan la variada gama de elementos que determinarán la Calidad de un producto. Estos factores se tienden a dimensionar de alguna forma, a continuación veremos la manera propuesta en que se hace esto.

a) Dimensiones y Tipos de Calidad

Las dimensiones de la Calidad según J.M. Juran también conocidas como los parámetros de adecuabilidad para el uso se definen de la siguiente forma:

- 1) **Calidad de diseño**
- 2) **Calidad de conformación**
- 3) **Disponibilidad**
- 4) **Servicios de campo**

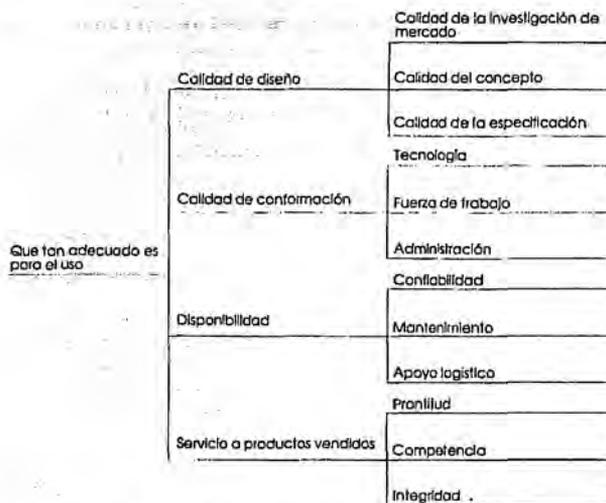


Figura 1.1 Distintos tipos de calidad

1) **Calidad de diseño:** Se determina antes de que el producto o servicio sea elaborado. Por lo general esta se determina por medio de una investigación de mercado, del concepto de diseño y una serie de especificaciones. En el sector industrial esta determinación es responsabilidad del departamento de Ingeniería junto con el departamento de operaciones y mercadotecnia. En el sector servicios esta labor se lleva a cabo por medio de la mercadotecnia también y por las personas que dentro del negocio concliben que servicio se va a ofrecer. Dentro de la Calidad de diseño se debe evitar incurrir en una serie de errores, algunos de los cuales se enumeran a continuación:

- error de enfoque.- esto es a la relación entre la necesidad y el producto. por ejemplo vender helados en el polo norte.
- error básico.- no cumple con el fin específico para el cual cierto producto fue elaborado. Por ejemplo un coche que no camine.
- error de función.- cumple con la función específica pero en forma deficiente. Por ejemplo una pluma que al escribir chorree tinta.
- error de ergonomía.- mala adecuación de los elementos a las necesidades de dimensión del hombre. Un buen ejemplo es una banca que sea tan grande que no podamos apoyarnos en la paleta para poder escribir.
- errores de construcción.- esfuerzos mal calculados. Si al momento de cambiar las velocidades en un coche me quedo con la palanca en la mano.
- errores en los materiales.- cuando se escoge un material que no es apropiado para el producto. Construir un edificio con varilla de un octavo de pulgada, en lugar de una pulgada.

- errores de tipo psicosocial.- el producto está diseñado de tal forma que no cubre una necesidad. Me pongo a vender tortillas a los países nórdicos.
- errores de tradición y cultura.- son aquellos que se encuentran en productos que no son aceptados por convenciones socio culturales. Tratar de convencer de que el narcotráfico es bueno para el desarrollo del mundo.
- errores legales.- atenta contra la reglamentación existente. Copiar una patente vigente,

La Calidad de diseño comprende básicamente como se puede observar, la Calidad de la investigación de mercado que se haga para cubrir las necesidades, la Calidad del concepto de la funcionalidad del producto y la Calidad de la especificación a la que nos tenemos que apegar.

2) **Calidad de conformación:** A grandes rasgos la Calidad de conformación se refiere a elaborar un producto de manera que cumpla con las especificaciones. En forma determinante con la tecnología usada, la fuerza de trabajo y la correcta administración de los recursos. Su medición está en base a la cantidad de reproceso y desperdicio. Se puede decir que esta parte constituye la realidad de la empresa.

Un concepto que sería interesante analizar a esta altura es el de *producibilidad*. Este parámetro mide que tan viable es elaborar un producto con las facilidades y el proceso disponible con nuestros recursos. Esta no puede tener mucha relación con la adecuabilidad al uso para el consumidor externo, pero sí para el consumidor interno.

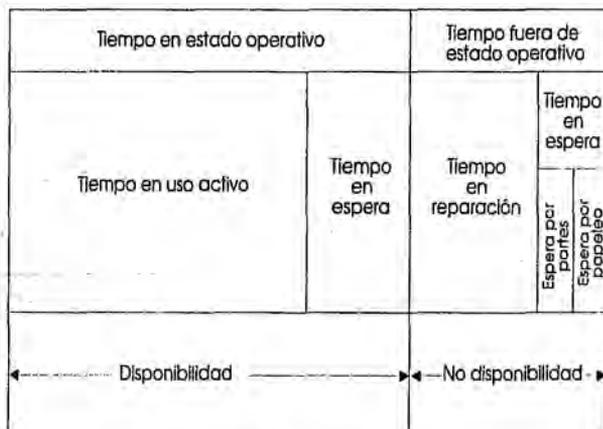


Figura.1.2 Ingredientes de la disponibilidad

3) **Disponibilidad.**- También conocida como las habilidades del producto, orientadas al tiempo, comprenden lo que se conoce como la confiabilidad, el mantenimiento y el apoyo logístico.

Dentro de cualquier sector es muy importante la continuidad de vida de los productos. Para poder brindar esta continuidad, se han hecho muchos esfuerzos para minimizar la tasa de fallas y la forma como se vuelve a dar servicio más rápidamente en el caso de algún contratempo. Un elemento de este esfuerzo se reconoce como la continuidad de servicio en la adecuabilidad para el uso y se encontró una forma de medirlo. Esta es la disponibilidad, estando íntimamente relacionado con el tiempo y se mide en el tiempo en que el usuario, puede estar seguro de su servicio en el momento que lo requiere. En otras palabras, se dice que un producto está disponible si se encuentra en estado operacional y no en paro a causa de reparaciones o mantenimiento.

Tiempo en servicio:

$$\text{El tiempo total de estado operacional} = \text{tiempo en uso activo} + \text{tiempo en estado de espera para ser usado}$$

Tiempo fuera de servicio:

$$\text{El tiempo total} = \text{tiempo en reparación} + \text{tiempo en espera fuera de servicio}$$

Se expresa matemáticamente con la siguiente fórmula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{tiempo en servicio}}{\text{tiempo en servicio} + \text{tiempo fuera de servicio}}$$

En terminología similar se puede expresar como la tasa de:

$$\frac{\text{Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF)}}{\text{TMEF} + \text{Tiempo Medio En Reparación (TMER)}}$$

Confiabilidad.- Si los productos nunca fallaran se tendría una disponibilidad del 100%, pero, sin embargo, los productos sí fallan, así que el subparámetro de la disponibilidad es la ausencia de fallas, para el cual el término técnico correcto es la confiabilidad. La definición clásica de confiabilidad es, "la probabilidad de que un producto funcione sin falla en una función especificada bajo condiciones dadas por un período de tiempo especificado".

Actualmente existe un movimiento nuevo para cuantificar la confiabilidad, este es de igual importancia que el iniciado hace siglos para poder cuantificar las características físicas de los materiales. Una vez que seamos capaces de cuantificar la confiabilidad, se podría científicamente hacer otras cosas relacionadas con esta, como: predecirla, prorratarla, planearla, alcanzarla, probarla, controlarla, mejorarla, etc.

La probabilidad de que trabaje sin falla se puede convertir fácilmente a otras medidas como el Tiempo Medio Entre Fallas (TMEF), tasa de fallas, etc. En sistemas sencillos el cálculo es comparativamente fácil de obtener, sin embargo para sistemas complejos puede no serlo.

La confiabilidad, está directamente relacionada con la Calidad del diseño. La confiabilidad obtenida inherente a un diseño es conocida como "confiabilidad Intrínseca". Sin embargo, la confiabilidad alcanzada es usualmente menor por un medio ambiente no anticipado durante el uso, errores en la Calidad de conformación, mantenimiento inadecuado o retardado, etc. El término de "confiabilidad operacional", se usa algunas veces para distinguir la confiabilidad obtenida de la confiabilidad Intrínseca. La evaluación de la confiabilidad alcanzada requiere de un uso del producto durante un periodo de tiempo, tomar e interpretar datos de su ejecución y fallas durante el tiempo usado.

Mantenibilidad.- La necesidad de servicio continuo en maquinaria, que tiene una vida útil larga, requiere un esfuerzo para mejorar el mantenimiento de las mismas. El mantenimiento puede ser de dos tipos principalmente:

- a) Preventivo o programado.- consiste en evitar fallas que potencialmente puedan existir.
- b) Correctivo o sin programación.- que consiste en corregir algún error que haya provocado que se pare el equipo.
- c) Predictivo.- consiste en determinar el estado de funcionamiento en que se encuentra el equipo en cuestión.

El término mantenibilidad se ha usado como la facilidad con que se le puede dar mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo a una máquina o equipo. También como qué tan rápidamente puede ser puesto nuevamente en marcha un equipo.

Dentro de la cuantificación de la mantenibilidad, existen muchos factores que se involucran. El mantenimiento, requiere tiempo de técnicos, refacciones, suministros sacrificables y otros costos. Se han tomado varios parámetros para medir la mantenibilidad, de estos, los orientados al tiempo, son los más importantes debido a la alta influencia de actividad humana que hay involucrada hasta que se vuelve a tener el servicio.

Los tres factores más importantes que intervienen son:

- Tiempo Medio En Reparación (TMER).
- Probabilidad de reinstalar el servicio en el periodo de tiempo especificado.
- Tiempo medio de reparación programada.

Para estos elementos, se han establecido estándares para las actividades repetitivas que consumen tiempo. La efectividad dentro de este mantenimiento, es muy importante y está altamente influenciada por dos elementos:

- Tecnología de apoyo.- es el fácil acceso, repuestos modulares según las necesidades del usuario, instrumentos especiales e información técnica sobre el producto y su uso.
- Efectividad en el mantenimiento.- disponibilidad de partes, normalmente conocido como el "apoyo logístico".

El contar con esta tecnología de apoyo y este apoyo logístico, es tomado por expertos en la materia como parte elemental de la mantenibilidad.

La terminología en cuanto a la mantenibilidad se encuentra en etapa de evolución y a veces se le divide en dos categorías:

- a) la simplicidad de conducir inspecciones y servicios programados "serviciabilidad". Facilidad de prevenir una falla.
- b) la simplicidad de restaurar el servicio después de la falla "reparabilidad". Facilidad de reparar la falla.

4) **Servicios de campo.**- Representa la garantía de reparación o el reemplazo del producto, después de venderse. Este también se conoce como el servicio al cliente, servicio de ventas o simplemente servicio. El servicio de campo es intangible, puesto que se relaciona con variables como la prontitud, la competencia y la integridad. A pesar de esto se han hecho esfuerzos con jugosos resultados sobre la cuantificación del servicio de campo.

Uno de los departamentos que en las tiendas o empresas tienen mucho que ver con el servicio de campo es el encargado de empaquetar, transportar y almacenar los productos. Esto se debe a que se observó que muchos de los daños a los productos ocurrían durante esta etapa. En los casos que se requiera instalación del producto o servicio, debe ser hecha por una persona calificada y entrenada para así poder extender una garantía de buen funcionamiento.

Muchas de las actividades del servicio de campo están relacionadas con el comportamiento en el mercado, ya sea del producto o de la compañía. Estas actividades incluyen:

- a) Operación de centros de servicio de la misma compañía y los centros de reparación autorizados pero independientes.
- b) Administración de los contratos de servicio con los usuarios.
- c) Entrenamiento de vendedores, personal de mantenimiento y reparación y algún otro necesario para que brinden un servicio con respeto y Calidad.
- d) Asistencia técnica en todas las fases de las relaciones con clientes.

Para poder cubrir esta dimensión de Calidad hay que tener en mente el proceso de compra que el consumidor lleva a cabo y tratar de estar en el mejor lugar posible en el mercado. Este proceso empieza desde antes de la venta, durante la venta y después de la venta ya sea de un bien o servicio.

Después de la venta los factores que más van a afectar al fabricante son las quejas, que estas pueden ser de dos tipos:

- Las que pasan inadvertidas, las cuales logran hacer una mala reputación a la empresa. Estas por lo general se producen en unidades de bajo costo o de garantía limitada a un tiempo corto.
- Las que sí se reportan. Básicamente se producen en productos dentro del periodo de garantía, ya sea que hayan fallado por culpa del fabricante o como suele ocurrir por un mal uso del consumidor. Las quejas también se presentan en productos a los que se les hizo una reparación en base a un diagnóstico equivocado, por consiguiente la falla continúa existiendo. Por lo general estas ocurren con unidades de costo considerable o mayor a las del punto anterior.

De esta manera el cliente espera que cualquier problema sea corregido con prontitud, en forma satisfactoria y con un alto grado de honestidad y cortesía.

David A. Garvin en 1984 publicó en una revista norteamericana un artículo, identificando ocho dimensiones de la Calidad, él las llama: desempeño, características, confiabilidad, conformidad, durabilidad, servicialidad, estética y Calidad percibida. Estas de alguna forma se contemplan en las dimensiones

analizadas por J.M. Juran que se vieron anteriormente; por esto tomaremos como una convención las descritas por Juran.

1.4 Costos de Calidad

La Calidad satisfactoria de un producto y servicio va de la mano con costos satisfactorios de Calidad y servicio.

A través de los años se fueron creando departamentos en la industria para satisfacer las necesidades de Calidad. El gran reto para los jefes de estos departamentos era vender sus actividades a la gerencia. Como el lenguaje a este nivel es de dinero se introdujo el concepto de los costos relacionados a la Calidad, así se originó un lenguaje entre estos jefes de departamentos y la gerencia.

La Calidad insatisfactoria significa una utilización de los recursos deficiente y por lo tanto unos costos mayores, así pues si los recursos se usan satisfactoriamente los costos bajan.

Al asignarle costos a la Calidad y mostrarlos en forma contable, esta se puede administrar y controlarse como si se tratara de cualquier otro costo. Cuando los costos de Calidad pueden ser comparables en importancia a los costos de mano de obra, costos de ingeniería y a los costos de ventas, los costos de Calidad se presupuestan por departamento, se usan en decisiones importantes de inversión de capital y son parte de determinaciones de negocios significativos en las compañías modernas que luchan por mantener y mejorar su posición competitiva.

Los costos de Calidad son los asociados con la creación y control de Calidad así como la evaluación y retroalimentación de la adecuabilidad al uso, confiabilidad y requisitos de seguridad y aquellos costos asociados con las consecuencias de no cumplir con los requisitos de los clientes tanto internos como externos.

OBJETIVOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS COSTOS DE CALIDAD

Los objetivos de evaluación se dividen en dos: **primarios y secundarios**.

Objetivos **primarios** de evaluación son:

1.- Cuantificar el tamaño del problema en forma que impactará a la alta gerencia por dos motivos principales:

- Los costos de Calidad eran mayores a los estimados
- Mientras que la distribución de los costos de Calidad confirman algunas de las áreas con problemas ya conocidos, revela también otras áreas con problemas que no se habían descubierto. (costos ocultos)

2.- Identificar grandes oportunidades para la reducción de costos: los costos de Calidad no son homogéneos, son el resultado de segmentos específicos que son asignables a causas aisladas.

3.- Identificar oportunidades para reducir la insatisfacción del consumidor y las amenazas asociadas sobre el bien vendido. Algunos de los costos de Calidad aparecen en la pgsventa.

Objetivos **secundarios** de evaluación

1.- Expandir los controles de presupuestos y costos. Se hace para cubrir los costos no departamentales por mala Calidad resultado de la Inspección y prueba de la producción en cualquier momento. Esto afecta el presupuesto de todos los departamentos, así pues es conveniente tener un departamento que se encargue de esto (Inspección y pruebas), con su propio presupuesto.

2.- Estimular la mejora de los costos por medio de la publicación. Algunas empresas al publicar sus costos de Calidad provocan una estimulación hacia los jefes de departamento, alentándolos para abatirlos lo más posible.

Dentro de las empresas los costos se contabilizan de tal manera que se dividen en dos áreas principales:

- A. Costos de Control
- B. Costos por Fallas

Costos de prevención	Costos de Control	Costo total de la Calidad
Costos de evaluación		
Costos de fallas internas	Costos de fallas	
Costos de fallas externas		

Figura 1.3 Estructura de costos de la Calidad

A. Costos de Control.- Estos se relacionan con las actividades que eliminan los defectos de la corriente de producción. Esto se puede hacer por: **prevención y evaluación**.

1) **Prevención**. Incluyen los costos necesarios para prevenir defectos en el futuro como, por ejemplo:

- Planeación de Calidad.- estos incluyen el amplio arreglo de actividades que colectivamente crean el plan total de Calidad y los numerosos planes especializados.

- **Revisión de nuevos productos.**- El costo de la ingeniería de confiabilidad y otras actividades relacionadas con el lanzamiento de nuevos diseños.
- **Planeación del proceso.**- los costos de los estados de habilidad del proceso, planeación de Inspección y otras actividades asociadas con el proceso de manufactura.
- **Control del proceso.**- El costo de la Inspección en el proceso y las pruebas para determinar el estatus del proceso (más que para la aceptación del producto).
- **Auditoría de Calidad.**- es el costo de evaluar la ejecución de las actividades en el plan de Calidad.
- **Evaluación de Calidad de los proveedores.**- El costo de evaluar las actividades enfocada a la Calidad de los proveedores anterior a la selección de estos, actividades durante el contrato y los esfuerzos asociados con ellos.
- **Entrenamiento.**- Costo de preparar y llevar a cabo los programas de entrenamiento relativos a la Calidad.
- **Costos abstractos.**- Es lo que se deja ganar por no ofrecer al mercado otros productos más rentables, ni por Ingeniar nuevas aplicaciones a los productos propios. También corresponden a lo que no se obtiene por trabajar la planta a una capacidad menor a la instalada.

2) **Evaluación.**- Estos son los costos en los que se incurren para determinar el grado de adhesión de acuerdo a los requerimientos de Calidad. Lo importante es el trabajo que se hace para determinar estos costos también conocidos como de Inspección. Algunos ejemplos son:

- **Inspección y pruebas de insumos.**- Los costos en que se incurren para determinar la Calidad de los insumos, ya sea por Inspección a la llegada, en el punto de origen o por vigilancia.
- **Inspección y pruebas en el proceso.**- El costo de la evaluación en el proceso del apegamiento a los requerimientos exigidos.
- **Inspección y pruebas finales.**- El costo de evaluación a la adhesión de acuerdo a los requerimientos para la aceptación de los productos.
- **Auditoría de Calidad de producto.**- El costo de hacer auditorías de Calidad a los productos en proceso o finales.
- **Mantenimiento de la exactitud en los equipos de prueba.**- El costo de mantener los equipos de medición y prueba calibrados.
- **Materiales de Inspección, pruebas y servicios.**- El costo de materiales y proveedores en el trabajo de Inspección, pruebas y servicios cuando son significantes.

- Evaluación de Inventarios.- El costo de evaluar productos en el campo o en almacenamiento para evaluar degradación.

B. Costos por fallas.- Estos son los causados por los materiales y productos que no satisfacen los requisitos de Calidad, se miden en dos segmentos principalmente:

- 1) **Fallas Internas**
- 2) **Fallas Externas**

1) **Fallas Internas.**- Son los costos asociados con los defectos que se encuentran antes de transferir el producto al consumidor. Estos son costos que desaparecerían si no existieran productos defectuosos antes del envío al punto de venta. Algunos ejemplos son:

- Desperdicio.- El trabajo, material y sobrantes de productos que económicamente no nos conviene reparar.
- Retrabajos.- El costo de corregir productos para hacerlos adecuados al uso.
- Análisis de fallas.- El costo de analizar un producto que no se encuentre en condiciones de operación, para encontrar la causa.
- Desperdicio y retrabajo del proveedor.- Son los que se acarrearán por tener un producto que no se encuentra en condiciones de operación por culpa del proveedor.
- Inspección al cien por ciento.- El costo de inspeccionar al 100% un lote que se haya encontrado con un nivel inaceptable de defectuosos.
- Re inspección.- El costo de volver a inspeccionar y hacer pruebas a productos que se tuvieron que reprocesar.
- Pérdidas evitables en el proceso.- El costo de pérdidas que ocurren inclusive en producto que se encuentra en buenas condiciones de operación. Por ejemplo poner dos manuales de instrucciones en un producto que lo requiera.
- Degradación.- La diferencias entre el precio de venta normal y precio de venta menor debido a razones de Calidad.

2) **Fallas Externas.**- Estos son los costos asociados con los defectos en los productos ya que se encuentran en manos del consumidor, algunos ejemplos son:

- Cargos por garantías.- El costo de dar reparación o reemplazar productos que se encuentran todavía dentro del período de garantía.
- Aclaración de quejas.- El costo de la investigación y aclaración de quejas atribuibles a productos defectuosos o mal instalados.
- Material regresado.- El costo relacionado con el recibir y reponer un producto defectuoso recibido del cliente. Fletes de las devoluciones.

- Concesiones.- El costo de concesionar a los consumidores debido a productos que se encuentran por debajo de los estándares aceptados o que no se adecúan al uso del consumidor.

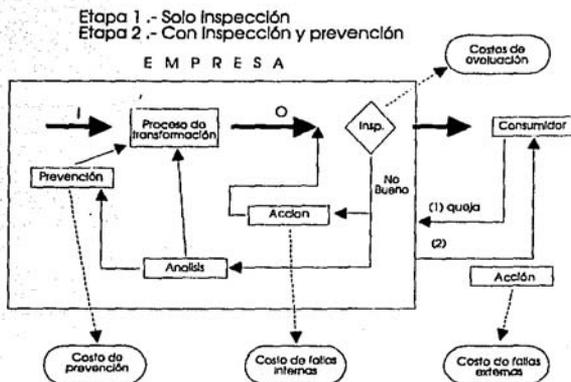


Figura 1.4 Desarrollo del concepto de Calidad

MODELO ECONÓMICO DE LOS COSTOS DE CALIDAD

La distribución de los costos de Calidad se pueden contemplar en la siguiente figura:

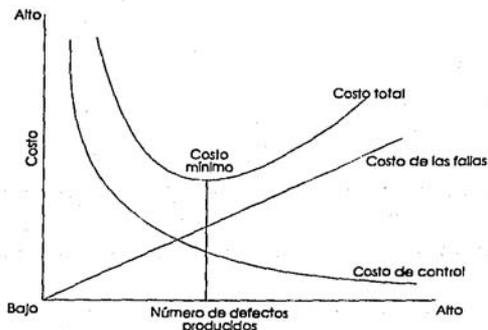


Figura 1.5 Modelo del costo de la Calidad

Como se puede observar, el modelo tiene tres curvas que significan lo siguiente:

- 1) Costos por fallas.- Que son Igual a cero cuando el producto está bien en el 100 % de los casos y tiende a mas del total de la inversión cuando está 100 % defectuoso.

2) Costos de control.- Son igual a cero con un 100 % de defectuosos y van en aumento en medida que exista mayor perfección.

3) Costo total de Calidad.- que es la suma de los dos costos anteriores.

Como se puede observar, existe una región óptima en los costos de Calidad a la cual se debe tratar de llegar. Como se puede observar en la curva de costos totales se encuentran tres áreas principales, las cuales analizaremos a continuación.

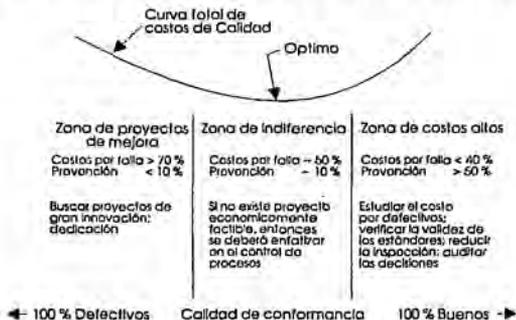


Figura 1.6 Segmento óptimo del modelo de costos de Calidad

1) Zona de mejoramiento de Calidad.- Esta corresponde a la porción izquierda de la figura. Las características que normalmente la distingue es que los costos por falla constituyen más del 70 % de los costos totales de Calidad, mientras que los de prevención, abajo del 10 % del total. En estos casos, hay oportunidades de reducir los costos totales de Calidad mejorando la conformación.

2) Zona de valuación de costos alta.- Esta corresponde al lado derecho de la gráfica y se distingue porque los costos de control (50 %) son mayores a los de falla (40 %). En estos casos también se puede mejorar de las siguientes maneras:

- Comparar el costo de detectar defectos contra el daño hecho si no son detectados.
- Revisar los estándares de Calidad para ver si no están fuera de la adecuación al uso.
- Ver si es posible reducir la inspección por medio del muestreo basado en la experiencia de la capacidad del proceso y orden de fabricación.
- Ver si es posible evitar hacer doble inspección por la toma de decisiones de auditoría.

3) Zona de Indiferencia.- Corresponde a la zona central de la gráfica. Aquí los costos por falla son aproximadamente del 50 %, mientras que los de control son un 10 % del total. El óptimo en esta zona se ha alcanzado por medio de proyectos de Calidad

que vale la pena seguir. Esta es la región óptima de los costos de Calidad a la cual se debe tratar de llegar.

Por último podemos decir que el más importante criterio de evaluación para ver si los mejoramientos de Calidad han alcanzado el límite económico es comparar los beneficios posibles de un proyecto, con los costos que nos acarrea dicho proyecto para alcanzar los beneficios planteados. Cuando no existen proyectos justificables, se ha alcanzado el punto óptimo.

Más adelante, en el capítulo de mejoras de la Calidad, será necesario tomar algunos conceptos aquí mencionados, extendiéndose un poco más en el uso de los costos de la Calidad dentro de cualquier sector.

CAPITULO II. EL PAPEL DEL HOMBRE EN LA CALIDAD

2.1 La Calidad en los Valores Humanos

a) Factor Humano

Como se vio en los incisos anteriores, existen varios factores que determinan la calidad. Todos y cada uno de ellos son importantes y necesarios, pero el más importante de todos, del que nació y que ahora por su causa se derivan una inmensidad de cambios es sin duda alguna el "Factor Humano".

El ser humano juega un papel tan importante dentro de la calidad, que es el principal responsable de todos y cada uno de los cambios que la calidad ha ido sufriendo con el paso del tiempo.

Es por el Hombre, que surgió la calidad y por él mismo que se ha desarrollado y mejorado día a día. El Hombre -con respecto a la calidad- está dividido en dos partes ; el Hombre que la exige y el Hombre que la produce, sin embargo, todo ser humano es parte integral de esta división. Todos queremos productos de buena calidad, pero no siempre lo que ofrecemos, es de la calidad que nosotros mismos exigimos a los demás.

Esta incongruencia es simplemente una falta de educación de todos los que, de alguna manera, participamos activamente dentro de una sociedad organizada. Es de vital importancia cambiar la cultura de nuestra sociedad (si entendemos por cultura : La manera de hacer las cosas por la gente) para lograr así el nivel de vida que todos deseamos.

Es "necesario" preocuparnos por los sentimientos, emociones y valores del Hombre, trabajar mucho para modificarlos, y obtener así, personas con calidad, desde el director de una empresa (principal responsable) así como todo su equipo, administradores, contadores, ingenieros, supervisores, obreros, etc.

Al fin de cuentas un producto de calidad está elaborado por gente de calidad.

b) Motivación, Desarrollo y Superación.

Según F. Dorsch, el autor del famoso diccionario de psicología, motivación es: "el trasfondo psíquico, impulsor, que sostiene la fuerza de la acción y señala su dirección".

El Doctor Mauro Rodríguez Estrada en su libro de "Motivación al Trabajo", la define como: "El conjunto de las razones que explican los actos de un individuo", o bien "la explicación del motivo o motivos por los que se hace una cosa". Su campo lo forman los sistemas de impulsos, necesidades, intereses, pensamientos, propósitos, inquietudes, aspiraciones y deseos que mueven a las personas a actuar en determinadas formas.

Tomando en cuenta, también, que motivación viene de "motivo", y motivo viene del verbo latino "movere, motum", a la motivación se le puede definir como: "Incitar a despertar el interés de las personas a hacer las cosas bien y con gusto", es una manera muy sutil de penetrar en el auto estima de la persona y como tal la motivación debe ser muy cautelosa. El Mexicano tiende a ser independiente y egoísta, ha trabajado para sí mismo durante mucho tiempo y rara vez ha sentido un apoyo. El apoyo es parte activa de la motivación, es necesario que en un principio la gente sienta este apoyo, siendo un respaldo para poder motivarla.

Parece ser entonces, que la motivación se divide en dos partes: La motivación para que la gente se interese a *aprender* a hacer las cosas bien y con gusto y la motivación para que la gente se interese por *desarrollar* las cosas bien y con gusto.

Dentro de la motivación existe una evolución debida a factores internos y externos: Los internos expresan la aspiración básica del ser vivo a crecer, y los externos son sobretodo las influencias educativas que se reflejan en todo tipo de aprendizaje. La motivación es, entonces, producto del aprendizaje, y a la vez causa del mismo, es un proceso de causalidad circular. (Figura del libro)

El desarrollo de las actividades de un individuo está estrechamente ligado con la capacitación previa a éste desarrollo. No podemos exigir que alguien haga algo bien, si la persona en un principio no sabe como hacerlo.

A partir de este punto se derivan las etapas de la superación, que son las siguientes:

Precisar y Enseñar:

- 1) Motivación para *aprender* a hacer las cosas
- 2) Capacitación para hacer las cosas
- 3) Motivación para *desarrollar* las cosas

Medir y Reconocer:

- 4) Desarrollo integral de las actividades
- 5) Exigir un buen desarrollo de las actividades
- 6) Premiar o castigar.

El individuo debe aprender a superarse solo y en equipo, constantemente debe sentirse parte de un grupo, debe entender que su superación o la de algún miembro del grupo conlleva a la superación del grupo mismo. Aprendamos y enseñemos a la gente a no pisotearnos para poder triunfar, sino a pensar que sí "tú ganas yo gano".

c) Filosofía de la Calidad de Vida.

¿Quien no desea tener una buena vida?, si recordamos que un producto de buena calidad es aquel que satisface las necesidades del consumidor, ¿que es entonces Calidad de vida?

Pensemos por un momento que la vida es un producto, un producto terminado que usamos a diario, ¿estamos plenamente satisfechos de ella?, ¿podríamos asegurar, que hasta ahora, nuestra vida ha tenido Calidad?

Como se puede notar, el término *Calidad de vida* es muy independiente, tan independiente como cada uno de nosotros, sin embargo existe un factor común que todo ser humano anhela, el "Sentimiento de bienestar", este sentimiento se acerca mucho a lo que se entiende por *Calidad de vida*.

La vida para un individuo -considerándola como un producto- consta de Infinidad de componentes, y en la medida en que cada una de estas componentes sean de calidad, el producto terminado se irá acercando cada vez más a la calidad Integral (como producto terminado).

Pongamos un ejemplo mas claro : Un automóvil consta de: neumáticos, motor, sistema eléctrico, suspensión, carrocería, etc. Si cada una de estas componentes funciona como la persona espera que funcione y se encuentra satisfecho, se puede decir que el individuo posee un automóvil con calidad y de alguna manera tendrá el "sentimiento de bienestar" del que hablábamos anteriormente. Si en cambio alguna de estas componentes falla o no funciona como debiera, entonces la persona estará experimentando lo que conocemos como *problema*, tendrá que hacer algo por resolverlo y volver al estado de satisfacción en el que se encontraba.

Ahora, si tomamos a la vida como un producto con componentes, que son: los valores, metas, objetivos y acciones. Un producto que se nos fue entregado en el momento de nacer y que seguramente no todas las componentes van a funcionar como esperamos, entonces tenemos que hacer algo por acercarnos lo mas posible al estado de satisfacción que deseamos, para conseguirlo debemos tomar las acciones necesarias para lograr y obtener cosas que nos hagan *sentir bien*, por lo que conseguiríamos nuestra muy independiente calidad de vida.

Casi todas las personas tenemos nuestra propia escala de valores. En esto unos son mas conscientes y otros menos, unos mas consistentes y otros menos. Los valores se van encarnando en metas y las metas en objetivos. Es imprescindible enfocar nuestra calidad de vida hacia valores trascendentes, objetivos y metas que nos lleven a la dignificación del ser humano.

2.2 Teorías sobre la Conducta Humana

a) Teoría de Maslow

Según Abraham Maslow, el hombre trabaja para satisfacer una serie de necesidades, estando estas en un cierto orden jerárquico de importancia. En el momento en que se logra satisfacer el primer nivel de necesidades, surgen otras necesidades de nivel superior, y así sucesivamente.

Maslow sostiene que la continua satisfacción de estas necesidades a medida que emergen es la clave para motivar a los trabajadores para que desempeñen sus tareas y así obtener el potencial máximo de cada uno de ellos.

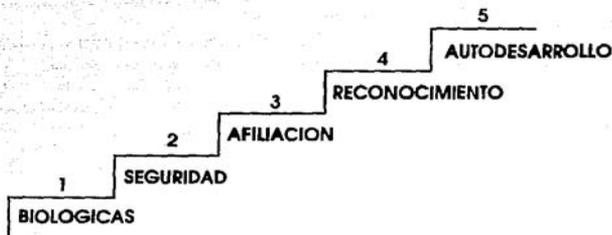


Figura 2.1 Escala de necesidades de Abraham Maslow

Necesidades Fisiológicas:

Es el nivel más bajo de todas las necesidades humanas, y comprende todas las necesidades de supervivencia física: aire, agua, alimentos, vivienda y vestido. Estas necesidades están generalmente satisfechas con un buen salario y no son motivadores dominantes de la conducta.

La forma usual de motivación para la calidad dentro de ésta etapa, es dar la oportunidad de aumentar los honorarios de la persona a base de bonos debido a un buen desempeño.

Necesidades de la Conducta:

Estas surgen en el momento en el cuál las primeras son satisfechas. Los individuos necesitan cierto grado de estabilidad, predictibilidad, consistencia y equidad. Estas necesidades de seguridad los empleados las satisfacen con la estabilidad de un empleo y la consistencia en las políticas de la empresa. Cuando un empleado se siente seguro, está en mejor disposición de intentar cambios y riesgos para ser más productivo y creativo.

En ésta etapa se recomienda motivar a la persona despertando un interés en la seguridad de pertenencia al trabajo; por ejemplo: la calidad conlleva a vender y las ventas crean fuentes de trabajo.

Necesidades Sociales y de Dependencia:

Las personas que han satisfecho sus necesidades fisiológicas y de seguridad, buscarán relaciones afectivas con los demás; tratarán de identificarse como miembros de un grupo y ésta meta la buscan intensamente. Esta necesidad normalmente se satisface para el trabajo, con la familia y en actividades recreativas. Se debe aprovechar ésta necesidad para formar grupos de trabajadores que se identifiquen, que encuentren su lugar como miembros de un grupo de trabajo y participen en la solución de problemas voluntariamente para alcanzar los objetivos generales de la empresa donde trabajan. Los círculos de calidad se motivan basados en la satisfacción de estas necesidades de pertenencia.

Aquí motivaremos al individuo a integrarse a un equipo y a no defraudarlo.

Necesidades de Estima ó Ego:

Las necesidades del ego caen dentro de dos categorías: autoestima y el respeto de los demás. La autoestima incluye necesidades como el deseo de confianza, competencia, logros, independencia y libertad. El respeto de los demás incluye el deseo de reconocimiento, aceptación, reputación, nivel social y apreciación. Buscar el respeto de los demás es una necesidad que aún cuando ha sido satisfecha sigue siendo motivadora. Esta es la diferencia de fondo con las necesidades anteriores y debe utilizarse para motivar a los empleados para que realicen su mejor esfuerzo en el trabajo.

Se busca motivar a la persona reconociendo su esfuerzo por medio de premios, publicidad, etc.

Necesidades de Autorealización:

Esta necesidad de desarrollo, de crecimiento cómo personas y la utilización de todo el potencial personal surge cuando todas las necesidades anteriores están satisfechas y al mejorar la educación de los trabajadores, se presentan niveles más altos de aspiración. Para que puedan desarrollar estas aspiraciones la organización debe crear un ambiente de interacciones y relaciones que mantengan un sentido de valor e importancia personal. Con esto el lugar de trabajo será sano y estará basada en el respeto a los demás.

En esta etapa se le brinda la oportunidad de proponer ideas creativas y de participar en el desarrollo de planes igualmente creativos.

b) Teorías 'X', 'Y' y 'Z'.

Toda decisión o acción administrativa se basa en supuestos teóricos sobre la naturaleza humana y su comportamiento. Al observar las prácticas de los gerentes, Douglas Mc Gregor formuló un conjunto de hipótesis sobre la naturaleza y el comportamiento humanos al que llamó teoría "X". Pensó que estas hipótesis eran la base de las respuestas de la gerencia tradicional a los subordinados.

- Teoría "X":

1. El ser humano en general siente desagrado por el trabajo y si puede lo evitará.
2. Por esta característica de desagrado por el trabajo, la mayoría de las personas deben ser forzadas, controladas, dirigidas o amenazadas con castigos para obligarlas a poner el esfuerzo necesario para la obtención de los objetivos organizacionales.
3. El empleado promedio prefiere ser dirigido; quiere evitar la responsabilidad, tiene poca ambición y sobre todo busca la seguridad.

El desarrollo de procedimientos detallados que dirija a los trabajadores en términos de lo que deben producir y cuándo producirlo, cuándo ejecutar sus tareas y cómo desempeñar las actividades necesarias, todo ello supone que el trabajador no es lo bastante creativo o imaginativo para desarrollar formas mejores de realizar sus labores.

- Teoría "Y":

Mc Gregor, aprovechando el cúmulo de conocimientos sobre el comportamiento humano, elaboró una teoría alternativa fundada en una serie de hipótesis positivas y mucho más válidas. Se llama teoría "Y" y comprende implicaciones muy diferentes para la estrategia gerencial de las de la teoría "X". Las hipótesis de la teoría "Y" son las siguientes:

1. Dedicar esfuerzo físico y mental en el trabajo es tan natural como jugar o descansar. Al ser humano promedio no le desagrada el trabajo; dependiendo de condiciones controlables, puede ser una fuente de satisfacción y se realizará voluntariamente o fuente de castigo en cuyo caso se evitara cuando sea posible.
2. El control externo y la amenaza de castigos no son los únicos medios para lograr el esfuerzo hacia los objetivos de la organización. Las personas ejercerán la autodirección y el autocontrol para servir a objetivos por los cuales se sientan comprometidos.
3. El compromiso con los objetivos esta en función de las recompensas asociadas con el logro de los mismos. La recompensa más significativa, la satisfacción de las necesidades de autorealización y del ego, puede ser producto directo de los esfuerzos encaminados hacia la obtención de las metas de la organización, esto es, el individuo se siente satisfecho y autorealizado en el momento que logra las metas con las cuales se había comprometido, y se considera a ese esfuerzo como parte de la autorealización.
4. El ser humano promedio aprende, en condiciones adecuadas, no sólo a aceptar sino a buscar responsabilidades. El eludir responsabilidad, la falta de ambiciones y la búsqueda de la seguridad son por lo general consecuencias de la experiencia, no características humanas innatas.
5. La capacidad de ejercer un grado relativamente alto de imaginación, ingenio y creatividad en la solución de los problemas organizacionales es un rasgo común y frecuente en las personas.
6. En las condiciones de la vida industrial, el potencial intelectual del ser humano promedio sólo se utiliza en parte.

Estas hipótesis son mas bien dinámicas que estáticas. Indican la posibilidad del crecimiento y el desarrollo personal; destacan la necesidad de una adaptación selectiva más que de una forma de control única absoluta.

En la teoría "X", la gerencia elude responsabilidades, y basa los resultados en la naturaleza de los recursos humanos con los que se trabaja. Por el contrario la teoría "Y" atribuye los problemas directamente a la gerencia, esto es, a las causas y a los métodos de organización y control.

- Teoría "Z":

Por su parte William Ouchi, desarrolla una teoría que él la llama "Z" con base en la carencia que encuentra en las teorías "X" y "Y", de las prácticas que tienen algunas compañías con sus empleados.

Este tipo de Compañías, dedican gran parte de su esfuerzo para crear un ambiente de trabajo con el cual los trabajadores pueden identificar que sus intereses son

similares a los de sus jefes. Hay un marcado énfasis en la calidad del producto, innovación y la satisfacción del cliente. Algunas características de estas organizaciones incluyen participaciones económicas a todos los niveles, sin despidos, prestaciones muy por encima de las que regularmente se otorgan en otras compañías, capacitación, promoción de puestos dentro de la compañía, y un genuino interés en todos los aspectos de bienestar de la vida del trabajador. Mucho del éxito de estas compañías es atribuido a la correcta administración en los recursos humanos en forma creciente y un liderazgo comprendedor.

Se conoce también como la teoría de venta de ideas en donde la responsabilidad recae sobre un líder natural.

CAPITULO III. DISEÑO DE SISTEMAS DE CALIDAD

3.1 El Control de Calidad como un Sistema

a) ¿Qué es Sistema?

Cuando nos preguntamos qué es un sistema, normalmente pensamos en varias acepciones, sobre todo cuando se trata de sistemas administrativos. Algunas personas, apoyadas en las ideas de Frederick W. Taylor, afirman que estos se basan en la eficiencia. Es decir, a través de mejores métodos de trabajo motivados por una recompensa económica, se logra un aumento en la productividad, lo cuál es cierto pero incompleto. "No solo de pan vive el Hombre", como suele decirse, también necesita un trato como ser humano.

La segunda versión es la humanista, y se basa en propiciar el enriquecimiento de los valores del individuo por medio de la psicología en su lugar de trabajo. El mejoramiento en el medio ambiente, seguridad en la empresa y otros aspectos, proporciona una visión más amplia de la que significa una organización.

Existe una tercera versión apoyada en la experiencia de los involucrados, la cuál es indispensable para conocer la situación real de las operaciones; sin embargo, ésta no es suficiente, ya que el futuro no siempre se comportará de igual manera que el pasado.

Debido a que las tres versiones anteriores tratan diferentes aspectos -si bien muy importantes pero incompletas-, las teorías de sistemas pretenden combinarlas para obtener una global que enmarque los mejores elementos de las otras, y minimizar los defectos de cada una de ellas.

Otra característica importante acerca de los sistemas es que estos guardan una relación permanente entre el medio ambiente o entorno y el interior, situación que permite identificar las entradas, salidas y procesos internos. Comprenden, además, dos elementos básicos, que son la planeación y el control (como se aprecia en la figura).

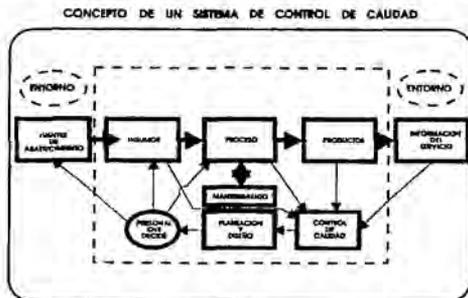


Figura 3.1 Concepto de un sistema de control de calidad

Es preciso señalar que en las organizaciones, algunos sistemas constituyen una parte de otros muy grandes, a esta parte se le denomina subsistema. De ésta manera, se pueden encadenar y analizar operaciones complejas por partes.

En estos anteriores conceptos, un sistema se define como: una combinación de máquinas, personas, métodos y procedimientos organizados para llevar a cabo una o más objetivos y caracterizados por disponer de entradas, procesos, salidas, planes, controles y retroalimentación. Asimismo, un sistema puede consistir en subsistemas relacionados.

b) ¿Qué es un Sistema de Control de Calidad?

Dentro del sentido moderno de la Calidad, se entiende por "control" a la prevención de las desviaciones o errores dentro de un proceso, esto viene a cambiar la idea que se tenía de ser una simple información de desviaciones.

Así pues el cambio de actitud que se debe tomar, es el de prevención en lugar de detección. Este enfoque significa controlar la calidad durante el proceso, o sea, durante la realización del trabajo. Lo que implica enfatizar el control del proceso, prevenir el error y así asegurar la calidad del producto. Esta es la forma correcta de asegurar la calidad, reconoce simplemente que la calidad se construye en el proceso; se hace durante el desarrollo del trabajo, y no el enfoque antiguo de la verificación final del resultado.

Una vez definidas cada una de las partes que enmarcan el concepto de aquello en lo que consiste un sistema de control de calidad, se puede integrar la siguiente definición: La combinación de máquinas y procedimientos organizados para cumplir con los requisitos que el comprador demanda de los bienes o servicios producidos por la empresa a un costo competitivo, de tal forma que cuando se presentan desviaciones, se puedan corregir a tiempo sin alejar a la clientela ni dañar la imagen de la empresa ante la competencia.

c) La Calidad como resultado del Sistema

Cuando una empresa incorpora y hace realidad el concepto de cliente interno (en cuanto a la persona o departamento siguiente dentro de un proceso, en una empresa), los diferentes departamentos se van involucrando en el compromiso por la calidad, con lo que la calidad deja de ser tarea de un departamento específico o de un determinado grupo de personas y pasa a ser responsabilidad de otros. Es de esta manera como la calidad del producto viene a ser resultado de la actitud de toda la empresa, esto es, del sistema mismo.

El control de la calidad es un sistema administrativo que promueve el compromiso de todos por la calidad y coordina el esfuerzo de quienes se han comprometido en el propósito de ofrecer productos que satisfagan las expectativas del consumidor.

El control de calidad comienza en la empresa que se ha comprometido con el, pero poco a poco se va extendiendo a las empresas de los proveedores y a las de servicio de posventa, pues se ve la necesidad de que todos aquellos que en alguna forma tienen que ver con los artículos o servicios que la empresa presta, se comprometan con la

calidad. Dado que el único responsable de llevar a cabo este nuevo enfoque del sistema hacia la calidad es la alta gerencia; por eso, el control de calidad solo puede ser introducido si la administración se compromete a ello.

En la medida que se va estableciendo el sistema administrativo de control de calidad, nace la necesidad de crear estructuras y mecanismos especiales que apoyen la puesta en práctica de las metas de calidad y que vigilen su cumplimiento.

3.2 Estructuras Organizacionales para el Control de Calidad

Los organismos de las empresas e instituciones se construyen generalmente indicando las diferentes funciones que se dan en una empresa (planeación de producto, diseño de producto, preparación de la producción, compras, fabricación y ventas) y representando en forma descendente los diferentes grados de mando que se dan a partir de la alta gerencia.

Dado que la calidad, en sus tres variables de calidad, costo y programación, es en el nuevo sistema administrativo estrategia corporativa que debe haber contacto dentro de todo el sistema. Es necesario introducir estructuras y mecanismos que atraviesen en línea horizontal el esquema organizacional de la empresa, para que sean los canales a través de los cuales los requerimientos del cliente, las exigencias de la calidad y la filosofía del mejoramiento continuo se hagan presentes en las actividades claves de la empresa.

a) Estructuras y Mecanismos de apoyo para el Control de Calidad

Algunas de estas estructuras y mecanismos son:

- 1. Los organismos Interfuncionales**
- 2. Las auditorías de calidad**
- 3. Los círculos de calidad**

1.1. Los organismos Interfuncionales

El objetivo de estos organismos, es hacer realidad las metas de calidad de la empresa. Estos constituyen nudos que arman la trama de la organización y su misión específica es:

- Coordinar el desarrollo de las metas de calidad establecidas por la alta dirección; despliegue que se debe llevar a cabo en las diferentes etapas del proceso y en los diferentes niveles de mando. Este despliegue consiste en identificar las medidas o procedimientos, mediante los cuales dichas metas de calidad se pongan en práctica en un departamento específico y en un determinado nivel de mando;

- y verificar que las medidas o procedimientos establecidos se lleven a cabo.

En esta forma, los organismos Interfuncionales constituyen una valiosa ayuda para alcanzar las metas establecidas por la alta gerencia con respecto a la calidad, y para llevar a la práctica la filosofía del mejoramiento continuo.

Dichos organismos, además, pasan a ser estructuras de comunicación Interdivisiva, con las que se suprimen las barreras Interdepartamentales, se coordinan los esfuerzos, se

disminuye el seccionalismo y se mejoran las relaciones entre los diferentes grupos humanos.

Estas estructuras de comunicación deben estar presentes en todos los departamentos, desde el de planeación hasta el de servicio al cliente.

Los organismos interfuncionales deben estar constituidos por personas pertenecientes a los diferentes departamentos. El número de sus integrantes debe ser reducido (generalmente 5 integrantes), a fin de que dichos organismos operen con flexibilidad. En la siguiente gráfica se presenta la forma como intervienen los organismos interfuncionales

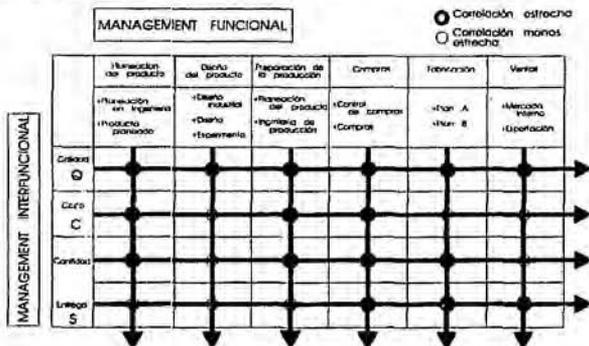


Figura 3.2 Organismos Interfuncionales

2. Las auditorías de calidad

La auditoría de calidad se lleva a cabo tomando, de tiempo en tiempo, muestras del producto, ya sea dentro de la empresa misma o en el mercado.

Esta auditoría verifica la calidad del producto para ver si este satisface a las necesidades del consumidor. Sirve para corregir los defectos del artículo, si los tiene, y para hacerlo más atractivo.

Además de la auditoría anterior, se debe implantar la auditoría de control de calidad. Esta es una auditoría destinada a revisar la forma en que se lleva a cabo el control de calidad. Determina si el sistema administrativo del control de calidad está funcionando bien; y permite a la empresa tomar medidas preventivas para evitar que se repitan los errores graves. Es un examen del sistema mismo y de la forma como está operando. Sus funciones son principalmente de diagnóstico y consejo.

La auditoría de control de calidad puede ser externa o interna, según que los auditores sean personas ajenas a la empresa o pertenezcan a ella.

Todos estos mecanismos van a funcionar para poder facilitar la comunicación dentro de la empresa, y además para poder ubicar las condiciones del programa de calidad. Así se crea un lenguaje común dentro de la organización, y una forma de trabajo complementaria en todas las áreas.

3.- Círculos de Calidad

Muchos de nosotros tenemos problemas. A veces la solución está en nosotros, nuestras familias, nuestros grupos de trabajo, o en nuestra comunidad. En el trabajo, es la compañía quien normalmente elige al representante en el proceso de solución de problemas. Los círculos de calidad presentan una perspectiva diferente, hacen que los empleados y la gerencia trabajen juntos para la solución de problemas.

Un círculo de calidad es un grupo pequeño de personas relacionadas en una misma área, que se reúnen regularmente en horas de trabajo, básicamente para detectar la causa de algún problema, determinar las soluciones, para luego proponerlas a la gerencia, y una vez aprobadas ponerlas en práctica.

Los integrantes de este grupo, se preocupan en forma continua por desarrollarse personalmente y en grupo y por llevar a cabo, con participación de todos los miembros, el control y el mejoramiento del área de trabajo.

Dentro de los círculos de calidad se fomenta la creatividad, la Inteligencia y la experiencia de cada uno de los participantes. Por otro lado, está demostrado que al trabajar en equipo, el poder creativo y la Inteligencia generada, en base al diálogo y las experiencias propias compartidas alcanza resultados superiores que el esfuerzo individual.

Un supervisor se ofrece voluntariamente para iniciar el círculo de calidad. Previamente recibe un entrenamiento en las técnicas que se van a usar en el círculo. Luego el supervisor presenta el programa a su personal y solicita voluntarios que deseen participar. El líder entrena a los miembros voluntarios en reuniones semanales. Los miembros se ayudan entre sí en el aprendizaje de las técnicas solucionando problemas reales en sus áreas de trabajo.

Es importante aclarar que todos los miembros participantes del círculo deben ser voluntarios, de ésta manera se asegura la sincera participación de cada uno de ellos y el muy probable éxito del conjunto. De alguna manera las máquinas y los animales son distintos del hombre, y la primera diferencia se encuentra en el hecho de que los seres humanos tienen voluntad propia y pueden actuar guiados por ella.

Con estas reuniones periódicas, los empleados pueden expresar sus ideas que antes nadie atendía, viendo estimulada su creatividad tratan de proponer soluciones innovadoras. Está comprobado que el poder de la creatividad aumenta con la confrontación de las ideas. Así pues, la creatividad y el poder de innovación vendrán solos, si se procede correctamente con el programa de formación de los círculos de calidad.

b) Políticas y Objetivos

Políticas

Todas las organizaciones tienen en mente (o por escrito) algunos principios, creencias, etc., las cuales son las guías para el manejo de la conducta. Estas guías, descansan sobre bases éticas y filosóficas. Se refieren a hechos importantes, son el resultado de un proceso de reflexión y están planeadas a largo plazo y para actuar como estabilizadoras. A estas prácticas se les conoce como políticas.

Nótese que la palabra "política" no ha sido estandarizada como un significado. En diversos organigramas dentro de las compañías y en los procedimientos para el control, estas se encuentran recopiladas en un manual que se le conoce como "Manual de Políticas" o "Manual de Políticas y Procedimientos".

En pequeñas organizaciones donde una persona toma todas las decisiones, estas guías de conducta están literalmente en mente. Esta persona opera de acuerdo a un código de conducta no escrito. Cualquiera que desee descubrir este código deberá deducirlo de los resultados observados.

A medida que una organización crece, más y más gerentes se comprometen a tomar decisiones importantes. Estas decisiones afectan a numerosas personas dentro y fuera de la empresa, incluyendo a los mismos gerentes. A menos que haya consistencia en dichas decisiones, no podrá haber forma de predecir, tanto la gente dentro y fuera de la empresa no sabrá qué esperar. Una forma impersonal de crear esta predictibilidad es analizar detenidamente, escribir y publicar las políticas las cuáles se convierten en las bases para las conductas consistentes.

Existen algunas ventajas en cuanto a tener políticas escritas. A continuación mencionaremos algunas:

- Proveer a las personas fuera y dentro de la empresa una forma nueva y superior de poder predecir el comportamiento de la misma.
- Compromete a la organización a pensar en problemas orientados hacia la calidad con una profundidad nunca antes alcanzada.
- Se establece legitimidad y puede ser comunicada en una forma autoritaria y uniforme. Las políticas que no se establecen en altos niveles pueden ser establecidas por niveles bajos.
- Provee bases para la administración por políticas acordadas más que por crisis u oportunismo.
- Permite que se audite a las prácticas que van en contra de estas políticas.

Igual que existen ventajas, también hay la contraparte. Principalmente se puede decir que las políticas llevan demasiado tiempo y trabajo establecerse o cambiarse. Por lo general esto se hace a los niveles más altos de la organización. Las personas en estos niveles obviamente procuran evitar el involucrarse en un trabajo tan minucioso de un sinnúmero de juntas.

Por otro lado hay quien piensa, y con razón, que las políticas por escrito son poco flexibles y limitan a la innovación. Estas políticas están creadas para orientar que es lo que se debe y lo que no se debe hacer. Sin embargo, en la mayoría de las organizaciones, las políticas son consideradas como guías y se está consiente que las condiciones existentes pueden cambiar y esto se traduce en el abandono de algunas políticas previamente establecidas.

A medida que una compañía crece a tal grado abarca muchos mercados y productos, evidentemente las políticas que se habían creado desde un principio deben modificarse para establecer las nuevas actividades de la compañía. Este problema se resuelve

creando diversos niveles de políticas de calidad. Estas se conocen como "Políticas de Calidad Corporativas".

En compañías grandes es muy común que la corporación necesite que en cada nivel se establezcan políticas específicas según se vayan necesitando, y siguiendo los lineamientos establecidos por las políticas corporativas. Estas nuevas políticas se conocen como divisionales. Es muy común el pedir a las divisiones que:

- Preparar un plan formal de Aseguramiento de Calidad.
- Publicar un Manual de Calidad que incluya planes formales, la definición de responsabilidades, los organigramas, los procedimientos, etc.
- Conducir auditoría para determinar la extensión para los cuales los planes son adecuados y son llevados a cabo.

Las políticas como ya se mencionó se establecen por los más altos niveles de la organización. Los altos ejecutivos requieren lógicamente, que sus subordinados inmediatos, revisen las propuestas formuladas. De esta manera todo el personal participa en el establecimiento de estas.

En el proceso de formulación de políticas de calidad se debe definir a dónde queremos llegar dentro del mercado específico en que se encuentra la compañía con el fin de determinar si se va a:

- 1.- Ser el líder reconocido de calidad en el mercado ("liderazgo único")
- 2.- Ser una de las mejores compañías ("liderazgo compartido")
- 3.- Competir con la mayoría de las industrias ("respetabilidad")
- 4.- Adecuarse a la calidad para asegurar costos mínimos y precios bajos ("adecuación")

Objetivos

Un objetivo, es un blanco fijado al cuál debemos de orientar todos nuestros esfuerzos. Un objetivo de calidad es un blanco fijado hacia la calidad. Una "meta" se reconoce como un sinónimo de un "objetivo".

El concepto de objetivos se usa ampliamente, y ese uso se extiende al manejo de la calidad. Bajo este concepto los gerentes establecen objetivos que más tarde se escriben y así se convierten en las bases de la planeación para obtener resultados. El concepto es efectivo, porque los objetivos bien definidos:

- Ayudan a unificar el pensar de todos los involucrados.
- Tienen el poder dentro de ellos que estimula hacia la acción
- Son un requisito necesario para operar en base a planes en lugar de reaccionar a las crisis
- Permite una comparación subsecuente del desempeño en contra de los objetivos.

Existen diferencias entre políticas y objetivos, como se puede ver en la tabla a continuación

Características	Objetivos	Políticas
Referencias	Rango de actividades amplio	Extensas, Gerenciales
Formuladas por	Varios niveles de organización.	Gerencia media y especialistas
Lenguaje	Por lo general numérico; comúnmente relacionado con itinerarios.	Narrativo.
Aprobación a	Varios niveles	Altos niveles
Duración	Limitada, revisada periódicamente	Ilimitada; se extiende por años, incluso décadas

De la experiencia de algunos autores se concluye que un objetivo de calidad debe tener ciertas características y este debe ser:

- 1.- Medible: los objetivos que se expresen numéricamente se pueden comunicar con precisión.
- 2.- Óptimos en cuanto a resultados globales: Los objetivos que no optimicen la ejecución de varias actividades pueden afectar a la ejecución global.
- 3.- Todo Incluyentes: Las actividades para las cuales se crearon objetivos tienden a tener mayor prioridad y se descuidan el resto de actividades.
- 4.- Mantenibles: Los objetivos deberán ser en forma modular de manera que los elementos sean revisados fácilmente.
- 5.- Económico: El valor de alcanzar los objetivos deberá ser mayor al costo de establecerlos y administrarlos.

No se debe prestar importancia a los criterios como son percibidos por aquellos que trabajan para alcanzar tales objetivos. Para aquellas fuerzas operantes, estos deberán ser:

- 1.- Legítimos: Los objetivos deberán tener nivel oficial indudablemente.
- 2.- Comprensibles: Los objetivos deberán expresarse de manera clara, utilizando un lenguaje simple e idealmente en el lenguaje que usen aquellos que desean alcanzar los objetivos.
- 3.- Aplicable: Los objetivos deberán adaptarse a las condiciones de uso o deberán ser suficientemente flexibles para adaptarse a las condiciones de uso.

- 4.- Que valgan la pena: Alcanzar un objetivo debe ser considerado como un beneficio para aquellos quienes hicieron el trabajo directamente así como para la organización la cual estableció el objetivo.
- 5.- Alcanzables: Deberá ser posible para cualquier persona alcanzar los objetivos aplicando un esfuerzo razonable.
- 6.- Equitativos: Como el trabajar por objetivos es usado frecuentemente para otorgar méritos, estos objetivos deberán tener el mismo grado de dificultad para alcanzarlos.

Existen ciertas bases para establecer los objetivos de calidad; por ejemplo, historia, estudios de ingeniería, mercado y mandatos. Cada uno de estos (y otros) tiene sus méritos y sus deficiencias.

-Base Histórica: La ejecución histórica es ampliamente utilizada para establecer objetivos de calidad. En las áreas de manufactura se utiliza para planear la cantidad de material que se debe ordenar, cuanto equipo utilizar, cuantos trabajadores, etc. En el área de servicio, se utiliza de manera similar usando como experiencia los casos de fracaso anterior para planear la intensidad de energía destinada a el tamaño de la fuerza de personal de soporte y en su caso, el inventario de piezas de repuesto. En otras áreas funcionales, se utilizan los datos históricos en forma de índices de error para la planeación futura.

La base histórica para establecer un objetivo, es muy atractiva para las fuerzas laborales, que enfrentan el problema de alcanzar objetivos en un futuro. Una de las razones principales es que este objetivo tiene cierta credibilidad, por sus fundamentos de obtención.

De todos estos beneficios de las bases históricas, pueden esconder fácilmente las debilidades latentes, se podría estar perpetuando un nivel muy pobre de productividad. Esto de hecho a llegado a tener lugar en gran escala.

-Estudios de Ingeniería como Base: Por estudios de Ingeniería nos referimos a la recolección y análisis de datos. Los resultados de éstos objetivos de calidad se expresan en unidades de medida técnicas y toman la forma de tolerancias limitantes.

A pesar de la superioridad inherente de este enfoque científico nos seguimos encontrando con serios problemas para alcanzar los objetivos establecidos. Estos problemas son fáciles de encontrar dentro de las debilidades de la empresa. Esto se debe básicamente a los grupos heterogéneos con los que se enfrenta la empresa. Para minimizar estos problemas se debe pensar en conectar un puente de comunicación entre estos grupos heterogéneos.

-El Mercado como Base: Otra base importante para establecer objetivos de calidad es el mercado. Este se define como el conjunto de comportamientos en una sociedad competitiva. Algunas razones para usar el mercado como base son las siguientes:

- 1.- Los objetivos dentro del mercado son fáciles de obtener bajo condiciones operantes. La prueba está en que otros ya lo están logrando.

- 2.- Si no estamos satisfaciendo los niveles mínimos de calidad en nuestros clientes, ellos nos lo harán saber. Pero para entonces, esto, puede ser demasiado tarde.
- 3.- Debe existir una señal de alerta temprana de que estamos a un nivel bajo competitivamente hablando para poder tomar alguna acción correctiva a tiempo.

Para obtener la información del nivel de calidad en el mercado, esta se debe obtener de los productos de la competencia.

3.3 Etapas de la Calidad

Las etapas del control de la calidad giran alrededor de la producción y procesos de servicio, y un medio para distinguirlas entre sí, muestra que hay cuatro clasificaciones naturales en las que caen.

La primera etapa puede denominarse control de nuevo diseño. Esta, comprende todos los esfuerzos atrás de un producto nuevo, cuyas características mercantiles han sido seleccionadas; cuyos parámetros de diseño y confiabilidad se han establecido y comprobado por medio de pruebas típicas; cuyos procesos de fabricación se han planeado y costado inicialmente y cuyos estándares de calidad han sido especificados. Los diseños del producto y del proceso son revisados para eliminar posibles motivos de dificultades en la calidad, antes de que se proceda a la fabricación, con el fin de lograr un mantenimiento mejor y eliminar tropiezos en el aseguramiento de la confiabilidad del producto. En el caso de producción en cantidades y en volumen, el control sobre el nuevo diseño termina cuando los trabajos piloto han comprobado un comportamiento satisfactorio en cuanto a producción; en cuanto a producción por lotes, la rutina termina en el momento en que se inicia la producción de las partes componentes.

La segunda etapa del control de calidad consiste en el control de la materia prima adquirida. Esta comprende los procedimientos de aceptabilidad de materiales, de partes y componentes comprados a otras compañías, o tal vez, que provengan de unidades de la misma compañía. Con frecuencia, el control sobre el material se aplica a partes producidas en un área de la compañía para ser empleadas en otra área.

Se establecen especificaciones y estándares como normas de aceptación de materias primas, partes y componentes. Se aplican varias técnicas de control de calidad a fin de lograr la aceptación a niveles más económicos. Estas técnicas incluyen a la evaluación de calidad de los vendedores; la certificación de venta de materiales o de componentes; muestreo de aceptación y pruebas de laboratorio.

Una vez que los diseños han sido enviados a producción y que se han recibido las herramientas, materiales, partes y componentes, entra en juego el tercer elemento conocido como control del producto. El control del producto implica el control de los productos en el sitio de la producción para que las correcciones que deban aplicarse se lleven a efecto con oportunidad y eviten la manufactura de productos defectuosos. No solamente comprenden los materiales y las partes elaboradas, sino también alcanza a los procesos que imprimen en el producto las características de calidad, durante su elaboración. El control trata de proporcionar un producto que cumpla su cometido satisfactoriamente durante el término de vida que se le supone y en las condiciones que será usado. Por tanto, abarca actividades de calidad después de la producción y en el

campo de servicio al producto que garantiza al consumidor que el producto cumplirá con sus funciones, satisfaciendo por ende las necesidades demandadas por esta persona.

La cuarta etapa del control de la calidad corresponde a los estudios especiales sobre el proceso, que se refiere a investigaciones y pruebas que ayudan a localizar causas que dan origen a un producto defectuoso y proporciona una acción correctiva permanente. Gira hacia mejoras en producto y proceso, no sólo en las mejoras de las características de calidad, sino también reduciendo costos.

En la figura se muestra cómo encajan estos cuatro principios del control de calidad con el proceso de producción.

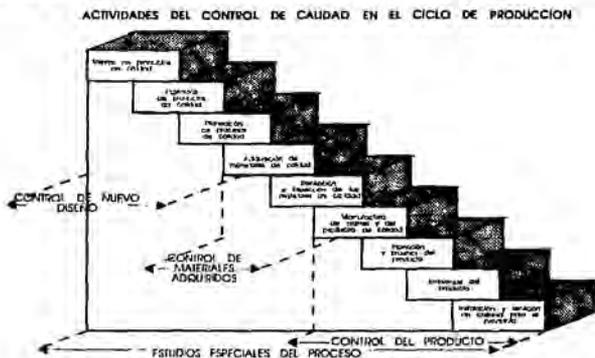


Figura 3.3. Actividades del control de la calidad en el ciclo de producción

a) Control de Nuevo Diseño (Desarrollo e Innovación Tecnológica)

El control de nuevo diseño, comprende el establecimiento y la especificación de la calidad deseable de costo, calidad de realización, calidad de seguridad y calidad de confiabilidad del producto, para la satisfacción esperada del cliente, incluyendo la eliminación o localización de causas de deficiencias en la calidad, antes de que la producción formal se inicie.

Las técnicas en uso en el control de nuevo diseño incluyen, un análisis de la función del producto, investigación de calidad, pruebas ambientales y de uso final, clasificación de características de la calidad, establecimiento de niveles y de estándares de calidad, estudios de capacidad de los procesos, análisis de tolerancia, análisis de las posibilidades de lograr la calidad, moda de errores y análisis de efecto, revisión de diseño, prototipo de suministros, prototipo de pruebas, establecimiento de parámetros de proceso, valuación del producto, estudios de seguridad, revisión del proceso de fabricación, establecimiento de los estándares de confiabilidad, desarrollo de posibilidades de mantenimiento y estándares de posibilidades de servicio, y pruebas piloto.

El aseguramiento de la satisfacción de la calidad del cliente debe iniciarse durante el desarrollo del nuevo producto. Cuando se planea un nuevo producto y se inicia un nuevo

diseño, tanto como una nueva oportunidad importante en el mercado, habrá un riesgo potencial para la calidad de la compañía. Debido a esto, debe haber una serie estructurada completamente de actividades para minimizar este riesgo y para asegurar la calidad del nuevo diseño para satisfacer al cliente en el mercado.

Con frecuencia en el pasado los riesgos de calidad de nuevos productos y el beneficio en el mercado del nuevo liderazgo en la calidad del producto ha sido sólo casualmente identificado por algunas compañías y en ocasiones hasta ignorada. Aún cuando se reconozca, las actividades de control relacionadas algunas veces no han sido lo suficientemente profundas o completas o suficientes para un aseguramiento efectivo. Sin embargo, la experiencia industrial muestra que la aceptación del cliente del nuevo producto depende en gran parte sobre la calidad del diseño, en realidad, las ganancias y el éxito de compañías pueden en última instancia basarse sobre la reacción del mercado hacia el diseño de calidad de sus ofertas de productos.

Para que resulten completamente efectivas las actividades del control del nuevo diseño en una compañía se debe establecer una rutina definida y mantenerla dentro del cuadro general del plan total del sistema de la calidad de la compañía. Básica para la operación de esta rutina es la decisión que debe tomarse en el plan de sistema de calidad de la planta y compañía en lo referente a la clasificación de nuevos productos que deberán quedar sujetos a esa rutina del control del nuevo diseño. En muchas plantas se incluyen a todos los productos nuevos dentro de esa rutina; otras incluyen únicamente a aquellos productos que sean nuevos en el concepto de su desarrollo o bien, los más costosos o que se vayan a producir en muy grandes cantidades.

b) Control de Materiales Adquiridos

El control de materiales adquiridos implica el recibimiento y almacenamiento, a los niveles más económicos de calidad, de solo aquellas partes cuya calidad se conforma a los requisitos especificados, con énfasis sobre la más completa responsabilidad práctica del vendedor.

Hay tres fases en el control de materiales:

1. Establecimiento de encuestas, responsabilidad y vigilancia orientadas hacia el vendedor.
2. Control sobre materiales y partes recibidas de fuentes externas.
3. Control sobre materiales y partes procesadas por otras plantas de la misma compañía o en otras divisiones de la planta.

Las técnicas usadas en el control de materiales adquiridos incluyen valuaciones de capacidad del vendedor; planes de promedio del vendedor; certificación de la calidad por parte del vendedor de materias, partes y componentes; delineación clara de los requisitos de calidad; procedimientos de inspección y pruebas, incluyendo el uso de válvulas, estándares y equipo especializado de información de calidad; elección de planes económicos de muestreo para ser usados en niveles específicos de calidad; y medidas de desempeño e inspección.

Se compran muchos tipos de materiales, componentes y subensambles por las compañías, y esto contribuye a la última confiabilidad y seguridad del producto final en uso. Estos materiales, partes y ensambles recorren la gama desde hojas de acero, fundiciones y forjaduras hasta partes maquinadas, fluidos, cintas y hardware, y un arreglo de aparatos electrónicos, como circuitos integrados, asistencias y circuitos impresos.

Con los productos actuales cada vez más complejos, la calidad de estos materiales comprados se hace cada vez más importante. Si un problema de seguridad en el campo ha sido ocasionado por una parte o componente hecho por alguien más, es de poca consuelo para el productor que se enfrenta a quejas crecientes de los clientes, gastos en garantías que rebajan sus utilidades, o la obligación de seguir y retractar grandes números de producto a la fábrica. Las actividades para asegurar una calidad consistentemente alta de los materiales básicos comprados es, por lo tanto, esencial en los programas de control de calidad.

La segunda tarea del control de calidad, el control de materiales adquiridos, trata con técnicas para lograr el objetivo del control mientras que evita esos extremos y establece lo que podría considerarse como una sociedad comprador-vendedor. Después de que la actividad de control de nuevo diseño a resultado en la especificación de un producto bien diseñado, las técnicas del control del material adquirido toman la tarea de ver que materiales de la calidad apropiada estarán disponibles para usarse durante la fabricación real de un nuevo producto.

c) Control de Producto

Comprende el control en el lugar mismo de la elaboración y continuando hasta el área de servicio, de modo que la discrepancia con las especificaciones de la calidad pueden ser corregidas, evitando la fabricación de producto defectuoso y que, en consecuencia, el servicio en el campo de aplicación sea convenientemente logrado, para asegurar la provisión completa de la calidad esperada para el cliente.

Existen tres fases para el control del producto:

1. Control del maquinado o del proceso de partes/componentes.
2. Control de ensambles y de empaques de lotes.
3. Control de servicio al producto del cliente.

Las técnicas usadas en el control del producto, incluyen una implementación de un plan completo para el control de la calidad durante el proceso y aceptación del producto final; estudios de la capacidad del proceso; proceso de muestreo; técnica de gráficas de control; control de herramienta y accesorios; calibración del equipo de información de la calidad; instrucción y adiestramiento de operadores; análisis de quejas; análisis de los costos de la calidad; y técnicas de servicio en el campo de aplicación.

El porcentaje de los costos de fallas internas sobre los costos programados para la mano de obra directa, en muchas plantas, muestra un carente control de calidad del producto durante su manufactura.

Los elevados costos de inspección de piezas o materiales manufacturados, puede ser la evidencia de un control inapropiado. El aumento en la estimación de los costos, en

algunos lugares se justifica como el reflejo de un buen control de la calidad para el producto.

Sin embargo los altos costos de evaluación y el aumento en los costos por fallas internas, pueden indicar que solo una parte del control se ha aplicado sobre la calidad, es decir que piezas y materiales defectuosos son "atrapados" antes de llegar a manos del consumidor. Más penoso es aún para muchas plantas los problemas que se presentan cuando éste material insatisfactorio ya se ha entregado a los consumidores. Como resultado de estas situaciones se tienen las numerosas reclamaciones del consumidor y el aumento de los costos por fallas externas, que dan como resultado el completo reemplazo de ese material o la necesidad de su reparación o atención.

En resumen, la importancia sobre la prevención y el control en el origen de la producción se puede apreciar fácilmente. El producto cuya calidad se mantiene baja durante la producción, se enfrenta a una gran posibilidad de aumento en las pérdidas por manufactura, aumento de costos por su inspección y pruebas, y aumento de los costos para satisfacer las demandas durante su servicio. Por el contrario para los productos cuya calidad sea elevada durante su manufactura representará una situación menor. Existe la posibilidad de que éste artículo experimente un buen registro sobre las pérdidas costos y reclamaciones.

d) Estudios de Procesos Especiales (Globalización del Mercado)

Están formados por la conducción de investigaciones y de pruebas, a fin de localizar causas que motiven producto defectivo y se determine la posibilidad de mejorar las características de la calidad, y para asegurar que las mejoras y acciones correctivas sean permanentes y completas.

Las técnicas empleadas en este tipo de estudios, consisten en gran parte en la aplicación especial de los métodos estándar (herramientas estadísticas), usados en otros trabajos de control de la calidad junto con el uso de métodos especiales.

Estos estudios están orientados principalmente hacia los problemas de la calidad únicos que se presentan eventualmente y que requieren la intervención de varios grupos orgánicos de la compañía. Así mismo se emplean para muchas de las investigaciones iniciadas en las oficinas de producción, de manufactura, o servicios en el campo o por otros grupos, con el fin de determinar la posibilidad de mejorar las normas de calidad de los productos actuales, o sobre instalaciones.

Se requieren dos factores fundamentales para todos los estudios especiales de proceso:

1. Coordinación de los esfuerzos de la compañía a fin de utilizar todos los recursos disponibles para el problema, en forma coordinada y para asegurar la institución de mejoras permanentes.
2. Empleo de los mejores métodos técnicos para facilitar un ataque firme del problema, que a su vez ayude a proporcionar una solución cuya confiabilidad o carencia de ella sea claramente comprensible.

Como se podrá apreciar en el dibujo 3.3 que se presentó anteriormente, los estudios especiales de proceso, abarcan las otros tres etapas que se trataron en este capítulo.

Se considera de mucha utilidad, la aplicación de estas cuatro etapas para cualquier tipo de negocio, pues desglosa en componentes el proceso global de control.

3.4 Funciones de la Calidad

a) Planeación de la Calidad (Especificaciones y Expectativas)

Dentro de cualquier organización los objetivos de planeación de la calidad están íntimamente interrelacionados. En la clima de la organización, los objetivos de calidad necesitan fundamentarse en planes bien definidos, a su vez estos objetivos, tienen establecidos otros objetivos más específicos, los cuales también requieren de cierta planeación.

El acto de planear, presupone una meditación previa de toda una serie de acciones, que conlleve a adaptar una manera de actuar en un trabajo que conduzca a determinados objetivos. Los proyectos en control de la calidad serán orientados necesariamente hacia la entrega de productos de calidad satisfactoria, a un costo mínimo. Estos objetivos se realizan por medio de una preparación cuidadosa de procedimientos de calidad los que establecen el detalle operacional requerido.

Para lograr la calidad de producto y servicio, muchas partes de trabajo tendrán que ejecutarse por diferentes personas, en una secuencia racionalmente fijada. Para llevar a cabo el trabajo, se usarán diferentes técnicas. Por lo tanto, el desarrollo de un plan de control de la calidad se basa en el uso de resultados analíticos, de técnicas que permitan contestar progresivamente una serie de preguntas, como por ejemplo:

- ¿Que elementos específicos de trabajo deben ser elaborados?
- ¿Cuándo durante el ciclo, es necesario hacer cada actividad del trabajo?
- ¿Cómo y quién lo hará? etc..

Muchas más preguntas se presentarán cuando el proyecto entre en mayores detalles.

El resultado final en el proceso que se proyecta, es el conjunto de procedimientos, en detalle, necesarios para llevar a término la actuación prescrita que conduzca a los objetivos perseguidos, según la política de calidad establecida. Las instrucciones para alentar el compromiso hacia la calidad, deben ser claras y lo bastante definitivas para que pueden ser entendidas completamente por todos los empleados de la planta y de la compañía, sin embargo, los suficientemente general que proporcione enfoques tecnológicos de calidad efectivos para el trabajo.

b) Aplicación del programa de Calidad

Para aplicar un programa de este tipo, es necesario e indispensable analizar la situación actual. Se requiere conocer y actualizar cuáles son las necesidades del consumidor, y si los productos cumplen con ese objetivo, de tal forma que las normas y especificaciones expresen verdaderamente lo que los clientes demanden.

De acuerdo a los requisitos del consumidor y a los recursos del productor, se deben revisar los objetivos del sistema del control de calidad, de tal forma que estos puedan lograrse y, por tanto, mejorar en gran medida la situación actual por medio de este programa.

Es muy importante como se encuentra organizada actualmente la empresa, debido a que con frecuencia, al organizar una compañía, las necesidades presentes también cambian con el tiempo. Por lo tanto, se requiere de conocer las actividades de cada empleado y las interrelaciones departamentales, con el propósito de sugerir cambios que vuelvan más fluido el sistema.

El flujo del sistema constituye la parte medular en la aplicación de un programa como este, ya que al conocer este flujo se podrá determinar quien debe encargarse de las mejoras a la calidad y cuáles serán estas, y como afectan los pasos anteriores, así mismo se debe buscar que el sistema realmente siga un flujo continuo y un ciclo, fuera de saltos, o existan pasos sin origen ni destino.

Es necesario conocer qué documentos o medios tiene el sistema ya que en muchas ocasiones se realizan informes que, o bien, se guardan en un archivero y nunca se toma acción sobre la calidad del producto, o son obsoletos y les falta trabajo para ser inteligibles y fácilmente dirigibles por toda la organización.

Con frecuencia, se establecen las acciones para mejorar la calidad, pero sin llevarse a cabo, debido a la lentitud de las organizaciones. Por tanto, es lo mismo que si no se hubieran tomado esas medidas para solucionar un problema determinado. Así pues se debe determinar el tiempo de respuesta promedio de estas acciones correctivas que nos conduzcan a mejorar la calidad.

Es fundamental enterarse del estado de todas y cada una de las partes de la organización. Aún cuando la mayoría de ellas se encuentran en buenas condiciones, una sola parte que no cumpla con su función provocará una falla del sistema en su conjunto. Por tanto, es preferible buscar el buen estado de todas las partes y cumplir, aunque sea en forma modesta, con el objetivo planteado para un programa de calidad.

Se debe conocer como impacta cada parte del programa en el costo total de calidad, permitirá advertir cuanto y donde se debe intervenir en las mejoras, demostrar a los altos directivos de la empresa que los programas de calidad no solo son autofinanciados sino que también son altamente redituables.

c) Información para la Calidad.

Para la información que se requiere en un programa de calidad es necesario contar con equipo moderno que nos ayude a cuantificar las características de calidad que deseamos controlar.

El conjunto de conocimientos técnicos relativos al equipo y técnicas que miden las características de calidad y que reportan información resultante para su uso en el análisis y en el control, se le conoce como la Ingeniería de equipo de información de la calidad.

Existen muchas técnicas en esta tecnología y cada una de ellas puede tener varias aplicaciones. Un ejemplo es suministrado por el diseño de aparatos de mediciones para

proporcionar, por pruebas electrónicas, la inspección exacta y completa de muchas dimensiones de partes maquinadas complejas. Una máquina medidora coordinada, usada para medir partes principales de aeronaves, producidas por máquinas controladas numéricamente, es clásica de este equipo.

Mientras que se lleva a cabo un uso importante de estas técnicas en el componente de Ingeniería del equipo de Información de calidad de la función de control de calidad, están siendo ampliamente empleados en la Ingeniería del producto, Ingeniería de manufactura, ciencia de laboratorio y áreas de Ingeniería de planta y compañía.

La tecnología completa respecto al equipo de Información de la calidad puede agruparse en cuatro capítulos principales:

1. Desarrollo de equipo avanzado.

El equipo moderno incluye técnicas para crear métodos de medición, e instrumentación y procedimientos de aplicación de aquellas informaciones de calidad establecidas según las técnicas Ingenieriles del control de la calidad y del control del proceso.

2. Planeación de las especificaciones del equipo.

En este momento los detalles de las pruebas de prototipo, muestra y preproducción se establecen y coordinan entre la Ingeniería del equipo de Información de calidad y la Ingeniería de control de proceso para generar una operación de equipo del desempeño y del análisis de la actuación del producto o proceso, y/o determinar la rápida acción correctiva para asegurar una suave continuidad de las operaciones de manufactura.

3. Diseño, habilitación y construcción.

En esta parte quedan comprendidas las técnicas para el diseño y la adquisición de los componentes individuales del equipo especificado. Se incluyen también técnicas para la construcción del mismo. Además, se mencionan las técnicas para la adquisición del equipo completo cuando así lo indique la compañía.

4. Instalación, calibración y mantenimiento.

Se incluyen las técnicas para la instalación y aplicación del equipo de información después de su construcción.

Algunas compañías suficientemente grandes, podrán organizar sus elementos técnicos de tal modo que todas sus técnicas, desde el período de desarrollo hasta el de instalación, quedan cubiertas. De hecho esto quiere decir que tales compañías proyectarán y construirán todo su equipo, con excepción de varios conceptos nuevos importantes de la información de calidad.

Otras compañías darán mas atención a las técnicas que tengan que ver con especificaciones y abastecimiento. Esto significa que comprarán su equipo en algunas casas vendedoras, las que proporcionarán las técnicas de desarrollo, de diseño, de construcción y de instalación.

Para ambos tipos de compañías existe la misma necesidad fundamental de aplicar la tecnología del equipo informativo de la calidad; ambas deben de especificar el tipo de equipo requerido por sus planes de calidad y deben procurarse informes suficientes, sobre otras técnicas, a fin de asegurarse que en sus propias operaciones les va a ser útil equipo de que se trate. Después de esto, la cuestión de como obtener el equipo será simplemente asunto económico; la decisión práctica de comprar o hacer.

IV. HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD

A lo largo de este capítulo vamos a explicar las herramientas estadísticas y administrativas para la calidad como parte de una metodología cotidiana que también nos servirá para establecer los rangos o parámetros bajo los cuales vamos a trabajar.

Dentro de cualquier ramo industrial, estas herramientas son de gran utilidad, nos van a detallar, o a proporcionar la suficiente información si es que estamos tratando de controlar o conocer un proceso, ya sea en la elaboración de un producto o en la prestación de un servicio.

En la manufactura de productos generalmente se cuenta con datos estadísticos (números), a diferencia de la producción de servicios donde no siempre se cuenta con datos estadísticos; sin embargo lo importante es contar con información descriptiva y organizarla para separar hechos de simples opiniones, esto permite administrar científicamente y facilitar el uso de la creatividad del personal.

Los datos se clasifican básicamente en datos estadísticos y datos verbales.

- 1) Datos Estadísticos.- son datos que provienen de mediciones y conteos.
- 2) Datos Verbales.- son datos que provienen de intuición y lógica.

Ambos son datos descriptivos.

La utilización de técnicas y herramientas es variada, sin embargo, considerando que el control y mejora de la calidad es un esfuerzo unido entre todo el personal de una compañía, se han seleccionado técnicas y herramientas básicas para crear un lenguaje común en toda la organización. Estas se han agrupado considerando principalmente la naturaleza de los datos y para crear una metodología, sistemática y ordenada para la correcta toma de decisiones.

HERRAMIENTAS BASICAS

A continuación se enlistan las herramientas que sirven para el análisis de datos tanto estadísticos como verbales.

DATOS ESTADISTICOS	DATOS VERBALES
7 Herramientas Estadísticas	7 Herramientas Administrativas
a) Diagrama de Pareto b) Histograma c) Diagrama de Causa y Efecto d) Estratificación e) Diagrama de Dispersión f) Gráficas de Control y Gráficas Generales g) Hoja de Verificación (Chequeo)	a) Diagrama de Afinidad b) Diagrama de Relaciones c) Diagrama de Arbol d) Diagrama Matricial e) Análisis Matricial de Variación f) Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas g) Diagrama de Flechas

De las 7 herramientas estadísticas la mayoría trata con datos numéricos, excepto el diagrama de causa y efecto; de las 7 herramientas administrativas la mayoría trata con datos verbales, excepto la de análisis matricial de variación que es la única que trata con datos numéricos.

REQUISITOS PARA EL USO DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS

Para efectuar actividades de control y mejora de la calidad en todos los productos, servicios, procesos y trabajos en general es requisito indispensable desarrollar una cultura de datos fomentando al Pensamiento Descriptivo de las cosas, a través de crear un lenguaje común para la toma de decisiones en base científica mediante la utilización de las Herramientas Básicas.

Los requisitos para estos son:

1) Combinar el uso de cada una de las herramientas.

Separar el uso de cada herramienta no conduce a buenos resultados. La combinación de estas debe hacerse inclusive con otros métodos en las etapas a seguir en la solución de problemas.

2) Utilización amplia en la empresa

Las herramientas básicas deben ser utilizadas por todos los miembros de la organización, en todos los aspectos para el control y mejora de la calidad como política de la empresa.

3) Debe mostrarse alto entusiasmo en el uso de las herramientas

Todas las persona que utilicen estas herramientas básicas deberán reconocer su importancia así como mostrar alto entusiasmo y continuidad de esfuerzo en los problemas a resolver.

4) Las herramientas básicas no deberán utilizarse para resolver problemas simples

Generalmente toma tiempo resolver un problema con las herramientas básicas por lo que estas deberán ser utilizadas para resolver problemas difíciles, que no tengan solución por otros medios.

4.1 Introducción Estadística.

La mayoría de la toma de decisiones en una empresa dependen de observar valores numéricos, llamados datos. Los cuales deben ordenarse, analizarse e interpretarse en forma de gráficas y valores, para lo cual se hace necesario el uso de la estadística.

La investigación, análisis y decisiones parten del observar y generar datos, estos pueden ser:

- 1) **Datos por mediciones.**- Técnicamente estos se denominan como continuos y se encuentran dentro de un rango lógico establecido, por ejemplo, densidades , longitudes, espesores, etc.
- 2) **Datos por conteos.**- Técnicamente estos se denominan discretos, resultan de contar ciertas características; guardan relación estricta con números enteros. Por ejemplo, cuatro burbujas en una botella de vidrio, cinco perforaciones en un tramo de tela, etc.

La parte de la estadística que se encarga de aplicar los procedimientos que permiten organizar y resumir los datos colectados, de modo de tener una presentación ordenada de ellos, es la estadística descriptiva, la cual se basa en las medidas descriptivas.

a) Medidas Descriptivas

Antes que nada, tenemos que definir lo que se conoce como muestra; es aquella que es tomada de una población, que debe ser representativa de ésta; siendo una población el universo de elementos en estudio.

Como vamos a usar la estadística descriptiva, hablaremos de las mediciones descriptivas, que se dividen en dos grupos generales:

- a) **Medidas de localización o tendencia central**
- b) **Medidas de variabilidad o dispersión**

HERRAMIENTAS BASICAS

A continuación se enlistan las herramientas que sirven para el análisis de datos tanto estadísticos como verbales.

DATOS ESTADISTICOS	DATOS VERBALES
7 Herramientas Estadísticas	7 Herramientas Administrativas
a) Diagrama de Pareto b) Histograma c) Diagrama de Causa y Efecto d) Estratificación e) Diagrama de Dispersión f) Gráficas de Control y Gráficas Generales g) Hoja de Verificación (Chequeo)	a) Diagrama de Afinidad b) Diagrama de Relaciones c) Diagrama de Arbol d) Diagrama Matricial e) Análisis Matricial de Variación f) Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas g) Diagrama de Flechas

De las 7 herramientas estadísticas la mayoría trata con datos numéricos, excepto el diagrama de causa y efecto; de las 7 herramientas administrativas la mayoría trata con datos verbales, excepto la de análisis matricial de variación que es la única que trata con datos numéricos.

REQUISITOS PARA EL USO DE LAS HERRAMIENTAS BASICAS

Para efectuar actividades de control y mejora de la calidad en todos los productos, servicios, procesos y trabajos en general es requisito indispensable desarrollar una cultura de datos fomentando el Pensamiento Descriptivo de las cosas, a través de crear un lenguaje común para la toma de decisiones en base científica mediante la utilización de las Herramientas Básicas.

Los requisitos para estos son:

1) Combinar el uso de cada una de las herramientas.

Separar el uso de cada herramienta no conduce a buenos resultados. La combinación de estas debe hacerse inclusive con otros métodos en las etapas a seguir en la solución de problemas.

2) Utilización amplia en la empresa

Las herramientas básicas deben ser utilizadas por todos los miembros de la organización, en todos los aspectos para el control y mejora de la calidad como política de la empresa.

3) Debe mostrarse alto entusiasmo en el uso de las herramientas

Todas las persona que utilicen estas herramientas básicas deberán reconocer su importancia así como mostrar alto entusiasmo y continuidad de esfuerzo en los problemas a resolver.

a) Las medidas de localización o tendencia central son:

- **Media.**- comúnmente usada como medida de agrupación de los datos. Se define como:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

- **Mediana.**- Se define como el valor que divide en dos partes iguales a un conjunto de datos, arreglados en orden creciente de magnitud.

Ejemplos:

a) si n es impar: 2, 8, 5, 4, 1, 3, 9 n=7
ordenados : 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9 X=4

b) si n es par : 2, 8, 3, 5, 6, 1 n=6
ordenados : 1, 2, 3, 5, 6, 8 X=3+5=4
2

- **Moda.**- Se define como el valor que se presenta con mayor frecuencia en un conjunto de datos.

Ejemplo: 2, 3, 6, 8, 5, 6, 3, 1, 6, 0, 6 M=6

b) Las medidas de dispersión son:

- **Rango.**- Se define como la diferencia entre el valor mayor y el valor menor de un conjunto de datos.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

- **Varianza.**- Se define como el promedio de las desviaciones* (diferencia entre un valor individual y la media) al cuadrado de los datos a partir de su media.

$$V = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{(n-1)**}$$

* Desviación: es la diferencia entre un valor individual y la media

** Se considera (n-1) por las siguientes razones:

- 1.- Solo (n-1) de las desviaciones de los datos a partir de la media son independientes. La suma de todas las desviaciones es cero.
- 2.- Se considera los datos (X_i) como una variable aleatoria (al azar).

• **Desviación estándar.**- Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Precisión del proceso con respecto a una característica de calidad cualquiera.

$$s = \sqrt{V}$$

Los datos que obtenemos no son todos iguales, respecto a una misma variable o característica de calidad, siempre contienen dispersión. Esto se debe a que existe un número infinito de causas de dispersión en los procesos y/o operaciones y aún cuando las condiciones de producción estén en control (estado de control), cierta dispersión no puede eliminarse. Esta dispersión da lugar a lo que se conoce como distribución de frecuencias, lo cual nos permite conocer el comportamiento de esa variable o característica de calidad del proceso.

Existen varias formas de medir la distribución de frecuencias, inclusive existen varios tipos de distribución de frecuencias, pero si podemos calcular el valor medio y la desviación estándar, podemos determinar las características de la distribución de frecuencia. Para el caso de este trabajo por ser la forma de distribución más sencilla usaremos la "Distribución Normal"; se representa de la siguiente manera:

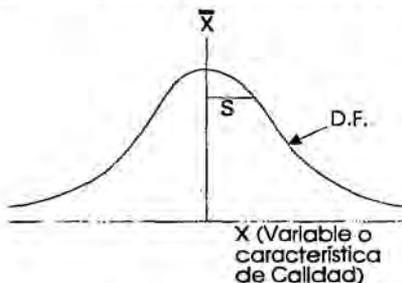


Figura 4.1. Distribución normal

Todos los datos pueden expresarse en forma de gráficas, ya sean verbales o numéricas. Además "Una gráfica dice más que mil palabras".

Existe la idea de que las gráficas son difíciles de aplicar en control de Calidad de procesos y productos terminados, ya que estas requieren un alto nivel de conocimientos y métodos estadísticos. Ciertamente existen tipos de gráficas complicadas en su construcción y entendimiento, pero la intención aquí es tratar con tipos de gráficas sencillas que nos ayuden de una manera eficiente en la solución de problemas para el control y mejoramiento de la Calidad y productividad. Por lo tanto, es importante comprender la utilización práctica que tienen los diferentes tipos de gráficas.

El propósito de una gráfica (figura o diagrama) es transmitir más rápido y eficiente información importante en forma somatizada, ayudándonos a utilizar nuestra visión

sensitiva. En otras palabras los datos numéricos escritos en un papel no son suficientes, sino que al transformarlos en figuras gráficas, su impacto es más grande para:

1. Entender la Información más rápido
2. Adquirir mayor información para Interpretar un mismo tipo de dato
3. Tomar acciones innecesarias sin negligencias

TIPOS DE GRAFICAS

Las gráficas generalmente se clasifican en función del propósito de su uso, los más comunes son: para explicación, para análisis, para control o para cálculos. También por su propósito de presentación, por ejemplo: un diagrama de flujo, una gráfica de programación de la producción y gráficas estadísticas; estas últimas forman parte de las herramientas estadísticas de Calidad.

Las gráficas estadísticas nos permiten describir datos numéricos obtenidos, representándolos como: un número de puntos, longitud de una línea, longitud de una barra, un área en una figura o en forma pictórica.

Por lo general una gráfica se construye como resultado de una prueba o experimento realizado con el propósito de confirmar causas o comportamientos en los procesos de producción, los cuales se desean mejorar. La gráfica debe mostrar claramente el comportamiento del fenómeno observado.

PUNTOS IMPORTANTES PARA PREPARAR GRAFICAS

Una gráfica debe ilustrar claramente qué es con un simple vistazo. Las tres condiciones necesarias de recordar al preparar una gráfica son las siguientes:

1. Clarificar primeramente el propósito de preparar la gráfica: ¿Cual es la intención de notificar a otros?
2. No es necesario preparar la gráfica con todos los datos, simplemente seleccionar los más importantes, especificando cual es el fundamento.
3. La gráfica debe ser comprensible con un simple vistazo. De otra forma si es necesario agregarla alguna historia detallada para que se entienda entonces no es la gráfica apropiada.

Una vez proporcionados los antecedentes elementales para poder trabajar con las herramientas estadísticas básicas que se mencionaron anteriormente, procederemos a la descripción de éstas en su forma de uso.

4.2 Herramientas Estadísticas

En el Japón, el Dr. Kaoru Ishikawa establece que con el uso de Siete Herramientas Estadísticas básicas, "Se pueden resolver el 95% de los problemas de Calidad y de Productividad en las áreas operativas".

La combinación efectiva de estas Herramientas Estadísticas básicas proporciona una metodología práctica y sencilla para:

- La solución efectiva de problemas
- La realización de mejoras
- El establecimiento de controles en las operaciones de un proceso y su estabilización.

Las herramientas que se presentan a continuación, que son de uso muy simple, permiten cambiar las cosas a datos, analizarlos y tomar decisiones en base a ellos y no como tradicionalmente sucede por efecto de nuestra cultura de trabajo; dónde el administrador, empleado o trabajador experto, por lo general depende de su propia experiencia, intuición, autoridad y determinación y toman acciones esporádicas para resolver problemas relacionados con las operaciones del proceso. Esto sin embargo, ha contribuido a resolver muchos problemas en las áreas productivas, pero ya no es muy efectivo para los productos de nuestra época y los futuros retos, ya que la situación desde ahora demanda acciones más efectivas y rápidas.

El progreso estriba en aprender y usar simples técnicas o herramientas. El método apropiado por su efectividad y rapidez en la solución de problemas en las operaciones de los procesos, es el que analiza los problemas de operación investigando las causas crónicas, basándose en datos reales y ordenados.

Comenzaremos con las siete herramientas que tratan con datos estadísticos. La primera de estas es el Diagrama de Pareto.

a) Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada la ocurrencia de los factores que ocasionan un problema de mayor a menor sujetos a estudio, tales como: Defectivos, Fallas, Defectos, etc.

Este diagrama es el primer paso para la realización de mejoras, ya que representa los problemas o factores vitales o triviales de un sistema o proceso.

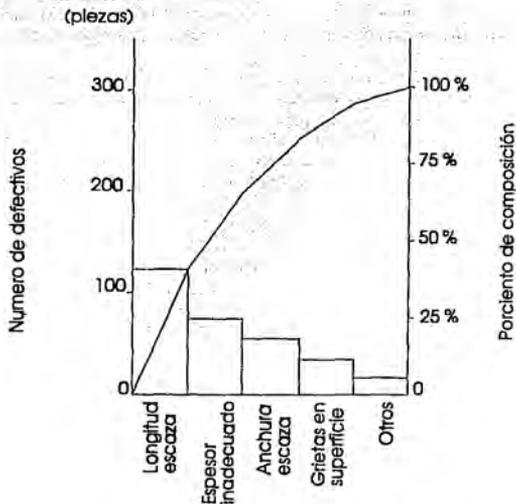


Figura 4.2 Diagrama de Pareto

CONSTRUCCION DE UN DIAGRAMA DE PARETO

Construir un diagrama de Pareto es realmente sencillo, para ello seguiremos el procedimiento que a continuación se detalla:

1. Haga una clasificación de los factores a analizar de acuerdo a su tipo: Defectivos, Fallas, Defectos, etc. Esto debe hacerse de acuerdo a unas hojas de datos las cuales contabilizan los factores de estudio.
2. Construya un eje horizontal y uno vertical. En el horizontal seleccione un intervalo adecuado para representar los tipos de factores y especificando cada uno de ellos. En el vertical seleccione una división adecuada en números enteros y fácil de leer que represente el número de ocurrencia de cada factor tipo.
3. Construya unas barras correspondientes para cada tipo de factor y su ocurrencia.
4. Construya una curva acumulada de ocurrencias y la escala de porcentaje de composición en un eje vertical ala derecha. Divida esta escala en cuatro partes iguales; 0, 25, 50, 75 y 100 %, esto es con el objeto de ver el efecto de la mejora, de acuerdo al objetivo.

USOS DEL DIAGRAMA DE PARETO

Los diagramas de Pareto pueden aplicarse para todo tipo de mejoras en sistema o procesos, así mismo sirve para mostrar los resultados después de estas.

En los factores problema a resolver dentro de un sistema, siempre hay pocos vitales y muchos triviales, por lo cual debe seleccionarse el problema principal, el cual debe ser atacado. Es más fácil disminuir en un 50 % un problema grande, que disminuir totalmente un pequeño. En algunas ocasiones se puede empezar por otro factor problema, pero nunca se debe olvidar cual es el problema principal. Además se debe ser codicioso en el sentido de seguir eliminando factores problema siempre.

Para la confirmación del efecto de una mejora, se debe construir un diagrama de Pareto, después de la mejora, con el mismo tipo de ejes (contenido y divisiones) con el objeto de observar y comprobar los resultados.

Algunas veces es más conveniente que el eje vertical muestre el porcentaje de defectivo, en lugar del número de defectivos o que muestre el costo por falla, esto es con el objeto de hacerlo más persuasivo.

"Use el diagrama de Pareto para establecer objetivos reales"

En suma, para la realización de mejoras, los siguientes puntos son los más importantes:

- a) Que todas las personas involucradas cooperen
- b) Que su cooperación tenga un fuerte impacto
- c) Que se seleccione una meta u objetivo concreto

El diagrama de Pareto es una herramienta indispensable para conocer exactamente el objetivo a alcanzar, y sobre el cual debemos concentrar nuestros esfuerzos.

Este diagrama, puede utilizarse para la realización de mejoras en todos los aspectos (calidad, costos, eficiencia, seguridad, etc.)

Los diagramas de Pareto nos muestran los resultados o efectos de las mejoras realizadas.

Para poder comparar dos diagramas de Pareto entre sí, es necesario construirlos con el mismo intervalo de tiempo y la misma cantidad de datos, si esto no es posible se deben utilizar porcentajes en los ejes verticales.

b) Histograma

Dentro de la estadística, el histograma, es una herramienta que sirve para poder analizar que tanto se repite un evento, esto es, la frecuencia con la que ocurre éste. Esta frecuencia se tipifica en forma de barras y en forma tanto gráfica como numérica se puede apreciar la distribución de estas frecuencias.

Para poder construir un histograma es necesario obtener muestras de una población, que sean representativas de la misma. El método estadístico más común, para obtener estas se denomina muestreo al azar; y la muestra tomada a través del muestreo se le llama muestra aleatoria (más adelante se tocará este tema con mayor profundidad).

La muestra aleatoria se toma con el propósito de ver hasta que grado la población cumple con una determinada característica. Con este fin se ordenan las muestras y se agrupan teniendo como criterio el que encajen dentro de determinados límites llamados intervalos. Las muestras que están dentro de estos intervalos integran subconjuntos denominados clases. Los límites de los intervalos se designan fronteras de clases. A la cantidad de muestras de una clase se le designa frecuencia de clase.

COMO CONSTRUIR UN HISTOGRAMA

1. Contar el número de datos n
 Datos: $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$
 El número de datos = n (tamaño de la muestra)
2. Seleccionar el valor máximo ($X_{\max.}$) y el valor mínimo ($X_{\min.}$) de todos los datos.
3. Determinar la unidad mínima de los dígitos de los datos.
 por ejemplo:

DATOS

14.41	21.52	18.31	15.40.....0.01
19.1	17.2	16.3	17.80.1
30	35	40	251
1100	1300	1500	1800100

4. Contar el número de tipos posibles de datos entre $X_{\max.}$ y $X_{\min.}$ (K)

$$K = \frac{X_{\max.} - X_{\min.}}{a} + 1$$

5. Determinar el tamaño provisional de las clases del histograma (C')

$$C' = (K / \sqrt{n}) a$$

6. Decidir el tamaño de la clase para el histograma (C)
 * Si es fácil para clasificar los datos usando el tamaño provisional C', se selecciona C' como C. De otra forma se selecciona para C un valor cercano de C'. Valor de las series decimales 1, 2 ó 5.

por ejemplo:

....., 0.001, 0.01, 0.1, 1, 10, 100,
, 0.002, 0.02, 0.2, 2, 20, 200,
, 0.005, 0.05, 0.5, 5, 50, 500,

7. Decidir la frontera menor de la clasificación (C_1).

$$C_1 = X \text{ mln.} - \frac{a}{2}$$

8. Decidir las fronteras de las clases, en forma de tabla de frecuencias.

TABLA DE FRECUENCIAS

FRONTERA DE CLASE	VALOR MEDIO DE LA CLASE	FRECUENCIA
$C_1 \text{---} C_1 + C$	$C_1 + C/2$	
$C_1 + C \text{---} C_1 + 2C$	$C_1 + 3C/2$	
$C_1 + 2C \text{---} C_1 + 3C$	$C_1 + 5C/2$	
..... etc. etc.	

9. decidir la medida representativa en el eje vertical. Esta puede ser de dos formas:

a) Frecuencia (es el conteo de datos en cada clase).....generalmente usada

b) Porcentaje (es el conteo de datos en cada clase respecto al número total de datos).....usada cuando la comparación entre dos o más histogramas es necesaria, y n es diferente.

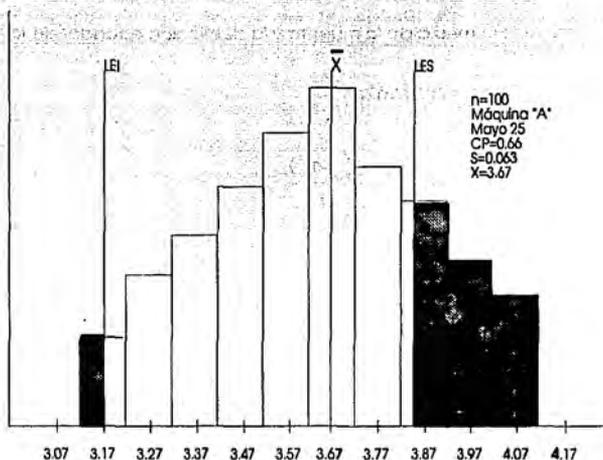
10. Dibujar el histograma.....además:

a) Escribir el título de histograma y las características de los datos y demás detalles posibles.

b) Escribir la unidad de medición de los ejes vertical y horizontal.

c) Escribir el valor de \bar{X} media y el de S (desviación estándar). Dibujar la línea de \bar{X} media.

d) Escribir, si existen, los límites de especificaciones o los límites de tolerancia.



Ejemplo de un histograma

PROCEDIMIENTO PARA CALCULAR LA MEDIA Y DESVIACION ESTANDAR

Tomando como base la tabla de frecuencias:

1. Determine el valor X representativo que reemplazará el valor medio de la clase, asignando un cero a la clase de mayor frecuencia y poniendo a partir de este valor; hacia abajo: 1, 2, 3, ..., y hacia arriba: -1, -2, -3, ...
2. Calcule el producto de Xf , donde X , son los valores determinados representativos para las clases para en el paso anterior y f es la frecuencia correspondiente para cada clase.
3. Calcule: X^2f , el cual es igual a: $(X)(Xf)$
4. Calcule las sumas de: f , Xf , X^2f , respectivamente.

5. Calcule la media de la muestra y la desviación estándar de la muestra.

$$\bar{X} = X_0 + (C \sum Xf/n) \quad (C)$$

$$S = (C) \sqrt{\frac{(\sum X^2f - \frac{(\sum Xf)^2}{n})}{(n-1)}}$$

Donde:

- X₀ = media temporal asignada
- C = valor del intervalo de clase
- n = tamaño de la muestra

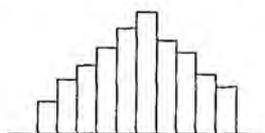
Frontera de clase	Valor medio	conteo	frec. f	X	Xf	X ² f
	3.32		5	-3	-15	45
	2.37		3	-2	-6	12
	3.42		15	-1	-15	15
	3.47		42	0	0	0
	3.52		24	1	24	24
	3.57		8	2	16	32
	3.62		2	3	6	18
	3.67		1	4	4	16
Totales	X ₀ =3.47		100		14	162

PROPOSITOS PARA CONSTRUIR UN HISTOGRAMA

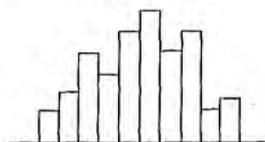
- Obtener el conocimiento acerca de la distribución de la población (proceso de producción)
 - Forma de la distribución
 - Localización de la distribución...media
 - Dispersión de la distribución....desviación estándar
- Conocer la relación entre los límites de especificación o de tolerancia y la distribución de la población.
 - Si existe tendencia entre la media de la distribución de la población y el valor medio de los límites de especificación o de tolerancia.
 - El número o radio de defectos.
- Confirmar efectos de mejoras realizadas en el proceso.

*** El histograma revela información valiosa respecto al proceso de producción: Si es estable la producción (control), si se cumplen o no los estándares de operación o procedimientos, etc.**

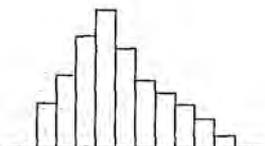
Algunas posibles formas de histogramas como patrones comunes y su justificación.



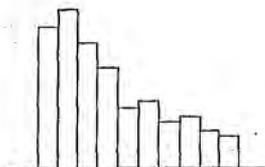
a) Tipo Distribución Normal



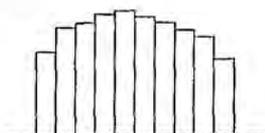
b) Tipo 'Cerrucho'



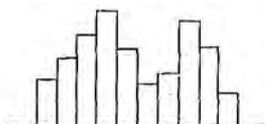
c) Tipo Sesgada



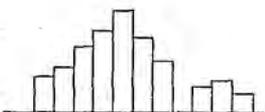
d) Tipo 'pendiente'



e) Tipo 'Meseta'



f) 'Dos Picos'



g) Datos Aislados

Figura 4.3 Algunas posibles formas de histogramas

A. Distribución tipo normal.

El histograma de una muestra tomada de un proceso aleatorio bien controlado (distribución normal), siempre tendría este tipo, si la muestra proviene de una población grande o indeterminada. La distribución normal también es conocida como la distribución del error.

B. Tipo "Semucho".

Tendremos esta forma de histograma, cuando el tamaño de la "clase" del histograma (c), no ha sido establecido como el número entero de veces la unidad mínima de los dígitos de los datos (a), o sea que, "c" es diferente de "a".

C. Tipo "Sesgada".

Estas formas de histograma, se observan en casos de número de defectos o fallas, puesto que son muestras que provienen de una población con distribución sesgada, o sea un tipo de distribución binomial o Polsson.

D. Tipo "Pendiente".

Si existe un solo límite de especificación los datos obtenidos nos darán esta forma de histograma ya que el supervisor y trabajadores no desean producir defectos.

E. Tipo "Meseta".

Este es un caso en el que los datos provienen de varias poblaciones con distribución normal.

F. Tipo "Dos Picos".

Este es el caso de datos de muestras de dos poblaciones con distribución normal.

G. Datos aislados.

Este tipo de histograma sucede debido a errores en mediciones o en la toma de la muestra.

c) Diagrama de Causa y Efecto.

El diagrama de causa y efecto tiene como propósito expresar en forma gráfica el conjunto de factores causales que intervienen en una determinada característica de calidad.

Este diagrama fue desarrollado por el Dr. Kaoru Ishikawa en la Universidad de Tokio, Japón 1953, desde entonces ha contribuido a la solución de problemas de calidad, mejorando los procesos de producción de manera preponderante.

El uso de este diagrama facilita en forma notable el entendimiento y comprensión del proceso y a su vez elimina la dificultad del control de la calidad en el mismo, aún en situaciones de relaciones demasiado complicadas.

Este tipo de diagrama muestra las relaciones entre las características de calidad (efecto) y sus causas a través de flechas como se muestra a continuación:



Figura 4.4 Relación entre causas y efecto

1. El rendimiento "Y" es afectado por el contenido de humedad "X".
2. El contenido "X", es afectado por la temperatura de la reacción líquida "T".
3. La temperatura "T", es afectada por la presión de vapor "P".

De ésta manera se facilita lograr el control del proceso y su mejoramiento, a través de verificar sus verdaderas causas y sus relaciones. Por medio de este diagrama se promueve la efectiva tarea de trabajar en grupo, ya que es necesaria la participación de gente involucrada en el proceso por su construcción y uso.

COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

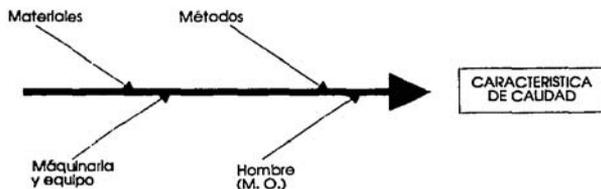
1. Decidir la característica de calidad o problema a analizar.
2. Elabore una lista de todos los factores (son elementos de producción y sus variaciones originan los problemas en los procesos productivos), los cuales podrían tener o tienen influencia sobre la característica de calidad.
3. Determine cuales factores dan lugar a otros y cual es la relación entre ellos.
4. Escriba la característica de calidad al final de una flecha dibujada como base del diagrama.
5. Escriba los factores principales que afectan o causan directamente esta característica. Usualmente para analizar un problema se usa el método de las 4 M's (método, mano de obra, materiales, maquinaria y equipo) y para lograr un objetivo se ponen las probables causas potenciales.
6. Sobre las ramas de los factores principales escriba los factores en detalle que causan o influyen en los principales. De igual forma escriba los factores pequeños que afectan a los factores en detalle.
7. Después de terminar el paso anterior, o sea, que el diagrama muestre todos los factores que afectan a la característica de calidad. Anote los factores suplementarios, si los hay, y que no fueron listados en el paso 2.

Posterior a la elaboración del diagrama la determinación de las causas que originan una desviación en la característica de calidad en un análisis o problema a resolver, resulta de establecer y confirmar el cómo los factores seleccionados causan dicha desviación o problema.

USOS DEL DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO

1. El diagrama sirve para seleccionar que causa se deberá investigar primero con el propósito de mejorar el proceso para resolver el problema en la característica de calidad, para esto tiene que discutir con sus colaboradores sobre cuales factores son significantes.
2. Cuales son las causas de variabilidad no común del proceso, vaya al lugar de trabajo correspondiente, observe el proceso y cheque los registros de las operaciones con el diagrama de causa y efecto para encontrar los factores que estén operando fuera de los estándares.
3. Sirve para educarse y entrenarse sobre el proceso a quienes lo elabora.

Nota: Después de seleccionar la causa más importante y que se investigará primero, se deben hacer pruebas o experimentos con el objeto de saber si realmente afecta o no, si no es así, se selecciona otra causa, se confirma su efecto y así sucesivamente hasta llegar a la causa real.



Ejemplo de un diagrama de causa y efecto

d) Estratificación

La estratificación es la herramienta estadística que clasifica los datos en grupos con características similares. A estos grupos se les denomina ESTRATO. La clasificación se hace con el fin de identificar el grado de influencia de determinados factores o variables en el resultado de un proceso.

En realidad la estratificación es, así como el diagrama de dispersión, el primer paso después del diagrama de causa y efecto, sólo que la utilización del mismo, depende de la naturaleza de los datos.

La situación que en concreto va a ser analizada determina los estratos sujetos a estudio. Por ejemplo, si se desea analizar el comportamiento de los operarios, estos pueden estratificarse por edad, sexo, experiencia en el trabajo, capacitación recibida, turno de trabajo, etc.

Lo importante por ahora es entender que la estratificación es clasificar los datos, con el objeto de analizar una causa elegida y confirmar su efecto sobre la característica de calidad a mejorar o resolver el problema.

El concepto de estratificación puede ser explicado más fácilmente con el siguiente dibujo:



Figura 4.5 Estratificación

La forma más común de presentar la estratificación es con un histograma.

COMO ESTRATIFICAR

A continuación se dan los pasos recomendados para llevar a cabo la estratificación.

1. Determina las características o factores a estratificar y clarifique la razón de esto. Estas características pueden ser o bien de calidad así como de cantidad.
2. Evalúe la situación actual de las características determinadas. Exprese estas características a través de un formato más comprensible (pareto o histograma).
3. Determina las posibles causas de dispersión, como puntos importantes a estratificar.
4. Clasifique las características o factores en grupos individuales.
5. Evalúe el estado de los grupos individuales clasificados (repita el paso 2, ahora para las características en grupos individuales definidos en el paso 4).
6. Analice el estado total de la calidad y eficiencia, para establecer conclusiones finales. Compare inicialmente el estado de cada grupo individual evaluados en el paso anterior.
7. Observe las diferencias y llegue a sus conclusiones.

La calidad del producto o resultado (ejemplo; calidad de producción), debe ser clasificada en cada una de sus causas. De esta manera, podemos encontrar la relación entre causa y resultado; entonces, podremos definir fácilmente el procedimiento a seguir para mejorar la productividad, la cantidad de producción, seguridad, etc.

e) Diagramas de Dispersión

Se ha visto que el diagrama de causa y efecto ayuda a identificar las posibles causas de una característica de calidad; y que el diagrama de Pareto, al ordenar las causas, facilita ver cuáles de estas deben eliminarse en forma prioritaria, a fin de reducir en gran medida el número de productos defectuosos.

Al controlar mejor el proceso con el propósito de mejorarlo resulta a veces indispensable conocer la forma cómo se comportan entre sí ciertas variables; esto es, si el comportamiento de una influye en el comportamiento de otras, o no, y en que grado. Los diagramas de dispersión muestran la existencia, o no, de esta relación.

La relación entre dos tipos de datos, es fácilmente observable y los tipos de relaciones más comunes son:

1. La relación entre una causa y un efecto.
2. La relación entre una causa y otra.
3. La relación entre una causa y otras dos.
4. La relación entre dos efectos.

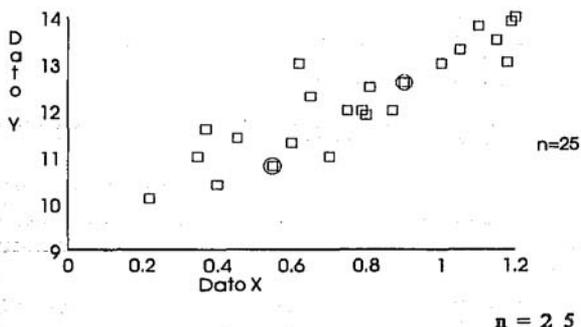


Figura 4.6 Diagrama de dispersión

COMO CONSTRUIR UN DIAGRAMA DE DISPERSION.

1. Construir una forma (hoja de datos) para coleccionar datos, la cuál puede ser:

HOJA DE DATOS

Muestra Número	Contenido de humedad de materia prima x (%)	Contenido de humedad de producto terminado y (%)
1	2.45	1.55
2	2.20	1.55
3	2.90	1.90
4	2.65	1.70
5	2.30	1.50
.	.	.
.	.	.
30	2.80	1.55

Figura 4.7 Hoja de datos

2. Tome de 30 a 90 muestras, o sea, colecte de 30 a 90 pares de datos, a los cuáles su relación será estudiada. Registre los datos en la hoja de datos previamente diseñada.
3. Trace los ejes horizontal y vertical. Indique lo que representa cada eje. Divida cada eje en intervalos adecuados, si la longitud de la división es la misma en ambos ejes, será mas fácil Interpretar o leer el diagrama. Si la relación entre los dos tipos de datos es del tipo de causa contra efecto; la causa usualmente se representa en el eje horizontal, y el efecto en el eje vertical.
4. Ya con los ejes construidos, prosiga a graficar los puntos, si los valores de los datos son repetidos y dan uno mismo ya graficado, trace un círculo sobre el punto para representar que es un punto repetido, si se vuelve a repetir, trace un círculo concéntrico y así sucesivamente.

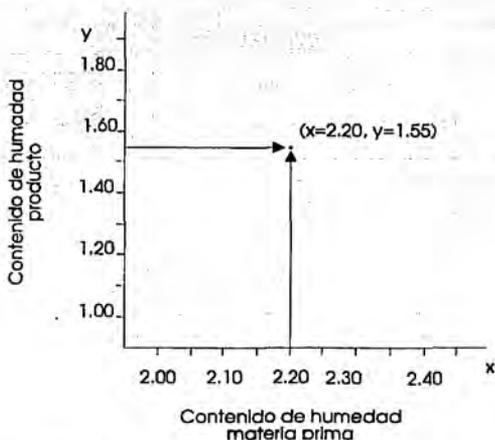


Figura 4.8 Localización por coordenadas

5. Si en el conjunto de datos (hoja de datos) observa que hay muchos datos del mismo valor, haga uso del procedimiento para construir un histograma y construya una tabla de frecuencias con índices vertical y horizontal, esto es otro tipo de diagrama de dispersión el cual es llamado "tabla de correlación". Este procedimiento es válido también para el caso de que se tenga una gran cantidad de datos.

Tabla de correlación

P.T. Y	1	3	5	7	12	4	2	2	36
1.65								/	1
1.60							/	/	2
1.55									0
1.50				/		//			3
1.45				/	////		/		6
1.40					////				4
1.35			/	//	/	//			6
1.30			///						3
1.25		/		///	//				6
1.20			/						1
1.15		//							2
1.10	/				/				2
	2.00	2.05	2.10	2.15	2.20	2.25	2.30	2.35	

Contenido de humedad en materia prima X

Figura 4.9 Tabla de correlación

COMO LEER E INTERPRETAR UN DIAGRAMA DE DISPERSION

El siguiente paso después de construir este diagrama, es el de leerlo e interpretarlo y poder concluir si la relación entre los datos es buena o no, en otras palabras que tipo de relación existe de acuerdo a la dispersión de los puntos; que tipo de correlación existe.

Para hacer lo anterior podemos tomar como referencia los tipos o patrones comunes de diagramas de dispersión que existen, los cuales se muestran a continuación.

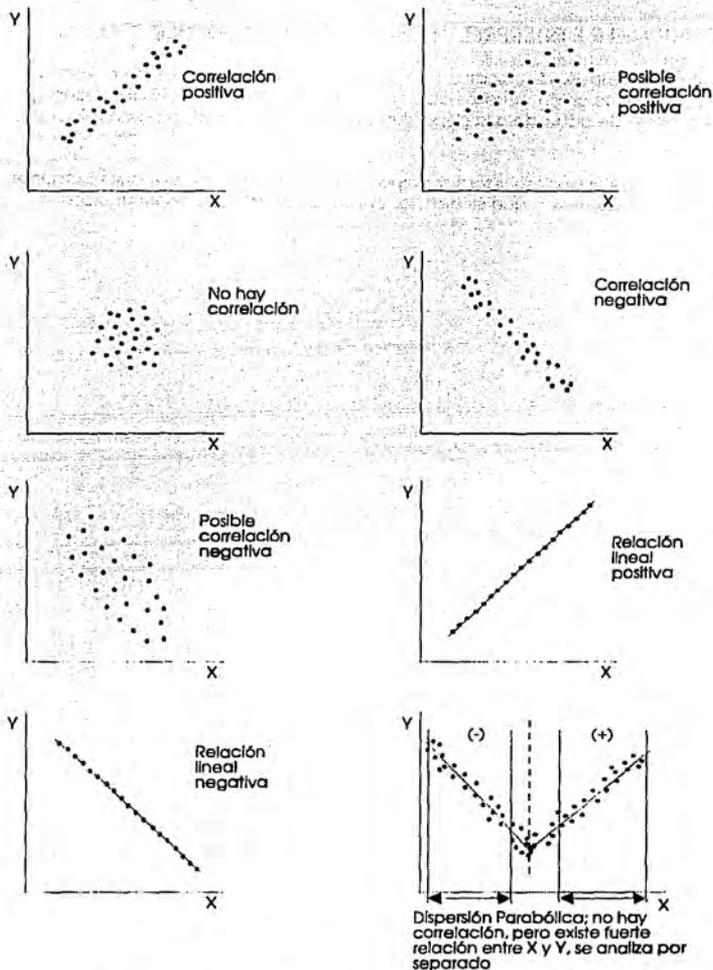


Figura 4.10 Patrones comunes de diagramas de dispersión

Observando la dispersión de los puntos en el diagrama de dispersión, podemos observar que tipo de relación existe entre los tipos de datos. Pero es necesario determinar si en realidad existe correlación o no, esto se puede hacer por medio de dos métodos:

- Método de la mediana usado para analizar la correlación, que es un método muy práctico.
- Calcular el coeficiente de correlación haciendo uso del papel de distribución binomial, lo cuál es muy sencillo.

a) METODO DE LA MEDIANA

Procedimiento:

- Dibuje las líneas medianas para las x y para las y , lo cual se logra dividiendo la cantidad de puntos en dos partes iguales tanto en el sentido de las x como de las y .

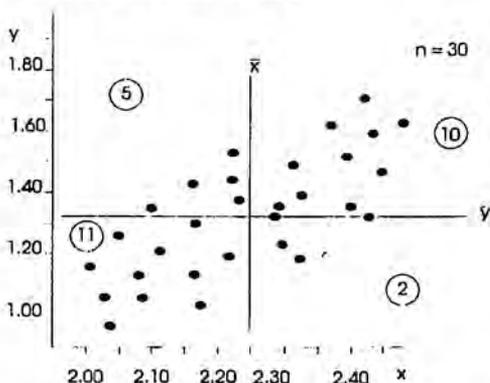


Figura 4.11 Líneas medianas dibujadas en un diagrama de dispersión

- Las líneas medianas pueden caer o pasar sobre algún punto o puntos.
- Identifique las cuatro áreas resultantes después de trazar las líneas medianas, márkuelas con: I, II, III, IV.
 - Cuente los puntos de cada área correspondiente.
 - Calcule el número de puntos en las áreas (I)+(II) y (II)+(IV). De acuerdo al paso anterior.
 - Si, (I)+(II), es mayor que (II)+(IV), y si hay correlación (esto se probará en el siguiente paso), esta será positiva, de otra forma será negativa.
 - Establezca el "número límite de puntos", mayor y menor de acuerdo a la tabla de prueba de signo y nivel de significancia deseado.

Para el 5% de significancia: Con $N=30$; Límite inferior = 9; Límite superior = 21

Compare el total de puntos de las dos áreas que sea menor, con el límite inferior y el total de puntos de las áreas que sea mayor, con el límite superior.

Si el total de puntos en el total mayor, es mayor que el límite superior, la correlación existe, o si el total de puntos en el total menor es menor que el límite inferior, la correlación existe.

En el caso que ambos totales de puntos sea iguales a los límites respectivamente, la correlación existe.

b) PAPEL DE DISTRIBUCION BINOMIAL

Introducción

El papel de probabilidad binomial es una herramienta de mucha utilidad dentro de la estadística industrial. Por medio de esta es muy fácil probar y estimar valores discretos tales como: El número de defectivos, fracción defectiva, etc., así como también se usa para probar y estimar la correlación y otras pruebas estadísticas.

Los métodos estadísticos reúnen cierta dificultad en su uso o aplicación, y por tanto la tendencia es aplicarlos en el trabajo. Sin embargo, usando una simple gráfica-papel de probabilidad binomial podemos hacer pruebas o calcular estimados de valores discretos sin necesidad de grandes cálculos. Este papel es preciso y muy práctico para analizar grandes cantidades de datos. Más aún se puede utilizar para datos continuos expresados en orden o en cantidades positivas o negativas, como en el caso de la estimación del coeficiente de correlación a partir de su Diagrama de Dispersión.

Naturaleza y Usos

El papel de Probabilidad Binomial es una gráfica que tiene una escala -Raíz Cuadrada- en ambos ejes, el horizontal y el vertical. Dicho en otras palabras, es un papel de raíz cuadrada calibrado en unidades de "x" a la distancia $_x$. La base en la gráfica es la distancia desde el origen 0 a 1.

Algunos de los usos más comunes que se le da al papel de probabilidad binomial son:

- Prueba para fracción defectiva de una población
- Prueba para correlación-estimación del coeficiente de correlación.
- Comparación de dos grupos de datos apareados
- Tablas de contingencia

PRUEBA PARA LA CORRELACION-ESTIMACION DEL COEFICIENTE DE CORRELACION

La prueba de correlación y la estimación del coeficiente de correlación, se puede efectuar tomando como base un Diagrama de Dispersión, una gráfica de control u

otras gráficas. Aquí sólo consideraremos la prueba usando un Diagrama de dispersión, por ser la más común.

Procedimiento para estimar el coeficiente de correlación:

1. Dibuje las líneas medianas, sobre el Diagrama de Dispersión e identifique las cuatro áreas: I, II, III, IV, respectivamente de acuerdo al procedimiento presentado en el método de la mediana.
2. Cuente los puntos para cada área correspondiente, y determine $N(+)$ y $N(-)$. Considerando el Diagrama de dispersión en el ejemplo.

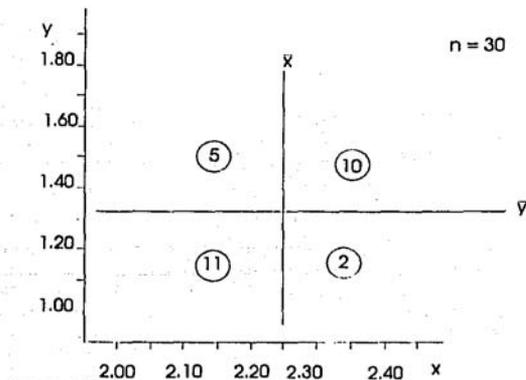


Figura 4.13

3. Sobre el Papel de Distribución Binomial, grafique el punto $N(+)$, $N(-)$, en este caso:

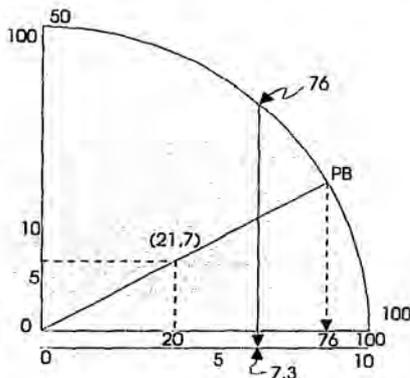


Figura 4.14

4. Trace una línea recta, que pase por el origen y por el punto de estudio: $N(+)$, $N(-)$, el cual en este caso es (21,7), hasta que cruce el cuarto de círculo, a ese punto llámelo Punto Base (PB), baje una línea continua de ese punto al eje horizontal, y el valor que corresponda enciérrelo en un círculo, en este caso el valor que corresponde al punto base es 76. Localice este valor en la escala del cuarto del círculo y también encierre el valor en un círculo. A partir de este punto, baje una línea continua hasta la escala en centímetros (Primer escala bajo el eje horizontal). Esta escala nos da diez veces el coeficiente de correlación. En este caso 7.3. Entonces el coeficiente de correlación es $r = 0.73$.

Nota. Para estimar el coeficiente de correlación por medio del Papel de Probabilidad Binomial, use siempre el valor más grande de $N(+)= I + III$ y $N(-)= II + IV$ en el eje horizontal. Si $N(+)$ es más grande que $N(-)$, la correlación será positiva, si es menor será negativa.

CONCLUSIONES

El Diagrama de Dispersión tiene mucho uso técnico, es de gran utilidad para la solución de problemas de la calidad en proceso y producto, ya que nos sirve para comprobar qué causas (factores) están influenciando o perturbando la dispersión de una característica de calidad o variable del proceso a controlar. Así mismo, para proceder a su estandarización.

f) Gráficas de Control y Gráficas Generales

Una gráfica de Control es una herramienta estadística que detecta la variabilidad de un proceso. El uso práctico que tiene es que sirve para solucionar problemas de la calidad, en los procesos así como su control.

Los otros métodos que se han estudiado a lo largo de este capítulo (Diagrama de Pareto, Histograma, etc.), nos muestran datos en forma ordenada, como una fotografía, en forma estática. Por supuesto que tienen su aplicación, pero es necesario saber sobre los cambios en los procesos de producción; la naturaleza de estos cambios en un periodo de tiempo determinado en forma dinámica. Es por esto que las gráficas de control son ampliamente utilizadas en la práctica. Además que para su construcción y utilización no requiere de grandes conocimientos en estadística. Lo importante es saber medir, y medir bien.

Una gráfica de control consta de límites de control (superior e inferior). Los cuales son establecidas con el propósito de obtener un juicio acerca del proceso, respecto a su comportamiento, si es estable o no, si está bajo control o fuera de control. Usando estos límites es posible distinguir desviaciones por causas no asignables y causas asignables al proceso.

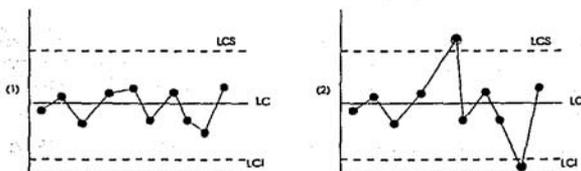


Figura 4.15. Gráficas de control (1) Proceso estable (2) Proceso no estable

USOS IMPORTANTES DE LAS GRAFICAS DE CONTROL

1. Para controlar la calidad durante la producción.
2. Para obtener de manifiesto la información de los registros de calidad.
3. Para ayudar a juzgar si la calidad está bien controlada.

TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL

Para construir una gráfica de control es importante distinguir el tipo de datos a graficar, los datos pueden ser: Datos Continuos ó Datos Discretos, en otras palabras el tipo de gráfica de control depende del tipo de datos.

DATOS CONTINUOS: Son aquellos datos que pueden tomar cualquier valor dentro de una escala numérica. Por ejemplo, mediciones en milímetros, centímetros cúbicos, gramos, etc.

DATOS DISCRETOS: Son aquellos datos que guardan relación con números enteros, los cuales se basan en conteos. Por ejemplo, número de defectos en un producto, de artículos defectivos, etc.

TIPOS DE DATOS	GRÁFICA DE CONTROL USADA
Datos continuos	-De promedios y rangos (X-R)
Datos discretos	-Número de defectivos (np) -Fracción defectiva (p) -Defectos por unidad (C)

PROCEDIMIENTO Y FORMULAS PARA CONSTRUIR UNA GRÁFICA DE CONTROL X-R

Una gráfica de control X-R, es en realidad dos gráficas, una que representa los promedios de las muestras (Gráfica X) y la otra que representa los rangos (Gráfica R). Se consideran las dos como una sola gráfica, puesto que deben construirse juntas (como veremos más adelante), ya que la gráfica X principalmente nos muestra cualquier cambio en la media (valor medio) del proceso, mientras que la gráfica R nos muestra cualquier cambio en la dispersión del proceso, además de que los cálculos para determinar las X y R de las muestras, se basan en los mismos datos.

Es importante no olvidar que el uso particular de la gráfica X-R nos muestra los cambios en el valor medio y en la dispersión del proceso al mismo tiempo, haciendo de esta una herramienta efectiva para detectar anomalías en un proceso diariamente.

A continuación una lista de los pasos necesarios para la construcción de una gráfica X-R

- 1. OBTENCION DE DATOS.** El coleccionar los datos es muy importante, ya que en base a éstos se harán los cálculos para la construcción de la gráfica. Se deberá tener la máxima seguridad acerca de la veracidad de éstos. Usualmente es necesario tomar no más de 20 muestras, la obtención de datos debe ser reciente y es recomendable hacer uso de una forma u hoja especial para la colección. (ver tabla en el ejemplo)

CONSIDERACIONES PARA LA OBTENCION DE DATOS

- Distribuya los datos en forma de subgrupos, dónde el número de datos por subgrupo se representa por n , o sea, n es el tamaño de la muestra la cual es constante para cada subgrupo. el tamaño de la muestra n , varía entre 2 y 5. El número de subgrupos es representado por K .
 - Los datos deben ser obtenidos bajo las mismas condiciones técnicas para cada subgrupo. Un subgrupo no debe incluir datos de lotes diferentes o de naturaleza diferente.
- Calcular \bar{X} y R después de la obtención de datos, calcule el valor medio \bar{X} y el rango R para cada subgrupo, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

Para el valor medio:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n}$$

Para el rango: Es la diferencia entre el valor mayor y el valor menor de un subgrupo.

3. Obtenga el gran promedio $\bar{\bar{X}}$ y el rango promedio \bar{R} .

a) El gran promedio $\bar{\bar{X}}$, es la sumatoria total de todos los valores medios de cada subgrupo, dividida entre el número de subgrupo K.

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \dots + \bar{X}_K}{K}$$

b) El rango promedio \bar{R} , es la sumatoria total de todos los rangos de cada subgrupo, dividida entre el número de subgrupos K.

$$\bar{R} = \frac{\bar{R}_1 + \bar{R}_2 + \dots + \bar{R}_K}{K}$$

4. Calcule los límites de control, usando las fórmulas correspondientes para la gráfica \bar{X} y la gráfica R.

Gráfica \bar{X} :

Línea central, LC = $\bar{\bar{X}}$

Límite de control superior LCS = $\bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$

Límite de control inferior LCI = $\bar{\bar{X}} - A_2\bar{R}$

Gráfica R:

Línea central LC = \bar{R}

Límite de control superior LCS = $D_4\bar{R}$

Límite de control inferior LCI = $D_3\bar{R}$

- * Los coeficientes A_2 , D_4 , D_3 , sus valores, los cuales dependen del tamaño de la muestra n son mostrados en la tabla a continuación.

Valores de coeficientes A_2 , D_4 , D_3

n	A_2	D_4	D_3
2	1.880	3.267	0
3	1.023	2.575	0
4	0.729	2.282	0
5	0.577	2.115	0
6	0.483	2.004	0
7	0.419	1.924	0.076
8	0.373	1.864	0.136
9	0.337	1.816	0.184

Figura 4.16 Valores de los coeficientes A_2 , D_4 , D_3

Las formas a usar para la gráfica \bar{X} y R van impresas en la hoja de datos como se muestra en el ejemplo, así como los valores más comunes de los coeficientes A_2 , D_4 , D_3 .

- Construya la gráfica de control \bar{X} - R . Para construir la gráfica de control \bar{X} - R es conveniente hacer uso de papel cuadrículado. Al trazar las líneas de control, debe dejarse una separación de 3 a 4 centímetros entre el LCS y el LCI. El trazo de la línea central debe ser con línea continua y las líneas para el LCS y el LCI en forma de línea punteada. Estas líneas de control deben trazarse sobre los ejes horizontal y vertical, trazados previamente. Asigne un intervalo adecuado para los dos ejes y anote sus valores. Anote también los valores de los límites de control y de la línea central.
- Grafique los puntos. Grafique los valores de \bar{X} y R para cada subgrupo partiendo del mismo eje horizontal. Identifique los puntos para las \bar{X} como (.) y para las R como un (+). Encierre en un círculo los puntos fuera de los límites de control.
- Anote la información adicional. Siempre es conveniente anotar sobre la gráfica información necesaria para la mejor comprensión de la misma, información como: el tamaño de la muestra (n), la naturaleza de los datos, el periodo de tiempo en que se tomaron los datos, quién los tomó, procesó, etc..

Hoja de datos gráfica X-R

Número de artículos: _____

Fecha: _____
Método de medición: _____

Nombre del artículo: _____

Nombre del proceso: _____

Característica a controlar: _____

No	Día-Hr.	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	\bar{X}	R	Notas
1										
2										
3										
:										
:										
n										
Total										
Promedio										

Límites

$$\begin{aligned} \bar{X}: \quad LC &= \bar{X} = \\ \quad \quad LCS &= \bar{X} + A_2 \bar{R} = \\ \quad \quad LCI &= \bar{X} - A_2 \bar{R} = \end{aligned}$$

$$A_2 \bar{R} =$$

$$\begin{aligned} R: \quad LC &= \bar{R} = \\ \quad \quad LCS &= D_4 \times \bar{R} = \\ \quad \quad LCI &= D_3 \times \bar{R} = \end{aligned}$$

n	A_2	D_3	D_4
2	1.880	0	3.267
3	1.023	0	2.574
4	0.729	0	2.282
5	0.577	0	2.114
6	0.483	0	2.004

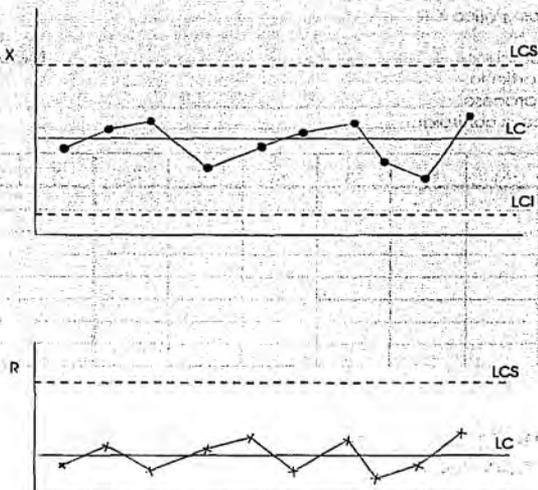


Figura 4.17 Grafica X-R

COMPARACION DE UN GRUPO DE HISTOGRAMAS VS GRAFICAS DE CONTROL

Con el propósito de hacer más práctica la interpretación de las gráficas de control, a continuación se presenta la comparación de un grupo de histogramas (representados por curvas de frecuencias por ser más sencillo su dibujo) y la gráfica de control X-R.

Básicamente, la interpretación de la gráfica de control (película del proceso) debe decirnos lo que sucede en el proceso.

Los Histogramas (fotografía del proceso) representan el comportamiento del proceso en tres periodos diferentes para este caso.

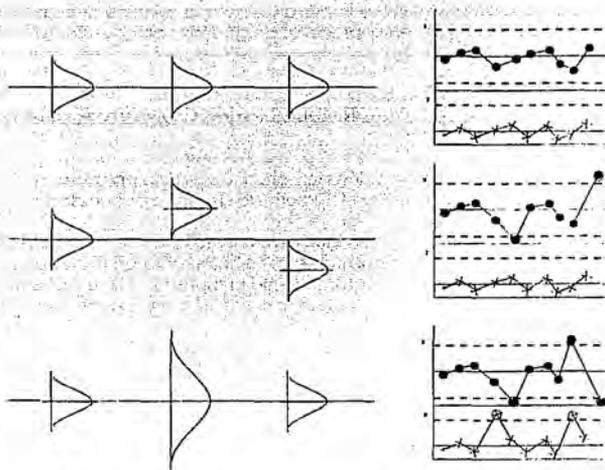


Figura.4.18 Comparación de histogramas vs. gráficas de control

De acuerdo a las anteriores comparaciones entre histogramas y gráficas de control X-R, observamos lo siguiente.

CASO A. Podemos observar claramente por la forma de la gráfica que la producción está controlada. Que X v R no exceden los límites de control. No se observan situaciones anormales.

CASO B. Podemos observar claramente que si hay cambios en la media del proceso de producción, estos son fácilmente detectados en la gráfica X, la cual muestra anomalías, en este caso puntos fuera de los límites de control, en cambio la Gráfica R no muestra anomalías.

CASO C. Se observa que cuando hay cambios en la dispersión del proceso, esto se muestra en la gráfica R, ya que los puntos muestran anomalías. Incluso en la gráfica X se observan que el cambio en el movimiento de los puntos es grande y pueden también estar algunos fuera de control.

RESUMIENDO:

GRAFICA	CAMBIO EN LA MEDIA DEL PROCESO DE PRODUCCION	CAMBIO EN LA DISPERSION
X	INDICA ANORMALIDAD	INDICA ANORMALIDAD
R	NO DIFERENCIA	INDICA ANORMALIDAD

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

Tener presente lo anterior es muy importante porque siempre deseamos observar cuando suceden cambios en el proceso, de acuerdo al movimiento de los puntos en la gráfica de control X-R.

PROCEDIMIENTO Y FORMULAS PARA CONSTRUIR UNA GRAFICA p, np y c

La gráfica p, representa la fracción defectiva. La gráfica np muestra el número de defectivos. La gráfica C muestra el número de defectos por unidad muestreada.

Básicamente la gráfica p y np son iguales, excepto que la gráfica p se utiliza cuando la muestra que se toma no es constante (p se representa en forma de porcentaje). La gráfica np se utiliza cuando el tamaño de la muestra que se toma no varía durante el periodo de tiempo establecida o entre los subgrupos determinados previamente.

GRAFICA p

1. Obtención de datos. Diseñe una forma para tal objeto. El tamaño de la muestra (n) por subgrupo, o por fecha deberá ser mayor de 50 unidades. Pero la intención debe ser el de obtener todos los datos posibles, n=100, n=200, etc. Si se forman subgrupos, deberán obtenerse datos para por lo menos 20 subgrupos, si es "por fecha se obtienen datos diariamente para 4 semanas consecutivas o un mes.

Esto se hace por lo general, por convenir así a los registros de producción.

2. Cálculo de fracción defectiva. (Porcentaje defectivo) para cada fecha o subgrupo en porcentaje: p (%).

$$p = \frac{\text{Número de defectivos}}{\text{Num. de inspeccionados}} = \frac{np}{n}$$

* multiplique el resultado por cien para presentarlo como porcentaje.

3. Calcule la fracción defectiva promedio: p

$$p = \frac{\text{Número de defectivos}}{\text{Núm. de inspeccionados}} = \frac{\sum np}{\sum n}$$

4. Establezca los límites de control:

$$\text{Límite central} = LC = \bar{p}$$

$$\text{Límite de control sup.} = \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}}(\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})})$$

$$\text{Límite de control inf.} = \bar{p} - \frac{3}{\sqrt{n}}(\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})})$$

5. Construya la gráfica. Trace los límites de control y dibuje que representen la fracción defectiva en porcentaje: p (%).

Seleccione un intervalo adecuado para ambos ejes (aproximadamente 5 mm), recuerde que debe existir una separación aproximada de 3 cm. entre LCS y LCI.

Anote la información adicional necesaria.

Hoja de datos para gráfica P

S.gpo.	T. de la muestra (n)	No. de Defec. (np)	% de defec. p(%)	(5) $\frac{3}{\sqrt{n}}$	(6) $\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}$	(7) (5)X(6)	LCS (%)	LCI (%)
1	190	19	10,0	0,218	0,274	0,059	14,1	2,3
2	180	15	8,3	0,224	0,274	0,061	14,3	2,1
3	185	12	6,5	0,221	0,274	0,060	14,2	2,2
.
18	220	18	8,2	0,202	0,274	0,055	13,7	2,7
19	255	15	5,8	0,188	0,274	0,052	13,4	3,0
20	300	33	11,0	0,173	0,274	0,047	12,9	3,5

(Total)

$$\Sigma n = 3775, \Sigma np = 311$$

$$\bar{p} = \frac{\Sigma np}{\Sigma n} = \frac{311}{3775} = 0,082 \therefore \bar{p} = 8,2\%$$

Límites de control

$$\text{Límite central} = LC = \bar{p}$$

$$\text{Límite de control sup.} = \bar{p} + \frac{3}{\sqrt{n}}(\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})})$$

$$\text{Límite de control inf.} = \bar{p} - \frac{3}{\sqrt{n}}(\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})})$$

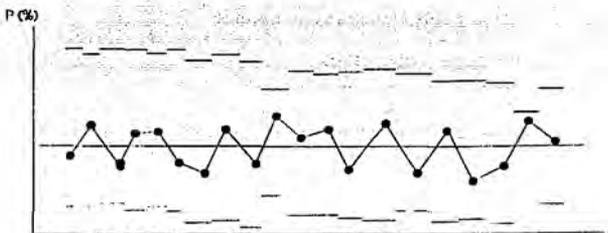


Figura 4.19 Gráfica p
GRAFICA np

1. Obtención de datos. Para la obtención de datos, es conveniente hacer uso de una forma especialmente diseñada para tal objeto. Considere las mismas recomendaciones que se dieron para la gráfica p en el paso 1.
2. Calcule los límites de control.

$$\text{Línea central, LC} = \bar{p}n = \frac{\sum np}{K}$$

K = Número de subgrupos o de fechas

$$\text{Límite de control superior, LCS} = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

$$\text{Límite de control inferior, LCI} = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

$$\bar{p} = \frac{\sum np}{(K)(n)}$$

3. Construya la gráfica. Trace los límites de control y dibuje los puntos que representen el número de defectivos (np) por subgrupo o por fechas, según el caso. Añada la información adicional necesaria para la mejor comprensión de esta.

Hoja de datos Gráfica np

Subgrupo número	Defectivos np
1	4
2	3
.	.
.	.
29	0
30	1
TOTAL	NP=100

Tamaño de la muestra n=80

$$\text{Fracción defectiva promedio } \bar{p} = \frac{\sum np}{kn} = \frac{100}{2400} = 0,042$$

Límites de control:

$$\text{L.C.} = \bar{p}n = 3,36$$

$$\text{L.C.S.} = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})} = 8,74$$

$$\text{L.C.I.} = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})} = -2,02 \text{ (No se considera)}$$

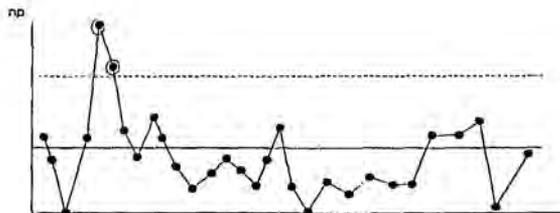


Figura 4.20. Gráfica np

GRAFICA c

La gráfica c como anteriormente se estableció, representa el número de defectos por unidad muestreada. La unidad muestreada puede ser un artículo o varios, pero esta deberá ser constante ($n = \text{cte.}$), por ejemplo; formar subgrupos con $n = 1\text{m}$ de tela, $n = 2\text{m}$ de tela, $n = 5$ radios, $n = 1$ radio, etc.

Con la muestra constante, se facilitan los cálculos para establecer los límites de control y es más fácil la construcción de la gráfica.

1. Obtención de datos. Establezca el tamaño de la muestra (n) como unidad a muestrear en cada subgrupo. Para la colección de datos haga uso de una forma especial. (ver ejemplo)
2. Determine el número de defectos promedio por unidad.

$$\bar{c} = \frac{c}{K}$$

K = número de subgrupos.

3. Establezca los límites de control.

Línea central, $LC = \bar{c}$

Límite de control superior, $LCS = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$

Límite de control inferior, $LCI = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$

4. Construya la gráfica. Trace los límites de control y grafique los límites que representan el número de defectos por unidad a cada subgrupo. (ver ejemplo)

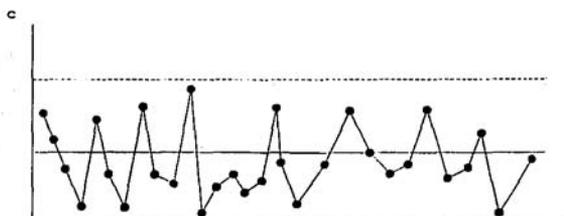


Figura 4.21 Gráfica c

USO DE LA GRÁFICA DE CONTROL EN LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

El uso de las gráficas de control es el de detectar anomalías en los procesos de producción con el objeto de investigarlas y eliminarlas para lograr un **estado de control** en ellos.

Estado de Control: un proceso está en estado de control cuando **todos los puntos** están dentro de los límites de control de la gráfica, y el movimiento de los puntos **no toma alguna forma particular**, como las que se mencionan a continuación. Formas particulares:

1. Corridas anormales

1. Corridas anormales

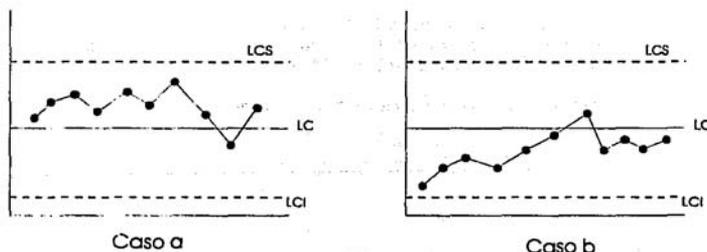


Figura 4.22

Se considera que existe una corrida anormal cuando:

- a) Existe un movimiento de siete puntos consecutivos en un solo lado, ya sea sobre o bajo la línea central. En otras palabras, si existe una corrida de siete puntos.
- b) Si la corrida es menor a siete puntos consecutivos, pero en el movimiento, 10 de 11 o 12 de 14 están en un sólo lado.

2. Tendencias

2. Tendencias

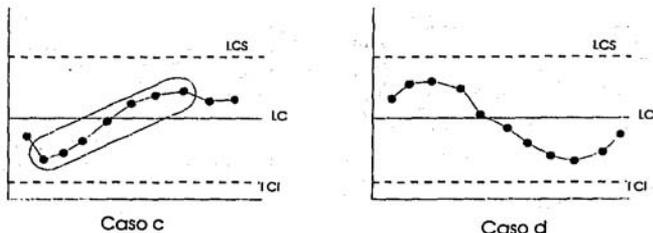


Figura 4.23

Se considera tendencia cuando existe una serie de siete puntos continuos, ya sea en forma ascendente o descendente.

3. Ciclos

3. Ciclos

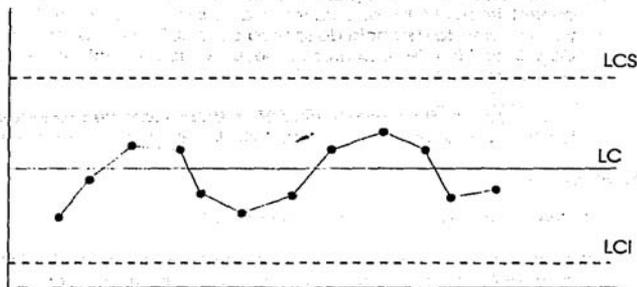


Figura 4.24

Se considera que existe la forma de ciclos cuando los puntos muestran el mismo patrón de cambio en intervalos iguales. Este criterio no es muy estricto, hay necesidad de seguir con detenimiento el movimiento de los puntos para poder tomar una decisión.

4. Agrupamientos

4. Agrupamientos

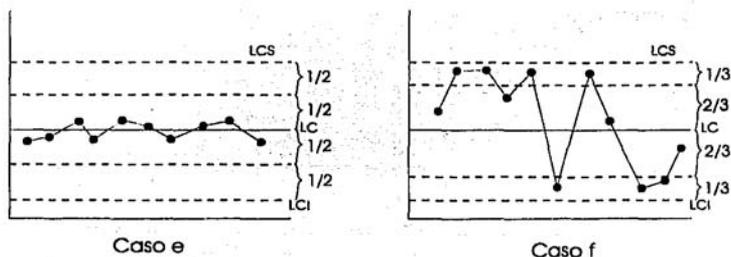


Figura.4.25

Se considera que existe agrupamiento cuando el movimiento de los puntos en la gráfica de control, está alrededor de la línea central o de las líneas de los límites de control.

- Para evaluar si existe agrupamiento sobre la línea central se trazan líneas a la mitad, entre la línea central y los límites de control. Si la mayoría de los puntos está entre estas líneas trazadas existe anomalía.
- Para evaluar si existe agrupamiento sobre las líneas de los límites de control, trace dos líneas a un tercio de distancia del límite de control y dos tercios de distancia de la línea central. Existe anomalía si 2 o 3, 3 de 7 ó 4 de 10 puntos consecutivos se encuentran en la zona o área de un tercio.

Resumiendo: **El estado de control** en un proceso de producción se logra si y sólo si, no existen anomalías en la gráfica de control.

Anormalidades como:

- Puntos fuera o sobre los límites de control
- Que el movimiento de los puntos tome alguna forma particular; corridas anormales, tendencias, ciclos o agrupamientos antes mencionadas. En otras palabras: **el movimiento de puntos debe estar al azar.**

g) Hoja de Verificación (Chequeo)

Una hoja de chequeo es un formato especial construido para coleccionar datos fácilmente, en la cual todos los artículos o factores necesarios son previamente establecidos y sobre los cuáles, récords de pruebas, resultados de inspección o resultados de operaciones son fácilmente descritos con marcas especiales utilizadas para chequear.

Para propósito control de proceso por medio de métodos estadísticos es necesario la obtención de datos, el control depende de datos y por supuesto estos datos deben ser correctos y debidamente coleccionados. Además de la necesidad de establecer relaciones entre causas y efectos dentro de un proceso de producción, con propósitos de control de calidad y de productividad.

Las hojas de chequeo se usan para varios propósitos. Por ejemplo:

1. Examinar la distribución de un proceso de producción.
2. Checar o examinar artículos defectivos.
3. Examen o análisis sobre localizaciones de defectos.
4. Checar causas de defectivos. (se les pueden llamar hojas de datos)
5. Chequeo y análisis de operaciones. (se le puede llamar lista de chequeo)
6. Etc.

Nota:

Si bien algunos tipos de Hojas de Chequeo podrían ser Hojas de Datos, éstas son llamadas Hojas de Chequeo en lugar de Hojas de Datos porque su forma es ideal para tener una descripción más fácil y conveniente, sin necesidad de escribir letras o figuras, o lo menos posible. Esta es la esencia de una **Hoja de Chequeo**.

Las hojas de chequeo se utilizan con mayor frecuencia:

- a) Para obtener datos
- b) Para propósitos de inspección

Las Hojas de Chequeo para **obtención de datos** se clasifican en diferentes características (calidad o cantidad) y se utilizan para observar su frecuencia, para posteriormente construir gráficas o diagramas. Estas hojas de chequeo se utilizan para reportar diariamente el estado de las operaciones y poder evaluar la tendencia y/o dispersión de la producción.

Las Hojas de Chequeo para **propósitos de inspección** se utilizan para chequear ciertas características de calidad que son necesarias de evaluar; ya sean en el proceso o producto terminado.

COMO PREPARAR UNA HOJA DE CHEQUEO

Los principales pasos para preparar una Hoja de Chequeo son los siguientes:

a) Hoja de Chequeo para Obtención de Datos:

1. Decida que característica y como organizar los datos. Determine que característica (calidad o cantidad) del proceso (o en general) son necesarias de observar, y cuáles datos son importantes de obtener. Para esto se deberá relacionar las características y los datos.

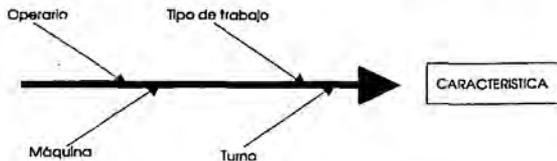


Figura 4.26

2. Especifique un periodo de tiempo. Clarifique el periodo de tiempo (pasado o futuro) para obtener los datos y el cuál es necesario para observar el estado de las características decididas. Puede ser un mes, un día, horas, etc.
3. Diseñe la Hoja de Chequeo. Establezca el formato apropiado: si es tipo "Tabla", es posible observar muchos tipos de características a la vez (ver figura 4.27). Si es del tipo "Figuras", se pueden indicar con mayor interés las características a observar (ver figura 4.28).

HOJA DE CHEQUEO

No. _____

Producto _____ Fecha _____
 Especificación _____ Notas _____
 Insp. No. _____
 Número Total _____
 Lote No. _____

Dimensiones

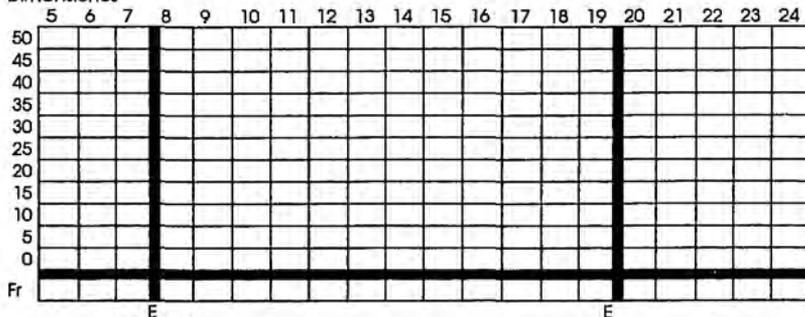
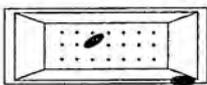


Figura 4.27

Hoja de Chequeo

Producto Molitura CC. rln Fecha _____ No. _____
Protestero
 Defecto Investigado Gielas

Notas



(Dibujo)

Figura 4.28

4. Defina las "Marcas" a utilizar para obtener los datos. Las marcas pueden ser del tipo de conteo (barras) y/o de identificación (O, X, etc.). Lo importante es poder coleccionar muchos datos diferentes en un mismo formato.

b) Hoja de Chequeo para Propósitos de Inspección.

1. Elabore una lista de cada característica de Calidad que son importantes de inspeccionar o de chequear, y establezca las columnas de chequeo.

No.	Característica	Chequeo

Figura 4.29

2. Establezca un orden secuencial de chequeo si es necesario.
3. Estratifique las características por: Operarlo, máquina, proceso, etc. para facilitar el chequeo.
4. Complete el diseño de la hoja de chequeo.

COMO USAR LAS HOJAS DE CHEQUEO

Los puntos importantes a considerar para hacer uso de las Hojas de Chequeo son los siguientes:

1. Obtenga (colecte) datos en el formato-Hoja de Chequeo diseñado.
2. Analice los datos e investigue las causas de comportamiento, frecuencia, etc. observado, utilizando gráficas. Por ejemplo: Causas de los defectos "X".

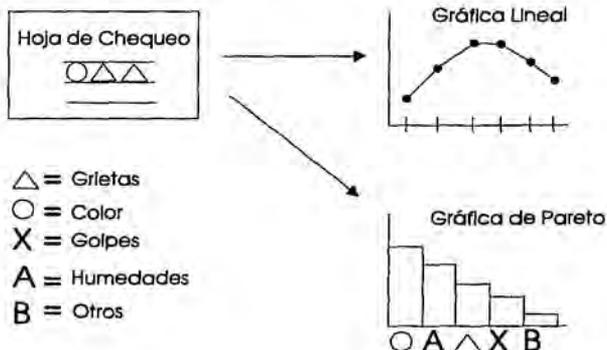


Figura 4.30

Cada dato marcado (X, O, etc..) debe ser identificado: Quién, Qué, Cuando, Dónde y Cómo fue observado, con el fin de facilitar el análisis correspondiente.

RESUMEN DE LAS SIETE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS

Como se podrá ver el uso de estas herramientas es bastante sencillo y se puede llegar una con la otra para poder facilitar el trabajo de campo en general. La forma como se van a ligar una herramienta con otra es analizada en el siguiente capítulo.

Como una guía de referencia rápida para estas herramientas proporcionaremos la siguiente tabla que resume en muy grandes rasgos la aplicación principal de cada una de las siete herramientas estadísticas.

HERRAMIENTA	DESCRIPCION
1. Hojas de Chequeo	- Fácil obtención de Datos.
2. Histograma	- Conocer la forma de la distribución de la característica de Calidad en estudio o el comportamiento de cierta variable en la operación o proceso.
3. Diagrama de Pareto	- Reducir el número total de problemas, identificar los vitales y decidir por cuales empezar a buscar una solución más impactante.
4. Diagrama de Causa y Efecto	- Identificar, relacionar y seleccionar causas de problemas o factores que afectan a cierto objetivo o característica de Calidad.
5. Estratificación	- Confirmar o verificar efectos de causas discretas (conteos) seleccionadas.
6. Diagrama de Dispersión	- Confirmar o verificar efectos de causas continuas (mediciones) seleccionadas.
7. Gráficas de Control	- Conocer cambios dinámicos en las operaciones o procesos y confirmarlos, observando los estándares para identificar situaciones anormales.

4.3 Herramientas Administrativas

Un Sistema de Administración para Calidad Total requiere de utilizar diversas Técnicas y Herramientas para la correcta toma de decisiones y logro de objetivos. Implica la participación unida y decidida de todo el personal, desde la Alta Dirección, Gerencia Media, hasta Empleados y Operarios.

En general el problema con los empleados de áreas administrativas o que proveen servicios, es que manejan más datos verbales que estadísticos. Sin embargo los datos verbales deben ser organizados y analizados para hacerlos más descriptivos y obtener información precisa; esto permite administrar científicamente y facilitar el uso de la creatividad del personal.

Los datos verbales (no estadísticos) son también datos descriptivos al igual que los datos estadísticos: Es información que se genera en base a experiencia y conocimientos, los cuáles son organizados también para cierto propósito; lo importante es contar con información descriptiva y organizarla para separar hechos de simples opiniones.

Las Herramientas Administrativas fueron desarrolladas principalmente para utilizar datos verbales y provienen de métodos convencionales utilizados en otros campos. El comité que las desarrolló (en Japón) estudió más de treinta herramientas seleccionadas de diferentes técnicas de creatividad y administración; como, la investigación de operaciones, la Ingeniería de costos, etc. Todas fueron utilizadas y examinadas en actividades de control y mejora de la Calidad en diferentes empresas, generándose muchos y variados ejemplos. Después de este proceso de prueba y error y en base a la experiencia ganada, se establecieron las siete Herramientas Administrativas, todas mejoradas y acorde a un objetivo.

Las Herramientas Administrativas para la Calidad Total son las siguientes:

1. Diagrama de Afinidad
2. Diagrama de Relaciones
3. Diagrama de Arbol
4. Diagrama Matricial
5. Análisis Matricial de Variaciones
6. Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas
7. Diagrama de Flechas

Estas siete Herramientas Administrativas para control y mejora de la Calidad, fueron inicialmente seleccionadas y desarrolladas sólo para gerentes y empleados de áreas administrativas. Posteriormente, dada su importancia y resultados, su utilización se ha extendido ampliamente a la Alta Dirección, para planeación y administración estratégica y Políticas de la empresa; su uso se ha extendido también a departamentos de asuntos generales, ventas, contabilidad y otros, incluyendo las actividades de círculos de Calidad.

La característica de estas herramientas es que representan datos verbales descriptivos en forma de diagrama, excepto el número 5, Análisis Matricial de Variaciones.

Las siete Herramientas Administrativas no sustituyen a las siete Herramientas Estadísticas Básicas sino que son complementarias. Estas Herramientas Administrativas son principalmente usadas para organizar información y para hacer planes o programas en las diferentes etapas del proceso de toma de decisiones para la solución de problemas, por ejemplo:

- En la etapa de análisis de resultados no deseables o condiciones de caos, para especificar los problemas a resolver.
- Desarrollar las contramedidas y medios para resolver los problemas.
- Especificar el programa de trabajo ordenando en el tiempo los medios y actividades a efectuar.

- Confirmar efectos de mejoras o como se disminuyen los problemas en forma verbal.

La mayoría de las siete Herramientas Administrativas deben usarse en combinación con las siete Herramientas Estadísticas Básicas, para hacerlas más efectivas en su uso.

a) Diagrama de Afinidad

El Diagrama de Afinidad es esencialmente un método de intuición. Implica generar ideas por inspiración súbita y luego agruparlas por temas afines.

Se utiliza para encontrar problemas o facilitar la concepción de ideas integrando datos verbales con mutua afinidad. Más específicamente, este método expresa hechos, opiniones o ideas sobre una situación problemática confusa o incierta en palabras (datos Verbales), integrando por afinidad esta información en un diagrama; esto facilita encontrar el problema, aclarar el panorama o simplemente concebir una idea.

El Diagrama de Afinidad fue creado en base al "método KJ" desarrollada por Jiro Kawakita, la siguiente figura muestra este concepto de integración de datos verbales.

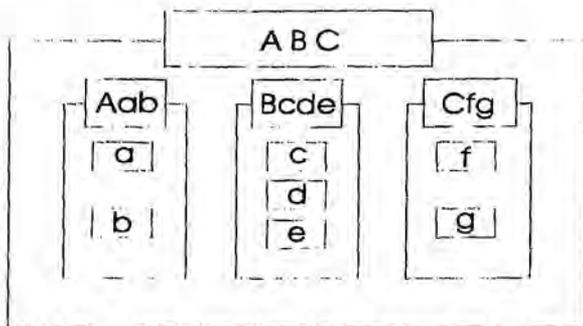


Figura 4.31

Los datos Verbales "a", "b", "c", "d", "e", "f" y "g" fueron obtenidos independientemente uno de otro; Y "a" y "b", "c", "d" y "e", y "f" y "g", son integrados respectivamente por afinidad. "ab" es el acuerdo resumido de lo contenido en "a" y "b", y así sucesivamente.

Este diagrama no simplemente integra los datos verbales obtenidos y los muestra en un diagrama de afinidad para entender mejor la situación. El objetivo primordial es encontrar algo nuevo partiendo de los datos verbales durante el proceso de integración, y obtener alguna idea súbita en su mente.

Se dice que el lenguaje es el vehículo del pensamiento. Este método puede ser utilizado inclusive como una herramienta para obtener información necesaria para lograr una meta.

El Diagrama de afinidad es efectivo en los siguientes casos:

1. Aclarar el estado o situación que debe ser.
2. Aclarar el problema básico.
3. Organizar el pensamiento.
4. Prever el futuro.
5. Dirigir el pensamiento hacia la solución de un problema.

Específicamente:

1. Seleccionar un problema como proyecto de mejora.
2. Desarrollar un mercado nuevo (o ampliar la participación).
3. "Romper" una situación presente.
4. Establecer el trabajo de equipo.

El procedimiento para utilizar esta herramienta es el siguiente:

- a) Determinar un tema.
- b) Obtener datos verbales.
 - Hacer una tormenta de ideas.
 - Anotar las ideas en cartas.
 - Expresarse con libertad y sin críticas.
- c) Lea las cartas y ordene aquellas opiniones que sean afines
 - La clasificación no deberá ser de acuerdo a términos clave.
 - Cuando se obtenga poca información, se deberá aclarar "que quieren decir".
 - El "que quieren decir" no debe ser un resumen, sino una ampliación de los datos verbales; y deberá respetarse la idea original.
- d) Elabore el Diagrama de Afinidad (su elaboración resulta obvia).

b) Diagrama de Relaciones

El Diagrama de Relaciones es básicamente un método de lógica para aclarar las causas y sus relaciones para buscar, confirmar y seleccionar las más importantes que afectan a un problema en análisis.

Se utiliza principalmente para resolver problemas complicados aclarando las interrelaciones en diferentes factores o causas que afectan a un mismo resultado.

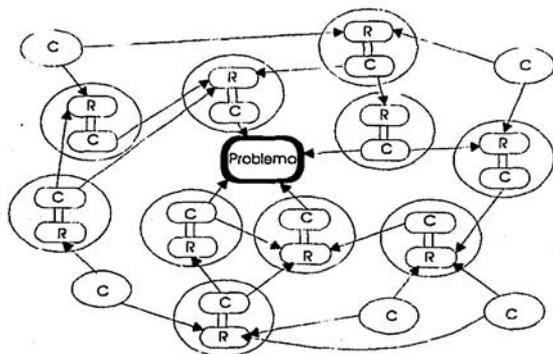


Figura 4.32

La figura anterior muestra el concepto de buscar las causas por medio de un Diagrama de Relaciones.

El Diagrama de Relaciones nos sirve para encontrar causas que con el Diagrama de Causa y Efecto no se podrían encontrar o sea muy difícil. Este diagrama permite establecer la relación entre una "espina" de un factor con la "espina" de otro factor en el mismo Diagrama de Causa y Efecto.

Este Diagrama nos permite organizar mejor el proceso de análisis, en situaciones como:

1. Partiendo de un mal y continuo resultado (problema), por ejemplo: "Las metas de ventas no se cumplen"; "Los tiempos de entrega no se cumplen", etc.
2. Inclusive situaciones complicadas como: "Los defectos nunca disminuyen".

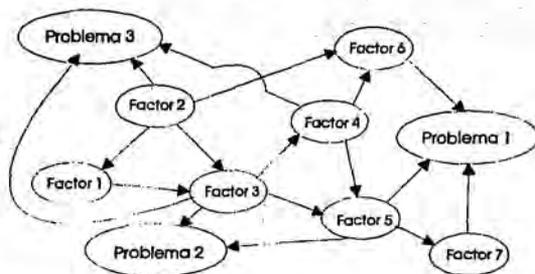


Figura 4.33

El procedimiento para la elaboración de un Diagrama de Relaciones es el siguiente:

- a) Organiza un equipo.
El Diagrama debe ser preparado por personas relacionadas con el problema.
- b) Definir factores y demás Información relacionada, efectuando reuniones. Realizar una tormenta de ideas.
- c) Elaborar el diagrama de Relaciones.

Ilustre la relación entre las causas y efectos por medio de flechas. Corrija el diagrama (algunas veces es necesario corregirlo dos o tres veces cuando menos). Los efectos que queden sin causa que los ocasionen, son siempre el origen de los problemas.

c) Diagramas de Arbol

El Diagrama de Arbol es un método para definir los medios para lograr una meta. Implica desarrollar un objetivo en una serie de medios en multietapas.

Se utiliza básicamente para definir las acciones correctivas efectivas (contramedidas) para eliminar las causas de cierto problema con el fin de prevenir que ocurra nuevamente.

Esta Herramienta es una extensión del concepto del valor técnico del análisis funcional, que muestra las interrelaciones entre las metas y los medios (medidas) para lograrlas.

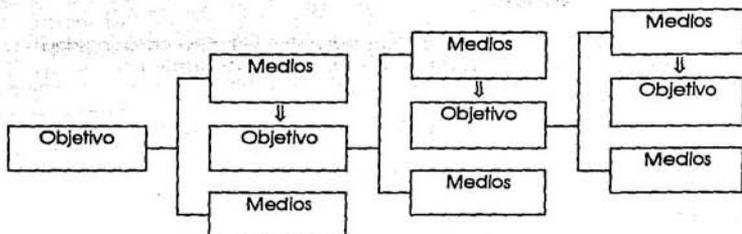


Figura 4.34

El procedimiento para su elaboración es el siguiente:

a) Establezca el propósito y el objetivo.

b) Escriba los medios en cartas.

Obtenga lo más posible de datos verbales utilizando una tormenta de ideas y anótelas en un rotafolio. Resuma los datos obtenidos.

c) Evaluación.

Los medios (medidas) deben clasificarse entre los que sí deben ser implementados y los que no; por tanto es necesario evaluarlos.

d) Elabore el Diagrama de Arbol.

Escriba el propósito y objetivo en el lado izquierdo del rotafolio y pregunte a los miembros que medios son requeridos para lograr qué metas. Arregle la información sistemáticamente en el lugar correspondiente.

e) Analice si el diagrama es apropiado o no.

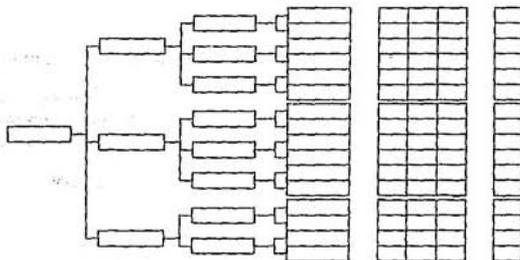


Figura 4.35

d) Diagrama Matricial

El Diagrama Matricial es un método para organizar datos verbales con la finalidad de establecer conclusiones para resolver o prevenir problemas, a través de relacionar diferentes factores o elementos de ciertos eventos.

Específicamente, este diagrama es una tabla de datos que muestra la relación entre los diferentes elementos de dos eventos o aspectos, arreglándolos en renglones y columnas en forma de matriz. Esto permite analizar la relación y tipo que existe entre dichos elementos con el fin de establecer conclusiones de función de sus intersecciones.

A	B	b1	b2	bn
a1					
a2			X		
....					
an					

En la intersección "X" se analiza la relación entre los dos factores diferentes.
Figura 4.36

En la figura anterior, A y B son los eventos relacionados con el problema, (a₁, a₂, ..., a_n) son los elementos de A; (b₁, b₂, ..., b_n) son los elementos de B. Todas las relaciones entre los elementos de A y los elementos de B son obtenidas en las intersecciones entre renglones y columnas.

En las intersecciones se analiza la relación, dependencia, o grado de esta. Es claro que las ideas o "pistas" para resolver el problema pueden ser fácilmente establecidas en función de las conclusiones.

Otra forma de obtener las "pistas" para resolver o prevenir el problema es identificando las columnas o renglones que tengan más intersecciones.

PROCEDIMIENTO

Los pasos recomendados a seguir para construir un Diagrama Matricial, son los siguientes:

- Defina el propósito general para construir la matriz. Este puede ser el problema a analizar, o el tema de estudio, por ejemplo:

Demasiada demora en el recibo de materiales.

- b) Identifique los dos eventos o aspectos a relacionar y desgloselos en sus elementos o partes, por ejemplo:

Aspectos a relacionar y sus elementos

- | | |
|--|---|
| <p>1. Recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Facilidades - Personal - Material | <p>2. Trabajo</p> <ul style="list-style-type: none"> - Recibo - Descarga - Registro - Inspección - Almacén |
|--|---|

- c) Dibuje el formato para la matriz correspondiente, anotando los eventos o aspectos y sus elementos identificados.

Recursos				
Trabajo	Facilidades	Personal	Material	
Recibo				
Descarga				
Registro				
Inspección				
Almacén				

Figura 4.37

- d) Llene cada intersección con la información correspondiente a la relación entre los elementos. Por ejemplo:

Recursos				
Trabajo	Facilidades	Personal	Material	
Recibo	Demora Autorización			
Descarga	Dificultad de maniobra	Demasiado esfuerzo físico	Dificultad de maniobra	
Registro		Demasiados requisitos		
Inspección			Dificultad para muestreo al azar	
Almacén	Falta de espacio			

Figura 4.38

- e) Establezca conclusiones. En las intersecciones están las "pistas" para resolver el problema o aprovechar áreas de oportunidad. En este ejemplo el esfuerzo debe concentrarse en la descarga.

CONCLUSIONES

El Diagrama Matricial debe utilizarse principalmente para separar hechos de simples opiniones, ya que organiza datos verbales lógicos.

Existen diversos tipos de matrices, algunos complicados, sin embargo el anteriormente expuesto es el de mayor aplicación según la experiencia.

OTROS TIPOS DE MATRICES

A continuación se muestran otros ejemplos de tipos de matrices y combinaciones.

a1					
a2					
a3					
a4					
.					
an					
	b1	b2	b3	bn
c1					
c2					
c3					
c4					
.					
cn					

Matriz tipo "T"

			a1			
			a2			
			a3			
d3	d2	d1		b1	b2	b3
			c1			
			c2			
			c3			

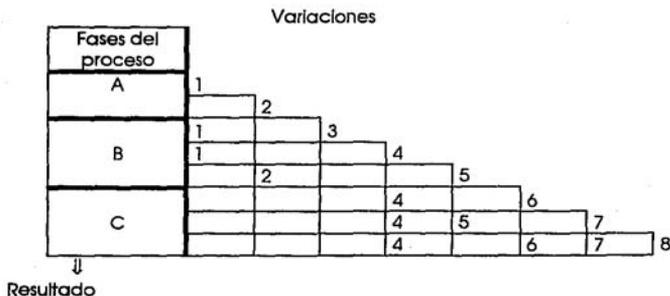
Matriz Tipo "X"

Figura.4.39

e) Análisis Matricial de Variaciones

El Análisis Matricial de Variaciones es un método cuya finalidad es identificar y seleccionar causas potenciales para prevenir problemas o asegurar resultados de un proceso o sistema, consiste en relacionar las diferentes variaciones (desviaciones) de un proceso en forma de matriz. O sea construir una Matriz de Variaciones.

La Matriz de Variaciones es una herramienta indispensable para Identificar **variaciones clave** en las diferentes fases de un proceso y así poder proveerle el control necesario para asegurarle la Calidad (objetivo o resultado esperado).



En la Intersección se establece la dependencia entre variables

Figura 4.40. Matriz de variaciones

Las variaciones son desviaciones "técnicas" originadas por los recursos utilizados en el proceso. Se refiere a aquellas situaciones que de suceder perjudicarían, o no permitirían obtener el resultado esperado.

Para poder identificar las variaciones en un proceso es necesario tener bien claro el trabajo que se desarrolla en cada fase o etapa (operación) del proceso.

PROCEDIMIENTO

- Defina objetivamente el resultado esperado o problema a prevenir.
- Identifique las fases o etapas del proceso a seguir para obtener dicho resultado.

PROCESO



Figura 4.41

Defina las fases o etapas del proceso, estableciendo el efecto esperado al final de cada etapa, en términos objetivos.

- c) Identifique las variaciones o desviaciones potenciales en cada etapa del proceso.

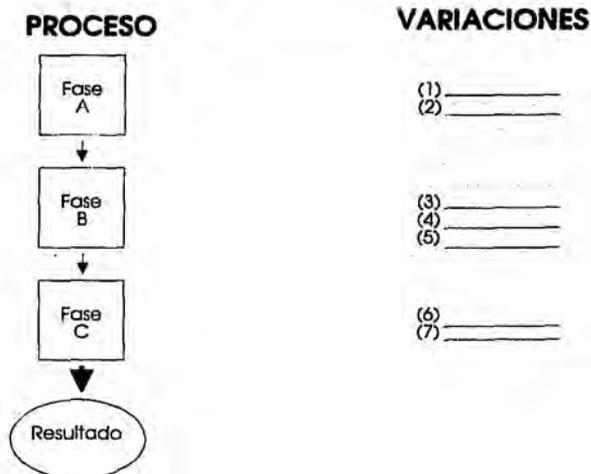


Figura 4.42

1. Dibuje las etapas del proceso en forma vertical, enuncie cada fase.
 2. Desarrolle una Tormenta de Ideas para identificar las variaciones en cada etapa.
Pregunte al grupo: ¿En esta etapa que desviación podría ocurrir que pudiera perjudicar la continuidad del proceso, o el resultado esperado? Anote todas las ideas en un rotafolio.
 3. Evalúe las ideas sobre las variaciones anteriores, y confirme lógicamente su efecto.
 4. Seleccione las variaciones confirmadas y anótelas del lado derecho en forma de columna y secuencialmente como se muestra en la figura anterior.
- d) Construya la Matriz de Variaciones.
- e) Analice la relación y dependencia entre las variaciones, anotando el número de la variación en la intersección correspondiente a la variación con la cual tiene relación u origen.
 - f) Seleccione las variaciones clave, encerrando en un círculo el número correspondiente a dicha variación. Una variación clave es aquella que afecta significativamente el resultado (puede no tener

relación con otras) o aquella de las que más dependen otras variaciones (columnas de la matriz con más números).

g) Establezca conclusiones lógicas.

CONCLUSIONES

El Análisis Matricial de Variaciones es una Herramienta Administrativa muy sencilla, pero muy útil ya que nos permite prevenir errores o desviaciones en resultados; aún en resultados que no pueden ser evaluados estadísticamente.

La Matriz de Variaciones sirve para:

- Separar hechos de opiniones.
- Ponerse de acuerdo sobre como debe trabajar un proceso o sistema, aclarando sus interrelaciones.
- Identificar variaciones clave a controlar (prevenir).

OTROS ANALISIS MATRICIALES

Existe otro método que comúnmente se le conoce como Análisis Matricial de Datos, esta herramienta es una extensión del método de Análisis Matricial de Variaciones, explicada anteriormente.

El Análisis Matricial de Datos es una Herramienta Administrativa que utiliza datos estadísticos y requiere de efectuar análisis de correlación entre los elementos involucrados. Este método matemático permite generar una matriz de correlación para evaluar la "sensibilidad" y grado de dependencia entre dichos elementos.

Esta herramienta es de uso especial, como por ejemplo: Analizar o evaluar gustos o preferencias de consumidores o encontrar diferencias significativas en segmentos de mercado. Por tanto, no es necesario hacer de ella parte del lenguaje común de la empresa.

Matriz de variaciones y variaciones clave

	1	Humedad en el pan										Variaciones clave en negritas																												
Preparación del pan	1	2	Ortografía																																					
	1	2	3	Mala colocación del pan																																				
			4	Pan muy delgado																																				
Sub-ensamble del jamón				5	Temp. del jamón alta																																			
					6	Rebanadas de jamón gruesas																																		
						7	Jamón deshebrado																																	
		2					8	Jamón sucio o contaminado																																
								9	Rebanadas de jamón mal alineadas																															
Sub-ensamble del queso									10	Queso "amohelado"																														
										11	Cera en las orillas																													
		2									12	Rebanadas de queso pegadas																												
Introducción de lechuga												13	Queso mal alineado																											
													14	Lechuga con bolas																										
														15	Agua excesiva																									
Ensamble del Sandwich															16	Tapas de pan ensamiadas																								
																17	Tamaño de rebanadas incorrecto																							
	1	2		4						11	13	14		16		18	19	Corte Inapropiado																						
Empaque	1	2								11	13	14	15		17	18	19	20	Mal ajuste en las orillas																					
	1									11	13	14	15		17	18	19	20	21	Mal colocado en																				
																			22	No sellado																				
																				23	Etiquetas mal																			

Figura 4.43 Matriz de variaciones y variaciones claves

f) Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas

La Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas es un método de lógica que es utilizado para predecir el futuro, enfatizando en las situaciones no deseadas durante la realización de un evento, para diseñarlo y dirigirlo hacia un resultado deseable.

DESARROLLO DE UN EVENTO

Etapas



Figura 4.44 Desarrollo de un evento

Este método fue creado por el Dr. Ji-ro Kondo, Presidente del Consejo de Ciencias de Japón cuando era profesor de la Universidad de Tokio (1968). Es indispensable aplicarlo a todas las actividades de Control Total y Mejora de la Calidad, especialmente en Investigación y Desarrollo, Departamentos de Venta, y Areas Administrativas y Servicios Internos, dónde hay mucho trabajo que hacer y nadie puede establecer con precisión el resultado final (o es difícil de establecerlo) antes de realizarlo; a diferencia, por ejemplo en Areas de Producción, dónde es fácil establecer las especificaciones de Calidad o Cantidad que se requiere como resultado.

El método de Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas básicamente tiene los siguientes usos:

1. Se emplea para lograr un objetivo a través de establecer y tomar las decisiones apropiadas, enriqueciendo el plan en la etapa de diseño de un evento. En otras palabras, este método es usado para elaborar un plan que permita lograr una meta deseable (objetivo final), definiendo los posibles problemas que se presentarían durante el desarrollo de un evento, a través de establecer y tomar posteriormente la acción apropiada (lo que enriquecería al plan) para así dirigir el evento hacia un resultado deseable.
2. Para definir medidas lógicas y concretas con el fin de eliminar (si se presentan) situaciones no deseables, deliberando sobre las actividades a seguir para lograr cierto resultado. Este método es empleado para predecir la posibilidad de cada contingencia lógica y establecer la acción correctiva a tomar por si ocurre.

PROCEDIMIENTO

- a) Identifique el evento y aclare la necesidad de realizarlo.
- b) Defina el resultado deseable u objetivo a lograr.
- c) Diseñe o rediseñe la secuencia de actividades a seguir.
 1. Establezca las principales actividades a desarrollar, en forma secuencial. Anótelas en un rotafolio.
 2. Analice y apruebe las actividades principales y su secuencia.

3. Construya la gráfica correspondiente a la secuencia de actividades anteriores. Utilice una simbología simple:

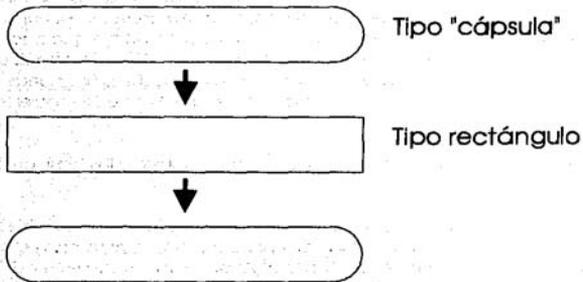


Figura 4.45

Para la construcción de la gráfica simplemente alterne las anteriores figuras. Dibújelo en el centro de una hoja de rotafolio o pizarrón.

- d) Establezca las situaciones no deseables o posibles contingencias.
 1. Realice una Tormenta de Ideas para generar las situaciones no deseables, repasando la secuencia de actividades.
 2. Analice las ideas obtenidas y seleccione las lógicas.
- e) Complete la Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas.
 1. Anote y grafique una a la vez las situaciones lógicas no deseables, definiendo las medidas o acciones a efectuar y consecuencias para cada una de ellas, grafique esto último también, uniéndolas por medio de flechas.

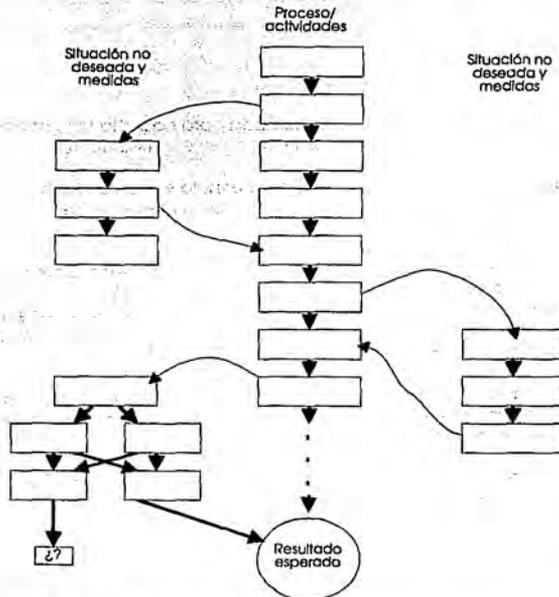


Figura 4.46 Gráfica de proceso de decisiones programadas

2. Verifique la gráfica completa y corríjala si es necesario.

f) Distribuya y explique la gráfica a los involucrados.

CONCLUSIONES

La Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas es prácticamente la única Herramienta Administrativa para poder asegurar resultados en eventos donde no es posible establecer cuantitativamente dichos resultados.

Este método es empleado en eventos de tipo general y no procesos continuos o sistemas de la producción de productos o servicios (para estos el Análisis Matricial de Variaciones); sin embargo puede ser empleado en apoyo a este tipo de procesos.

Ejemplos de sus aplicaciones son:

- Desarrollo de objetivos estratégicos.
- Elaboración de reportes especiales.
- Desarrollo de Imagen corporativa.
- Desarrollo de negociaciones con contratistas.
- Colocación de ordenes de compra.

g) Diagrama de Flechas

El método de Diagrama de Flechas es utilizado para hacer la programación óptima para llevar a cabo un plan y controlar su progreso efectivamente.

Este método utiliza flechas para indicar la secuencia en el trabajo necesaria de seguir para desarrollar un programa por medio de un Network (red), controlando el proceso durante su desarrollo.

El diagrama de flechas es indispensable para proyectos de largo plazo, como construcciones, desarrollo de nuevos productos, preparación de eventos, que requieren varios participantes y ejecución de diversos trabajos. Al mismo tiempo el método permite analizar el progreso del proyecto de acuerdo a su programa para mejorar o reducir el tiempo total, y así poder optimizar el trabajo.

Este método básicamente es similar al PERT (Program Evaluation and Review Technique), sin embargo es una de las Herramientas Administrativas Básicas para Calidad Total y se le Denomina "Diagrama de Flechas".

La gráfica Gantt es utilizada como una herramienta de apoyo al PERT para controlar lo programado, esta gráfica también llamada gráfica de Barras fue creada por Henry L. Gantt un asesor militar americano en la Primera Guerra Mundial.

Para comprender las características del Diagrama de Flechas, comparemos su utilización con el método convencional de la gráfica de Gantt. Consideremos el siguiente caso, respecto a un programa de actividades que cubren desde el diseño de un nuevo producto (trabajo A), hasta su distribución para su venta en el mercado (trabajo I).

La misma programación es hecha en una gráfica Gantt y hecha en un diagrama de flechas.

Gráfica Gantt

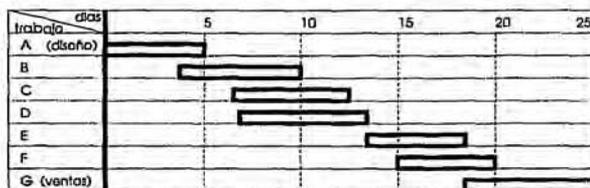


Diagrama de flechas

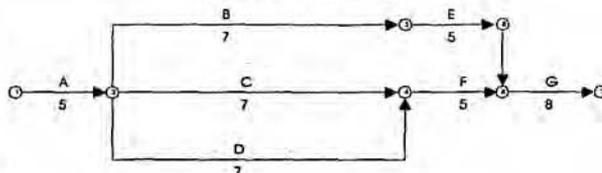


Figura 4.47

Supongamos que el trabajo B se retrasa un día; en este caso en la gráfica Gantt es imposible asumir si el trabajo I (venta) se terminará a los 31 días con un día de retraso, o a los 30 días como esta programado. Esto porque en la gráfica Gantt es imposible identificar cuál trabajo sigue a B, si el trabajo E o F.

El Diagrama de Flechas, muestra que el trabajo B es seguido por el E, y sabemos que los días requeridos para los trabajos B, E y G es de 15 días, mientras que los trabajos C, F y H es de 20 días.

En función de esta diferencia podemos concluir que hay una tolerancia de 5 días después del trabajo B. Aun si el trabajo B es atrasado un día, esto no afectaría la programación y la distribución del producto para su venta o trabajo I, que puede ser terminado a los 30 días.

Ahora, ¿Que pasaría si el trabajo C es demorado un día de la programación inicial? nuevamente la gráfica Gantt no nos provee información clara para el control del programa como en el caso anterior. El Diagrama de Flechas nos dice que el trabajo F, el cual sigue al trabajo C, no permite ningún día de tolerancia, ni los trabajos H e I. Esto significa que un día de demora en el trabajo C afectaría al proceso total y la terminación del trabajo I se retrasaría.

Los trabajos A, C, F, H e I son la serie de trabajos que no permiten tolerancia, ningún día; por tanto son los que requieren mayor atención en la programación. Para estos trabajos, para asegurar su terminación a tiempo, podemos utilizar otras Herramientas Administrativas para definir y prevenir la contingencia o ante un problema de demora, analizar cómo reducir tiempos en trabajos posteriores subsecuentes.

De acuerdo a la comparación anterior, es claro que el Diagrama de Flechas permite hacer un plan con mas precisión y controlar su progreso con mayor efectividad.

PROCEDIMIENTO

- a) Defina las actividades (trabajo) a realizar para desarrollo del proyecto o evento.
 1. Anote el nombre del proyecto o evento a realizar en un rotafolio o pizarrón.
 2. Describa todas las actividades (trabajos) a realizar.
 3. Aclare el fin o propósito de cada actividad.
 4. Ordénelas por secuencia identificando cada actividad con letras.
- b) Construya el Diagrama de Flechas considerando el inicio y terminación de cada actividad (trabajo), su secuencia y dependencia.

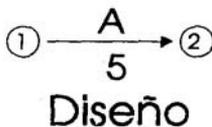


Figura 4.48

1. Anote arriba de la flecha la letra que corresponde a la actividad (trabajo).
 2. Anote en parte de abajo de la flecha la duración en tiempo y nombre de la actividad.
 3. Identifique el tiempo mínimo requerido para la terminación del proyecto.
- c) Identifique las actividades (trabajos) que no permitan tolerancia, defina el camino crítico y el tiempo mínimo para la terminación del proyecto.
 - d) Identifique las actividades (trabajos) que si permiten tolerancia y defina el tiempo.

- e) Seleccione las actividades (trabajos) que no permiten tolerancia, los mas críticos (pueden ser todos). Elabore una Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas para estas actividades.
- f) Controle el avance del proyecto, tomando las acciones correspondientes con la Información anterior.

CONCLUSIONES

El Diagrama de Flechas que representa el trabajo a realizar ordenándolo en un network (red) e iniciando el camino crítico, permite:

1. Hacer un programa mas preciso.
2. Hacer con facilidad un plan eficiente, que pueda ser llevado a cabo en períodos mas cortos.
3. Hacer un programa convincente.
4. Analizar con facilidad el programa a seguir antes de especificar fechas.
5. Analizar la posibilidad de que el trabajo pueda ser terminado de acuerdo a la fecha especificada.
6. Controlar el desarrollo y progreso de un plan de acuerdo a prioridades establecidas considerando el camino crítico.
7. Actuar con flexibilidad y rapidez en cambios al plan o en demoras en lo programado.
8. Llevar a cabo el plan con armonía, ya que el personal pueda entender con claridad el plan y su progreso.

RESUMEN DE LAS SIETE HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS

Como se podrá ver el uso de estas herramientas es bastante sencillo y se puede ligar una con la otra para poder facilitar el trabajo de campo en general. La forma como se van a ligar una herramienta con otra es analizada en el siguiente capítulo.

Como una guía de referencia rápida para estas herramientas proporcionaremos la siguiente tabla que resume en muy grandes rasgos la aplicación principal de cada una de las siete herramientas administrativas.

HERRAMIENTAS ADMINISTRATIVAS	PRINCIPAL USO
1. Diagrama de Afinidad	- Agrupar ideas por temas semejantes, para identificar problemas.
2. Diagrama de Relaciones	- Identificar y confirmar causas de problemas, mediante el análisis de sus relaciones.
3. Diagrama de Arbol	- Definir las contramedidas para solucionar un problema, o los medios para lograr una meta.
4. Diagrama Matricial	- Generar información para analizar un problema relacionándolo entre diferentes factores o elementos.
5. Análisis Matricial de Variaciones	- Identificar variaciones clave en un proceso, analizando la relación entre sus diferentes variaciones.
6. Gráfica de Proceso de Decisiones Programadas	- Establecer situaciones no deseadas y los medios para contrarrestarlas durante el diseño de un evento.
7. Diagrama de Flechas	- Optimizar la programación para el desarrollo de un plan.

4.4 Control del Proceso y Control Estadístico del Proceso

Después de conocer todas las Herramientas Estadísticas Básicas y las Herramientas Administrativas, debemos ahondar un poco más en la forma como se debe juzgar si un proceso está bajo Control Estadístico y cual es la Capacidad de calidad de dicho proceso.

El Dr. Edward Deming entre una serie de conceptos que maneja relacionados con el uso de métodos de estadística para mejorar la calidad y la productividad, nos dice que la filosofía fundamental asociada con la producción económica de bienes, debe basarse en la prevención de defectos en lugar de su detección, como ya se mencionó anteriormente. Este enfoque requiere de un sistema de control del proceso, el cual únicamente puede ser implementado con efectividad a través de las Herramientas Estadísticas. Las decisiones para modificar o ajustar un proceso deben basarse en los datos que se deriven de las mismas.

Para entender un poco mejor el porqué de esta aclaración trataremos de explicarlo a continuación:

El enfoque de **detección de defectos** podría ser ilustrado con el siguiente esquema:



Figura 4.49 Detección de defectos

Este esquema puede representar un proceso de manufactura o un proceso administrativo. Lo que tenemos, son una serie de elementos que influyen en el proceso. Que son, como ya vimos anteriormente, las "emes" que afectan la calidad.

Tenemos una serie de elementos que influyen en el proceso y obtenemos un cierto resultado de este, algún producto, una función de Inspección separa el producto bueno del malo. Con base a lo que se encuentra en el producto malo podemos ajustar el proceso. Esos productos se retrabajan o se desechan. Desafortunadamente, este enfoque propicia el que haya desperdicio, ya que significa que tenemos que hacer el producto y luego revisar lo que tenemos que hacer para corregirlo. En este enfoque la energía está concentrada en la Inspección masiva al final del proceso. Así cuando el producto ha estado saliendo mal, la reacción general que se ha tenido, es incrementar la inspección masiva. La energía no se ha concentrado en el proceso, aún dónde ahí fue dónde se hizo el producto defectuoso. Otro aspecto importante del sistema de detección de defectos es el que involucra la relación con los proveedores.

La alternativa diferente, como la plantea el Dr. Deming, es el enfoque de sistemas llamado **prevención de defectos**. Se puede esquematizar de la siguiente manera:



Figura 4.50 Prevención de defectos

Aquí tenemos los mismos factores que teníamos en la detección de defectos y tenemos también algún resultado. Creemos que, a final de cuentas, el enfoque de prevención de defectos significará el reemplazar la Inspección masiva que vimos

antes, por lo que llamamos verificación del producto. El énfasis aquí no está en la inspección masiva sino en el proceso en sí mismo. Cuando algo sale mal, podemos detectarlo observando el proceso en lugar de esperar a la inspección final.

El enfoque hacia la prevención reconoce que el resultado de un proceso no va a ser el mismo producto tras producto. Esto significa que existe cierta variación asociada con ese resultado. Esta variación depende en gran medida de las variaciones que se presenten en todos y cada uno de los factores que van a afectar la calidad de mi producto.

La herramienta con la que contamos para conocer cómo varía un proceso es el Control Estadístico del Proceso; a través de esta herramienta podemos observar y mejorar la variabilidad del proceso. Los métodos de estadística nos permiten observar lo que ocurre en el proceso a través del tiempo. No tenemos que esperar un lapso de tiempo grande para conocer que es lo que está pasando en dicho proceso; es posible obtener esa información casi de manera instantánea.

El papel del Control Estadístico del Proceso (C.E.P.) no es la inspección, sino controlar y mejorar el proceso proporcionando los insumos necesarios, siendo así el enfoque que nos permite mejorar el proceso cotidianamente.

La clave para el enfoque de prevención de defectos son los métodos de estadística y el uso del control estadístico del proceso, tanto internamente como con los proveedores de la compañía.

Para utilizar efectivamente los datos que obtengamos al controlar un proceso, es importante comprender el concepto de variación.

No hay dos productos que sean exactamente iguales debido a que cualquier proceso tiene muchas fuentes de variación. Las diferencias entre los productos pueden ser muy grandes o pueden ser tan pequeñas que no pueden medirse, pero siempre están presentes. Algunas fuentes de variación en el proceso causan diferencias en periodos de tiempos muy cortos. Otras fuentes de variación tienden a causar cambios en el producto solamente después de un largo periodo de tiempo; este periodo de tiempo y las condiciones bajo las cuales se hacen las mediciones afectarán la cantidad de variación total que se presente.

La variación debe analizarse en función de las fuentes que la ocasionan. El primer paso para lograr esto es hacer la distinción entre causas comunes y causas especiales de variación y el tipo de acciones que deben tomarse en cada caso con el propósito de reducir dicha variación.

Las causas especiales de variación pueden ser detectadas a través de las técnicas de estadística. Estas no son comunes a todas las operaciones involucradas; por ejemplo una herramienta sin afilar que puede producir una variación mayor que una afilada. El descubrimiento de una causa especial de variación y su arreglo es, usualmente, responsabilidad de alguien que está directamente conectado con la operación. Entonces, la solución de una causa especial de variación requiere generalmente de una acción local.

La magnitud de las causas comunes de variación también puede ser detectada a través de las técnicas de estadística. Estas pueden implicar el cambio de un proceso de manufactura o el cambio de un proveedor que no está surtiéndonos el material

que satisface nuestras necesidades. Las personas que están directamente relacionadas con el proceso son las que muchas veces las detectan y las comunican a quien sea capaz de solucionar el problema. La solución de las causas comunes de variación requiere generalmente de acciones sobre el sistema.

El Control Estadístico del proceso es el uso de técnicas estadísticas, tales como las gráficas de control, para analizar un proceso de tal manera que puedan tomarse acciones apropiadas para lograr y mantener un proceso en control y para mejorar la habilidad del proceso. El estado de control estadístico es la condición que describe un proceso en el que han sido eliminadas todas las causas especiales de variación y únicamente permanecen las causas comunes.

La habilidad del proceso está determinada por la variación total que se origina por las causas comunes, es la variación mínima que puede ser alcanzada una vez que todas las causas especiales han sido eliminadas. La habilidad representa el rendimiento del proceso en sí mismo una vez que ha demostrado que ese proceso está en control estadístico.

En resumen, el proceso debe tenerse primero en control estadístico detectando y eliminando las causas especiales de variación. Una vez que el proceso es estable y predecible, puede entonces ser evaluada su habilidad para lograr las expectativas del cliente. Esta es la base para una mejora continua.

Es importante hacer notar, que después de corregir un defecto debido a una causa ya sea común o especial; es necesario restablecer los límites de control del proceso para evidenciar la mejora que se hizo, y poder conocer la realidad de nuestro proceso en ese nuevo instante.

Dentro de cualquier sector que nos encontremos, nos vamos a topar con dos términos que pueden llegar a confundirse entre sí en lo que se refiere a los límites dentro de una gráfica de control. Como ya se vio anteriormente, las gráficas de control estadístico, cuentan como es natural con unos **límites superior e inferior de control** que son muy diferentes a los **límites de especificación de un proceso**.

Los Límites de Especificación son dados para establecer un rango de **condiciones aceptables**. Si se sobrepasan estos límites, los productos correspondientes son rechazados. Por otro lado recordemos que los Límites de Control indican el rango en que se logra la **estabilización** del proceso de producción. Si se encuentran situaciones anormales en la gráfica de control, es necesario encontrar la causa para tomar la acción correctiva que lo remedie.

Por ejemplo, para hacer una analogía, en el caso de los Seres Humanos, para mantener una condición de salud los Límites de Control serían: la temperatura del cuerpo, el pulso etc. Las pruebas que se aplican para contratación de personal nuevo, son especificadas en factores físicos y de salud. Si estos factores no se alcanzan, el personal es rechazado. Estos estándares son límites de especificación.

Es muy importante conocer las causas que originan situaciones fuera de control en los procesos. La relación ideal que debe existir entre los límites de control y los límites de especificación se puede ejemplificar de la siguiente manera:

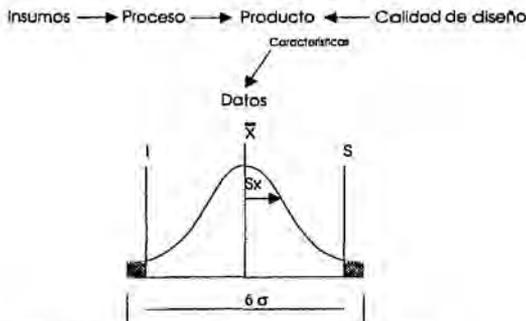


Figura 4.51 Límites de especificación vs tolerancias

Anormalidades en los procesos y productos defectivos son dos conceptos diferentes. Para detectar anomalías en los procesos es necesario establecer límites de control para el proceso; mientras que los límites de especificación son establecidos para juzgar si un producto es defectivo (rechazado) o no.

Los límites de control y su ancho son determinados en base a la variación debida a causas al azar (comunes) del proceso. La cual resulta si el trabajo es desarrollado de acuerdo a los estándares.

Los límites de especificación son decididos de acuerdo a los requerimientos o necesidades de los consumidores. Para la detección de los defectivos los datos de cada producto son comparados con los límites de especificación y no el promedio o los límites de control de l proceso que produce este.

En la relación entre los límites de control y los de especificación, pueden suceder los siguientes casos.

- El proceso está fuera de control y también se producen defectivos.
- El proceso está bajo control pero se producen defectivos.
- El proceso está fuera de control pero no se producen defectivos.
- El proceso está en control y se producen no-defectivos.

No hay problemas en el caso d), pero es confuso cuando ocurre b) ó c). La razón es una desarmonía de la capacidad de calidad del proceso y las especificaciones. En el caso b) la capacidad de calidad del proceso es insuficiente para las especificaciones. Para prevenir la reocurrencia de defectivos, se debe mejorar la capacidad de calidad del proceso. El caso c) ocurre cuando el proceso tiene suficiente capacidad para cumplir las especificaciones, en esta caso se debe considerar mejorar la eficiencia.

Cuando se tenga un estado de control y se produzca un 10 % de defectivos y se requiera mandar al cliente solamente productos dentro de especificaciones, podemos hacer dos cosas.

1. Inspeccionar correctamente, o
2. Mejorar el nivel de calidad.

Cualquiera de las dos implica un costo..... entonces seleccionar el método más económico.

Cuando se tenga un estado de control y se produzca dentro de los límites de especificación, ¿porqué es necesaria la inspección? Para determinar si el estado de control existe (auditoria).

CAPACIDAD DE CALIDAD DEL PROCESO

Para poder administrar correctamente un proceso es necesario analizar la capacidad de calidad de este.

La capacidad de calidad de proceso se refiere a la habilidad de un proceso industrial para producir dentro de especificaciones. La calidad de un producto dado no puede exceder la capacidad de calidad de proceso.

La fórmula general para el cálculo de la capacidad del proceso (C_p y C_{ph}) es la que se presenta a continuación:

$$C_p = \frac{\text{ancho de especificaciones}}{\text{tolerancia de proceso}}$$

$$C_p = \frac{S-L}{6\sigma_x} \quad (\text{doble límite de esp.})$$

$$C_p = \frac{X-L}{3\sigma_x} \quad (\text{un solo límite de esp.})$$

El valor ideal al que los procesos de fabricación deben alcanzar es arriba del 1.33 en la relación mencionada. Esto quiere decir estadísticamente que se tiene el 100% de los datos o productos dentro de los límites de especificación, para poder explicar este concepto lo ejemplificaremos con las siguientes gráficas.

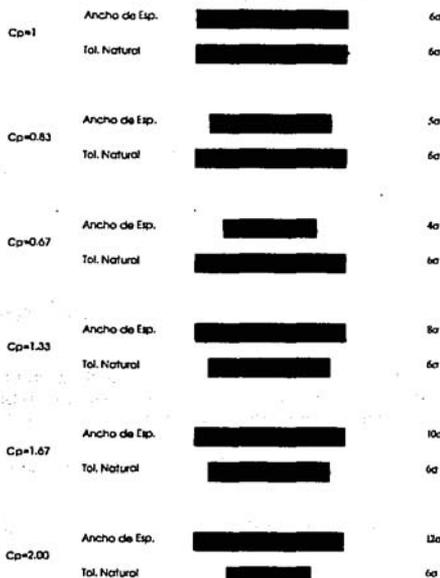


Figura 4.53 Capacidad de calidad del proceso

Para cualquier cambio significativo dentro de un proceso productivo es necesario restablecer los límites de especificación nuevos de acuerdo a nuestro equipo. Estos se van a encontrar a 4 veces la desviación estándar de la media tomada para este caso. Así garantizamos que la capacidad de calidad del proceso en cuestión obtenga un valor de 1.33 e su C_p y C_{ph} .

Existen una serie de campos donde se puede aplicar este concepto, dentro de cualquier ramo industrial en el cuál se lleva a cabo el control de la producción por medio de las gráficas de control del proceso. Algunos de ellos son los que enumeran a continuación:

- Comparación entre especificaciones y proceso.
- Selección de nuevo equipo (precisión y costo).
- Evaluación de la eficiencia de mantenimiento.
- Comparación entre maquinaria disponible.
- Evaluación periódica del proceso.
- Análisis de problemas causados por materias primas.

- Diferencia entre operadores, turnos, etc.
- Determinación de nuevas tolerancias (límites de especificación).
- Revisión de límites de especificaciones ya existentes.
- Evaluación periódica de proveedores.
- Ajuste de máquinas para operación normal.
- Información para mantenimiento preventivo.

Para simplificar lo anterior veremos cual es el diagrama de la función del C_p en la Calidad de Proceso.

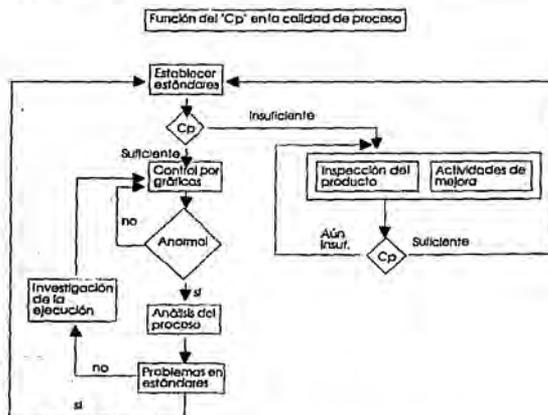


Figura 4.54 Función del C_p en la calidad del proceso

Para poder entender el concepto de dispersión y así mismo el de la capacidad de proceso de una forma mas clara profundicemos un poco en torno a la variación en un proceso.

La variación del proceso, se estima a partir de mediciones efectuadas en las muestras tomadas de lotes o partidas de producción, que componen al proceso. Esta variación es igual a la variación del lote o partida de producción y se representa por σ . Ahora, la variación de cada una de las muestras se representa por $\$$ que es muy parecida a σ .

Cuando la variación de un proceso, como distribución total, se calcula en base a un histograma, se representa como σ_H . Un esquema de la distribución de los lotes dentro de la distribución total sería como se muestra en la figura.

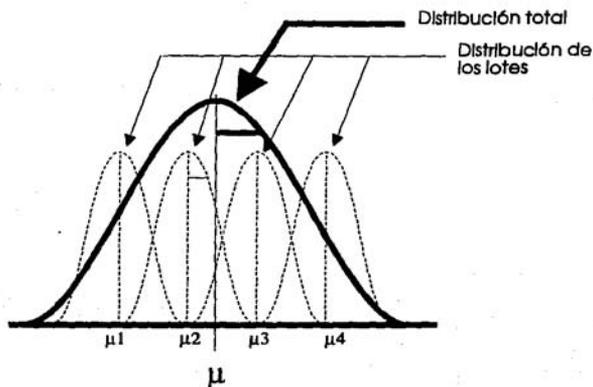
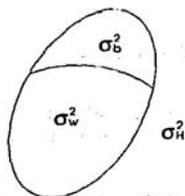


Figura 4.55 Distribución total

La composición de la variación total con base en un histograma se compone de la variación dentro de cada lote mas la variación de los promedios de cada lote.



σ_H^2 = Variación total, en base a un histograma

σ_w^2 = Variación dentro del lote (grupo). Pueden también ser una posición, ría de producción, turno, etc.

σ_b^2 = Variación de los promedios del lote (grupo).

$$\sigma_H^2 = \sigma_b^2 + \sigma_w^2$$

Figura 4.56 composición de la variación

Las causas de la variación dentro de cada lote se le llaman al azar ó como vimos anteriormente comunes al sistema; y la variación entre los lotes son las causas asignables o especiales de las que también se habló.

$$\sigma_w = R/d_2; Vx = \sigma_b^2 + \sigma_w^2/n$$

$$Vx = \Sigma(X_i - \bar{X})^2 / (K-1)$$

$$\sigma_b = \Sigma(Vx - \sigma_w^2/n)$$

Siendo K el número de subgrupos

Los índices de capacidad de calidad del proceso con base a estas variaciones se calculan de la siguiente manera.

$$Cp(h) = (L.E.S. - L.E.I.) / \delta\sigma_h$$

$$Cp = (L.E.S. - L.E.I.) / \delta\sigma_w$$

$$Cp(h) - Cp$$

Siendo σ_h la variación con respecto a un histograma

En conclusión podemos decir que la gráfica de control X-R muestra estos dos tipos de variación en forma dividida. Lo que facilita encontrar los problemas. Los límites de control para "X" son determinados con base al supuesto de que la variación entre los grupos no existe. Entonces cuando encontramos un punto fuera de los límites de control, implica que esta variación es diferente de cero. En relación con lo anterior, la existencia de σ_b significa: que los métodos de trabajo, condiciones de equipo, materiales, etc. son diferentes por grupo, lote o partida.

Esto usualmente se debe a la insuficiencia o incumplimiento de los estándares establecidos.

4.5 Técnicas Auxiliares

Como a todo lo largo del texto se ha estado haciendo referencia a técnicas de aplicación como auxiliares, tanto a las herramientas como al proceso en general de establecer un sistema de administración para la calidad, explicaremos de forma breve y un tanto didáctica dos de estas metodologías.

- 1.- Tormenta de Ideas
- 2.- Muestreo

1.- Tormenta de Ideas.

El propósito de esta técnica, como su nombre lo indica, es "forzar" el poder del pensamiento para generar ideas; en nuestro caso, ideas creativas para encontrar y resolver problemas o aprovechar áreas de oportunidad, con el fin de mejorar la productividad.

En este esfuerzo, el momento dónde se utiliza con mayor intensidad la tormenta de ideas, es cuando estamos buscando la solución de un problema o como contrarrestar el efecto de cierta causa de dicho problema; debido a que la mejor solución es la más creativa, debemos extraer ideas creativas del fondo de nuestro pensamiento.

Existe un sinnúmero de estudios sobre la técnica tormenta de ideas, que datan desde hace varios siglos y con variados propósitos. El método presentado a continuación está concebido en función de algunos de estos estudios. Considerando que la solución de los problemas de calidad es un esfuerzo en grupo, es necesario hacer participar a quienes conozcan los hechos en primera instancia (por ejemplo supervisores y operarios).

Método

Al efectuar una sesión de Tormenta de Ideas en grupo, lo primero es comprender y respetar las siguientes reglas:

1. Todos debemos participar.
2. Se deben anotar todas las ideas.
3. Escribirlas en un pizarrón o rotafolio para que todas puedan leerlas.
4. No se debe criticar las ideas durante la sesión (no hay ideas "locas").
5. No buscar culpables, cuando se sugieran ideas de causas de problemas.

Durante las sesiones debe existir un espíritu de colaboración, seriedad y ayuda hacia los demás para alentar una participación activa. La sesión culmina con un listado de todas las ideas generadas en función del tema o tópico seleccionado previamente. Dichas ideas serán analizadas o enjuicadas en el siguiente paso.

Las normas que rigen el proceso a seguir para efectuar la sesión de tormenta de ideas, después de seleccionar el tema o tópico a tratar y repasar las reglas antes mencionadas, son las siguientes:

- a) Cada participante en orden subsecuente expone una idea.
- b) Se expresa sólo una idea en cada turno.
- c) La idea debe expresarse con respeto y libertad.
- d) Si no se tiene alguna idea se dice simplemente "paso".
- e) La sesión termina cuando todos dicen "paso" o el grupo se siente satisfecho de la cantidad de ideas.

Estas normas promueven una mayor participación dentro del grupo, evitan posiciones de "experto" o alguien que domine la situación, o maneje posiciones autoritarias. Las personas que dicen "paso" en su próximo turno deberán esforzarse por dar una idea.

Recuérdese también que el ambiente es muy importante, por lo que éste debe ser tranquilo, que propicie libertad de expresión. En este sentido se puede proponer al grupo que; antes de empezar a generar ideas, los participantes hablen de aspectos positivos de su trabajo o temas sociales o vean alguna película motivacional de corta duración, etc.

Por último, para que la sesión resulte lo más productiva posible es conveniente considerar las siguientes recomendaciones:

- a) Buscar generar la mayor cantidad de ideas. Esto facilitará llegar a ideas de calidad.
- b) Pensar siempre en términos de modificar o sustituir las cosas.
- c) No hacer cansada (en tiempo) la sesión. Es preferible interrumpirla y permitirse "consultar la almohada" y reiniciarla en otra ocasión propicia.
- d) La clave del éxito es usar libre y espontáneamente el poder del pensamiento.
- e) Usar la imaginación.

La Tormenta de Ideas ha sido clave del éxito de muchos esfuerzos para mejorar la calidad y la productividad; recuerde que la creatividad humana organizada en grupo tiene un potencial infinito.

Esquemáticamente el proceso total del cual forma parte una Tormenta de Ideas es el siguiente:

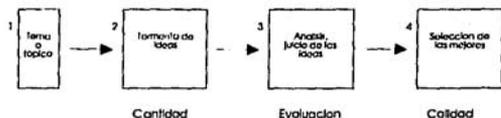


Figura.4.58

2.- Muestreo.

Uno de los aspectos fundamentales del control de la calidad consiste en usar métodos estadísticos para determinar qué cantidad de inspección debe hacerse. Existen dos casos generales en los cuales es conveniente tomar una muestra, en uno de ellos puede ahorrarse mucho en lugar de hacer una inspección al 100 %, en el otro, no existe otra alternativa (como cuando las pruebas implican la destrucción del producto).

Al usar métodos estadísticos se infiere, a partir de la muestra, si el producto se conforma o no con las especificaciones. Esta inferencia se hace inspeccionando la muestra y decidiendo sobre esa base si la producción total cumple o no con los estándares de calidad. Este proceso siempre implica la posibilidad de error puesto que se está usando la información de una muestra para tomar una decisión.

En el muestreo estadístico pueden cometerse dos tipos de errores; uno de ellos, es aceptar un lote cuando no cumple con los estándares de calidad. Esto ocurre cuando la muestra tomada aleatoriamente, al azar, contiene un bajo número de unidades defectuosas aún cuando existan muchas unidades defectuosas en todo el lote. El segundo tipo de error consiste en rechazar un lote que sí cumple con los

estándares de calidad. Esto ocurre cuando dicha muestra contiene un alto número de defectos y el lote en sí mismo contiene sólo unos cuantos. Estos errores no pueden eliminarse, sin embargo, pueden ser controlados mediante una selección de un plan de muestreo adecuado.

El muestreo al azar asigna a cada miembro de una población una probabilidad conocida y equitativa de salir elegido para un estudio. Consiste en una selección minuciosa y deliberada de los candidatos en potencia. En consecuencia, puede estimarse estadísticamente la exactitud de tales muestras.

El muestreo que no se hace al azar (en el que interviene la voluntad humana), suele ser más rápido y económico que el muestreo al azar. Si se espera obtener unos resultados extremos, esta muestra puede ser lo suficientemente buena como para señalar el rumbo, de manera que la dirección pueda tomar una decisión del tipo "adelante" o "es inútil seguir". Pero la representatividad de tales estudios no puede estimarse estadísticamente.

Existen tres modos diferentes de llevar a cabo el muestreo al azar, estos son:

1. Muestreo al azar simple.

Este se basa principalmente en obtener números de una tabla de números al azar, y muestrear según estos números nos lo indique (los números al azar los puede proporcionar también una computadora). Es necesario que para que se lleve a cabo este método, se tengan numerados todos los elementos de la población a muestrear o que sigan algún orden en el cual un elemento se pueda diferenciar de los demás.

2. Muestreo al azar estratificado.

Es donde la población en cuestión se divide en varios estratos o partes para poder diferenciarlos, por ejemplo, de qué máquina están saliendo los elementos, diferentes grupos de edad, etc.

3. Muestreo al azar sistemático.

Se van tomando muestras cada determinado número de elementos, el período que transcurre entre cada elemento se establece de antemano, ya sea con la ayuda de tablas de números aleatorios o de computadora.

Existen dos tipos de métodos estadísticos disponibles de muestreo: el muestreo de aceptación y el control del proceso.

El muestreo de aceptación se aplica en la inspección de un lote cuando se debe tomar la decisión de aceptar o rechazar un lote de materiales, sobre la base de una muestra aleatoria obtenida del lote mismo. Este tipo de inspección se usa frecuentemente para las materias primas que llegan a una empresa o para los productos terminados antes de ser embarcados.

El muestreo para el control del proceso se usa durante la producción, mientras el producto está siendo elaborado. En este caso la decisión consiste en determinar si el proceso debe continuar o no, o si se debe detener la producción e investigar la causa de los defectos que pueden provenir de algunas de las "M"s vistas en capítulos anteriores. Esta decisión se basa en técnicas de muestreo al azar que se obtienen del proceso. Una vez que un proceso se encuentra bajo control estadístico

debe permanecer así a menos de que se presente una causa detectable. Al controlar el proceso de producción mediante técnicas y métodos de muestreo, puede mantenerse un estado continuo de control.

Estos dos tipos de control estadístico de la calidad son conceptualmente diferentes. Mientras el muestreo de aceptación se puede hacer antes o después de la producción, el control del proceso productivo se hace durante la producción. Estos métodos no son mutuamente excluyentes, ambos pueden usarse como una parte del sistema de control de calidad, en diferentes puntos del proceso.

Cada uno de los dos métodos de control de calidad puede usarse ya sea con medición de atributos o bien de variables, esto da lugar a cuatro casos distintos que se muestran en la figura a continuación. Estos cuatro casos son importantes, puesto que cada uno requiere diferentes métodos y fórmulas estadísticas y dan lugar a diferentes tamaños de muestras y a distintos procedimientos de control.

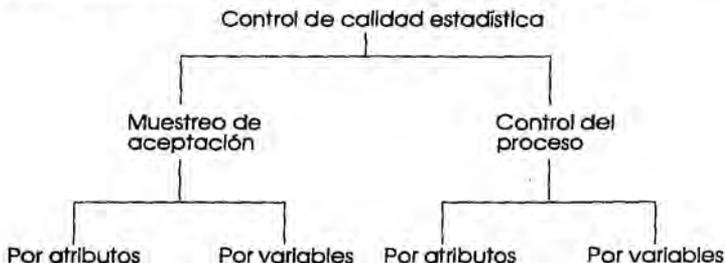


Figura 4.59 métodos del control de calidad estadístico

El muestreo de aceptación se puede llevar a cabo por cualquiera de los métodos Militar Standard o las tablas AQL de distribución binomial acumulada, que no son tema de este trabajo.

Durante el próximo capítulo se va a explicar, en qué forma se pueden combinar las herramientas, ya sean Administrativas o Estadísticas, para analizar un problema de cualquier naturaleza y poder resolverlo eficazmente.

V. PROCESO PARA LA SOLUCION DE PROBLEMAS

5.1 Metodología Propuesta.

Existen varios procedimientos para poder encontrar la solución a diferentes problemas. El procedimiento más común, es el que, por razón natural, nos dicta la experiencia; sin seguir necesariamente un modelo o camino ordenado para encontrar la solución que es más viable teniendo fundamento con base a la investigación, que en alguna etapa de éste, va a encontrar cabida la experiencia que es tan importante en muchos casos.

Aunque no es necesario en todos los casos tener experiencia previa sobre el tema que se está tratando, siempre ayuda el simple hecho de conocer aunque sea a grandes rasgos ciertas etapas o partes de la situación propuesta.

A lo largo de este capítulo vamos a aprender como se usan las diferentes Herramientas Administrativas y Estadísticas en una secuencia lógica sugerida para resolver problemas. Esta metodología debe ser un lenguaje común de comunicación en todos los niveles de la organización.

Antes que nada, debemos definir claramente que es un problema, o que es lo que vamos a considerar como tal.

Un problema, para el caso de este trabajo, lo definiremos como aquella situación o hecho, de carácter particular, en el cual el resultado de un objetivo o meta planteada no es el que se esperaba. Este en lugar de llegar a ser un obstáculo, se convierte en la oportunidad de llevar a cabo un cambio desde el origen mismo que lo generó.

Para poder llevar a cabo el cambio de que se habla es necesario de antemano analizar alternativas para tomar una decisión correcta y que la solución en verdad funcione como surgió desde un principio, una oportunidad de cambio.

a) Evaluación de la Situación

La evaluación de la situación es un proceso racional para el establecimiento de prioridades entre los intereses y las preocupaciones de la empresa. Además de establecer esta prioridad la evaluación nos ayuda a decidir que tipo de proceso racional se debería seguir para resolver cada una de las preocupaciones:

Problema: Algo no funciona tal como se esperaba.

Decisión: Debe escogerse una decisión entre una serie de alternativas.

Problema potencial: Podría pasar algo que afectara de forma contraria la decisión.

Para que exista un problema, se debe dar una cierta situación. Para poder identificar un problema, con las características que se detallaron con anterioridad, hay que

hacer una evaluación de la situación dada. Esta evaluación consta de cuatro pasos principalmente:

1. El reconocimiento de las preocupaciones.
2. La separación de las preocupaciones en unidades manejables.
3. El establecimiento de prioridades.
4. La planificación de la resolución de tales preocupaciones.

Preocupación. Es cualquier cosa que mueve a una persona a reflexionar y/o a actuar. ¿Cómo se reconocen las preocupaciones existentes? La mayoría de ellas son bastante evidentes. Por ejemplo, un empleado informa a su superior que se ha averiado una pieza de una máquina. Una nota o informa que proviene de un mando superior identifica la medida que se ha de tomar o define el problema que se ha de resolver. Los cambios en la organización hacen necesario seleccionar más personas o equipos. Un equipo de calidad decide mejorar la productividad de la planta y otra persona estudia como pueden superar sus resultados. Pero otras preocupaciones son más difíciles de detectar. Las acciones de la competencia o los cambios tecnológicos, una vez detectados, pueden implicar una responsabilidad para que directivos o departamentos enteros de una organización tomen las medidas oportunas. Puede resultar especialmente difícil detectar las oportunidades existentes, pero éstas también necesitan de la atención de los directivos. Por ejemplo, los cambios de preferencias en los consumidores o la disponibilidad de recursos imprevistos pueden permitir ampliar su eficacia.

Una vez detectada la preocupación se debe **desglosar en unidades manejables** para poder tomar las medidas adecuadas.

Las preocupaciones no siempre aparecen en forma manejable. Algunas veces se expresan en términos muy generales: "una avería en las comunicaciones", "un problema que afecta a la moral de los empleados", "un nuevo plan de distribución".

Las preocupaciones suelen presentarse acompañadas por la opinión de alguien sobre como resolverlas: "deberíamos incrementar los horarios, ya que la rotación del personal de la empresa es muy elevado".

Para actuar con eficacia debemos ser capaces de abordar preocupaciones manejables; por medio de preguntas, podemos separar los hechos de la ficción y llegar a preocupaciones específicas sobre las que podamos actuar. Las siguientes preguntas son especialmente útiles:

- ¿De qué pruebas dispongo que me indiquen que esto es una preocupación?
- ¿Que está ocurriendo realmente?
- ¿Creemos que una acción resolverá esta preocupación?
- ¿Podemos mejorar el tratamiento dado a esta situación?
- ¿Qué podría salir mal si tomáramos esta decisión?

El **tercer paso** en la evaluación es establecer las prioridades. Estas se determinan investigando tres aspectos de cada preocupación.

- Seriedad: ¿Cuánto dinero o equipos y cuantas personas están implicadas?
- Urgencia: ¿Existe una fecha límite?

• Crecimiento; ¿Empeorará la situación si no actuamos?

Utilizando estos criterios las preocupaciones de alta prioridad resaltarán sobre las demás. Estas preocupaciones que son las que tienen más importancia, urgencia y expansión deben abordarse en primer lugar.

El último paso de la evaluación de la situación es **planificar la resolución de las preocupaciones**. Utilizando los criterios de la siguiente tabla, se puede determinar que procesos racionales le ayudarán a resolverlas. Si debe elegirse una alternativa, se utilizará el análisis de problemas potenciales. Si esta preocupación exige averiguar el porqué algo salió mal se utilizará el análisis de problemas. Llegado a este punto, la persona o grupo está listo para abordar la resolución de la preocupación o problema.

Procesos Racionales

Modelos de pensamiento	Momento	Proceso racional
Organización: Establecimiento de las prioridades entre las diversas preocupaciones	Presente	Evaluación de la Situación
Investigación: Averiguación del porque algo salió mal.	Pasado	Análisis del Problema
Elección de una Alternativa: Establecimiento de los criterios y evaluación de las alternativas	Presente	Análisis de Decisiones
Implementación: Previsión de que podría pasar y protección de la decisión	Futuro	Análisis de Problemas Potenciales

b) Análisis de Problemas

El análisis de problemas es un proceso de búsqueda de causas. Existe un problema cuando hay una desviación con respecto a una norma en los resultados previstos o un valor que "debería" alcanzarse; cuando se desconozca la causa de la desviación; y cuando la situación requiera la actuación de la dirección, según se haya establecido en el proceso de evaluación de la situación.

Este último punto es vital, ya que lo que podría considerarse como un problema para alguien, podría no parecerlo a otra, ya que uno de ellos se siente impulsado a actuar mientras que el otro no.

Los pasos en el proceso de la resolución de problemas puede expresarse sencillamente como:

1. El reconocimiento del problema (desviación).
2. La descripción del problema (definición).
3. La determinación de las causas del problema (distinciones y cambios).
4. La verificación de la causa (realización de pruebas o comprobaciones) y la eliminación del problema (corrección).

El paso de reconocimiento y detección del problema tiene lugar cuando nos damos cuenta de que las circunstancias reales se desvían de las normas de resultados previstos, por un problema cuya causa no se conoce y por el cual nos preocupamos. La descripción del problema consiste en la definición del mismo desde el punto de vista de su identidad, punto dónde radica, periodificación o calendarlo y magnitud en dos dimensiones:

- 1) En el punto en dónde realmente se está produciendo el problema.
- 2) Dónde cabría la posibilidad de que se hubiera producido, pero que de hecho no fue así.

Cambios y Causas. Al comparar la existencia real del problema con lo que podría haber ocurrido, debe de cerciorarse de qué ocurrió con la persona, proceso o máquina que constituye el problema. Después pueden iniciar la búsqueda de los cambios que afectaron a esos hechos, ya que si nada hubiera cambiado no existiría el problema. Tuvo que producirse algún cambio en el momento en que se observó la desviación o antes del mismo. Puesto que cada día se producen miles de cambios en un puesto de trabajo típico, las desviaciones permiten centrarnos únicamente en los cambios relevantes (los que están relacionados únicamente con la resolución del problema y, por lo tanto, pueden ser los responsables del mismo). Los cambios que afectan tanto a las características "teóricas" como a las "reales" no pueden ser los responsables del problema.

La búsqueda de la causa es, pues, una búsqueda del cambio responsable de la desviación de los resultados reales respecto a los previstos (o teóricos). La figura muestra esta relación.



Figura 5.1 Como un cambio provoca desviaciones

Realización de Pruebas y Verificaciones. A medida que se determinan las causas a partir de los cambios relevantes que surgen en el análisis, se comprueban basándose en los hechos contenidos en la información sobre valores teóricos y reales. Las causas que no permitan explicar porqué fueron aceptados tan sólo los valores teóricos y no los reales se eliminan del estudio o consideración. La causa que mejor explique la desviación observada en los datos teóricos y reales es la más probable, y se verifica a continuación enfocando más de cerca el problema y el cambio que ha provocado. Una vez que la verificación haya demostrado que la causa más probable es la real, se toman las adecuadas medidas convenientes para eliminarla.

Eliminación del Problema. La eliminación de los efectos de un problema puede lograrse únicamente determinando y eliminando la causa del mismo. Esto se denomina acción correctora. Puede llevar un cierto tiempo encontrar la causa. En un intento de aguantar o mitigar los efectos mientras que se identifica la causa o

debido a que la acción correctora resulte imposible o demasiado cara, puede tomar la acción de adaptación.

La acción correctora se parece a la preventiva en el análisis de problemas potenciales; ambas abordan la causa. La acción de adaptación se parece a la condicionada ambas intentan paliar los efectos. La diferencia es que las acciones protectoras y las de adaptación abordan las causas y efectos que ya han ocurrido; las acciones preventivas y las condicionadas abordan causas y efectos que están pendientes de producirse. Esta relación se muestra en la tabla siguiente.

Análisis de problemas potenciales.

	●	Pasado	Futuro
Causa		Correctora	Preventiva
Efecto		Adaptación	Condicionada

El análisis de problemas no queda limitado a los problemas de hardware y maquinaria. Se aplica a muy diversas situaciones, incluida la búsqueda de las causas de unos resultados humanos insuficientes. De hecho, en situaciones que existen menos bienes tangibles y pocos hechos incontestables, la capacidad para concentrarse en estos últimos es doblemente importante. Las expectativas claras son vitales, si se pretende que los procedimientos estándar operacionales sean realistas y realizables. Existen muy pocas organizaciones que aborden esta necesidad. En su lugar suelen derrochar tiempo y dinero intentando eliminar situaciones para la que no existe ninguna norma estándar.

c) Análisis de Decisiones

El propósito del análisis de decisiones es elegir una alternativa que proporcione el máximo beneficio dentro de los límites de riesgo aceptables. Nos proporciona una herramienta objetiva con la que podemos analizar los hechos y decisiones.

El análisis de decisiones es el modelo más ampliamente aplicado al vasto número de situaciones de toma de decisiones con que los directivos se encuentran cada día, y tienen tres componentes principales.

1. Establecimiento de Objetivos. Los objetivos son las metas que se pretende alcanzar por medio de la acción escogida. El grado de incumplimiento, cumplimiento o superación de estas metas determinará el éxito de la decisión.
2. Generación de Alternativas. Las alternativas son las diversas rutas existentes para alcanzar la meta. Los procesos de generación y evaluación de alternativas permiten identificar aquella que cumpliría los objetivos de forma óptima.
3. Examen de las Consecuencias Adversas. Prácticamente toda acción posible es inherente a cada alternativa. Esta fase de la toma de decisiones determina el riesgo existente, lo que nos permite determinar si ese riesgo es prohibitivo.

Niveles de Decisión. Un determinante clave del proceso es establecer el nivel correcto de decisión. Este nivel determina la gama de alternativas que se considerarán. Por ejemplo, la decisión tan sencilla de comprar un vehículo nuevo da a entender que ya se han tomado varias decisiones con anterioridad: el vehículo será *nuevo* y será *comprado*. El posible punto de arranque fue un reconocimiento de la necesidad de transporte.

Téngase en cuenta que a medida que la persona que va a tomar la decisión se va desplazando hacia abajo de la cadena jerárquica dentro de la empresa, menos global se hace la gama de alternativas disponibles. El examen del nivel de decisión nos mantendría alejados de una rutina. Se puede determinar, por medio de la pregunta: "¿Porqué tomamos esta decisión?", si debería aumentarse o reducirse el nivel.

Establecimiento de Objetivos. Una vez establecido el nivel correcto, pueden establecerse los objetivos. Existen dos fuentes posibles: 1. Los recursos y los límites de los recursos a los que tenemos acceso y 2. Los resultados que se espera obtener de la decisión tomada. Debemos, mediante la consideración tanto de los recursos como de los resultados, intentar maximizar estos últimos con una inversión mínima de los primeros.

Deberes y Deseos. Los objetivos no son todos iguales. Una toma coherente de decisiones necesita un método para distinguir los objetivos más importantes de los de menor importancia. Los objetivos son de dos tipos: "Deberes" y "Deseos".

Los deberes son estándares mínimos absolutos, que son vitales para el éxito de una decisión. Cualquier alternativa que no cumpla un estándar del tipo "Deber" no puede alcanzar un grado de éxito satisfactorio, independientemente de si cumple o no los objetivos. Los deberes deben reflejar siempre factores críticos, como los límites presupuestarios, es decir, el desembolso máximo de efectivo, y las limitaciones de tiempo, es decir, su disponibilidad en el plazo de días.

Los deseos son aquellos objetivos que si bien no son vitales, son deseables. Algunas veces pueden reflejar un estándar mínimo establecido de los deberes, por ejemplo, la minimización de los gastos, y, otras pueden representar objetivos completamente nuevos, como, por ejemplo, mejorar la imagen de la empresa ante el público.

Generación de Alternativas. No deberían considerarse las alternativas existentes hasta que no se hayan establecido y clasificado los objetivos. Esto es esencial en un proceso racional de toma de decisiones. Este enfoque evita caer en la trampa de establecer unos objetivos basándose en una alternativa caprichosa. Entre la fuentes corrientes que sirven para la generación de alternativas podemos encontrar la experiencia, los superiores, los subordinados, los consultores, etc.

Una vez que se hayan generado alternativas, son evaluadas por la persona encargada de tomar la decisión, que intentará averiguar el grado de cumplimiento de los objetivos. Una alternativa que no cumpla los objetivos de tipo "deber", quedará automáticamente eliminada ya que no satisfará unos objetivos que son vitales para el éxito de la decisión. Aquellas que cumplan con los objetivos de tipo "deber", se compararán después con los deseos para determinar que alternativas cumplen en forma óptima.

Examen de Consecuencias Adversas. Aquellas alternativas que cumplen los objetivos de tipo "deber", y satisfagan mayoritariamente los de tipo "deseo" se examinarán posteriormente para ver si existen consecuencias que puedan afectar de forma adversa a las mismas. Probablemente, cada alternativa conllevará un cierto riesgo. Se puede estimar, mediante la experiencia y el criterio personal, las dificultades futuras, considerar su grado de probabilidad y seriedad y determinar lo que podría hacerse para eliminar o minimizar tales problemas.

La decisión final seleccionará la alternativa que produzca el beneficio máximo (que mejor satisfaga los objetivos de tipo "deseo") con los riesgos mínimos (consecuencias adversas que estamos dispuestos a aceptar). En consecuencia, la decisión final consiste en algo más que un simple ejercicio de examen. Debemos utilizar nuestro criterio personal sobre qué grado de riesgo esta dispuesta a aceptar la organización, a cambio de diversos beneficios.

d) Análisis de Problemas Potenciales.

Debería utilizarse el análisis de problemas potenciales para implementar y proteger los planes o decisiones. Cuando utilizamos esta técnica, a la vez que examinamos la secuencia de pasos de cualquier plan, podemos identificar las amenazas al mismo, especialmente las que se deben a consecuencias adversas en el análisis de decisiones. El análisis de problemas potenciales es, pues, un proceso diseñado para que se pueda planificar sistemáticamente acciones correctoras y así hacer frente a los riesgos que conllevan las decisiones tomadas.

Una vez que se hayan identificado los problemas futuros o potenciales, pueden utilizarse la experiencia y el criterio para establecer cuáles podrían ser las causas probables de tales problemas. Se da este paso, ya que los efectos de un problema no pueden eliminarse, a no ser que se eliminen las causas del mismo. Por esto se determinan las causas probables, de manera que puedan tomarse las medidas preventivas correspondientes.

Por ejemplo, si un incendio es un problema potencial, dos causas probables podrían ser, el fumar en áreas peligrosas y el mal funcionamiento de las instalaciones eléctricas. Entre las medidas preventivas podrían incluirse la colocación de letreros de "Prohibido Fumar" y el establecimiento de normas o disposiciones eléctricas de seguridad más estrictas que las usuales. Pero si de cualquier modo se produjera el incendio ya sea debido a un fallo en las medidas preventivas o alguna causa imprevista, las acciones condicionadas que minimizarán los efectos podrían ser el disponer de un sistema de extinción de incendio por rociado automático, salidas de emergencia y una sala de socorro o primeros auxilios. Téngase en cuenta que las acciones condicionadas van dirigidas a los efectos del incendio en sí, ya que los efectos serán los mismos independientemente de cuál sea la causa responsable de su origen.

Otros dos conceptos de especial utilidad en el análisis de problemas potenciales son los mecanismos de disparo (alarmas) y los "indicadores".

Mecanismos de Disparo. Un mecanismo de disparo es un agente de activación de una acción condicionada. En el ejemplo del incendio la alarma contra incendio

podría ser el mecanismo de disparo que impulsa a que el personal correspondiente ponga en marcha las instalaciones de emergencia. Los mecanismos de disparo se emplean para asegurarse de que la acción condicionada se producirá en el momento adecuado.

Indicadores. Los "Indicadores" se utilizan para efectuar un seguimiento del plan y tener conocimiento del estado o grado de avance de las acciones propuestas. En el ejemplo del incendio los indicadores podrían incluir "la instalación del sistema de extinción por rociado automático para el primero de Marzo". Y lo que es más importante todavía, son útiles para determinar cuando deja de ser necesario mantener acciones condicionadas. Los indicadores pueden resultar valiosísimos en el momento de conservar los recursos escasos si destacan cuando las acciones condicionadas han finalizado su actividad.

Resumen. Utilizando estos tres procesos racionales (análisis de decisiones, análisis de problemas y análisis de problemas potenciales) se puede resolver cualquier preocupación que se haya detectado en la evaluación de una situación. La toma de decisiones en una organización rara vez consiste en un proceso aislado llevado a cabo por un individuo en solitario, detrás de la puerta de una oficina cerrada sino que suele ser un proceso dinámico. Siempre hay dos o más personas que comparten la información, plantean preguntas, ponen en tela de juicio sus opiniones y, o bien se comprometen a una acción, o continúan el proceso de toma de decisiones hasta que encuentran una alternativa aceptable.

Los cuatro modelos de pensamiento que más abundan en el trabajo diario de una organización (determinar la causa de un problema, escoger la acción alternativa óptima, prever problemas futuros y hacer que una situación compleja sea manejable) pueden ser intensificados y hacerse más productivos mediante la introducción de un proceso racional. Cuando esta se hace con cuidado, mediante el compromiso y asesoramiento de la gerencia, se podrá observar un aumento en la productividad de toda la organización.

La responsabilidad sobre la calidad de los productos se desplaza en círculos cada vez más amplios que parten del centro de la organización. Es cada vez mayor el número de personas que realizan una aportación significativa, ya que aprenden como han de coordinar sus ideas con los demás, por el bien de todos.

5.2 Introducción de un Sistema Racional de Resolución de Problemas por Medio de las Herramientas Administrativas y Estadísticas.

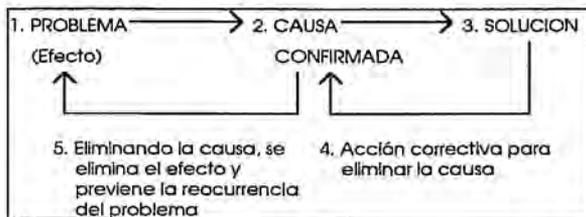
En el inciso anterior se habló sobre la ventaja de tener experiencia y otros factores que se pueden llegar a considerar empíricos, para la toma de decisiones. En este inciso, vamos a analizar el porqué no solo basta la experiencia, intuición, determinación, etc. Lo que se tratará de hacer, es evidenciar que para la toma de decisiones es necesario tener algún fundamento, basado en hechos concretos (método científico) y no en presentimientos. En otras palabras se va a demostrar el poder de las herramientas y la secuencia ordenada que se propone para usarlas, independientemente de la que el usuario quiera seguir. Se enfatiza que ninguna de las herramientas se debe usar en forma aislada, se deben combinar para que se obtenga un verdadero beneficio.

Con las herramientas, tanto estadísticas como administrativas, se va a obtener un mejor resultado que si solo utilizáramos la experiencia, intuición y determinación; vamos a analizar hechos concretos de los cuales se derivan datos que se van a poder graficar y en un futuro poder hacer un correcto análisis estadístico del hecho en cuestión.

El análisis estadístico de problemas es el enfoque científico -por tanto correcto- que permite aclarar lo que es el problema y lo que no es; separar problemas vitales y crónicos de los triviales y corregirlos confirmando sus causas. Este método de análisis y solución de problemas evita las adivinanzas, da la dimensión exacta de los problemas, encuentra y va a la causa, no a las personas.

Analizar estadísticamente los problemas implica aprovechar la experiencia, emplear la intuición y tener buena determinación. Por ejemplo; para el conocimiento del proceso o fenómeno, para generar ideas, etc.

La verdadera solución de problemas es la acción correctiva que previene su recurrencia. Para esto, es necesario encontrar y confirmar la causa, eliminarla y posteriormente confirmar el efecto de la acción correctiva tomada.



Para el caso de prevención de problemas, hablaremos de efecto esperado, casos potenciales y acción preventiva, incluyendo como actuar ante la contingencia.

Los principios básicos del pensamiento estadístico, son:

1. Dar mayor importancia a los hechos que a los conceptos abstractos.
2. No expresar los hechos en términos de sentimientos o ideas, sino utilizar gráficas o diagramas derivados de resultados específicos observados.
3. Tomar decisiones con base en condiciones establecidas, mediante análisis estadísticos efectuados.

El método estadístico es, además, el mejor mecanismo de comunicación y retroalimentación dentro de una empresa.

El pensamiento estadístico no sólo implica, el usar las Herramientas Estadísticas, sino también las Herramientas Administrativas.

Basándonos en los pasos vistos en el inciso anterior, propondremos que herramienta ha de usarse y cuál es el paso a seguir para la resolución de problemas.

Se identifican dos etapas como parte de cada uno de los pasos de la Metodología Propuesta. Es importante aclarar que la herramienta que se escoja para la Primera Etapa no debe repetirse en la Segunda y no es necesario completar las dos etapas en cada uno de los pasos.

La Primera Etapa identifica lo que se esta analizando y la Segunda lo evalúa.

Como hemos visto anteriormente, la tormenta de Ideas se utiliza como primer paso para la solución de problemas, ahora, para la **Evaluación de la Situación** las herramientas mas útiles desde nuestro muy particular punto de vista son:

Primera Etapa:

Diagrama de Afinidad	Diagrama de Pareto
----------------------	--------------------

Segunda Etapa:

Diagrama de Causa y Efecto	Hoja de Chequeo
Diagrama de Dispersión	Diagrama Matricial

Continuando con la metodología propuesta, el paso a seguir es el **Análisis del Problema**, en otras palabras, encontrar las causas específicas.

Primera Etapa:

Diagrama de Causa y Efecto	Hoja de Chequeo
Diagrama de Dispersión	Diagrama Matricial

Segunda Etapa:

Estratificación	Gráficas de Control
Diagrama de Relaciones	Diagrama de Dispersión
Análisis Matricial de Variaciones	

El tercer paso de la metodología es el **Análisis de Decisiones**, para el cual se recomiendan las siguientes Herramientas:

Primera Etapa:

Diagrama de Pareto	Diagrama de Flechas
--------------------	---------------------

Análisis Matricial de Variaciones	Histograma
-----------------------------------	------------

Segunda Etapa:

Para la Segunda Etapa el análisis que se ha de llevar a cabo para verificar el ahorro es por medio de los costos de calidad, es decir se debe seleccionar el análisis más costeable. En el siguiente capítulo se propone una metodología de Análisis de Costos.

El cuarto paso -**Análisis de Problemas Potenciales**- se propone como una medida preventiva, para evitar problemas subsecuentes que llegaran a afectar en el futuro se propone particularmente el diagrama de flechas.

En el siguiente capítulo se propone un procedimiento que va a alcanzar el Aseguramiento y Mejoramiento de la Calidad, echando mano de las herramientas descritas anteriormente, además de todos los conceptos explicados en los otros capítulos.

VI. ASEGURAMIENTO Y MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD

6.1 Aseguramiento de la Calidad y Estandarización

La responsabilidad primaria de la empresa para con sus consumidores y clientes es asegurar su satisfacción, lo cual principalmente consiste en proporcionar calidad: en el producto, servicio y precio.

Para lograr este propósito la empresa debe tener una política de calidad clara y definitiva. Así como contar con la organización, los sistemas y métodos de control de calidad necesarios.

El aseguramiento de la calidad se constituye como la esencia de este compromiso y esfuerzo continuo de hacer a la organización cada vez mas competitiva, es un sistema para producir la calidad uniforme y constante, lo mas económicamente posible: es prevención y economía.

El aseguramiento de la calidad como sistema lo podemos ilustrar en el siguiente esquema:

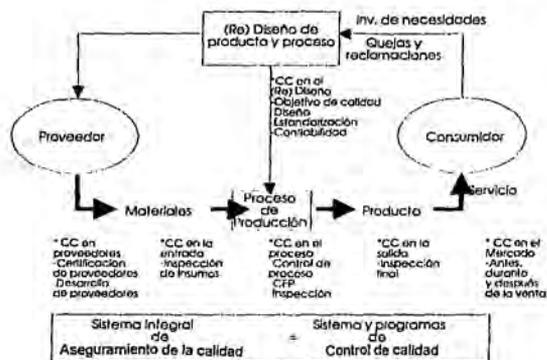


Figura 6.1

El aseguramiento de la calidad significa un alargamiento de la función de Control de Calidad: que va desde la inspección final (como inicialmente se tenía) hasta lo más moderno, Control de Calidad en todo el ciclo del producto (Control Integral de Calidad).

Otro aspecto importante es que también se ha conducido al enriquecimiento del trabajo, ampliando la responsabilidad de los Supervisores de Línea y de los Operarios, puesto que sobre ellos recae la responsabilidad directamente el controlar el proceso paso por paso.

Este enriquecimiento en el trabajo que permite mejorar la motivación en el personal, esta basado en el principio establecido por el Dr. Kaoru Ishikawa: "La única forma de Control Total, es el Autocontrol".

El Autocontrol es una actitud de querer hacer las cosas bien por propia voluntad, y no porque se nos exige; esto es uno de los códigos esenciales mas importantes de las ciencias del comportamiento humano.

Diseñando un sistema de Control de Calidad para que sea operado en la línea y delegando la responsabilidad a Supervisores y Operarios, a través de crear las condiciones y Sistema de Trabajo para la voluntariedad y automotivación en ellos, permite efectiva y eficientemente asegurar la calidad al mercado.

El Aseguramiento de la Calidad es para el cliente; el Control de Calidad es para la empresa

Definición:

El Sistema de Aseguramiento de Calidad (SAC), puede ser definido como "El Sistema Total de todas las cosas" para adaptar positivamente: La calidad actual del producto o servicio a la calidad requerida por el consumidor o cliente de acuerdo a la calidad pagada.

El SAC, es un sistema organizado que permite asegurar el uso, la función, el mantenimiento, confiabilidad, etc. del producto en cada etapa de su desarrollo: diseño, compras, producción, inspección, almacenaje, transportación, ventas y servicios. Este consiste en ejecutar el Control de Calidad en las etapas ya mencionadas, agrupándolas en las siguientes cuatro:

1. Diseño del producto.
2. Diseño y Control de Calidad en el proceso.
3. Inspección final.
4. Servicio al cliente.

El diseño del producto busca, antes que nada, investigar la calidad para determinar cuales van a ser las características a asegurar (o desarrollar), y el origen de estas. Esto lo va a lograr a través de la relación que existe entre una característica funcional y no funcional, se deben de declarar estándares de materia prima y límites de tolerancias.

El diseño y control de calidad en el proceso, por su lado, logrará la estabilización del control dentro de los procesos de producción, por medio de la decisión de cuando, quien, donde y como deben ser controlados los factores y características de calidad, es importante hacer estudios de la capacidad de la calidad en los procesos. También se va a ser responsable de la inspección de los Insumos.

La inspección final establece donde, cuando y como debe ser hecha la inspección de las características de calidad. En el caso de hacer inspección al 100% se llevará a cabo por el departamento de producción. Para las características que no sean

funcionales se deberá definir cuales va a inspeccionar el departamento de producción y cuales el de inspección, este último se encargará de las características de calidad funcionales.

El servicio al cliente busca definir un plan para el trabajo de servicio "antes, durante y después de la venta" y obtener información sobre la distribución de los productos y grado de satisfacción de los consumidores. Esto lo logrará a través de instrucción a usuarios, reportes de problemas de calidad, tanto externos como internos, llevando un sistema de monitoreo y entrenando a vendedores ingenieros y técnicos de servicio.

a) Metodología Propuesta

Para seguir adelante debemos entender claramente el concepto de control, siendo este un proceso organizado para verificar si el trabajo ha sido hecho en conformidad con los planes e instrucciones señaladas y corregir cambios adversos mediante acciones pertinentes. Para esto echaremos mano de la metodología propuesta por Deming en su círculo.

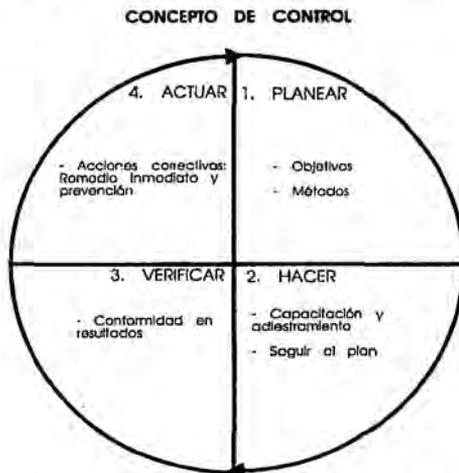


Figura 6.2 Concepto de control

Explicaremos a continuación los conceptos del círculo de Deming.

PLANEAR

1. Decidir objetivos (especificaciones) específicos de Calidad.

- El objetivo debe distinguirse del deseo, y decidirse en función de la capacidad del proceso y otros aspectos.
2. Establecer los métodos para lograr objetivos.
- Decidir que factores controlar y en que forma serán controlados enfatizando en los vitales.
 - Definir los procedimientos de operación a seguir explicando los pasos.

HACER

3. Dar capacitación y adiestramiento.
- Capacitar y adiestrar en aspectos técnicos de la operación.
 - Capacitar en los objetivos, factores a controlar y procedimientos a seguir.
4. Seguir el plan decidido en 1 y 2.
- Asegurar la realización de la operación de acuerdo a lo planeado.
 - Explicar a los trabajadores la importancia de reportar anomalías en los métodos.

VERIFICAR

5. Checar o verificar la conformidad en los resultados.
- Verificar en base a hechos (datos); las consignas: "Tiene que ser así" o "Así debe ser" no son válidas.
 - Obtener datos no siempre significa obtener números. Una Hoja de Verificación de Datos puede ser evidencia suficiente.

El proceso de verificación puede seguir el diagrama de flujo que se presenta a continuación.

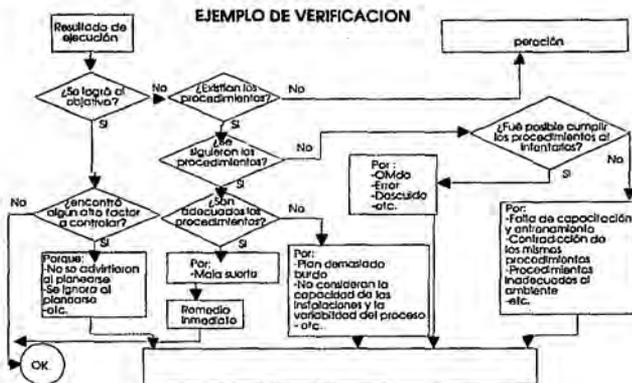


Figura 6.3 Ejemplo de verificación

ACTUAR

6. Tomar acciones correctivas.

- Considerar los dos tipos de acciones:

A) Remedio inmediato: remueve el síntoma

B) Prevenir que vuelva a ocurrir: remueve la causa, lo que requiere de un análisis.

- Primero remedio inmediato y después preveo que no vuelva a ocurrir; a la larga es mejor esta última.

Los propósitos que persigue el concepto de control de la calidad son varios:

1. Agilizar la toma de acciones definiendo responsabilidades y autoridad.
2. Asegurar la continuidad en la actuación de una operación a otra inmediata, de un departamento a otro, es decir, aseguramos de hacer las cosas bien desde la primera vez.
3. Establecer factores definitivos a controlar.
4. Establecer estándares bien definidos: de insumos, de operaciones y de inspección de productos terminados.
5. Organizar el sistema de control y seguirlo.

6. Dar prioridad a prevenir fallas y prevenir que no se vuelvan a presentar los mismos problemas.
7. Tener conciencia de proceder (y conformar) con los estándares de operación.

Es muy importante que entendamos que para lograr la calidad que buscamos en nuestros productos o servicios, y nos aseguremos de que el cliente siempre obtendrá lo que busca, sea quien sea, tenemos que estandarizar nuestros procesos. Es decir, que siempre se hagan las cosas de la misma manera sin importar quien las haga, técnicamente o administrativamente.

Los principios para la estandarización son:

- Dónde hay repetición hay estandarización.
- Las normas estándar no son restrictivas, sino que incrementan las posibilidades técnicas. Por ejemplo, los semáforos. "Tenemos que reconocer que nuevas posibilidades se basan en ciertas limitaciones fijadas".
- Existen dos tipos de estándares:
 - a) Los que se determinan inevitablemente (la naturaleza).
 - b) Los que deben ser establecidos.
- La estandarización facilita la intercambiabilidad. Mediante la estandarización se hace posible:
 - a) La división del trabajo.
 - b) La no indispensabilidad de las personas.
 - c) La producción industrial.
- Los estándares nos ahorran el pensamiento y la transmisión de información. "Las fórmulas matemáticas y físicas son una especie de estándares".
- Con la estandarización se fabrican productos de alta confiabilidad, sin estandarización no es posible producir calidad.
- La estandarización mejora el nivel técnico. Cuando ocurre una situación anormal en un proceso o producto esto se debe a:
 1. No existe estándar alguno.
 2. Existen, pero no son los adecuados.
 3. Existen estándares adecuados pero no se siguieron.

"El nivel técnico mejora cuando la corrección de la anomalía se da en la modificación de un estándar".
- Para cumplir los estándares se requiere educación y entrenamiento. "El efecto de la estandarización no surge hasta que no se cumpla lo estandarizado".

- Los estándares deben ser revisados continuamente y permanentemente si no realmente no son útiles.
- El establecimiento de estándares es un trabajo en equipo: "El responsable del estándar es quien lo utiliza"
"El peor estándar es el que no existe"
- Establezca estándares antes de hacer un producto o proporcionar un servicio.
- Se requiere una autoridad para forzar el establecimiento de estándares.
- No es bueno pensar sólo en términos económicos en el establecimiento de estándares sino en las necesidades o requerimientos del consumidor o cliente (interno o externo).

A continuación describiremos los lineamientos para la estandarización de operaciones.

LINEAMIENTOS PARA LA ESTANDARIZACION DE OPERACIONES

Con el propósito de estandarizar un proceso a través del control del proceso, es necesario determinar los factores que contribuyen a la variación del proceso y eliminar cambios anormales en estos factores.

La estandarización de los métodos y procedimientos de operación es necesaria para elaborar la estandarización del proceso (objetivo).

En el establecimiento de los estándares de operación se deberán considerar los siguientes lineamientos:

- a) La estandarización deberá ser para el objetivo antes mencionado.
- b) Los estándares deberán ser establecidos para controlar la fluctuación de los factores contribuyentes al proceso.
- c) Los estándares deberán ser prácticos y un criterio de operación.
- d) Los estándares son decisiones tentativas y no necesariamente metas ideales.
- e) Los estándares deberán especificar los procedimientos correspondientes.
- f) La revisión de los estándares deberá ser hecha para mejorar.
- g) Los antecedentes para establecer los estándares deberán ser claramente entendidos, y la metodología para el desarrollo de estándares deberá ser clara.

- h) Los estándares deberán establecer claramente la responsabilidad y autoridad.
- i) los estándares deberán ser documentados en manuales.
- j) Las medidas temporales contra emergencias deberán ser definidas (como actuar ante la contingencia).
- k) deberán establecerse consideraciones especiales "muy fácil de cometer" y en aspectos de seguridad humana.
- l) La orientación deberá ser a metas de calidad.
- m) Deberá implementarse un programa de entrenamiento para la estandarización.

En la planeación de los estándares la habilidad para controlar los diferentes factores del proceso es indispensable. Inclusive, el éxito de la estandarización depende de la devoción de los operarios por los estándares.

Los estándares deberán ser revisados para su perfección, utilizando la gráfica de control para el control del proceso.

METODOLOGIA PARA CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO

Control de Calidad = Control de + Control
en el Proceso proceso Estadístico

Recordemos que el control del proceso es el conjunto de las actividades preventivas, necesarias de efectuar para producir calidad durante el proceso y tener un proceso predecible.

Un sistema de control de proceso, tiene como meta reducir la variación de los procesos, utilizando una metodología que subdivide una problemática de considerable magnitud en factores que pueden ser mejor controlados y mejorados en forma rutinaria.

No basta con pedir al personal que asegure la calidad y la mejore, hay que ayudarlo a resolver sistemáticamente los problemas que día a día se presentan para lograrlo.

Es indispensable desarrollar un sistema de control de calidad en el proceso para los **FACTORES CLAVE** y las **CARACTERISTICAS DE CALIDAD** del producto.

La **ESTANDARIZACION** es la clave del control.

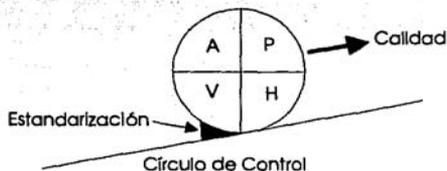


Figura 6.4

Para controlar el proceso es necesario establecer la relación entre una característica de calidad y los factores que afectan al proceso; posteriormente controlar estos factores a un cierto nivel.

Por otro lado el control estadístico de procesos, como ya lo mencionamos anteriormente, es la utilización de técnicas y herramientas estadísticas para analizar y monitorear un proceso con el propósito de estabilizarlo.

La gráfica de control es la herramienta más útil para identificar condiciones anormales del proceso y mantenerlo estable; la gráfica de control es para administrar un proceso.

El control estadístico del proceso, al mostrar la variación de los resultados del proceso, nos indica si el sistema del control del proceso es correcto en base a su estandarización, o no.

Antes de entrar de lleno a la metodología vamos a analizar seis principios introductorios, para moldear la forma de pensar y actuar de acuerdo a:

1. Hacer del Plan-Hacer-Verificar-Actuar (Círculo de Deming) un hábito.

Objetivos

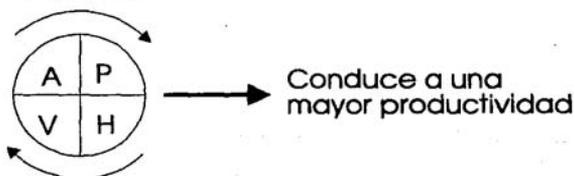


Figura 6.5

2. Poner en acción las 5W-1H:

What	(Qué)
Why	(Por qué)
Where	(Dónde)
When	(Cuándo)
Who	(Quién)
How	(Cómo)

3. Empujar activamente hacia la estandarización.

4. Poner (expresar) las cosas en forma de datos.

5. Controlar los factores claves (vitales).

6. Asegurar las características de calidad según el consumidor.

La metodología que se propone se presenta a continuación, en forma de un diagrama de flujo y a continuación se explica cada uno de los puntos en forma general, ya sea para un proceso o un servicio.

CONTROL DE CALIDAD EN PROCESO

**Paso 1 IDENTIFICACION DEL PRODUCTO**

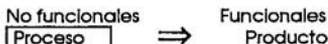
- a) Hacer una del producto, definiendo las características de calidad que debe reunir y sus especificaciones.

- b) Identificar y separar las características de calidad verdaderas de las substitutas.

Características verdaderas (funcionales): son las que permiten definir las cualidades del producto; son las que el consumidor identifica como funcionales para el uso que le da a dicho producto.

Características substitutas: dan lugar a las funcionales y son más objetivamente medibles

Características de Calidad



Paso 2 DIAGRAMA DE FLUJO DE OPERACIONES

- a) Definir las operaciones que constituyen al proceso, bajo el siguiente concepto:

Operación: Es la agrupación de pasos de producción en el proceso que indiquen objetivamente la transformación de materias primas en materiales.

Es cualquier fase del proceso de producción en el cuál ocurre un cambio de estado en la materia prima y materiales.

Una operación es una unidad de transformación o cambio en el proceso cuya finalidad es precisamente eso; resultando una característica de calidad del producto en proceso.

- b) Diagramar de acuerdo a su secuencia las operaciones del proceso.

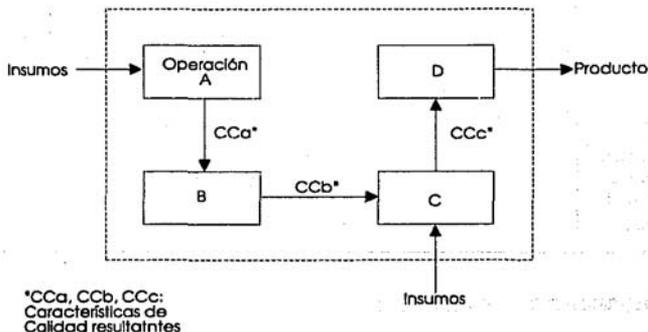


Figura 6.6

- c) Anexar al diagrama la lista de insumos con sus especificaciones, identificando los vitales. Considerando en este último el producto y

las características de calidad resultantes de la operación correspondiente dónde se utilizan los insumos.

Para.3 TABLA DE CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO

- a) Construir dicha tabla de acuerdo al formato adjunto, considerando la definición de los elementos que la componen.

Descripción de los Elementos

- Diagrama de flujo del proceso: Es una gráfica esquemática de todas las etapas de un proceso, la cuál nos proporciona una fotografía simplificada de dicho proceso, considerando las siguientes actividades:

Operación: Es la agrupación de pasos de producción en el proceso que indiquen objetivamente la transformación de materia prima en producto en proceso o terminado.

Es cualquier fase del proceso de producción en el cuál ocurre un cambio de estado en la materia prima y materiales.

Operación = Fase del proceso = unidad de operación

Transporte: Movimiento de materia prima y materiales.

Inspección: Es la verificación de las características de calidad de acuerdo a las especificaciones establecidas para el producto, para su aceptación o rechazo.

Almacén: Almacenamiento de materias primas, materiales y productos del proceso.

- Factores a controlar: Se refiere a los elementos a controlar durante el proceso para asegurar la calidad en los insumos, operaciones y productos.
- Características de calidad: Es el resultado de la ejecución de cierta operación o actividad de operación que permite definir el estado del Insumo o cambio del estado del material que se transforma durante el proceso.
- Método de control: Es la descripción y organización (cuándo, quién, dónde y cómo) de la forma de controlar las características de calidad (qué).
- Manuales estándar: Son los instructivos o procedimientos operativos autorizados para llevar a cabo la tarea de control de las características de calidad.

En la elaboración de la tabla es necesario dejar bien claro la diferencia entre Factores y Características de calidad a controlar. Así como la diferencia entre inspección y control del proceso.

Esta tabla es para organizar y definir el método de control de las características de calidad. los factores sólo se enlistan para conocer cuáles son los que influyen en las características de calidad correspondientes.

Observe el ejemplo de esta tabla para aclarar las dudas.

Ver la figura 6.7 anexa

TABLA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL PROCESO

Símbolos de proceso		○ Operación	□ Inspección	◁ Transporte	▽ Almacén	Fecha:				
Diagrama de flujo del proceso	Factores a controlar	Que características de Calidad	Método de control						Estándar Manual Instructivo procedimientos	
			Cuándo	Quién	Dónde	cómo				
						Instrumento de medición	Método de medición	Reportar a		
<pre> graph TD Start(()) --> I1[1 Inspección de recibo] I1 --> T1[1] T1 --> A1[▽ Almacén] A1 --> P2[2 Pesado] P2 --> T2[2] T2 --> M[A Mezclado] M --> T3[4] T3 --> A2[○ Operación] A2 --> P3[C Amazado] P3 --> T4[6] T4 --> I2[3 Inspección de peso] I2 --> End(()) </pre>	Especificación del material	Análisis de valor, peso	Cada entrega	Inspector	Almacén	Balanza analítica	Muestreo 100%	Jefe de inspección	Plan de recepción de aceptación	
	Error (Gráfico)	Peso	Cada entrega a producción	Oficinista de almacén	Al transportar	Balanza	100 %	jefe de almacén	Estándar de medición	
	Proporción de mezcla (Gráfica)	Viscosidad	Cada hora	Operador	Mezcladora	Viscosímetro	Muestreo	Jefe de centro	Estándar operación mezclas	
	Proporción de mezcla (Gráfica)	Peso Especifico	Cada hora	Operador	Tanque de solución	Hidrómetro	Muestreo Gráfica de cumplimiento	Jefe de centro	Estándar operación solución	
	Tiempo (Gráfico)	Peso	Cada 15 minutos	Operador	Máquina de amizado	Báscula	Gráfica X-R	Jefe de centro	Estándar operación amizado	
	Especificación de peso	Peso	Cada masa	Jefe de centro	Báscula	Báscula de disco	Muestreo	Supervisor y jefe de inspección	Estándar inspección	

Figura 6.7 que se anexa

Paso 4 CARACTERISTICAS PARA CONTROL DEL PROCESO

a) Seleccionar las características de calidad que representen mejor el estado del proceso, estas características actuarán como indicadores de desempeño de dicho proceso, permitiendo monitorearlo estadísticamente.

Los siguientes puntos deberán considerarse para la selección de las características de calidad como características de control del proceso.

1. Los valores (mediciones o conteos) de la característica de calidad deberán reflejar el estado del proceso.
2. Los efectos de áreas externas deberán minimizarse.
3. Los resultados deberán estar inmediatamente disponibles.
4. El muestreo y los datos deberán ser económicos.
5. Primeramente considerar las características verdaderas (funcionales) si no, seleccionar alguna sustituta.

b) Definir el equipo de medición necesario de utilizar para medir las características de calidad.

c) Elaborar un diagrama de causa y efecto para determinar y relacionar los Factores que influyen en las características de calidad, seleccionadas en el inciso a).

En la determinación de los factores se considerará lo siguiente:

1. Los factores y sus desviaciones originan variaciones en el proceso y afectan directamente a las características de calidad.
2. Las desviaciones en los factores surgen o son provocadas, ya sea por el estado de los insumos en la operación correspondiente por las técnicas o procedimientos, o por el equipo o maquinaria.
3. Las desviaciones que son provocadas por mala utilización de los procedimientos técnicos o por error humano, no se consideran.

El diagrama de causa y efecto que se elabora, deberá mostrar las fases u operaciones del proceso, y deberá construirse uno para cada característica de calidad.

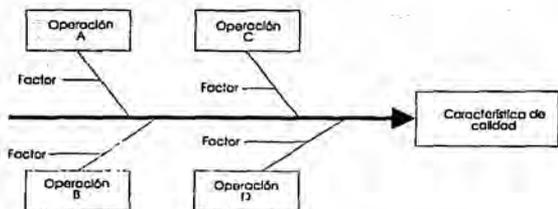


Figura 6.8

Después de la elaboración del diagrama seleccione los factores vitales. Para controlar un proceso debemos separar causas de efectos, más adelante hay que hacer la comprobación por estratificación ó Diagrama de dispersión.

Paso 5 ANALISIS DEL ESTADO ACTUAL

- Utilizando las características de calidad seleccionadas como indicadores del estado de control del proceso, se obtienen datos para analizar el proceso: si está en control estadístico o no; posteriormente se establecen límites de control estadístico (considerando regla 3).
- Con los datos obtenidos y si hay control estadístico se define la capacidad de calidad del proceso, para establecer la compatibilidad de la tolerancia natural del proceso con las especificaciones asignadas.
- Confirmar estadísticamente, los datos obtenidos para los incisos anteriores, los factores seleccionados como vitales en el paso 4.
- Este paso concluye con establecer y dar prioridad a las características de calidad verdaderas (funcionales), que no fueron seleccionadas para el control del proceso en el paso 4, pero que son importantes para el consumidor. Establecer los factores vitales que influyen en ellas, construyendo los diagramas de causa y efecto correspondientes: confirmando estadísticamente dichos factores.

La información obtenida en este paso es para conocer y plantear estadísticamente el estado del proceso.

Paso 6 DESARROLLO DE PROCEDIMIENTOS ESTANDAR

Para controlar los factores vitales definidos y confirmados en los pasos 4 y 5, debemos definir los procedimientos estándar.

- Diseñe un instructivo para explicar como hacerlo, así mismo el formato para la hoja de procedimiento estándar para obtener la información necesaria.

PROCEDIMIENTO ESTANDAR. Define el procedimiento autorizado para controlar las desviaciones de un factor clave en el proceso.

FACTOR CLAVE. Es controlable, es medible y afecta al producto. El factor clave puede ser variable (datos continuos) o pro atributos (datos discretos).

HOJA DE PROCEDIMIENTO ESTANDAR. Para diseñar la hoja de procedimiento estándar utilice el método de las 5W y 1H (What, Who, Why, When, Where y How). En realidad este método es utilizado para desarrollar estándares en general.

- **Qué (What).** Nombre del factor; tarea de control.
- **Quien (Who).** Responsable del control.
- **Por qué (Why).** Razón para controlar.
- **Cuándo (When).** Con que frecuencia medir (variable o atributo).
- **Dónde (Where).** Punto o lugar de control.
- **Cómo (How).** Estándar de proceso; instrumento de medición; método de medición (Herramienta Estadística); procedimiento operativo.

El procedimiento operativo se refiere a la serie de instrucciones y pasos necesarios de efectuar para desarrollar la tarea de control (Que).

Por ser un procedimiento estándar para controlar factores clave en el proceso, el cómo debe extenderse a cómo actuar ante la contingencia, o sea cuando el factor se sale de límites (estándar de proceso),

- **Cómo (How).** Acción correctiva; y procedimiento de supervisión.

El procedimiento de supervisión se refiere al procedimiento administrativo y acción del supervisor u otros puestos respecto a la acción correctiva; Por ejemplo, supervisión sistemática, elaboración de reportes (estadística), y recheckar efecto de la acción correctiva correspondiente.

La hoja de procedimiento estándar aparte de la Información general por el método de las 5W y 1H (que es la básica), incluye otra información: Nombre de la empresa, producto (Terminado o en proceso), proceso, fecha en que se establece y se revisa el procedimiento, a quién reportar y las firmas de los responsables de los departamentos involucrados y funciones correspondientes puesto que es un procedimiento autorizado.

NOTA: Ver el formato a continuación como ejemplo de una hoja de procedimiento estándar.

HOJA DE PROCEDIMIENTO ESTANDAR

Empresa/fábrica	Producto/Proceso	Código _____ Fecha Inicial Revisión _____
Operación	Factor	Punto de control
Tarea de control		Responsable
Razón para controlar		
Estándar de proceso		
Instrumento de medición	Método de medición (Instrumento estadístico)	Reporta a
Frecuencia de medición		Procedimiento operativo (Anexo)
Acción correctiva		
Reporta a		Procedimiento de supervisión
**** FIRMAS ****		
_____ Producción		_____ Dirección o Gcía. Planta
_____ Mantenimiento		_____ Corporativa
_____ Aseguramiento de Calidad		

Figura 6.9

PASO 7 ORGANIZACION DEL TRABAJO

Incorporar el control de calidad en el proceso implica nuevas responsabilidades en el trabajo para algunas funciones o puntos; por tanto se deberá realizar lo siguiente:

- Revisar la estructura de organización existente para definir si permite operar el control de calidad, si no rediseñar la organización del trabajo correspondiente.
- Incluir en la descripción de puestos la responsabilidades correspondientes al control de calidad.

El control de calidad en el proceso se efectúa a través de la organización formal.

PASO 8 IMPLANTACION

Después de definir el control estadístico del proceso para las características de calidad, los procedimientos estándar para controlar los factores vitales del proceso y

la organización del trabajo para operarlos correctamente. El siguiente paso es implantarlo, para lo cual es necesario realizar lo siguiente:

- a) Concientizar a l personal sobre la importancia de la calidad para la empresa, la sociedad y ellos mismos.
- b) Concientzar sobre los objetivos de calidad específicos para los productos de la empresa: características de calidad verdaderas (funcionales), substitutas y sus especificaciones.
- c) Capacitar en el controle estadístico y procedimientos estándar decididos para asegurar la calidad.
- d) Asegurar el cumplimiento de estándares.

PASO 9 CONFIRMACION DE ESTANDARES

Posterior a la implantación es necesario verificar la efectividad de los estándares, mediante los resultados del control estadístico y el cumplimiento de las especificaciones.

Los resultados obtenidos deberán reflejar beneficios tangibles. De no ser así, repita todos los pasos anteriores.

PASO 10 FORMALIZACIÓN DEL ESTANDAR

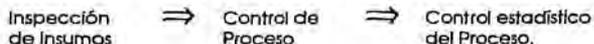
Al confirmar la efectividad de los estándares y del control estadístico del proceso, se tendría un control de calidad en el proceso definido y probado. Por lo cual se procedería a su autorización por la gerencia correspondiente.

PASO 11 ASEGURAMIENTO DE CONTINUIDAD DEL SISTEMA

Al formalizarse el control de calidad en el proceso, el monitoreo estadístico de los resultados de l proceso en forma sistemática permitirá asegurar la continuidad del sistema y confirmar la efectividad y necesidad de mejorar la estandarización.

En este último paso se incorpora la auditoría de calidad para el producto y el proceso por parte de la máxima autoridad de la empresa.

Los once pasos descritos anteriormente permiten desarrollar el control de calidad en el proceso:



Mejora continua: La siguiente estrategia es un esfuerzo de mejora continua, mediante la institucionalización de un programa permanente de mejoramiento de la calidad y reducción de costos, utilizando la metodología correspondiente.

ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN NUEVOS PRODUCTOS.

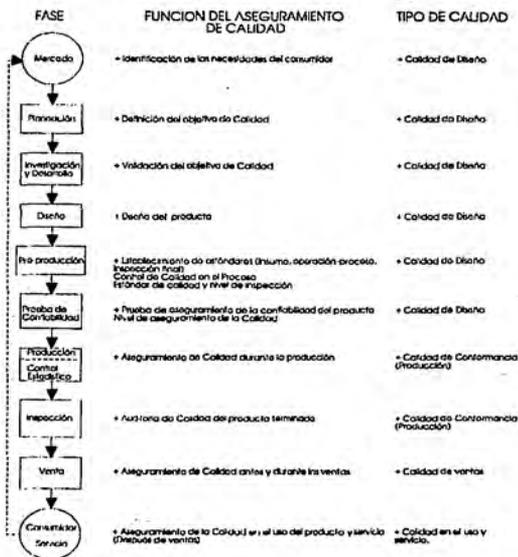
ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO
SEGUN FASES DE SU CICLO DE VIDA

Figura. 6.10 Aseguramiento de la Calidad según fases de su ciclo de vida

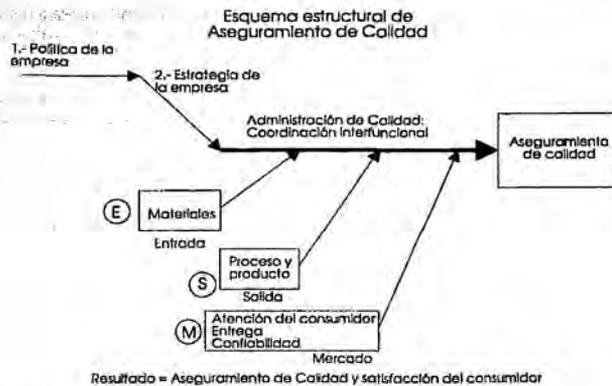


Figura 6.11 esquema estructural de aseguramiento de la Calidad

6.2 Mejoramiento de la Calidad

El obligado camino hacia la competitividad internacional pasa por diferentes áreas de oportunidad: el compromiso por calidad y costo frente a los mercados, plantea un imperativo categórico de sobrevivencia, rentabilidad y progreso.

Por décadas la administración de las compañías en México ha estado orientada a:

- Dar la más alta prioridad al costo e inventario: no a la calidad y costo.
- Producir productos o servicios considerando a la competencia: no a las necesidades del consumidor.
- Dar énfasis en alcanzar el estándar presupuestado: no en mejorar.
- Incluir en el costo estándar los costos relacionados con la calidad y no evaluarlo en términos reales: a pesar de que siempre han ido altos.
- Delegar la mejora de la calidad a algún departamento: la alta dirección no participa, ni se organiza el esfuerzo de forma integral e institucional.

En este inciso profundizaremos en la metodología, estructura e implantación de un sistema práctico para la mejora continua de la calidad y reducción de costos en forma integral y permanente, tocando todos los segmentos operativos del negocio.

Bajo perspectiva del negocio, los factores económicos de la calidad para su mejora, son más importantes que el costo de la calidad. Por ejemplo, el mínimo costo de

calidad, no significa el mínimo costo del producto ni máximas utilidades; e incrementar un elemento del costo de calidad disminuye el costo total (esto se vio en el capítulo primero).

Antes de continuar con la metodología propuesta nos detendremos a abundar un poco más en algunos conceptos que se han visto a lo largo de este trabajo, o en un punto específico.

En la parte que hablamos sobre los objetivos de las empresas, vimos que al establecer estos pueden existir varias alternativas. Sin embargo un objetivo común es, sin lugar a dudas, mantenerse por siempre como negocio asegurando sus utilidades en el largo plazo.

La calidad es el factor más importante y tiene efecto sobre las utilidades:

1. En la producción y embarque de productos defectuosos como se vio anteriormente.
2. Dar un mal servicio en las tres etapas de la venta.
3. La mejora de la calidad en productos y servicios mejora la productividad, la imagen de la compañía y confianza del consumidor ... las ventas y utilidades aumentan a consecuencia.

El concepto moderno de calidad, es tan amplio que involucra la acción de que se diseñe el producto en función a los requerimientos o necesidades del consumidor; implica producir y estar en el mercado; se rediseña el producto o servicio según la reacción del consumidor; no se limita al producto, sino que llega hasta el servicio, entregas, tiempo y precio; la calidad por consiguiente se torna un objetivo común dentro de la empresa. Así pues vemos como resultado de todas estas reflexiones la empresa debe de planear a largo plazo sus inversiones, gastos, etc.

Si las etapas de la calidad las englobamos en dos, Calidad de Diseño y Calidad de Conformancia (Producción), que se van a ocupar de las funciones de controlar el material adquirido, determinando el que y como se hace algo (o se ofrece un servicio) y la forma en sí de hacerlo (llevar a cabo lo planeado), podemos ver como afectan esta las utilidades en el esquema que se presenta a continuación.

CALIDAD Y UTILIDADES

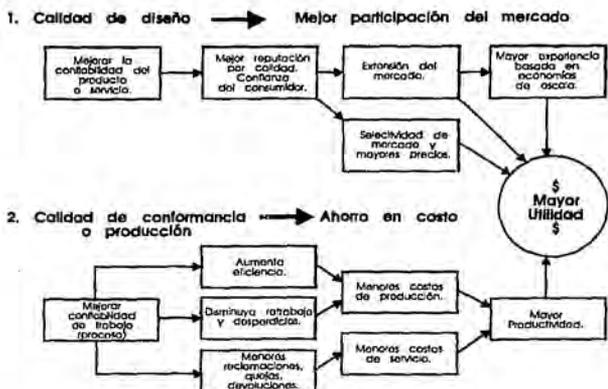


Figura 6.12 Calidad y utilidades

Como el control y la mejora son dos cosas distintas que debemos saber identificar, explicaremos que entendemos por cada uno de estos conceptos.

El control es para lograr y/o mantener objetivos en el mediano y largo plazo, para corregir cambios adversos.

La mejora es para crear cambios beneficiosos significativos en los resultados de la compañía, a través de realizar innovaciones estructurales en el trabajo.

En forma más clara se puede decir que el control es para mantener las ganancias logradas a través de las mejoras realizadas.

CONCEPTO DE MEJORA

Mejora es un proceso organizado para la creación de un cambio que nos beneficie en forma muy significativa (Breakthrough) en los resultados de la compañía (trabajo).

El proceso de mejora se puede esquematizar, al igual que el aseguramiento, con el círculo propuesto por el Dr. Edward Deming.

PROCESO DE MEJORA



Figura 6.13 Proceso de mejora

El mejoramiento se da en las dos etapas (como se acaban de definir) de la calidad en forma característica para cada una.

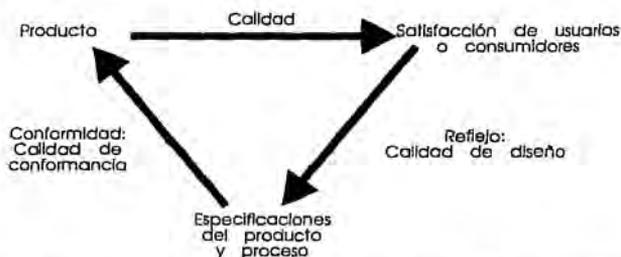
CALIDAD DE DISEÑO Y CALIDAD DE CONFORMANCIA
como se logra

Figura 6.14 Como se logra la calidad de diseño y de conformancia

Calidad de Diseño, Tiene una relación directa con la manera de establecer una norma o especificación; se logra por medio de una investigación de mercado que indique las preferencias y comportamientos de los usuarios o consumidores, un análisis sistemático de la información de quejas, una suficiente investigación para decidir especificaciones, etc.

Calidad de Conformancia, se logra por medio de las M's propuestas en capítulos anteriores.

El mejoramiento en la calidad de diseño se puede ejemplificar de la siguiente forma:

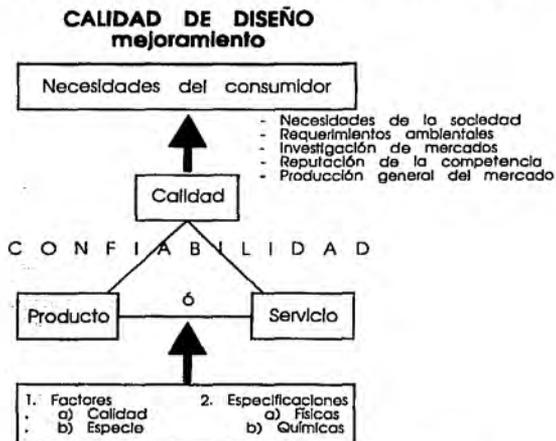


Figura 6.15 Calidad de diseño, mejoramiento

La mejora en la forma de producir la explicaremos ayudándonos del círculo de Deming.

- **Mejoramiento sistemático del producto** -

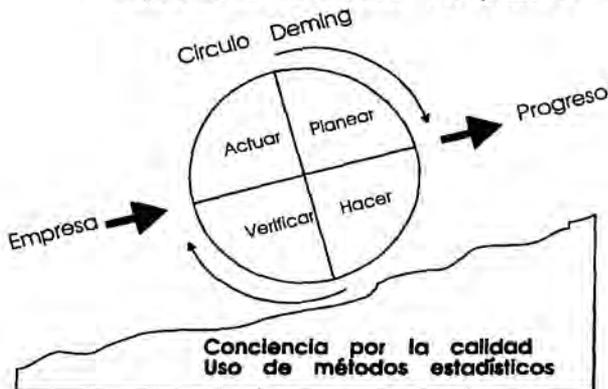


Figura 6.16. Mejoramiento sistemático del producto

1. **Planear:** Estudiar suficientemente las necesidades y demanda del consumidor. Definir el diseño del producto, el prototipo, y realizar las pruebas de su producción; este orden es muy importante porque influye grandemente en la calidad del producto, costo y servicio.
2. **Hacer:** Producir el producto basándose en el diseño.
3. **Verificar:** Ponerlo en venta y comprobar si el producto y las especificaciones de diseño están de acuerdo con la demanda y necesidad del consumidor.
4. **Actuar:** Analizar quejas, reparaciones; y aprovechar sugerencias de los consumidores para rediseñar el producto.

a) Metodología Propuesta

En el primer capítulo se definió y se trató el tema de los costos de la calidad, como no se puede entender el efecto de una mejora sin que esta impacte en alguna forma en los costos, retomaremos ese concepto y esa misma subdivisión para explicar cómo se logra llegar a una metodología para la implantación de un programa de costos de calidad.

PROGRAMA DE COSTOS DE CALIDAD

Para iniciar un programa de costos de calidad es necesario conocer qué propósitos se persiguen. Haremos una lista de los cinco propósitos principales que se persiguen:

1. Identificar y dar prioridad a las áreas de oportunidad potenciales.
2. Disminuir costos, de tal forma que la calidad de los procesos y productos se mantenga y mejore (considerando siempre satisfacer las necesidades del consumidor).
3. Establecer un sistema de costos de calidad, que sirva como herramienta de auditoría o diagnóstico para la búsqueda continua de mejoras en las áreas productivas.
4. Formular políticas de calidad y mejorar el sistema y la organización para el aseguramiento de la calidad, e integrar todas las actividades para la calidad en un Sistema de Control Total de Calidad.
5. Contribuir a institucionalizar el programa de mejoras anuales en calidad y reducción de costos.

En la siguiente tabla, se pueden identificar los beneficios de un Programa Reducción de Costos de Calidad, en la etapa de aseguramiento y en la de mejoramiento de la calidad.

Costo de	La reducción es para
Aseguramiento de la calidad	Eficientar y optimizar
Mejoramiento de la calidad.	Eliminar problemas

En la medición en términos reales de costos no es necesario seguir al pie de la letra la clasificación propuesta en el capítulo uno, con que sepamos que el núcleo de los costos de calidad son los provocados por los costos por falla (consecuenciales), podremos enfocarnos especialmente a ellos haciendo un análisis profundo. Una forma ordenada de hacerlo es iniciar por los costos por fallas (internas y externas) y después extenderlo a los costos derivados del control (evaluación y prevención).

Los prerequisites para iniciar un programa, como el que estamos describiendo, son a simple vista sencillos pero cada uno tiene su grado de dificultad y su importancia.

El **primer prerequisite**, es seleccionar el área dónde los costos de calidad pueden medirse con facilidad y objetividad. Incluyendo las dos categorías (control y fallas). Como se va a puede ver, se sugiere que se empiece con una sola área de trabajo, esto es para empezar a familiarizarnos con los procedimientos de la obtención de costos.

Segundo, Diagramar el proceso con los comentarios necesarios del control de calidad en materiales, productos semifinados y terminados, procesos de retrabajos y una lista de todas las pruebas e inspecciones con sus frecuencias y tolerancias, es decir, contar con una descripción actual del proceso.

Tercero. Formar un comité con personal de calidad, finanzas y producción (o los departamentos correspondientes), para coordinar la colección y análisis de los costos de calidad. Es importante capitalizar experiencia conjunta y dar credibilidad a la información obtenida. Para la medición de los costos es de suma importancia utilizar la información oficial de costos de la compañía, en lo posible, e incluir todos los costos que se vean involucrados.

Hasta ahora todo parece ser bastante fácil, pero ¿Cómo vamos a medir los costos de la Calidad? Ya sabemos como los vamos a clasificar, pero la medición es otra parte muy importante que merece se haga un mayor paréntesis. Un procedimiento que es muy sencillo es el siguiente:

- Determine los elementos de los costos de calidad, aplicables al tipo de operación de la compañía y de acuerdo a las dos categorías: Costos por fallas (internas o externas) y costos por control (prevención y evaluación).
- Determinar el costo de cada elemento, en base anual preferentemente, utilizando una hoja de trabajo con la siguiente información:
 - Listado de los elementos por categoría.
 - Definición de cada elemento.
 - Establecimiento de la fuente de información para obtener el costo.
 - Valor del costo del elemento en pesos.

Costo de calidad - Hoja de trabajo

Línea de producto _____		División _____		Año _____	
Costo de calidad Elementos	Definición	Fuente de información	Costo anual (\$ x 1,000)		
+ Falta					
a) Internas -Desperdicio	Valor del material y trabajo gastado en artículos desechados.	Libro mayor cont. # A128	32,000.00		
b) Externas -Devoluciones	Costo de mano de obra, materiales, inspección y retrabajo para reemplazar los productos.	Cont. # R450, reemplazo de productos, Estimación de otros costos.	27,000.00		
+ Evaluación					
-Inspección de materiales					
+ Prevención					

Figura 6.17 Hoja de trabajo de los costos de Calidad

- Tabular en forma somatizada los resultados de acuerdo a la categoría del costo de calidad y sus elementos, línea de producto, departamento (centro de costo), u otro según las necesidades.

Resumen de costos de calidad

División _____

Año _____

Elementos del costo de calidad						Total
A. Costos de fallos						
1. Internos						
a. Desperdicio						
b. Retrabajo						
c. Calidad inferior						
Subtotal internos						
2. Externas						
a. Reclamaciones clientes						
b. Servicio de campo						
Subtotal externas						
Costos de fallos: Total y %						
B. Costos de evaluación						
1. Inspección de insumos						
2. Inspección de procesos						
3. Inspección final						
Costos de evaluación: Total y %						
C. Costos de prevención						
1. Planificación de calidad						
2. Entrenamiento de calidad						
Costos de prevención: Total y %						

Figura 6.18 Resumen de Costos de Calidad

4. Establecer ratios comparativos para los costos, para facilitar el análisis posterior, por ejemplo:

- Costos de calidad como un porcentaje de los ventas.
- Costos de calidad como un porcentaje de los costos de producción.
- Costos de calidad por categorías -Control y Fallas- como un porcentaje del costo total de calidad.

Al tratar de encontrar los costos, podremos tener varias fuentes de información, para poder contar con esta más a la mano proponemos que se haga de la siguiente forma:

- Sistema de contabilidad e información general. El camino más "rápido y confiable". Facilita la obtención de información y a qué personas recurrir.
- Por estimaciones. El camino "rápido pero dudoso". Implica poco esfuerzo, es posible que en pocos días se obtenga información suficiente.
- Ampliando el sistema de contabilidad y/o información. El camino más largo. Requiere bastante esfuerzo de varios departamentos y también tiempo.

Entonces, ¿cuál de estos es el mejor camino? Aparte del sistema actual...por estimaciones. La exactitud que se requiere al inicio es la suficiente para tomar una decisión general.

Las fuentes de información típicas para el costo de calidad son:

Costos de prevención

- Presupuestos de sueldos y salarios
- Presupuesto de gastos
- Presupuestos departamentales
- Ordenes de compra
- Estimaciones

Costos de evaluación

- Reportes de inspecciones
- Presupuestos departamentales
- Presupuestos de operaciones
- Tabla de control de calidad del proceso
- Estimaciones

Costos de fallas

- Documentos de costos de materiales y trabajo
- Reportes de defectivos
- Reportes de ventas y servicios
- Devoluciones
- Cuenta de garantías
- Contacto directo con el cliente
- Estimaciones del costo de desperdicios y retrabajo.

A continuación mencionaremos el objetivo y pasos necesarios para un correcto análisis de costos de calidad:

El objetivo es identificar los elementos más importantes (vitales) que contribuyan en el costo total de calidad.

1. Representar el costo total anual en gráfica de barras, por categoría de costo, por líneas de producto, por departamento o sección y calcular el porcentaje sobre ventas.
2. Comparar los niveles de costos en periodos de tiempo equivalentes, analizando en gráfica de tendencia por mes y por categoría de costo el comportamiento de éstos.
3. Utilizar el análisis de Pareto por elementos de la categoría del costo mayor, para separar los menos importantes o poco vitales.
4. Analizar en gráfica de tendencia por mes los elementos vitales de la categoría del costo mayor, desglosado en el paso anterior para distinguir cambios esporádicos de comportamientos crónicos.

Adicionalmente y para reforzar las conclusiones: analizar el impacto de los costos de calidad en las utilidades.

Administrativamente hablando, la dirección de la empresa quiere maximizar utilidades, para lo cual debe considerar una amplia gama de factores.

El primer punto: el mínimo costo de calidad no significa máximas utilidades. La meta de la administración del negocio es incrementar utilidades, no reducir costos

solamente. Un costo incrementado no es un problema si la compañía obtiene más utilidades en relación al costo adicional.

Reducir el costo de calidad es tarea de la dirección. Sin embargo un bajo costo de la calidad no significa un éxito de la dirección.

Si la compañía no desarrolla un producto que proporciona utilidades y no se expanda en nuevos mercados, sino que continúe haciendo negocios con su producto antiguo o tradicional en una área de mercado limitado, el costo de la calidad generalmente no es grande; pero difícilmente podrá permanecer en el tiempo.

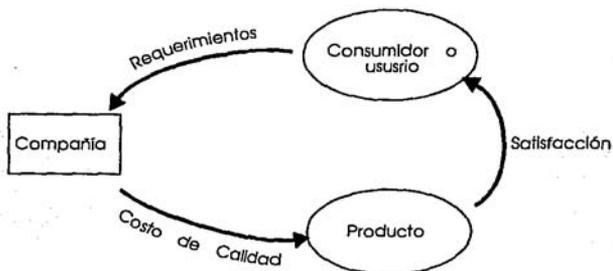


Figura 6.19

El mínimo costo de la calidad no necesariamente significa el costo mínimo del producto.

Para obtener utilidades el primer paso que la compañía debe efectuar es desarrollar un producto que el consumidor realmente quiera y pueda comprar; en este proceso debe establecer un precio aceptable. Por supuesto reducir costos aumenta utilidades.

La reducción de costos no sólo es uno de los principales objetivos de la administración de la compañía, sino implica además la realización de actividades en toda la compañía y por todos.

Dentro de los costos del producto está incluido el costo de la calidad. Los elementos del costo del producto son interdependientes; la reducción de uno de ellos no necesariamente reduce el costo total, lo mismo sucede con el costo de calidad.

El mínimo costo de calidad no necesariamente significa máximas utilidades, ni siempre reduce el costo total.

En la administración de costos (control y reducción), el costo es separado y analizado en varios elementos. Debido a que estos elementos están estrechamente conectados, un aumento en uno podría reducir el total; mientras que una disminución en otro podría causar un incremento total.

Un sistema de costos de calidad será útil cuando un departamento, el cuál está limitando en su acción trata de reducir sus costos internos.

Sin embargo es muy útil cuando una compañía trata de planear o evaluar sus actividades estratégicamente, desde el punto de vista de la administración total del negocio.

Se deben considerar los factores económicos de la calidad, el costo de la calidad es referencia.

Las pérdidas debidas a la calidad no pueden ser calculadas solamente por el costo de fallas. Las pérdidas debidas a fallas de calidad incluyen pérdida de mercado, no sólo el costo de fallas revelado por la inspección o reclamaciones de clientes.

El costo de investigación de mercados deberá ser incluido en el costo de prevención.

La Investigación de mercados relacionada con calidad es para conocer los requerimientos del consumidor o usuario; el uso que se le da al producto. La investigación no es para conocer el descontento o inconformidad con el producto.

Lo importante de los costos de planeación y evaluación, no es su total, sino la forma como son utilizados.

Las actividades de prevención y evaluación ayudan a reducir el costo de fallas; y para esto se requiere inversión. Conceptualmente es correcto sin embargo los tipos de costos deben analizarse separadamente.

El costo de fallas son desperdicio: son pérdidas reales, no costarían si la calidad fuera perfecta. Si las condiciones de venta y producción son las mismas, entre menos sea el costo de fallas mejor. Sin embargo un aumento en prevención y evaluación no siempre reduce el costo de fallas.

En conclusión podemos decir hasta ahora que:

Calidad no cantidad: este es un importante principio a mantener en mente cuando tratamos con costos de calidad.

El nivel apropiado del costo de calidad, depende de lo que es el producto y sus resultados.

El ratio de costos de calidad sobre ventas varía. Es un hecho que entre menor sea el costo de fallas es mejor; si el producto y las condiciones de venta y producción son las mismas. Sin embargo la reducción del costo de fallas no son la única actividad a realizar. El control de Calidad moderno implica todas las actividades necesarias de efectuar para "obtener los requerimientos de los consumidores y proveer un producto económico que lo satisfaga".

Sólo algunas de estas actividades pueden ser evaluadas por el costo de calidad.

Un sistema de costos de calidad siempre trata con costos visibles, sin embargo para la dirección de la empresa lo invisible también es muy importante. Una compañía que es dirigida sólo en base a los costos visibles, está mal dirigida.

Para un programa como el que se presenta aquí, debemos de enfatizar que la organización con la que se cuenta es determinante.

El proceso de mejora como ya dijimos, también se puede llevar a cabo por medio del círculo propuesto por Deming, que se muestra a continuación:



En la organización se necesita tener una metodología de desarrollo de proyectos para el mejoramiento de la calidad. El mejoramiento de la calidad es un procedimiento para resolver problemas o aprovechar áreas de oportunidad, entendiendo como problema un resultado no deseado del trabajo y un área de oportunidad como un nivel aceptable en los resultados.

La solución de un problema o el aprovechamiento de un área de oportunidad, es para mejorar significativamente los resultados a través de realizar innovaciones estructurales en el trabajo.

El problema debe ser planteado en relación a sus efectos o síntomas apoyándose en ciencias como la estadística y la economía para darle el punto de vista del negocio.

Las causas del problema son investigadas, como dijimos, y confirmadas desde el punto de vista de datos y la relación causa-efecto es analizada con precisión. Las decisiones no fundamentadas basadas en la imaginación, intuición y aún en la experiencia son estrictamente eliminadas. Las contramedidas para el problema son establecidas e implementadas para prevenir las causas y su recurrencia.

Procedimiento para la realización de mejoras.

La mejora de la calidad requiere seguir un procedimiento sistemático y ordenado.

1. Definición del proyecto: Selección del problema definiendo claramente porqué fue seleccionado, para reconocer su importancia.

- a) Demuestre que el problema es mucho más importante que otros, en base a los antecedentes.
- b) Exprese en términos concretos los resultados no deseables y el beneficio potencial de mejora.
- c) Establezca el tema para el proyecto y el objetivo de mejora. Establezca subtemas si es necesario.

2. Organización para el proyecto:

- a) Clarifique el rol del equipo de dirección (Consejo de Calidad).
- b) Nomine el equipo de mejoramiento (Coordinador y miembros) o a la persona (si es una sola persona, esta puede utilizar a su staff), quien se encargará oficialmente del proyecto.
- c) Presente un presupuesto estimado para la mejora.
- d) Elabore el programa para la mejora:
 - Establezca el plazo para encontrar la solución del problema.
Si la necesidad es bien entendida, el plazo para la solución será fácil de establecer.
 - Programe las actividades a realizar para la mejora: No importa que tan grande sea el beneficio potencial de la mejora, un problema con un programa no muy claro o mal definido, será un problema de baja prioridad.

3. Comprensión de la situación actual del problema:

- a) Definición de las características del problema:
 - Investigue el problema desde diferentes puntos de vista para poder comprender mejor sus características.
 - Investigue el problema en función de:
Tiempo, lugar, tipo y sus síntomas, para descubrir la variación en sus resultados. Por ejemplo:

Tiempo: Varían los defectos por día o turno.
Lugar: Aparecen en la parte superior del producto.
Tipo: Son diferentes a los de los otros productos.

Síntomas: Se presentan en forma circular, elíptico, etc.

- b) Desglose y clasifique el problema en subproblemas. Las "pistas" para resolver el problema están en el problema mismo.

4. Análisis del problema.

- a) Identificación y selección de las causas más probables.
b) Confirmación en base estadística de las causas principales.
- Este paso es para pasar de los efectos o síntomas del problema a sus causas.

5. Acción correctiva.

- a) Determinación de la acción correctiva: Elaborar un plan de contramedidas para eliminar las causas principales.
- Deben distinguirse las acciones que eliminen el síntoma (remedio inmediato) y las que eliminan las causas (prevención de la recurrencia).
 - Es necesario asegurarse de que las acciones correctivas no produzcan otros problemas (efectos colaterales); si es así establezca acciones para estos efectos.
 - Establezca diferentes acciones correctivas como alternativas de solución y evalúelas entre sí.
- b) Implantación de la acción correctiva: De las alternativas evaluadas anteriormente seleccione la mejor que incluya las acciones necesarias de efectuar para prevenir las causas del problema, y que sea la más viable técnica y económicamente.

6. Confirmación de la mejora.

- a) Evaluación de los resultados obtenidos de la acción correctiva tomada.
- Compare los datos de los resultados obtenidos con los datos con los que inicialmente planteó el problema, utilizando las mismas gráficas o diagramas, esto es, compare los datos antes y después de la acción correctiva.
- b) Convierta los efectos de la mejora realizada en términos de dinero y compare los resultados con el objetivo de mejora inicialmente establecido, esto es para hacer mejor la presentación a la dirección.
- c) Asegurarse de que el problema no ocurrirá de nuevo.
- Con la acción correctiva tomada, ¿Qué tan bien se previene la recurrencia del problema?

- Si los resultados de la acción tomada no son satisfactorios como se esperaban: asegúrese de que las acciones correctivas planeadas se llevaron a cabo bien; si es así, entonces la solución del problema falló y será necesario volver al punto 3, y empezar de nuevo.

7. Estandarización de la acción.

- a) Defina los estándares para el trabajo, con el fin de eliminar permanentemente las causas del problema, y mantener las ganancias obtenidas por la mejora (control al nuevo nivel).
 - Hay seis preguntas a contestar claramente para la mejora realizada, cuyas respuestas se utilizarán para establecer los procedimientos estándar: Quién, cuándo, dónde, que, porqué y cómo.
- b) Comunique los estándares con el propósito que se cumplan.
- c) Proporcione capacitación y entrenamiento sobre los estándares al personal correspondiente.
- d) Establezca el sistema para verificar el cumplimiento de los estándares.

8. Conclusión.

- a) Revise el procedimiento seguido para la resolución del problema; resuma la historia del proyecto; establezca los problemas remanentes y la solución posible para estos; establezca qué estuvo bien y qué no en el desarrollo del proyecto de mejora.

Observando el proceso que se acaba de describir, existen ciertos factores prioritarios, los cuales mencionaremos.

- a) Retorno de la inversión. Este factor tiene un gran peso y es decisivo. Cuándo este no aparece sólo queda el juicio de la gerencia.

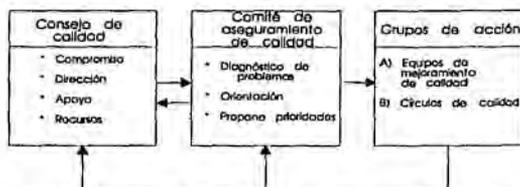
Para estimar el retorno de inversión para cada proyecto, es necesario efectuar varias subestimaciones:

1. El costo de la calidad anual incurrido.
2. La reducción esperada en el costo anual, asumiendo un éxito completo del proyecto.
3. El costo de análisis y diagnóstico del proyecto.
4. El costo de las contramedidas, esto es, el costo de la eliminación de las causas.
5. El retorno resultante de la inversión.

En resumen, el Retorno de la inversión, es la razón de la reducción estimada (punto 2) sobre la inversión estimada (punto 3 y 4).

- b) La cantidad de mejora potencial. Un proyecto grande tiene prioridad sobre pequeños.
- c) Urgencia. Puede haber necesidad de responder pronto a presiones asociadas con la seguridad del producto, moral de los empleados, servicio a clientes.
- d) Facilidad de solución tecnológica. Proyectos que requieran tecnología ya disponible, tendrán preferencia sobre aquellos que necesiten descubrir tecnología.
- e) Salud de la línea de producción. Un proyecto relacionado con las líneas de productos prósperas.
- f) Probable resistencia al cambio. Los proyectos con aceptación favorable, tendrán preferencia sobre los que tengan fuerte resistencia, por ejemplo: Sindicato, un gerente obstinado, etc.

La organización y mecánica de operación del sistema es la siguiente:



Objetivos de la empresa + Objetivos de calidad = Proyectos específicos

Figura 6.21 Organización y mecánica de operación requerida

- a) El comité de aseguramiento de calidad opera como equipo de diagnóstico para la detección de áreas de oportunidad o problemas: Prueba de la necesidad.
- b) Dicho comité propone proyectos así como los miembros de los equipos que los trabajarán al consejo de calidad. Organización y programa.
- c) El consejo de calidad decide, da prioridades y se compromete a brindar apoyo a las actividades de los equipos que hayan sido autorizados.
- d) Los equipos deberán informar avances y resultados al consejo de calidad. Así como también al comité de aseguramiento de calidad, el cual, actuará como primer evaluador de las actividades de los equipos.
- e) El equipo quedará disuelto una vez que se concluya el proyecto.

- f) Una persona no puede ser miembro de varios equipos a la vez.
- g) Un equipo sólo tratará un proyecto.

Los equipos de mejoramiento de calidad tendrán la siguiente estructura.

- a) **Coordinador del proyecto:** Tiene el papel de guiar al equipo en sus responsabilidades de realizar el proyecto.

El coordinador es un miembro del equipo y es designado por el consejo de calidad de la compañía.

- b) **Secretario del proyecto:** Tiene el papel de manejar el trabajo esencial del proyecto: agendas para las reuniones, minutas, resúmenes, reportes, etc.

El secretario es un miembro del equipo y es designado por el equipo mismo.

- c) **Miembros del equipo:** Tiene la responsabilidad de realizar el proyecto.

Para que el desarrollo de la organización para la mejora continua sea aplicado correctamente hay que tener en cuenta algunas recomendaciones prácticas.

- a) Necesidad de un programa estable y permanente.
 - No use consignas, banderas o lemas solamente.
 - Establezca un programa formal, cuidadosamente planeado, con tareas responsabilidades; difúndalo.
- b) Necesidad de un lenguaje común.
 - Utilice el lenguaje universal de las ciencias de la calidad.
 - Calidad: Objetivo común.
 - Herramientas estadísticas: lenguaje común.
- c) Organización para la mejora continua.
 - Utilice el enfoque de "equipos de trabajo" para obtener:
 - 1) Soporte y participación de varias funciones.
 - 2) Soluciones efectivas para hacer mejoras significativas.
 - 3) Conciencia de la importancia del programa.
 - Establezca el sistema de evaluación de desempeño en base a los principios de la calidad y su mejoramiento.
- d) La importancia de metas específicas.
 - Representar los resultados de calidad, apropiadamente y en base a datos reales.
 - Establezca metas específicas con respecto a los mayores problemas, áreas de oportunidad o costos.

Las metas típicas deben estar relacionadas, por ejemplo con:

- 1) costos de calidad de proveedores.
- 2) costos de desperdicios o retrabajos.
- 3) costos de reinspección o repetición de pruebas.
- 4) niveles de calidad de salida.
- 5) costos por garantías.
- 6) quejas o sugerencias de clientes o consumidores.

- El proyecto y su desarrollo es el mejor indicador.

Las etapas a seguir y principales acciones para crear la infraestructura en la empresa, para el mejoramiento continuo de la calidad y reducción de los costos son las siguientes:

I Etapa de Preparación.

Capacitación básica en calidad y su tecnología a todo el personal por nivel organizacional.

II Etapa de Preimplantación.

Primeros pasos para crear la infraestructura para el programa y planeación general de actividades para su implantación.

- a) Decisión de la dirección y/o gerencia de implantar el programa.
- b) Nombramiento del coordinador general del programa.
- c) Elaboración del plan maestro de implantación considerando las recomendaciones, requisitos, cuadros de cursos básicos y pasos a seguir en esta. Elaboración del documento: organización y mecánica de operación del programa.

Presentarlo a la dirección y/o gerencia.

- d) Iniciar la organización para la mejora. Consejo de calidad y equipo de diagnóstico.

III Etapa de Implantación.

Ejecución de etapas específicas para mejoramiento de la calidad y reducción de costos.

1. Investigación de mercado: necesidades o requerimientos del cliente o consumidor. Innovación en productos y/o servicios.
2. Estudio de la organización como sistema y diagnóstico de problemas.
 - Empleo de la técnica de costos de calidad.
 - Herramientas estadísticas; control de procesos.
 - Información de resultados de calidad

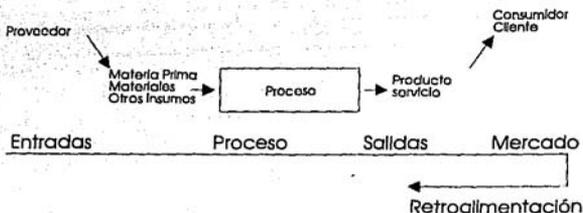


Figura.6.22

3. Selección de proyectos específicos de mejoras, definición y formación de los equipos que los ejecutarán (grupos de acción: equipos de mejoramiento o círculos de calidad).
4. Evaluación y seguimiento al desarrollo de los proyectos presentando avances.
5. Otorgar reconocimiento.
 - Instaurar el mes de la calidad y el congreso anual interno de la calidad.
6. Completar capacitación de acuerdo a la planeación y programas de la etapa I (Preparación).
7. Repetir pasos del 1 al 5 continuamente.

IV Etapa Post-Implementación.

Consolidación y madurez del programa: Mejoramiento continuo de la calidad, revisión de costos y extensión como Sistema de administración para Calidad.

1. Continuar la capacitación extendiéndola a otras tecnologías en calidad: Ingeniería de valor, Diseño de experimentos, etc.
2. Mejorar, mejorar, innovar constante y consistentemente: enfatizando en productos y/o servicios al consumidor.

Lo importante no es resolver problemas o desarrollar proyectos para mejorar la calidad y productividad del sistema sino mejorar la calidad y productividad del sistema atendiendo prioritariamente a las necesidades del cliente, ya sea interno o externo.

VII. COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

Para lograr la efectiva implantación de un sistema como el que se propone en este trabajo es necesario contar con cierta infraestructura y hacerlo poco a poco.

Como se observó a lo largo del trabajo, un Sistema de Administración para la Calidad está compuesto principalmente por un conjunto de planes, políticas, programas, sistemas y una organización, para Calidad. Definidos, decididos y comunicados a todo el personal por la alta dirección para su operación.

Los elementos operativos básicos e Institucionales que componen un Sistema de Administración para Calidad Total son los siguientes:

- Filosofía de la empresa.
- Políticas de Calidad.
- Programa Educativo en Calidad.
- Sistema de Aseguramiento de Calidad.
- Programa de Mejora Continua.
- Programa de Calidad en Áreas Administrativas.
- Programa de Círculos de Calidad.
- Programa de Calidad de Vida de Trabajo.
- Auditoría de Calidad.
- Planeación del Negocio a Largo Plazo.
- Organización para la Calidad.

A continuación se detalla cada uno de los elementos en el sistema.

La Filosofía de la Empresa, son los valores de la empresa cuyos principios rigen la conducta de la organización y su personal.

Políticas de Calidad, se refieren a lineamientos que sirven como criterios para orientar la toma de decisiones y operación de las diferentes áreas y departamentos de la empresa.

La Política General de Calidad es un pronunciamiento de la Dirección para dar una constancia de propósito del compromiso de la empresa por la calidad.

Generalmente existe una Política General y diferentes políticas específicas, estas para la operación de la empresa y poder administrar por políticas, que es una de las características importantes del Sistema de Administración para la Calidad.

Programa Educativo en Calidad, es un Sistema de Capacitación y entrenamiento continuo en las tecnologías y disciplinas de la Calidad, tanto en aspectos técnicos como humanos. Para formar y desarrollar a todo el personal de la empresa.

El objetivo concreto de este programa es el de crear y mejorar la infraestructura de Recursos Humanos necesarios para el Sistema de Administración para la Calidad.

El programa educativo o de capacitación que existiese en ese momento se integra al programa Educativo en Calidad; no son dos programas separados.

El Sistema de **Aseguramiento de la Calidad**, es un Sistema de Control de Calidad Integrado en todo el Ciclo Productivo: desde el Diseño del Producto, Insumos, hasta el Servicio Posventa. Para asegurar la Calidad requerida por el mercado lo más económicamente posible.

El objetivo es no dar problemas a consumidores y clientes y acumular "poder técnico" a través de la Estandarización. Este es la esencia del Sistema de Calidad Total, por su contenido y objetivos.

Programa de **Mejora Continua**, es un esfuerzo anual organizado para mantener y mejorar la posición competitiva de la empresa. Planeando mediante diagnóstico y desarrollo sistemáticamente via proyectos específicos de mejora e innovación.

El objetivo es desarrollar el hábito por la mejora en el personal; y mejorar por sistema los resultados y desempeño de la empresa.

Programa de **Calidad en Areas Administrativas**, es un programa permanente de Control y Mejora de Calidad en áreas y departamentos que proporcionan servicios internos, via proyectos específicos.

El objetivo es integrar a todas las áreas al objetivo de Calidad; y mejorar la calidad y eficiencia de los servicios internos.

Programa de **Círculos de Calidad**, es la participación organizada de los trabajadores y empleados, quienes voluntariamente y en forma continua se reúnen para identificar, analizar y resolver problemas de Calidad y eficiencia en su departamento o sección.

El objetivo es alcanzar el autodesarrollo del personal, mejorar el ambiente de trabajo, y desarrollar nuevas posibilidades de hacer mejor el trabajo.

Programa de **Calidad de Vida del Trabajo**, este es un conjunto de Programas específicos en sí y proyectos para desarrollar estructuralmente a la organización con el fin de que todo el personal tenga una actitud positiva hacia el trabajo y desee permanecer en él. El objetivo es satisfacer las expectativas del personal.

Auditoría de Calidad, es un Diagnóstico Sistemático planeado para revisar y evaluar el grado de satisfacción del consumidor. Así como verificar si los elementos que componen el Sistema de Calidad Total están funcionando bien.

El objetivo en este caso es el de ayudar a la gente a hacer bien su trabajo; detectar problemas y áreas de oportunidad.

Planeación del Negocio a Largo Plazo, es un conjunto de proyectos de investigación, planeación estratégica y quinquenal, para proyectar el futuro.

El objetivo es asegurar la existencia de la empresa por siempre como negocio.

Organización para Calidad, en la estructura de organización requerida para el desarrollo del Sistema de Administración para la Calidad Total, incluyendo la formalización básica de todas las áreas y departamentos hacia Calidad.

El Proceso de Implantación del Sistema de Administración para la Calidad Total, se refiere al proceso de Desarrollo de la Organización hacia Calidad Total. Consiste en una serie de acciones específicas a realizar en el corto, mediano y largo plazo desglosadas en diferentes etapas.

ETAPAS

I. Preparación Básica.

A) Capacitación y Entrenamiento Básico en la Teoría, Técnicas, Herramientas, Metodologías, Sistemas y Programas Específicos que Integran el Sistema de Administración para Calidad Total.

Este Programa Educativo en Calidad, Básico e Institucional, va dirigido a todo el personal, desde dirección hasta empleados y operarios.

II. Preimplantación.

A) Plan Global de Implantación; Planeación y Objetivos Generales para el Desarrollo del Sistema.

B) Integración y Formalización de la organización y su estructura correspondiente necesaria para dirigir y coordinar la Implantación del Sistema de Administración para Calidad Total.

C) Definición de la Filosofía y Política General de Calidad.

III. Implantación

A) Difusión e Institucionalización de la Filosofía y Política General de Calidad.

B) Elaboración del Documento; Sistema de Calidad Total de la Compañía.

C) Elaboración de los planes maestros para la Implantación de los Elementos y funcionamiento práctico del Sistema de Administración para Calidad Total y ejecución de las acciones programadas.

D) Capacitación y entrenamiento específico correspondiente.

IV. Evaluación

A) Seguimiento y evaluación a los Elementos del Sistema de Administración para Calidad Total.

B) Incorporación de la Auditoría de Calidad como función de la Dirección y un Consejo de Calidad Interno, para garantizar la operación exitosa del Sistema de Administración para Calidad Total.

V. Consolidación y Madurez.

A) Definición y Ejecución de Acciones Correctivas sobre problemas detectados; y volver a verificar los efectos.

B) Estandarización y Mejoramiento del Sistema de Administración para Calidad Total.

C) Reconocimiento y premiación por la Dirección y el Consejo de Calidad Interno.

D) Extensión del Sistema de Administración para Calidad Total fuera de la empresa: Proveedores, Contratistas y otras Instituciones.

La cronología de las etapas antes mencionadas, se basa en el Circulo de Deming (Planear, Hacer, Verificar y Actuar), por ser esta una metodología sencilla de seguir y de controlar.

El Sistema que se presenta a lo largo de todo este trabajo es algo complejo para en su implantación y toma mucho tiempo el llevarlo a cabo (de 3 a 5 años). Además no se puede ver como un programa aislado, antes tiene que existir en la organización todo lo necesario para poder entrar de lleno.

Todo lo necesario se refiere a un conocimiento desde el punto de vista de tiempos y movimientos en los procesos, para posteriormente comenzar con un programa como este.

Sin embargo, en varias industrias Mexicanas se ha logrado la implantación de sistemas de Calidad Total con alguna semejanza al que se presenta en este trabajo. Esto quiere decir que si existen sistemas de esta naturaleza en nuestro país funcionando y con gran éxito.

Un sistema de calidad, ya sea el que se presenta aquí o cualquier otro puede dar a la empresa dónde se implante una ventaja competitiva que logrará una posición privilegiada contra la competencia del mismo sector, esto no sólo dentro de nuestras fronteras sino que más allá de ellas.

El fundamento teórico para el sistema que se presenta en este trabajo se hizo básicamente en la filosofía de Deming echando mano de algunos aspectos de Juran y de Crosby.

Como se apreció a lo largo del trabajo lo que se pretende es hacer un resumen de lo elemental de algunas teorías, proporcionar los elementos suficientes para el manejo de problemas, la implantación sencilla de un plan de Control de Proceso y Control Estadístico de Proceso, Aseguramiento de la Calidad y Mejoramiento de la Calidad. Cerramos el trabajo con una metodología general para la implantación del sistema basándonos en los mismos marcos que se usaron para cada una de las etapas del mismo.

BIBLIOGRAFIA

1. ACLE TOMASINI, ALFREDO: "Planeación Estratégica y Control Total de Calidad"; Editorial Grijalbo, México, 1990.
2. ARRONA HERNANDEZ, FELIPE DE J.; "Calidad el Secreto de la Productividad"; Editorial Técnica, México, 1985.
3. BARRA, RALPH; "Círculos de Calidad en Operación"; Mc Graw Hill, México, 1980.
4. DEMING, W. EDWARD; "Elementary Principles of the Statistical Control of Quality"; Nippon Kagaku Gijutsu Remmei, Japón, 1952.
5. FEIGENBAUM, ARMAND V.; "Control Total de la Calidad"; C.E.C.S.A., México, 1987.
6. GROOCOCK, J. M.; "The Chain of Quality"; John Wiley and Sons, E.U.A., 1986.
7. GUTIERREZ, MARIO; "Administrar para la Calidad"; Editorial Limusa, México, 1989.
8. HALL, ROBERT W.; "Attaining Manufacturing Excellence"; The Dow Jones-Irwin, E.U.A., 1987.
9. HOPEMAN, RICHARD J.; "Administración de Producción y Operaciones"; C.E.C.S.A., México, 1980.
10. HUCHINS, DAVID; "In Pursuit of Quality"; Pitman Publishing, Reino Unido, 1990.
11. ISHIKAWA, KAORU; "¿Que es Control Total de Calidad?"; Editorial Norma, México, 1986.
12. JURAN, JOSEPH M. y GRZYNA, FRANK; "Juran's Quality Control Handbook 4th edition"; Mac Graw Hill, E.U.A., 1988.
13. JURAN, JOSEPH M.; "Juran on Leadership for Quality, An Executive Handbook"; Free Press, E.U.A., 1989.
14. MARROQUIN SUAREZ, PEDRO; "La Gestión en los Sistemas de Control de Calidad"; C.E.C.S.A., México, 1989.
15. RODRIGUEZ ESTRADA, MAURO; "Motivación al Trabajo"; Editorial Manual Moderno, México, 1988.
16. SALVENDY, GAVRIEL; "Handbook of Industrial Engineering"; John Wiley and Sons., E.U.A., 1982.

17. SCHROEDER, ROGER G.; "Administración de Operaciones"; Mac Graw Hill, México, 1983.
18. WADSWORTH, HARRISON M. y otros; "Modern Methods for Quality Control and Improvement"; John Wiley and Sons., E.U.A., 1986.
19. WALTON, MARY; "Cómo Administrar con el Método Deming"; Editorial Norma, México, 1985.
20. VARIOS; "Enciclopedia del Management"; Oceano/Centrum, España, 1990.
21. VARIOS; "Chrysler, Sistema de Educación en Calidad"; Phillip B. Crosby Associates Inc., E.U.A., 1987.
22. VARIOS; Manual del curso de Control de Calidad en Ford Motor Company.
23. VARIOS; "Sistema de Educación en Calidad, el Papel Personal", Janssen Farmacéutica.