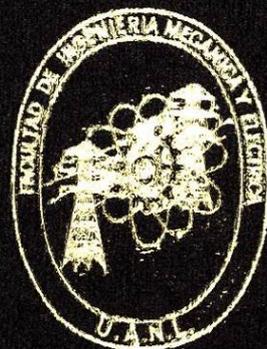


**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA**



CONTROL DE CALIDAD

TESIS

**QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS**

PRESENTA

AMADO LOERA PEREZ

**SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.
AGOSTO DE 1995**

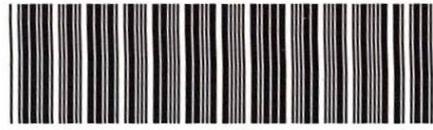
T

TS156

.6

L6

C.1



1080064331

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
Y ELECTRICA



CONTROL DE CALIDAD

TESIS

QUE EN OPCION AL TITULO DE
INGENIERO ADMINISTRADOR DE SISTEMAS

PRESENTA

AMADO LOERA PEREZ

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L.
AGOSTO DE 1995



T
TS 156
-6
26



DEDICATORIA

A mi abuelo Guillermo Pérez Sánchez, quien fué figura importante y determinante desde los inicios de mi carrera. Su animo, aliento y consejos fueron decisivos para el logro de la culminación de mis estudios.

A mis padres Amado Loera Cornejo y María Esther Pérez de Loera, hermanos, gracias por el apoyo brindado de diversas maneras que me resulta difícil enlistar.

A todos ellos dedico la presente.

CONTENIDO

1. Introducción	1
1.1. Control total de la calidad	1
1.2. ¿Cuál es el nuevo impacto de la calidad?	2
1.3. ¿Que es control total de la calidad y cuál su proposito?	3
1.4. El significado de la calidad	5
1.5. "Calidad" orientación a la satisfacción del cliente	7
1.6. El significado de control en la industria	8
1.7. ¿Cuál es el panorama para el control total de la calidad?	9
2. Aprendiendo de las filosofías	11
3. La experiencia japonesa	18
3.1. Influencia de Deming, Juran y Feigenbaum en Japón	22
3.2. Características nacionales del movimiento japones hacia la calidad	25
3.3. Resultados del movimiento japones hacia la calidad	26
3.4. Cronología del movimiento japones hacia la calidad	29
4. Las siete herramientas básicas	31
4.1. Recolección de datos	31
4.2. Metodos gráficos	35
4.3. Hoja de verificación	42
4.4. Estratificación	45
4.5. Diagrama de causa-efecto	46
4.6. Diagrama de Pareto	53
4.7. Histograma	55
4.8. Tipos de gráficas de control	57
4.9. Diagrama de dispersión	58

1. INTRODUCCION.

La calidad es un factor básico de decisión del cliente para un número de productos y servicios que crece en forma explosiva hoy ya sea el comprador una ama de casa, una corporación industrial, una agencia de gobierno, una cadena de tiendas de departamentos o un programa de defensa militar.

La calidad ha llegado a ser la única fuerza más importante que lleva el éxito organizacional y al crecimiento de la compañía en mercados nacionales e internacionales. Los retornos sobre inversión de programas de calidad fuertes y efectivos están generando excelentes resultados de utilidades en empresas con estrategias de calidad efectivas. Esto está demostrando por los importantes aumentos en la penetración del mercado, por mejoras importantes en la productividad total, por los costos mucho menores de calidad y por un liderazgo competitivo más fuerte.

Sin embargo, el éxito en la implementación de esta estrategia de negocios varía ampliamente entre las organizaciones del mundo. Más que en ningún tiempo en la historia, que se recuerde, los compradores perciben que los productos de ciertas compañías tienen claramente mayor calidad que la competencia, y compran de acuerdo a esto.

Una variación más amplia de efectividad como nunca antes, también existen entre los programas de calidad de las compañías. Algunas son muy fuertes en profundidad y en entrega. Otras manejan medias medidas y tratan de cumplir con los requisitos fundamentales de calidad con los problemáticos programas que alguna vez reforzarían la calidad, o a través de sacudir la aplicación de algunas técnicas tradicionales del control de calidad.

Debido a la gran variación de resultados de calidad, las llaves genuinas de la búsqueda del éxito en la calidad, se han convertido en un asunto de gran interés en la administración de las compañías en todo el mundo. Y la experiencia está abriendo una base fundamental para lograr este éxito.

1.1. Control total de la calidad está dirigido a aquellos hombres y mujeres en la industria, comercio, servicio y gobierno quienes son responsables de la operación exitosa de una organización o de una parte de ella. Pueden tener responsabilidades como ejecutivo en jefe, gerente general, director de manufactura, cabeza de mercadotecnia, ingeniero en jefe, gerente de calidad, director de ingeniería de fabricación, ingeniero en calidad, ingeniero en control de proceso, planeador de mercado y ventas, ingeniero en confiabilidad, agente de compras-comprador, ingeniero de desarrollo y diseño, supervisor de producción, estadístico, director de entrenamiento y educación, analista de sistemas computacionales, gerente de mercancía, especialista en servicio al cliente, asesor en control de factibilidad-costos, y muchos otros.

Es importante reconocer que, si el control de calidad fue una vez del interés de sólo unas cuantas personas técnicas, es hoy de principal interés para un gran número de gerentes, que aumenta, así como de ingenieros, estadísticos y de tantos hombres y mujeres que trabajan en variadas ocupaciones y a través de numerosas organizaciones en muchas naciones del mundo. Los problemas a los que estos hombres y mujeres dirigen su atención existen en una amplia gama de formas: el establecimiento de los objetivos de calidad correctos en los planes de la organización; el aseguramiento de una reacción positiva del cliente hacia los productos; el desarrollo de niveles de confiabilidad apropiados en los ensambles y componentes de la compañía; el mantenimiento del máximo control del proceso en la planta; el llevar a cabo las tareas correctas de las pruebas antes de la producción; el establecimiento de relaciones significativas entre vendedor y comprador; y el mejoramiento de salidas en costos de calidad y el mejoramiento correspondiente en los resultados del negocio.

1.2. ¿Cuál es el nuevo impacto de la calidad?

Hoy, nuestros programas y vidas cotidianos dependen totalmente de la ejecución y operación satisfactoria de productos y servicios ya sea una red eléctrica metropolitana, un centro farmacéutico en un centro de cuidados intensivos, una lavadora de ropa automática para una familia joven que crece, o el automóvil que se usará como autobús familiar 14 horas al día. Esta situación sin alternativa o "redundancia cero", en términos más técnicos, es básicamente algo nuevo para la sociedad, y ha aumentado explosivamente la demanda del cliente por mayor durabilidad y confiabilidad en productos y servicios.

Mientras los compradores de hoy continúan comprando con gran atención en el precio, diferente de los compradores de hace sólo unos cuantos años, ponen un énfasis cada vez más alto en la calidad, esperando productos aceptables a cualquier nivel de precio. Es la calidad tanto como el precio lo que vende hoy, y la calidad lo que atrae de regreso a los clientes por una segunda, tercera o decimoquinta vez.

En realidad, los sobresalientes logros de calidad en la industria al satisfacer estos requisitos durante las décadas pasadas son historia conocida. El principal reto que ha surgido de productos más complejos para el cliente, con mayores funciones y requisitos de ejecución está siendo enfrentado con creciente efectividad a partir de aparatos eléctricos y enseres del hogar hasta fibras "milagrosas" y productos que calientan y enfrían el hogar. El alto grado de confiabilidad requerido para los sistemas de equipo complejo, desde la transportación por diligencia hasta los vehículos espaciales, ha logrado un verdadero gran progreso. Mientras queda mucho más por hacerse, el aspecto de resultados del cuadro de calidad muestra alguna mejoría.

Menos mejorado, sin embargo, queda el cuadro revelado cuando se examina el esfuerzo tras bambalinas para asegurar estos estándares de alta calidad. Por cada dolar gastado en planeación de ingeniería, producción y servicio del producto, un gran número de industrias de hoy están perdiendo muchos centavos adicionales debido a

prácticas de baja calidad durante la ingeniería y producción o después que el producto está en el campo.

Aunque la mayoría de la fallas en calidad continúan siendo descubiertas en la planta en lugar de después de embarcadas, las técnicas para localizarlas son con frecuencias excesivamente costosas y provocan pérdida. Además, en algunos casos, los productos que puedan fallar poco después de entrar en servicio no han sido siempre detectados en la planta. Estas condiciones no pueden ser toleradas en ninguna industria que luche por mantener y mejorar su posición competitiva.

Los costos de calidad y seguridad hoy forman parte de una parte importante del Producto Nacional Bruto (PNB). La carga del gasto recae fuertemente sobre el fabricante en forma de costos de calidad, que puede ascender del 7 al 10% y aún más de las ventas totales facturadas. También afecta fuertemente al comprador, cuyos costos de operación y mantenimiento pueden ser comparables con el precio original de compra, así como para el mercader, cuya tasa de retorno sobre el producto puede ser igual o exceder el margen de utilidades.

La calidad y seguridad del producto han, por tanto, llegado a ser propiamente de importancia primordial para el gobierno y una fuerza política con la cual ser reconocido. Mientras el tema de la calidad inunda las cortes en la forma de una creciente avalancha de peticiones de estricta factibilidad del producto está alternado 2000 años de la ley "del cuidado del consumidor" hasta el juicio "del cuidado del fabricante". Y el incremento del interés público respecto a la calidad ha sido tan vocal que está cambiando patrones económicos, legales y políticos que han prevalecido mucho tiempo.

El logro y mantenimiento de niveles satisfactorios para el cliente con la calidad de productos y servicios, es hoy un determinante fundamental para la salud, crecimiento y viabilidad económica de los negocios. De la misma manera, la calidad se está convirtiendo en un factor principal e el desarrollo e implementación exitosa de los programas administrativos e ingenieriles para la realización de las metas principales de los negocios. Además, hoy en día, el control de calidad los objetivos gerenciales, herramientas, técnicas debe estar completo y efectivamente estructurado para satisfacer las demandas de este nuevo mercado y marco de negocios.

1.3. ¿Qué es control total de la calidad y cuál su propósito?

La meta de la industria competitiva, respecto a la calidad del producto, se puede exponer claramente: proporcionar un producto o servicio en el cual su calidad haya sido diseñada, producida y conservada, a un costo económico y que satisfaga por entero al consumidor.

Es al sistema comprensivo, que abarca toda la compañía que logrará esa meta, a la que se refiere este libro cuando usa la frase "control total de la calidad", o, como definición:

El control total de la calidad es un sistema efectivo de los esfuerzos de varios grupos en una organización para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad con el fin de hacer posibles mercadotecnia, ingeniería, fabricación y servicio, a satisfacción total del consumidor y al nivel más económico.

Su amplitud y esencialidad para el logro de los resultados del negocio hacen del control total de la calidad una nueva e importante área de la administración. Como un foco del liderazgo administrativo y técnico, el control total de la calidad ha producido relevantes mejoras en la calidad y confiabilidad del producto para muchas organizaciones a través del mundo. Además, el control total de la calidad ha logrado reducciones importantes y progresivas en los costos de calidad. A través del control total de la calidad, las gerencias de las compañías han sido capaces de manejar la fuerza y confianza en la calidad de sus productos y servicios, lo que les permite adelantarse en el volumen de mercado y expansión de mezcla de productos con un alto grado de aceptabilidad del cliente y estabilidad en utilidades y crecimiento.

El control total de la calidad proporciona las bases fundamentales de la motivación de calidad positiva para todos los empleados y representantes de la compañía, desde altos ejecutivos hasta trabajadores de ensamble, personal de oficina, agentes y personal de servicio. Y una capacidad poderosa del control total de la calidad es una de las fuerzas principales para lograr una productividad total vastamente mejorada.

Las relaciones humanas efectivas son básicas en el control de la calidad. Un resultado importante de esta actividad es su efecto positivo en el operador, creándole responsabilidad e interés en producir calidad. En último análisis es como un par de manos humanas que efectúan operaciones importantes que afectan la calidad del producto. Es de mayor importancia para lograr éxito en el trabajo de control de calidad, que estas manos se encuentren guiadas en una forma experta y consciente y enfocada hacia la calidad.

Además, son básicos los conocimientos tecnológicos sólidos. Una extensa variedad se encuentra en uso. Quedan incluidos sistemas para la especificación de tolerancias en términos orientados al usuario, métodos rápidos para la evaluación de componentes y sistemas de confiabilidad: clasificación de características de la calidad, métodos de clasificación de vendedores, técnicas en las inspecciones por muestreo, técnicas en los controles de proceso, en el diseño de equipo para mediciones en el control de la calidad; sistemas de calibración, establecimiento de estándares, evaluación de la calidad de un producto y esquemas promedio así como la aplicación de técnicas estadísticas en experimentos diseñados por medio de gráficas de X y de R, y otras muchas más.

Es de interés hacer notar que estos métodos han sido usados individualmente por muchos años como una definición del control de calidad. Tanto por escrito como de palabra se encuentra uno con que el control de calidad es definido como cierta forma de inspección de muestras, como una proporción de estadística industrial, como

trabajo relativo a la confiabilidad o como un mero acto de inspección o prueba. Estas diversas definiciones describen únicamente partes o métodos individuales de un programa completo del control de la calidad. Esto, puede haber contribuido a la confusión con que el término algunas veces se asocia con la industria.

Los términos "control de calidad" y "aseguramiento de calidad" han llegado a tener diferentes significados en varias organizaciones cada término se refiere a diferentes aspectos de la actividad de la satisfacción de calidad en el cliente. Los programas de control total de la calidad en su operación incluyen e integran las acciones involucradas en el trabajo cubierto por ambos términos.

1.4. El significado de "calidad"

La calidad está determinada por el cliente, no por el ingeniero, ni mercadotecnia, ni por la gerencia general. Está basada en la experiencia real del cliente con el producto o servicio, medida contra sus requisitos definidos o tácitos, conscientes o sólo sentidos, operacionales técnicamente o por completo subjetivos y siempre representa un objetivo que se mueve en el mercado competitivo.

La calidad del producto y servicio puede definirse como:

La resultante total de las características del producto y servicio de mercadotecnia, ingeniería, fabricación y mantenimiento a través de los cuales el producto o servicio en uso satisfará las esperanzas del cliente.

El propósito de la mayoría de las medidas de calidad es el determinar y evaluar el grado o nivel al que el producto o servicio enfoca su resultante total.

Algunos otros términos, como confiable, servicial y durable, en algunas ocasiones se han tomado como definiciones de la calidad del producto. Estos términos son, en realidad características individuales, que en conjunto constituyen la calidad del producto y servicio.

Es importante reconocer este hecho, porque el requisito clave para establecer lo que se entenderá por "calidad", exige un equilibrio económico entre estas características individuales. Por ejemplo, el producto debe desempeñar sus funciones tantas veces como se le pida, a todo lo largo de su ciclo de vida estipulado, en las condiciones de ambiente y de servicio; en otras palabras, debe mostrar confiabilidad. De primordial importancia, el producto debe ser seguro. Debe establecerse un grado razonable de servicio y duración del producto, de forma que el producto sea apropiadamente servicial y durable, en su ciclo de vida. El servicio y la duración diseñados deben cumplirse para que el producto pueda considerarse como servicial. El producto debe tener un aspecto que agrade al consumidor, debe ser atractivo. Cuando todas las otras características del producto se encuentren balanceadas, la "verdadera"

calidad resulta de ese conjunto que proporciona la función deseada, con la mayor economía, teniendo en consideración entre otras cosas la obsolescencia y servicio del producto y esto es el concepto orientado hacia la completa satisfacción del cliente de calidad que debe ser controlado.

Además, este balance puede cambiar si el producto o servicio en sí cambia. Por ejemplo, cada una de las cuatro etapas del ciclo de madurez a través del cual pasan muchos productos exige de un balance de calidad un tanto diferente ya sean las primeras llantas radiales y los nuevos y más sofisticados productos radiales, o el avión original de cuerpo ancho o el avión de pasajeros más cómodo y más eficiente. El consumismo de televisiones es un ejemplo. En la primera etapa, la calidad del producto estaba fuertemente dominada por la innovación de la entonces nueva función, que vendía solo el producto. Los compradores de aparatos de televisión fueron primero atraídos por la entonces novedad del nuevo producto. Límites toscos de calidad, como figuras borrosas o en ondas, estática incesante y operación intermitente no eran impedimentos primarios para el consumidor, quien estaba encantado e interesado por ver "figuras visuales".

Al aumentar la aceptación en el mercado, el televisor entró a una segunda etapa consumo conspicuo y el cinescopio se instaló dentro de un bonito mueble, con la imagen en blanco y negro reemplazada por una de color. La apariencia y el ser atractivo eran ahora también grandes factores en la definición de calidad del cliente.

En la tercera etapa uso generalizado la televisión se ha construido de acuerdo al estilo de vida del consumidor. El adulto utiliza el aparato para las películas o eventos especiales; los adolescentes siguen los programas con cantantes populares. La actuación consistente del producto y su servicio son factores primarios en la calidad, y las decisiones de compra se basan en ellos.

El producto entra a una cuarta etapa de madurez cuando se da por seguro; esta es la etapa de comodidad. El consumidor depende del televisor para las noticias, y el adolescente, ahora una audiencia crítica y enterada, exige fidelidad en la calidad de la cinta para ver a sus cantantes favoritos. La confiabilidad y la economía del producto son esenciales para la aceptación de la calidad.

Un papel crucial de calidad para la alta gerencia es reconocer esta evolución en la definición de calidad del cliente en las diferentes etapas del crecimiento del producto. Los cambios necesarios en las operaciones de calidad de la compañía deben ser implementados en una base de liderazgo, ya que tratar de "alcanzar a las otras empresas cuando éstas ya han llevado a cabo los cambios, siempre es demasiado tarde. No importa qué tan consistentemente esté operando, un programa de control de calidad que esté administrado como si un producto esté aún en consumo conspicuo o en etapa de apariencia cuando en realidad el producto está en uso generalizado o en comodidad seguramente fracasará en satisfacer las demandas de satisfacción del cliente.

Un factor significativo en la calidad moderna hoy es que este ciclo de madurez de muchos productos se ha vuelto rápido, particularmente como resultado del incremento en el paso de la nueva tecnología en algunas áreas así como crecientes demandas de los clientes y las presiones competitivas.

1.5. El significado de "calidad" Orientación a la satisfacción del cliente

Explicita como una posible identificación de todos los requisitos del cliente es el punto base inicial fundamental para el control de calidad efectivo. Cuando esto no se ha llevado a cabo, puede crear un problema inherente que ninguna de las actividades subsecuentes de control puede satisfacer.

Ha habido en algunas industrias la tendencia de considerar ciertos requisitos de calidad básicos del cliente como algo "extra", mientras los clientes suponen que son parte de cualquier producto que compran. Esto crea la situación donde, por ejemplo, el vendedor ofrece una unidad de aire acondicionado para el hogar y posteriormente califica este precio diciendo que es un producto que en verdad enfría y que también al ser silencioso cuesta más.

Pero ningún cliente escoge conscientemente un producto para refrescar su hogar que no enfríe o que lo mantenga despierto de noche.

En la frase "control de calidad", la palabra calidad no tiene el significado popular, de lo "mejor" en sentido absoluto. Industrialmente quiere decir "mejor dentro de ciertas condiciones del consumidor"; ya sea que el producto sea tangible (un automóvil, un refrigerador, un horno de microondas) o intangible (programas de rutas de autobús, servicio de restaurante y hospital).

Dentro de estas condiciones son importantes, 1) el uso a que el producto se destina y 2) su precio de venta. A su vez, estas dos condiciones se reflejan en otras diez condiciones adicionales de producto y servicio:

- 1. La especificación de dimensiones y características operativas.**
- 2. Los objetivos de confiabilidad y vida.**
- 3. Los requisitos de seguridad.**
- 4. Los estándares relevantes.**
- 5. Los costos de ingeniería, fabricación y calidad.**
- 6. Las condiciones de producción bajo las que se fabricó el artículo.**
- 7. La instalación de planta y los objetivos de mantenimiento y servicio.**
- 8. Los factores de uso de energía y conservación del material.**
- 9. Consideraciones ambientales y otras consideraciones "colaterales".**
- 10. Los costos de operación del cliente y uso y servicio del producto.**

El propósito de estas condiciones es aquella calidad que establezca el balance apropiado entre el costo del producto y servicio y el valor rendido al cliente, incluyendo requisitos esenciales como la seguridad. Por ejemplo, un troquelador en Nueva York, se encontró recientemente ante 2 alternativas de producir una rondana de 4 pulgadas. Por una parte, podía emplear una matriz ordinaria y material de desecho, con lo que podría vender la pieza por ¼ de centavo, sin garantizar un servicio a alta presión o alta o bien, adquirir una matriz especial y material también especial para elaborar un producto que podía garantizar para cargas elevadas y temperaturas altas, y venderlo a 2 centavos cada pieza.

El comprador de las rondanas, al ser entrevistado por el encargado del departamento de ventas del fabricante manifestó que en la aplicación del producto, ni la carga ni la temperatura tendrían importancia, pero lo que sí era importante era el precio. La decisión del manufacturero fue, en consecuencia, fabricar rondanas de ¼ de centavo con material de desecho; tal fue la "calidad de su producto y cuyos requisitos se reflejaron en las condiciones del producto para la planta.

1.6. El significado de "control" en la industria

Control en la terminología industrial se puede definir como:

Un proceso para delegar responsabilidad y autoridad para la actividad administrativa mientras se refieren los medios para asegurar resultados satisfactorios.

El procedimiento para alcanzar la meta industrial de calidad es, por tanto, llamada "control" de calidad, del la misma manera que los procedimientos para alcanzar la producción y objetivos de costos se llaman, respectivamente, "control" de producción y "control" de costos. Normalmente hay cuatro pasos para este control.

- 1. Establecimiento de estándares.** Determinación de estándares requeridos para los costos de calidad, para el funcionamiento, seguridad y para la confiabilidad del producto.
- 2. Estimación de conformidad.** Comparación de la concordancia entre el producto manufacturado o el servicio ofrecido y los estándares.
- 3. Ejercer acción cuando sea necesario.** Corrección de los problemas y sus causas a través de la gama completa de los factores de mercadotecnia, diseño, ingeniería, producción y mantenimiento que influyen la satisfacción del usuario.
- 4. Hacer planes para mejoramiento.** Desarrollar un esfuerzo continuado para mejorar los estándares de los costos, del comportamiento de la seguridad y de la confiabilidad del producto.

El control efectivo es hoy un requisito central para la administración exitosa. Donde este control ha fallado, ha sido causa principal de aumentos en los costos de la compañía y deducción en el ingreso de la compañía. Y su

fracaso ha sido también un contribuyente principal para los desarrollos de confiabilidad, seguridad y ciclaje que han añadido nuevas dimensiones a los problemas de la gerencia.

Como se mencionó anteriormente, el ritmo de la tecnología está aumentando más y más rápidamente para muchos productos y servicios. Esto coloca una demanda igualmente en aumento para la integración práctica y económica de esta nueva tecnología en las prácticas operacionales de una compañía.

Un estudio de planeación principal formuló la conclusión de esta manera: "Los cambios importantes dentro de la próxima década se presentarán en la forma que las actividades operacionales están estructuradas (para el control) en las compañías, así como en los nuevos desarrollos en las mismas tecnologías operacionales".

Este retorno al control como un énfasis central para la administración es un factor principal de balance para el énfasis primario del pasado reciente, con su fuerte orientación hacia el crecimiento en ventas y producción. Sin embargo, para el campo de calidad, es una reafirmación de principios básicos. Estos principios son aquellos de control en el sentido positivo, autónomo de establecer los estándares orientados preventivamente al control; valuación del desempeño del producto y conformación de resultados contra estos estándares; y asegurar entonces las acciones necesarias de ajuste a través de todo el ciclo de mercadotecnia, ingeniería de diseño, producción y mantenimiento.

1.7. ¿Cuál es el panorama para el control total de la calidad?

El fundamento de este concepto de calidad total y su diferencia básica con relación a otros conceptos, es que para proporcionar una efectividad genuina, el control debe iniciarse con la identificación de los requisitos de calidad del cliente y uso final sólo cuando el producto ha sido colocado en las manos de un cliente quien permanece satisfecho. El control total de la calidad guía las acciones coordinadas de personas, máquinas e información para lograr este objetivo.



La razón de lo anterior es que la calidad de todo producto se halla afectada en muchos de los pasos del ciclo industrial.

1. La mercadotecnia valora o estima el nivel de calidad que desea el consumidor y por el cual está dispuesto a pagar.
2. Los ingenieros reducen la evaluación de mercadotecnia a especificaciones exactas.
3. Compras escoge, contrata y ajusta con los vendedores, piezas o materiales.
4. La ingeniería de manufactura selecciona portaherramientas, herramientas y procesos de producción.
5. La supervisión de manufactura y el personal de talleres ejercen una influencia decisiva durante la fabricación y en los ensambles intermedios y finales.
6. La inspección mecánica y pruebas funcionales comprueban la conformidad con las especificaciones.
7. Los embarques influyen en los empaques y el transporte.
8. La instalación asegura la operación adecuada de emplazamiento del producto de acuerdo con instrucciones precisas que se conservarán durante el servicio del producto.¹

¹ (Control Total de Calidad / Armand V. Feigenbaum / 1er. Edicion / Pag. 25 - 42)

2. APRENDIENDO DE LAS FILOSOFIAS

PHILIP CROSBY

Los catorce pasos del mejoramiento de Calidad

1. Compromiso de la Dirección.
2. Equipos para el mejoramiento de la calidad.
3. Medición.
4. Costos de Calidad.
5. Crear conciencia sobre la Calidad.
6. Acción correctiva.
7. Planear el día Cero Defectos.
8. Educación al personal.
9. El día Cero Defectos
10. Fijar metas.
11. Eliminar las causas de error.
12. Reconocimiento.
13. Consejos sobre la calidad.
14. Repetir todo el proceso.

Los cuatro principios básicos

1. Calidad se define como cumplir con los requisitos.
2. El sistema de la Calidad es la PREVENCIÓN.
3. El estándar de realización es CERO DEFECTOS.
4. La medida de la Calidad es el PRECIO DEL INCUMPLIMIENTO.

TAGUCHI

Elementos básicos de su filosofía de Calidad

1. Una dimensión importante de la calidad de un producto es la "pérdida total" generada por el producto a la sociedad.
2. En una economía competitiva, para poder subsistir en el negocio se requiere:
 - Una mejora continua en la calidad
 - Una reducción continua del costo

3. Una mejora continua en la calidad implica una reducción continua de la desviación del valor nominal de las diferentes características de la calidad del producto.
4. La pérdida generada al cliente por un producto de características de calidad variables, es proporcional al cuadrado de las desviaciones a su valor nominal.

$$L = K (y - T)^2$$

Contribuciones de Taguchi

- Simplificó las ideas de R.A. Fisher (Gran Bretaña 1920) para que los ingenieros, científicos y técnico pudieran aplicar el diseño de experimentos.
- Simplificó el diseño de experimentos empleando arreglos ortogonales, gráficas lineales y tablas de interacción.
- Introdujo un nuevo marco de referencia para concebir la calidad: LA FUNCION DE PERDIDA.
- Introdujo una medida que incorpora tendencia central y variabilidad en una respuesta: La relación señal/ruido.
- Implemento con éxito el diseño de experimentos en las etapas de desarrollo de productos y procesos.
- Aplicó con éxito el diseño de experimentos en la manufactura.
- Introdujo el concepto de ROBUSTEZ CONTRA EL RUIDO por medio del cual, en lugar de eliminar la causa de un efecto (lo cual es costoso), se hace el producto o proceso insensible a la causa.

ARMAND V. FEIGENBAUM

Su concepto de Calidad esta fundamentalmente orientado a la Planeación y Control de la calidad del producto o servicio de la compañía.

El concepto TOTAL, no tiene el sentido amplísimo que le da el japonés, de hablar de calidad en todo (producto, personas, relaciones con la comunidad), sino que es TOTAL, por aceptar que son múltiples las funciones que impactan en la calidad del producto o servicio que da la compañía.

A diferencia de Deming y Juran, de extracción más académica, Feigenbaum fue presidente de operaciones de General Electric Co. (Compañía líder en calidad en mucho de sus productos).

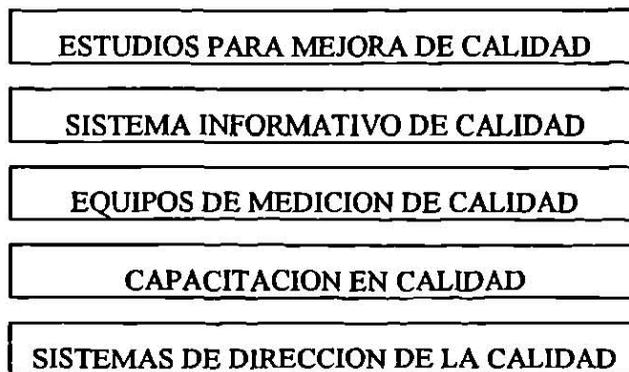
Su concepto de partida, es la existencia de un SISTEMA ADMINISTRATIVO ESTRUCTURADO para la función de calidad, al igual que la función de Finanzas, Recursos Humanos, etc.

Dicho sistema administrativo cuenta con objetivos, políticas, programas, procedimientos administrativos, herramientas como cualquier función y tiene una organización para tal efecto.

El modelo básico en que se apoya para diseñar el Sistema Administrativo es:



Subsistemas Directos



Subsistemas de Apoyo

KAORU ISHIKAWA

- Ha sido reconocido como el padre del movimiento de círculos de calidad y del concepto de Company Wide Quality Control (CWQC).
- Primordialmente recomienda un profundo y extenso programa de educación en la organización, en todos los niveles y funciones sobre las ciencias de la calidad.

La calidad empleada con educación y termina con educación

- La hipótesis es que cada departamento, función, ejecutivo, empleado medio, trabajador, orientará su trabajo hacia el control y mejora de la calidad, en la medida en que conozca sus herramientas y conceptos.
- Los círculos de calidad son un sistema fundamental de apoyo en el movimiento hacia la calidad.
(Representación viva de la participación total de la organización en el enfoque).
- Cabe destacar su concepto básico sobre calidad de diseño y calidad de conformancia (la primera cuesta, la segunda ahorra; hay que mejorar las dos).

El 95% de los problemas se resuelven con has 7HB

A continuación se muestra de manera esquemática, el alcance comparativo de los conceptos de Control Total de Calidad americano (Feigenbaum) y Japonés (Ishikawa).

CONTROL TOTAL DE CALIDAD CON LA SOCIEDAD	JAPONES	
CONTROL TOTAL CALIDAD CON LA COMUNIDAD		
CONTROL TOTAL DE CALIDAD CON AREAS STAFF		
CONTROL TOTAL DE CALIDAD EN LAS RELACIONES HUMANAS		
CONTROL TOTAL DE CALIDAD EN SEGURIDAD Y CONTAMINACION		
CONTROL TOTAL DE CALIDAD EN VOLUMEN		
CONTROL TOTAL DE CALIDAD EN COSTOS		
CONTROL TOTAL DE CALIDAD EN PRODUCTO / SEVICIO	AMERICANO	

JOSEPH M. JURAN

1. Prueba de la necesidad
2. Identificación del proyecto
3. Organizándose para dirigir el proyecto
4. Organizándose para diagnosticar problemas
5. Diagnóstico de problemas para identificar causas
6. Acción remediadora para corregir problemas
7. Control del nuevo nivel

Hombre clave en la transferencia de tecnología de calidad al pueblo japonés.

Destaca en su enfoque los conceptos de:

- Proyectos de mejora para la calidad
- Metodología Universal para la mejora
- Control y mejora, Control y mejora

propone como camino esencial para la calidad, el ataque de la misma, proyecto por proyecto.

Así mismo sugiere un esquema de organización basado en COMITES DIRIGENTES y COMITES DE DIAGNOSTICO; fundamentando en la diferencia del viaje de diagnóstico VS el viaje de remedio en la mejora de calidad.

WALTER A. SHEWHART

Conceptos Básicos

- Control de Calidad comprende toda actividad y toda técnica que uede contribuir a un mejor nivel de vida, en sentido material, a través de la economía en la producción.

- Es imprescindible una búsqueda continua de:

Mejora tecnología

Mejores materiales: comportamiento durante la fabricación, comportamiento en uso.

- El producir con economía requiere lograr el control estadístico e los procesos y el control estadística de las mediciones.

- El producir con economía requiere el mejorar los procesos en todas las formas a nuestro alcance.
- El máximo objetivo del control de calidad debe ser el eliminar la inspección excepto por aquellas muestras pequeñas necesarias para asegurar la continuidad del control estadístico y para tener una referencia común entre el proveedor y el cliente.

Los tres postulados básicos del Control

- Todos los sistemas de causas inciertas son diferentes en términos de predecir el futuro en base al pasado.
- No existen en la naturaleza sistemas constantes de causas inciertas.
- Las causas asignables de variación pueden ser encontradas y eliminadas.

OBJETIVO:

Remover las causas de variabilidad sin cambiar una parte considerable del proceso de manufactura.

W. EDWARDS DEMING

Los catorce puntos de Deming

1. Se debe ser perseverante en el propósito de mejorar el producto y el servicio.
Esto se logra sólo con un plan diseñado para ser competitivo y para que el negocio permanezca activo por tiempo indefinido, proporcionando empleos.
2. Estamos en una nueva era económica.
La administración occidental debe darse cuenta, por tanto, del nuevo desafío; debe aprender a cumplir su responsabilidad y a ser líder en el cambio a efectuar. Por esto es necesario adoptar la nueva filosofía.
3. Hay que acabar con la inspección masiva. En su lugar debemos exigir evidencia estadística de que el producto o servicio, desde los primeros pasos, se hace con calidad. Esto elimina la necesidad de la inspección masiva.
4. El precio sólo tiene sentido cuando hay evidencia estadística de calidad. Se debe acabar con la práctica que usa como criterio de compra sólo el bajo precio. Lo importante es minimizar el costo total. Es preferible tratar con un número reducido de proveedores con los que se haya creado una relación duradera, leal y confiable.
5. Hay que estar mejorando constantemente el sistema de producción y de servicio, para mejorar la calidad y la productividad y para abatir así los costos.
6. Hay que poner en práctica métodos modernos de entrenamiento.
7. Se debe administrar con una gran dosis de liderazgo.
8. Se debe eliminar el miedo en el trabajo.
9. Deben eliminarse las barreras interdepartamentales.

10. No se debe proponer a los trabajadores metas numéricas, como también salen sobrando exhortaciones o amonestaciones.
- 11a. Hay que eliminar las cuotas numéricas.
- 11b. Hay que eliminar la administración por objetivos numéricos. Se debe administrar con liderazgo.
12. Qüitemos los obstáculos que impiden que el operario se sienta orgulloso de haber realizado un trabajo bien hecho.
13. Se debe impulsar la educación de todo el personal y su autodesarrollo.
14. Hay que emprender las acciones necesarias para lograr la transformación de la empresa.

¿QUE ES CALIDAD?

Control de calidad es un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acorde con los requisitos de los consumidores.

JIS

Control de Calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor.

KAORU ISHIKAWA

Control Total de Calidad puede definirse como un sistema eficaz para integrar los esfuerzos en materia de desarrollo de calidad, mantenimiento de calidad y mejoramiento de calidad realizados por los diversos grupos en una organización, de modo que sea posible producir bienes y servicios a los niveles más económicos y que sean compatibles con la plena satisfacción de los clientes.

ARMAND V. FEIGENBAUM

La calidad de un producto es la (mínima) pérdida impartida a la sociedad desde el momento en que el producto se embarca".²

GENICHI TAGUCHI

² (Quality Management / Walsh, Loren / 1er. Edicion / Pag. 30 - 52)

3. LA EXPERIENCIA JAPONESA

Japón ha vivido una valiosa experiencia. De país derrotado y con una industria desecha a raíz de su derrota en la Segunda Guerra Mundial, ha pasado a ser uno de los países más industrializados y con mejores niveles de vida de la época actual.

Hay algunas circunstancias que es necesario tener en cuenta para valorar debidamente dicha experiencia.

En primer lugar, ha sido una tendencia característica de este país fabricar productos para la exportación. Al término de la Segunda Guerra Mundial intensificó su actividad exportadora, pero sus artículos, ciertamente baratos, eran de baja calidad. En Estados Unidos la leyenda Made in Japan era símbolo de mala calidad, al grado de que resultaba ofensivo hacer un regalo de esta naturaleza.

La situación, sin embargo, ha cambiado para este país. Actualmente sus productos de exportación, sobre todo en la línea automotriz y en la electrónica, compiten con los mejores del mundo. Muchas veces se prefiere a los fabricantes en los países desarrollados del mundo occidental. Made in Japan es ahora garantía de calidad, mas aún, de la mejor calidad a nivel de los mercados internacionales.

Otra circunstancia muy importante a tenerse en cuenta en esta experiencia es el hecho de que dicho país no cuenta con suficientes recursos naturales. Tiene que importar prácticamente todas las materias primas: Petróleo, metales, madera, etc.

Como contrapartida a su carencia de materias primas, Japón tiene uno de los niveles de educación más elevados en el mundo: más del 99% de los niños terminan la escuela media, que equivale a la secundaria de nuestro país; lo cual ciertamente ha influido mucho en el avance logrado durante los últimos años.

Sin embargo, el factor definitivo que ha permitido a este pueblo alcanzar los niveles de vida que actualmente disfruta ha sido un cambio fundamental operando en la mentalidad de los responsables de la administración de sus empresas. Ellos se decidieron a reorientar su planta productiva a la fabricación de artículos que funcionen bien durante un largo período de tiempo y que tengan un precio razonable. Con esto, sus productos se volvieron altamente competitivos a nivel internacional.

En qué consistió el cambio operado en la industria Japonesa.

Es necesario dejar en claro que el cambio no consistió en la introducción de nueva maquinaria o de nuevos materiales. El cambio se operó en la forma de pensar por parte de sus directivos de alto nivel, quienes

adoptaron un nuevo modelo de administración basado en principios lógicos muy sencillos. Algunos de estos principios de administración son los siguientes:

1. Es más sabio prevenir los errores que corregirlos.

En el esquema como tradicionalmente se organizan las empresas, existe un departamento llamado de control de calidad, que tiene como propósito detectar los artículos defectuosos mediante una inspección más o menos cuidadosa que se hace al final de la línea de producción o de cada etapa del proceso.

Si en vez de recurrir a esta inspección, se cambia el enfoque no sólo para evitar todo defecto durante cada uno de los pasos del proceso, sino además para lograr que el desempeño del trabajador sea cada vez mejor, es predecible que se obtengan productos de mejor calidad con un costo menor.

2. Para que lo anterior sea factible, es necesario que el operario desarrolle en el trabajo sus mejores capacidades y, como resultado de esto se sienta satisfecho.

No se debe tratar, pues, al trabajador como si fuera una máquina que desempeña ciegamente un determinado programa de acción elaborado por ingenieros. Se le debe considerar como una persona, que en su actividad laboral debe alcanzar su propio desarrollo humano.

3. La razón fundamental por la que existe cualquier institución es la de servir a la comunidad.

Por consiguiente toda empresa debe tener como meta primordial dar la mejor respuesta a determinadas expectativas de los consumidores; de ahí que la actuación de la empresa deba caracterizarse por una actitud de servicio al cliente.

Es esta actitud la que ofrece una razón válida al carácter lucrativo de la empresa. La empresa tiene derecho a lucrar porque colabora en el desarrollo de la sociedad. Por eso es imperativo brindar a la sociedad productos de calidad al menor costo posible.

4. Es más valioso, tanto en el aspecto económico como en el social, buscar la permanencia de la institución a largo plazo en el mercado, y no tanto las ganancias inmediatas.

Por consiguiente, la consolidación de la institución debe ser cierto con el que trabaje la alta gerencia y con el que los dueños de las empresas juzguen la actuación de sus administradores.

Como se puede ver, esta nueva forma de concebir la administración se caracteriza por un profundo sentido humano y se basa en principios de sentido común; por tanto, es una filosofía válida. Por eso, ha tenido éxito.

Esta filosofía es aplicable no sólo a las empresas manufactureras, sino también a las instituciones de servicio y, en general, a cualquier campo de la actividad humana. Cuando alguien vive de acuerdo con esta forma de pensar, más fácilmente la podrá poner en práctica como sistema de administración de alguna empresa o institución.

Teniendo en cuenta lo anterior, se ve por qué el nuevo sistema de administración consiste, como lo afirma el Dr. Kaoru Ishikawa, en **hacer lo que se debe hacer** .

No es una filosofía difícil de comprender. Lo que resulta laborioso es llevarla a la práctica y comprometerse con ellas en forma consistente.

Al principio resultaba muy riesgoso a los gerentes de alto nivel del pueblo japonés embarcarse en un nuevo modelo para el que no existía experiencia suficiente que avalara el éxito. Sin embargo, los principios eran lógicos, expresaban **lo que se tenía que hacer; por eso**, los directivos japoneses decidieron adoptarlos.

Necesidad de efectuar un cambio de mentalidad semejante al efectuado por los directivos japoneses , a fin de lograr competitividad en el futuro.

Ante los resultados de la experiencia japonesa, que están a la vista de todos, administrar de acuerdo con esta nueva filosofía ya no significa para ninguna empresa o institución riesgo alguno. El éxito está asegurado. Sólo se necesita la decisión de llevar a cabo un cambio semejante al que operaron los altos gerentes japoneses; cambio que debe realizarse de acuerdo con las propias circunstancias de cada país y de cada empresa.

Más aún, el conocimiento y estudio de la experiencia Japonesa facilitan actualmente a los directivos de cualquier empresa tener una visión de conjunto del nuevo modelo administrativo y planear mejor la estrategia de su implementación.

La intervención del Dr. Edward Deming fue definitiva para que se llevara a cabo el cambio de mentalidad de los directivos japoneses. A él y, posteriormente , al Dr. Juran compete el mérito de haber sido quienes les expusieron los principios del nuevo modelo de administración y de haberlos convencido para que llevaran a la práctica dichos principios.

Ideólogos del pueblo japonés, entre los que cabe mencionar al Dr. Kaoru Ishikawa, han acompañado a los administradores de la industria japonesa en el cambio que han operado en su sistema administrativo.

Posteriormente, empresas de otros países tanto de la costa oriental del Continente Atlántico como del mundo occidental han optado por el nuevo modelo de administración, pues se han dado cuenta de que sólo con este nuevo modelo podrán afrontar en forma competitiva los retos del futuro.

Al nuevo modelo de administración se le designa como **control total de calidad**. el que, en último término, es **una filosofía administrativa de la productividad mediante la estrategia de calidad**.

Antes de 1945, los esfuerzos japoneses con respecto a la calidad se limitaban prácticamente a la inspección. Círculos reducidos de expertos tenían conocimiento de las técnicas del control estadístico, mas éstas no se ponían en práctica. La participación de Japón en la Segunda Guerra Mundial fue ocasión para que se conociera los estándares británicos y americanos de calidad, algunos de los cuales se tradujeron al japonés y se utilizaron durante dicha guerra; sin embargo, estos estándares no se tuvieron en cuenta en otras áreas.

Después de la derrota sufrida por Japón al final de la Segunda Guerra Mundial, las fuerzas norteamericanas de ocupación establecidas en dicho país tuvieron que afrontar de inmediato un grave problema: las deficiencias de los servicios de comunicación telefónica. con el propósito de solucionarlas, enseñaron a los japoneses las técnicas del control estadístico.

La Sección de Comunicaciones Civiles de las fuerzas aliadas organizó dos seminarios destinados a los directivos de las empresas japonesas de comunicación sobre cuestiones referentes a la administración y producción. Uno de ellos se ofreció en Tokio y el otro en Osaka.

Los seminarios enfatizaron la importancia de la calidad. "El objetivo primario de la compañía es poner la calidad al frente de toda otra consideración. Haya ganancias o haya pérdidas, el énfasis siempre se debe poner en la calidad." Este mensaje era reforzado durante las discusiones que tenían lugar cuando se hablaba acerca de las técnicas y prácticas de control de calidad.

Los seminarios, además, introdujeron conceptos que con el tiempo tuvieron también una influencia definitiva en el cambio de mentalidad operado en los altos directivos de las empresas japonesas. Se afirmaba en dichos cursos que la obligación principal de un líder consiste en ganarse la confianza y el respeto de quienes trabajan con él; se enfatizaba la importancia que tiene el que todos participen en los programas de mejoramiento de la calidad. La empresa es mucho más rentable si los directivos fomentan que los trabajadores procuren el bien de la empresa misma. Se insistía en la responsabilidad que tiene la alta gerencia en la forma como se desempeñan los

trabajadores de línea. Si a éstos no se les da una definición muy exacta de aquello en lo que consiste su trabajo, no podrán hacerlo debidamente; además, la forma de actuar de los superiores intermedios y la alta gerencia frecuentemente acaba con interés y con la iniciativa de los trabajadores.

Muchas de las innovaciones japonesas, como son los círculos de control de calidad, no son otra cosa más que eco de aquellos principios establecidos durante dichos seminarios.

Tal fue el contexto histórico dentro del cual se hacen presentes en Japón, en la década de los cincuenta, Deming y Juran; y se deja sentir la influencia de la filosofía de Feigenbaum sobre el control total de calidad.

3.1. Influencia de Deming, Juran y Feigenbaum en Japón.

Poco después de la Segunda Guerra Mundial se fundó en Japón la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (Japanese Union of Scientists and Engineers - JUSE), organización que en 1949 estableció un comité de Investigación en control de calidad, con miembros procedentes de las universidades, de las industrias y del gobierno.

El comité tenía como propósito recabar información sobre el control de calidad y difundir dichos conocimientos a fin de elevar el nivel de calidad de los productos japoneses. Para este efecto, el Comité organizó en septiembre de 1949 el primer curso en control de calidad. Fue un curso básico, en el que se utilizaron como texto las normas norteamericanas y británicas de calidad traducidas al japonés.

En 1950, JUSE organizó un seminario sobre el control estadístico de calidad para gerentes e ingenieros, con duración de 8 días, e invitó como conferencista al Dr. W. Edwards Deming, reconocido ya en ese tiempo como una de las autoridades más importantes en estadística.

Los temas del seminario fueron los siguientes:

1. Cómo mejorar la calidad llevando a cabo el ciclo planear, hacer, verificar, actuar (PDCA, o ciclo Deming), en relación con el diseño, la producción, las ventas, las encuestas y el rediseño.
2. La importancia que tiene medir la dispersión.
3. Empleo de gráficas de control para el control del proceso.

Por indicación expresa del Dr. Deming, se organizó posteriormente en la ciudad de Hakone otro seminario dedicado exclusivamente a presidentes y altos gerentes de la industria, para exponerles la importancia que tiene el que las empresas introduzcan el control estadístico de calidad.

La intervención del Dr. Deming fue definitiva. El pueblo japonés reconoce que, gracias a ella sus industrias llevaron a cabo, poco a poco, el cambio que las orientó definitivamente hacia la calidad, productividad y posición competitiva, que sus productos han alcanzado a nivel internacional; por eso instituyó el premio Deming, que se otorga, año tras año, tanto a empresas que se han destacado en la aplicación del control estadístico de calidad, como a las personas que han desarrollado un meritorio trabajo de investigación con respecto a la calidad.

El mensaje dado por Deming a los japoneses fue en un primer término estadístico, a fin de resolver los problemas de la calidad con un enfoque sistemático y serio. Los ingenieros y administradores aprendieron de él los fundamentos del control estadístico. Desde entonces el conocimiento y la aplicación de este control se fue extendiendo dentro de las diversas industrias japonesas. La introducción de estas técnicas. Sin embargo, no se llevó a cabo sin problemas. Hubo que vencer en muchas ocasiones la resistencia de los empleados, especialmente, de los de mayor antigüedad. En otros casos, los ingenieros y los obreros de planta aplicaban con entusiasmo las técnicas del control estadístico, mientras que la alta gerencia no mostraba mayor interés en el asunto. Por eso se vio que, si se quería avanzar en esta dirección, era urgente convencer a los altos directivos de la necesidad de adoptar plenamente dichas técnicas.

Por este motivo JUSE invitó en 1954 al Dr. J.M. Juran para que dictara una serie de seminarios a los gerentes en los que les expusiera la responsabilidad que a ellos compete en la promoción y aplicación del sistema del control estadístico de calidad.

Las conferencias de Juran se enfocaron definitivamente a aspectos administrativos tales como la planeación, la organización, responsabilidad de la alta gerencia con respecto a la calidad y la necesidad de establecer metas y estrategias de mejoramiento. Su visita resultó sumamente provechosa. El Dr. Ishikawa la considera como una intervención definitiva para que los ejecutivos japoneses comprendieran el nuevo sistema de administración que era necesario adoptar para poner en práctica el control estadístico.

Durante este mismo tiempo, los japoneses descubrieron la filosofía de la calidad de Armand Feigenbaum a través, en primer lugar, del contacto que las compañías Hitachi y Toshiba tuvieron con la General Electric, en la que Feigenbaum era el responsable de la calidad, y después a través de las traducciones de los libros y artículos de este autor.

Los círculos de control total de calidad.

Juntamente con la introducción del control estadístico se inició entre los obreros de la industria japonesa el movimiento denominado **Círculos de control de calidad.**

Los antecedentes de estos círculos fueron los programas de educación destinados a los supervisores y obreros que, a partir de 1956, comenzaron a impartirse mediante la radio. Como complemento de estos programas se editaron libros de texto para los trabajadores.

En Abril de 1962 comenzó a publicarse la revista Gemba-to QC, dedicada a instruir a los supervisores en el control de calidad.

Como los trabajadores no estaban acostumbrados a leer, se optó porque dicha revista se leyera en grupo. En estas reuniones se analizaban los problemas del trabajo, a fin de no repetir los errores, y se veía la forma de aplicar en la situación laboral los métodos estadísticos que se estudiaban.

En 1962 se fundó la Conferencia de Círculos de Control de Calidad. Diez años más tarde se habían registrado 3700 grupos en esta Conferencia.

Control total de calidad (Company-Wide Quality Control CWQC).

El enfoque hacia la calidad del sistema administrativo japonés ha madurado hasta convertirse en un nuevo modelo administrativo con una filosofía muy especial. Si, en los comienzos, el control de calidad consistió en la aplicación de métodos estadísticos para mejorar el proceso de manufactura, actualmente es todo un sistema estratégico para ofrecer en forma competitiva bienes y servicios que satisfagan los requerimientos de los consumidores. La implementación de este sistema sólo se hace con la cooperación de todos en la compañía, e incluye todas las funciones: las marketing, las investigación y desarrollo, las de manufacturas y servicio al cliente; involucra, además, a todas las organizaciones relacionadas con la empresa: las que proveen la materia prima, las que distribuyen el producto y las que ofrecen el servicio de posventa. Este sistema administrativo se conoce como **Company Wide Quality Control**.

La filosofía de Feigenbaum sirvió de base para este modelo de administración japonés.

Se considera que son cuatro los elementos principales de CWQC:

- El involucramiento de todas las funciones (y no sólo de las de manufactura) en las actividades de calidad;
- la participación de los empleados en todos los niveles en estas actividades de calidad;
- el propósito de mejorar continuamente;
- y la atención cuidadosa de la definición de calidad desde el punto de vista del consumidor.

El primer elemento, esto es, el involucramiento de todas las funciones fue una idea tomada directamente de Feigenbaum.

El involucramiento de todos los empleados es una modalidad típicamente japonesa, que se vincula con los círculos de control de calidad y con los esfuerzos hechos por JUSE para difundir los conceptos de control de calidad a través de una educación y entrenamiento masivos.

El tercer elemento es la filosofía del mejoramiento continuo, mejoramiento que produce resultados incalculables a largo plazo.

Mediante trabajos de análisis que se conocen como **Quality Function Deployment (QFD)**, identifican los requerimientos de calidad de los consumidores; requerimientos que traducen en características del producto y en especificaciones de fabricación.

3.2. Características nacionales del movimiento japonés hacia la calidad.

Entre las características que el Dr. Ishikawa atribuye al modelo japonés del control de calidad, cabe destacar las siguientes:

1. El gobierno estimula la iniciativa de los particulares en favor del control de calidad.

La filosofía del control total de calidad se ha desarrollado en un país cuyo gobierno tiene como norma estimular la incitativa privada, mas no controlarla. Los japoneses no temen la liberalización comercial siempre y cuando se produzcan artículos de alta calidad y bajo costo. Consideran el libre mercado como el reto que ha obligado a sus compañías a adoptar el control total de calidad. Las empresas japonesas, por ser capaces de competir internamente, han llegado a ser competitivas a nivel internacional.

2. La empresa se preocupa por la formación y el bienestar de sus trabajadores.

Por lo que toca a la relación obrero-patronal, en Japón la contratación es en gran parte de tipo familiar y en muchos casos vitalicia. Cuando la fábrica está bien administrada y es próspera, los empleados rara vez cambian de organización.

Además, las empresas japonesas se preocupan mucho de la educación y capacitación de sus trabajadores, lo cual reanuda en beneficio tanto del individuo como la institución misma. Se procura, pues, la formación de los empleados y que su estancia en la empresa sea resultado de una convicción personal, y no de una actitud conformista.

3. Se hace promoción a nivel nacional en favor de esta nueva filosofía administrativa.

Otra característica del control de calidad japonés es la promoción nacional que se hace de esta nueva filosofía.

En Japón existen las siguientes organizaciones nacionales que promueven el control total de calidad:

- el grupo de investigación en Control de Calidad.
- el Comité del Mes de Calidad.
- el Comité para la Conferencia Nacional sobre Control de Calidad.
- la Sede de Círculos de Control de Calidad.
- y los Capítulos Regionales de Círculos de Control de Calidad.

El Comité del Mes de Calidad se organizó en 1960.

Este Comité seleccionó el mes de noviembre como Mes de la Calidad. Desde entonces todos los años se llevan a cabo en el mes de Noviembre actividades relacionadas con el control total de calidad a nivel nacional, a fin de promoverlo y de informar al público sobre los puntos más importantes de esta filosofía administrativa y los resultados obtenidos. En dicho mes, además, se entregan los Premios Deming en la ciudad de Tokio y se dictan conferencias abiertas al público en las principales ciudades.

3.3. Resultados del movimiento japonés hacia la calidad.

Algunas cifras estadísticas referentes a la situación económica de Japón en los últimos años ilustran los beneficios que trajo consigo el haber adoptado la filosofía del control total de calidad.

El producto nacional bruto representa el valor de los bienes y servicios finales producidos en un país durante un determinado período de tiempo, que generalmente es un año. Ahora bien, en los dos últimos decenios, la tasa de crecimiento del PNB de Japón ha resultado ser superior al de países altamente industrializados.

**TASAS DE CRECIMIENTO
DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO REAL**

Países	Promedio Anual	Promedio Anual
	1969 - 1978	1979 - 1987
EUA	2.8	2.3
Japón	5.8	3.8
Rep. Fed. de Alemania	3.5	1.8

Fuente: World Economic Outlook I.M.F.

Conocer la tasa de inflación es importante para establecer con precisión la diferencia entre cifras nominales y cifras reales. Una tasa menor de inflación refleja una mayor estabilidad y equilibrio de la economía.

**TASA DE INFLACION EN PORCIENTOS
DEFLACTOR IMPLICITO**

(Nivel medio o general de precios de todos los bienes y servicios finales.)

Países	Promedio Anual	Promedio Anual
	1969 - 1978	1979 - 1987
EUA	6.7	5.6
Japón	8.2	2.0
Rep. Fed. de Alemania	5.6	3.4

Fuente: World Economic Outlook I.M.F.

A través de la producción hora-hombre podemos darnos cuenta del grado de productividad de una economía. Actualmente la producción hora-hombre de Japón es de las más altas.

PRODUCCION POR HORA - HOMBRE

Países	Promedio Anual	Promedio Anual
	1969 - 1978	1979 - 1987
EUA	2.5	2.5
Japón	7.2	2.8
Rep. Fed. de Alemania	4.7	2.9

Fuente: World Economic Outlook I.M.F.

El comportamiento de la cuenta corriente es especialmente elocuente, pues registra la actitud de la sociedad internacional con respecto a la adquisición de los productos y servicios de un determinado país. En general, un

saldo positivo en cuenta corriente indica, bajo ciertas circunstancias, que los consumidores nacionales del país A y los consumidos extranjeros del resto del mundo prefieren adquirir los bienes y servicios del país a, los bienes y servicios de sus respectivos países. Esta actitud se traduce en un flujo de activos hacia el país a, o bien, en una reducción de sus pasivos (deuda).

La gráfica de saldos en cuenta corriente, incluyendo transferencias oficiales, en Japón y Estados Unidos es la siguiente:

De acuerdo con la gráfica, la cuenta de Estados Unidos registra un saldo positivo que se prolonga prácticamente hasta el fin de la década de los 60. La de Japón registra sólo a la mitad de esta década un saldo negativo.

En la década de los 70 es muy claro un comportamiento casi simétricamente opuesto y de alternancia: en los años en que Japón registra un saldo positivo, el de Estados Unidos es negativo y casi en la misma proporción y tiempo; y viceversa. Cabe recordar que en este período, Japón más que ningún otro país en el mundo, resistió los poderosos embates del encarecimiento de los energéticos y de otras materias primas. En verdad resulta admirable su capacidad de ajuste ante las condiciones adversas.

Desde 1980 hasta el presente, Japón ha mantenido permanentemente un saldo positivo aceleradamente ascendente hasta 1986, año en que alcanzó la sorprendente cifra de 86,000 millones de dólares. En 1987 y 1988 descendió ligeramente, debido a la fuerte revaluación del yen y en que bajó de 251.1 por dólar en 1984 a 124.85 por dólar en abril de 1988.

En ese mismo período, el saldo de Estados Unidos bajó precipitadamente hasta alcanzar en 1986 la cifra negativa de alrededor de 140,000 millones de dólares cifra jamás registrada en la historia de este país. Ningún país en la historia humana pasó, en tan breve lapso de tiempo, de ser el mayor acreedor a convertirse en el principal deudor. el deslizamiento estadounidense hacia el déficit corrió parejo con el ascenso de Japón, que en el año de 1987 se contribuyó como el mayor acreedor mundial con activos netos de 240,000 millones de dólares.

La prosperidad financiera de este país, fruto del crecimiento extraordinario de sus exportaciones y de su productividad, esta comenzando a convertirse en influencia diplomática. Esta inversión de papeles ha sido ocasión para una serie de estudios acerca de la pérdida de competitividad estadounidense.

Tanto Deming como Juran habían previsto este ascenso de Japón. Juran, en uno de sus artículos (14), expresó su predicción mediante la siguiente gráfica que muestra el comportamiento de la economía de dicho país con respecto al comportamiento de la economía de los países occidentales más industrializados.

3.4. Cronología del movimiento japonés hacia la calidad

A manera de resumen se presenta a continuación la cronología de los hechos más importantes del movimiento japonés hacia la calidad:

- 1945** La fuerzas aliadas constituyen la sección de comunicaciones civiles.
Se establece la Asociación Japonesa de Estandares
- 1945** Se integra el Comité Japonés de Estandares Industriales.
Se funda la Unión de Científicos e Ingenieros
Japoneses (Japanese Union of Scientists and Engineers JUSE)
Aparece por primera vez la revista mensual Normas y Estándares.
- 1949** JUSE establece el Grupo de Investigación de Control de Calidad. Se ofrecen los primeros cursos de control de calidad.
Se aprueba la Ley de Estandarización Industrial.
Tienen lugar los seminarios organizados por la Sección de Comunicaciones Civiles.
- 1950** JUSE publica la revista Control Estadístico de Calidad.
Bajo la Ley de Estandarización Industrial se establecen los Estándares Industriales Japoneses (Japanese Industrial Standards JIS).
Deming ofrece seminarios acerca de la calidad.
- 1951** Se establece el Premio Deming.
Tiene lugar la Primera Conferencia de control de Calidad.
- 1954** Juran imparte seminarios acerca de la calidad.
- 1956** La Corporación de Radios de Onda corta de Japón transmite un curso sobre control de calidad para supervisores.
La Corporación Nacional de Radio de Japón ofrece cursos de control de calidad en su canal de televisión dedicado a la educación.
- 1960** JUSE publica un manual de control de calidad para Supervisores.
Se establece a nivel nacional el Mes de la Calidad.

- 1961** Se publica un suplemento especial acerca del control estadístico de la calidad dedicado a supervisores. Tiene lugar la XI Conferencia de Control de Calidad, que incluye paneles de discusión acerca del papel de supervisor en el aseguramiento de la calidad.
- 1962** Se publica Gemba_To_Qc (Control de Calidad para Supervisores), publicación que incluye la propuesta de formar círculos de control de calidad.
Queda registrado el primer círculo de control de calidad.
Tiene lugar la I Conferencia Anual sobre Control de Calidad para Supervisores.
- 1968** Se introduce el término Company-Wide Quality Control (CWQC)
- 1969** Tiene lugar en Tokio la I Conferencia Internacional de Control de Calidad.
- 1970** Se establece el Premio All Japan Quality Control.
Se establece la Sociedad Japonesa para Control de Calidad.
- 1972** La Quality Function Deployment se pone en práctica por primera vez en Kobe Shipyard, Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
- 1979** Llegan a 100,000 los círculos de calidad registrados.³

³ (Administrar para la Calidad / Dr. Mario Gutierrez / 2da. Edición / Pág. 13 - 20)

4. LAS SIETE HERRAMIENTAS BASICAS

Poner en práctica programas de Control Total de Calidad requiere del compromiso de la Dirección y de la participación de todos los trabajadores; es necesario contar con instrumentos y técnicas que hagan posible medir, analizar y controlar los procesos de trabajo de una manera ágil, confiable y eficaz.

Los instrumentos de trabajo que nos van a permitir alcanzar la excelencia son las llamadas siete herramientas Básicas para el CTC. Estos instrumentos de trabajo deben estar en manos de cada persona para que sean usadas en el trabajo diario, ya que fueron ideadas con ese propósito, pero también deben ser manejadas por los Gerentes.

El uso de estas herramientas permite identificar causas y áreas de problemas, graficar los datos referentes a ellos, destacar los problemas vitales y resaltar aspectos que hayan estado ocultos.

Para cada una de las herramientas se señalan, de manera general, en que consiste, cuál es su propósito y la forma de elaboración. Además se presentan algunos conceptos básicos necesarios para su puesta en práctica, por qué y como se deben recolectar datos, cómo se elaboran las principales gráficas empleadas en el control total de calidad y algunos conceptos estadísticos indispensables.

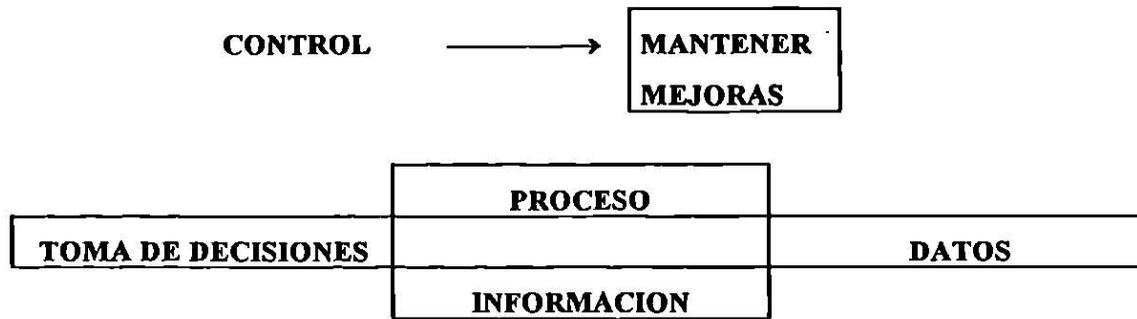
OBJETIVOS

El objetivo general es familiarizarse con el uso de las siete herramientas básicas para el Control Total de Calidad y lograr que se apliquen en problemas prácticos en su empresa. Tomar en cuenta los siguientes puntos:

- * Recolectar y estratificar datos, emplear hojas de verificación y graficar resultados.
- * Identificar los problemas vitales mediante el uso del diagrama de Pareto.
- * Organizar las posibles causas de un problema e identificar la causa principal a través de un diagrama de causa-efecto.
- * Organizar datos en distribuciones de frecuencia y graficarlos en la forma de histogramas.
- * Hacer seguimiento a través de gráficas de control para lograr que haya la menor variación posible en los resultados de un proceso.
- * Analizar la relación que puede existir entre dos variables, a través del diagrama de dispersión.

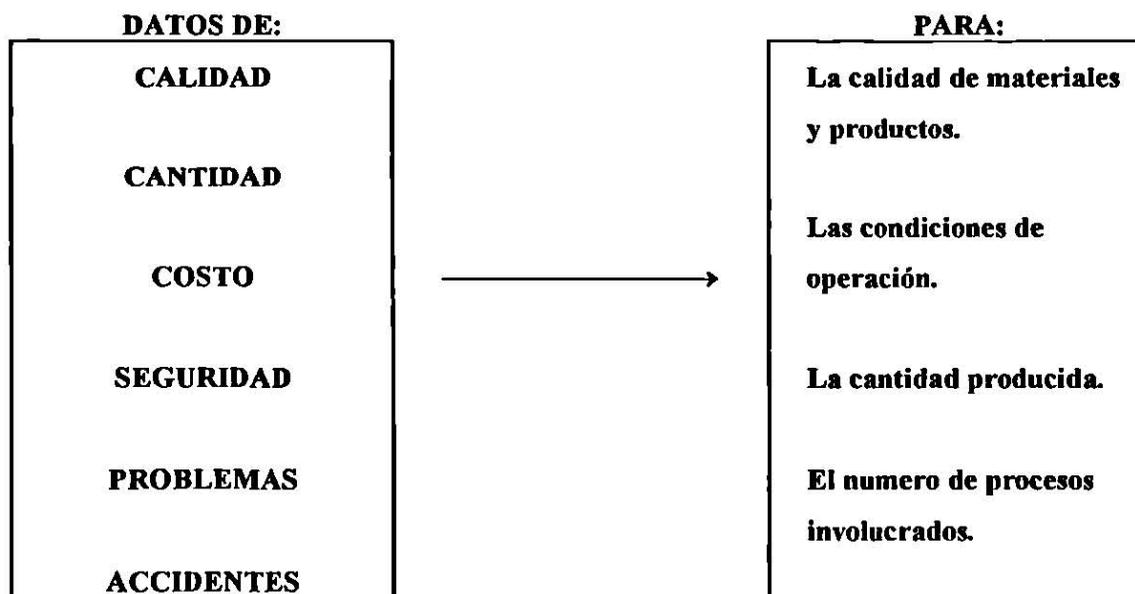
4.1. RECOLECCION DE DATOS

Si deseamos mejorar un proceso es de mucha ayuda el análisis estadístico de los datos que se obtengan mediante la observación científica de los procesos de producción o de servicio. En la figura siguiente se muestra el flujo de actividades que conducen al control de un proceso partiendo de los datos y su análisis estadístico:



ANALISIS ESTADISTICO

Para iniciar un estudio se recogen numerosos datos, cuyo análisis ordenado a través de sencillas técnicas estadísticas nos va a permitir estudiar y comprender la forma como se está trabajando y tomar decisiones para mejorar nuestros procesos o servicios.



Frecuentemente utilizamos nuestra experiencia, nuestra intuición, o conceptos abstractos para tomar decisiones, las cuales no siempre son las más adecuadas; es por esto que adicionalmente necesitamos datos para llegar a juicios correctos o decisiones acertadas:

Es necesario que en nuestra rutina diaria de trabajo incorpore el uso de datos, de tal forma que nos permita cierto grado de confiabilidad en nuestras acciones.

Los propósitos que se tiene cuándo se trabaja con datos son los siguientes:

- * Establecer la situación actual de la empresa
- * Ajustar los procedimientos de trabajo
- * Controlar los procedimientos de trabajo
- * Revisar y evaluar los procedimientos de trabajo
- * Analizar y mejorar el proceso del manufactura y servicio

Se tienen datos pero no se sabe que hacer con ellos, o lo contrario: hay muchos datos que sería interesante tener pero que no son recopilados (¿ o es esta?):

Los datos buenos son aquellos que tiene definido con claridad el propósito y que llenan completamente el objetivo que se pretende. A menudo esto implica desarrollar hojas de verificación, es decir, formatos que organizan los datos de modo que ayudan a aislar las causas específicas de los defectos o de las fallas del producto o servicio. En la recolección de datos se pueden tener objetivos como los siguientes:

1. Investigar desviaciones respecto a un valor esperado o promedio.

Aquí conviene registrar los datos mediados en una tabla o en una hoja de verificación de tal forma que se faciliten los cálculos de su tendencia central y su dispersión.

2. Investigar cambios a través del tiempo.

Aquí debe ponerse atención al tiempo y al orden en que se toman las mediciones (datos). Se puede diseñar la hoja de verificación de tal forma que se registren fácilmente las mediciones en ese orden, utilizar columnas para organizar los datos de acuerdo a condiciones variables, como días de la semana, temperatura o un ajuste en los procedimientos de trabajo.

3. Investigar el tipo y frecuencia de los defectos y fallas.

Si ocurre diferentes tipos de defectos o fallas, se pueden investigar sus tendencias y frecuencias por separado, ya que los diferentes defectos tienen usualmente diferentes causas. La hoja de verificación se diseña con los diversos tipos de defectos o fallas dispuestas por columnas.

4. Investigar las causas de los defectos o de las fallas con base en la situación en la cuál ocurren.

Los defectos y las fallas siempre tienen causas. Para determinarlas, se deben investigar las circunstancias en las cuales ocurrieron y estratificar las causas probables por materiales, máquinas, equipo, personal y métodos (la estratificación se trata con detalle en el capítulo 4).

CONDICIONES PARA TRABAJAR CON LOS DATOS

1. Definir el propósito de los datos y tener claro el objetivo sobre el cuál se actuará.
2. Consignar claramente la historia de los datos:
 - * Qué datos se recopilan
 - * Por qué se recopilaron
 - * Cuándo se recopilaron
 - * Dónde se recopilaron
 - * Como y con qué método se recopilaron
3. Recopilar datos de la relación entre la calidad (resultados) y los diversos factores que la influyen.
4. Recopilar datos de manera imparcial, o sea, no aquéllos que sean de fácil recolección o inconvenientes

TIPOS DE DATOS.

Datos medibles:

Datos en cantidades continuas como el tiempo de proceso por producto, la velocidad y dirección de los vehículos, o la temperatura diaria del lugar de trabajo, que tienen unidades y son obtenidos por medición en instrumentos de medición.

Datos contables:

Datos discretos como el número de clientes no atendidos por día, trabajadores ausentes o accidentes por semana. Estos datos son recopilados como números enteros mediante procesos de conteo.

DATOS

* Medibles

* Contables

Es importantes recopilar datos en una forma apropiada para el tipo de análisis que se quiere. Algunos de los datos que se pueden manejar en nuestras empresas son los siguientes:

Datos Medibles

- Consumo eléctrico diario de la planta.
- Potencia de las máquinas.
- Velocidad de corte.
- Tiempo de horneado.

Datos Contables

- Información sobre clientes actuales y potenciales.
- Piezas manufacturadas por hora.
- Control de contratos.
- Metas de ventas.

4.2. METODOS GRAFICOS

Las gráficas representan los datos de una manera visual de tal modo que facilitan la interpretación y la comprensión de una situación dada. En Control Total de Calidad se aplica siempre que sea posible la siguiente regla:

Beneficios de las gráficas.

El uso de gráficas hace que éstas se convierten en herramientas indispensables para la administración y para la mejora continua de los procesos y servicios, ya que:

- Una gráfica atrae la atención del que la ve, quien se identifica y se siente familiarizado con el tema en la gráfica.
- Una gráfica presenta información en forma visual, lo cuál la hace recordar más fácilmente.
- Una gráfica ayuda a identificar tendencias, patrones y otras características de los datos.
- Una gráfica puede revelar hechos y relaciones ocultos, de difícil identificación.

Escalas.

El uso de diferentes tipos de gráficas es necesario que el usuario este familiarizado con la construcción de las escalas, sobre todo para determinar cuál es la más apropiada que permita percibir con mejor claridad las tendencias o patrones que muestren los datos.

La conveniencia de usar una u otra depende de la situación. En todos los casos en que se mida una diferencia y se pueda tomar cierta referencia, es conveniente "mover el cero" y graficar esa diferencia positiva o negativa.

A) Gráficas de barras:

La gráfica de barras proporciona una ilustración sencilla y rápida de datos que pueden dividirse en unas cuantas categorías, las cuales pueden compararse entre sí. Se utiliza para analizar relaciones entre cantidades en el lugar de trabajo, tales como el número de propuestas que mejora, número de fallas por servicio, número de inasistencias por grupo de trabajo, etc.

1. Decida los ítems que se van a incluir.

Estos pueden ser el número de propuestas, el número de fallas de un servicio, etc., así como el lugar de trabajo y el período estudiado.

2. Recolecte y tabule los datos.

Recolecte los datos en categorías tales como departamento, empleado, grupo de trabajo, o servicio, y regístrelos en una tabla. Si las categorías no tienen un orden específico, ordénelas por magnitud descendente (por ejemplo, desde el más viejo hasta el más joven). A veces se puede necesitar una columna de "otros" para datos que no estén contenidos en las categorías definidas.

3. Determine la escala para eje vertical.

Encuentre los datos máximo y mínimo y determine el espacio entre las graduaciones del eje vertical, usando una unidad de escala cercana al dato más pequeño.

4. Determine la escala para el eje horizontal.

Elija la graduación del eje horizontal de modo que la gráfica tenga más o menos un tamaño cuadrado. Coloque los nombres de las categorías igualmente espaciados, con un medio espacio entre ellas.

5. Dibuje los ejes vertical y horizontal.

Use papel para graficar (o cuadriculado) para dibujar los ejes. Escriba el nombre del eje vertical y los valores numéricos enfrente de las graduaciones. Escriba las categorías en el eje horizontal.

6. Dibuje las barras de acuerdo a los datos.

Si se tienen diferentes tipos de datos, puede llenar las barras con colores o patrones geométricos.

7. Documente la gráfica.

Escriba el título, fecha, lugar, nombre del proceso o servicio, nombre de la persona que hizo la gráfica u otros datos que sea necesario incluir.

¿ Como se lee y utiliza la gráfica de barras ?

- **Utilice la gráfica para evaluar la situación general. No la use para comparar pequeñas diferencias, sino para tener una visión general de la situación.**
- **Compare las alturas de las barras y analice las diferencias entre las categorías.**
- **Si existe una valor meta o un estándar inclúyalo en la gráfica y discuta las diferencias con respecto a las alturas de las distintas barras.**
- **Coloque dos gráficas de barras lado a lado o bien superpuestas para efectos de comparación.**

Existen dos formas de manejar las gráficas de barras:

- 1. Con datos medibles, donde las categorías se trazan sobre un eje continuo en orden ascendente.**
- 2. Con datos contables, donde las barras deben estar separadas, para evitar implicar continuidad entre las categorías, y éstas se pueden acomodar de cualquier forma.**

B) Gráfica de línea:

La gráfica de línea nos permite observar la forma en que cambia una variable con respecto a otra: por ello resulta muy útil para analizar los cambios de una variable cuantitativa (por ejemplo ventas o pérdidas medidas en pesos, producción en toneladas o en lotes) con respecto a valores puntuales o intervalos de una segunda variable.

Las variables se suelen denominar "independiente" y "dependiente", donde la primera determina el valor de la segunda. Los valores de la variable dependiente se indican por medio de una serie de puntos colocados sobre los valores de la variable independiente.

C) Gráfica de radar:

La gráfica de radar examina un tema de estudio desde varios puntos de vista o perspectivas para después evaluar los resultados en una forma conjunta, si se dispone de un conjunto de datos múltiples se pueden integrar en esta gráfica, para así visualizar los datos y ganar en comprensión acerca de la situación que se esté estudiando.

La gráfica de radar tiene la ventaja de poderse usar cuándo el conjunto de datos es grande y su análisis es adecuado a la hora de formular un juicio complicado. La gráfica también es útil para indicar las relaciones entre los diversos items, entre los promedios y entre cada item.

D) Gráfica de banda:

La gráfica de banda sirve para expresar la composición interna de algún aspecto y las proporciones de sus componentes. Se pueden dibujar varias gráficas de banda en forma paralela para facilitar la comparación de cantidades y proporciones.

Procedimiento de elaboración:

1. Decida qué items va a incluir.

Sirva como ejemplos el siguiente tema:

Desglose de los costos de reparación del techo de la nave industrial del área de corte a cintas en una empresa manufacturera de acero laminado (materiales, costo de mano de obra, costos de equipo y herramientas y costos indirectos).

2. Recopile y tabule los datos.

Decida el método para clasificar los componentes de los datos, recopile los datos y lístelos en orden descendente de costo. Liste "otros" aunque haya muchos items en esta categoría. Puede listar los resultados en otros orden distinto al descendente, si le es más útil.

Tipo de Gasto	Costo
Costos de materiales	159,600
costos de mano de obra	102,600
Costos de herramientas y equipo	38,000
Costos indirectos	79,800
Total	380,000

3. Encuentre el porcentaje de cada item, el número acumulado y el porcentaje acumulado.

* porcentaje = cantidad del item / cantidad total X 100%

* número acumulado = número acumulado anterior + cantidad de este item

* porcentaje acumulado = número acumulado/cantidad total X 100%

Tipo de Gasto	Costo	Propor.	Costo Acum.	Propor. Acum.
Costos de materiales	159,600	42	159,600	42
costos de mano de obra	102,600	27	262,200	69
Costos de herramientas y equipo	38,000	10	300,200	79
Costos indirectos	79,800	21	380,000	100
Total	380,000	100	380,000	

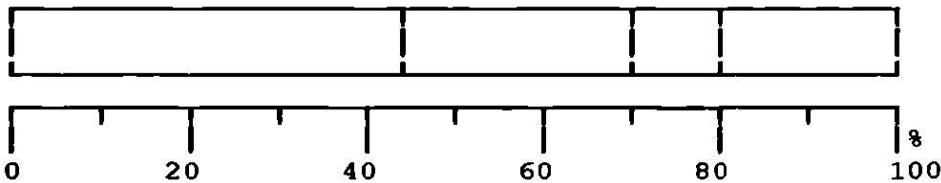
4. Dibuje el eje horizontal y la escala.

Divida el eje graduándolo de 0% al 100% de izquierda a derecha. Escriba los porcentajes.

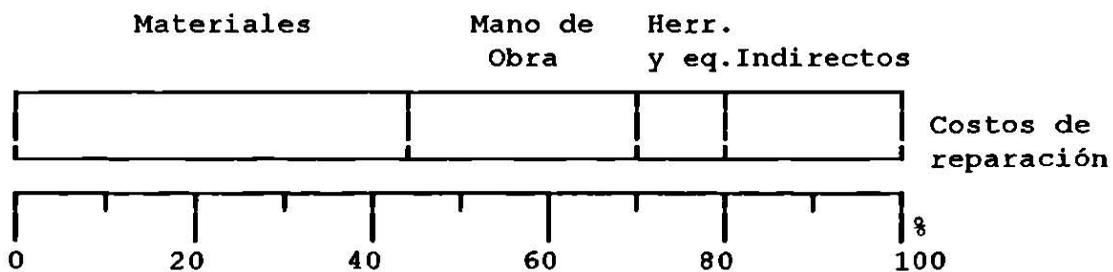


5. Dibuje la banda y muestre los datos en su longitud.

Divida la banda en las marcas del porcentaje acumulado de cada categoría de sus datos.



6. Etiquete las secciones en la banda.



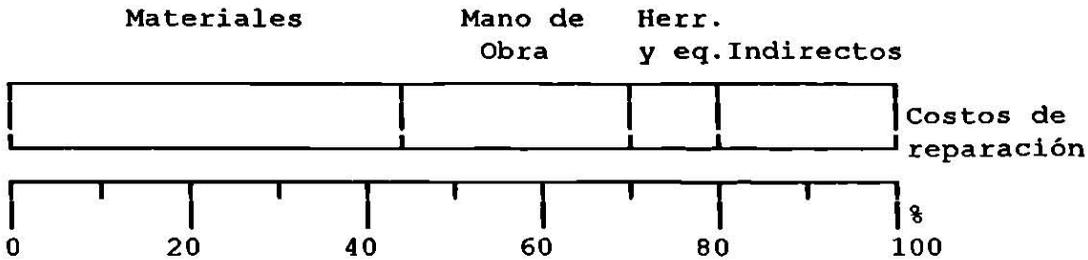
7. **Escriba las leyendas.**

Anote el título, período, total, fecha de elaboración, quién la elaboró...

Distribución de costos de reparación

Período: Abril'92

Elaboró: José Rivera



8. **Analice la gráfica.**

- Considere qué items conforman la gráfica de banda.
- Reconozca qué items constituyen la proporción más grande del total.
- Considere la proporción relativa de los varios items del total.
- Compare dos gráficas de bandas poniendo una encima de otra, conectando los porcentajes acumulados con líneas punteadas.

Para el ejemplo:

- * El componente más grande de los costos de reparación es el de los materiales con un 42%.
- * La mano de obra es el siguiente; con un 27%, seguido por los costos indirectos con un 21% y los costos de herramientas y equipo en un 10%.
- * Entonces la proporción de costos de materiales, costo de mano de obra; costos de herramientas y equipo, costos indirectos es de 4:3:1:2.

E) Gráfica de pastel:

La gráfica de pastel se utiliza para comparar sectores de un conjunto de datos, representados en un círculo. Puede ser usada para descomponer las ventas de productos, analizar el porcentaje de errores por tipo de error, comparar porcentaje de clientes atendidos, según tipo de cliente...

Procedimiento de elaboración:

1. Decida qué items serán incluidos.

Estos pueden ser ventas, descomposición de precios de productos, descomposición de defectos de productos o errores en un proceso. Por ejemplo, al averiguar los problemas de los líderes de los Grupos de Mejora Continua se puede tener lo siguiente:

Tema: Problemas de los líderes de GMC

Objetivo: Líderes de GMC de toda la Región

Período: Del 1º de Septiembre al 30 de Septiembre

2. Recopile y tabule datos.

Decida cómo fraccionará los datos, recopile los datos y listelos en orden descendente de frecuencia. Escriba "otros: aunque haya muchos que caigan en esta categoría.

Item	Casos
Habilidades inadecuadas de los miembros del grupo.	66
Ausencias en las juntas.	26
El supervisor no entiende el problema.	43
Muy ocupado, no hay tiempo para terminar el trabajo.	109
Habilidades propias inadecuadas.	14
Otros.	30
Total	288

3. Determine la proporción relativa de los diversos items y el ángulo correspondiente a sus sectores en el círculo.

Expresa la participación de los datos en items individuales como un porcentaje del todo (%), el total acumulado y el ángulo acumulado:

$$\text{* Proporción} = \frac{\text{Cantidad de ítem}}{\text{Cantidad total}} \times 100 \%$$

$$\text{* Número acumulado} = \text{Número acumulado previo} + \text{cantidad de ese ítem}$$

$$\text{* Angulo acumulado} = \frac{\text{Número acumulado}}{\text{Cantidad total}} \times 360^\circ$$

4. Dibuje la gráfica de pastel.

Dibuje el círculo de tamaño adecuado. Inicie en la posición de las 12:00 horas y muévase a favor de las manecillas del reloj para dividir el círculo en sectores usando los ángulos acumulados.

5. Etiquete los sectores.

Añada el título, período y la documentación necesaria para identificar la información. El título, los totales y el período de recopilación pueden ponerse en un círculo en el centro.

6. Examine la gráfica.

Analice la información que obtuvo.

4.3. HOJA DE VERIFICACION

Los datos recolectados en una hoja de verificación tienen un uso directo en la elaboración de otras gráficas de control, como la gráfica de control, el histograma, el diagrama de Pareto, etc. La hoja de verificación sirve para lo siguiente:

- Proporciona un medio para registrar de manera eficiente los datos que servirán de base para subsecuentes análisis.
- Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo.
- Facilita el inicio del pensamiento estadístico.
- Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos.
- Se puede usar para confirmar las normas establecidas.
- Facilita el cumplimiento del trabajo.

Tipos de hojas de verificación.

El diseño de la hoja de verificación debe facilitar el logro de los objetivos planteados.

Hay tres tipos de hojas de verificación que se pueden emplear en una situación dada:

- 1. Hoja para registro de datos**
- 2. Hoja de localización**
- 3. Lista de verificación**

Procedimiento de elaboración.

- 1. Defina claramente el propósito de la recolección de los datos.**
Identifique los factores más significativos en el problema o área de mejora. No recoja datos por recoger. Asegúrese que la información que se obtenga sea utilizada.
- 2. Decida cómo recolectar los datos.**
Utilice las preguntas qué, donde, cuándo, quien, por que, como, y determine responsables, fecha y lugar de la recolección, así como el método de recolección.
- 3. Estime el total de datos que serán recolectados.**
El total de datos varía según la situación. Considere si los datos pueden ser recolectados dentro del tiempo especificado.
- 4. Decida el formato de la hoja.**
Haga un borrador de la hoja procurando que sea de fácil uso. Al mismo tiempo, defina el arreglo de los elementos y los símbolos que se vayan a utilizar.
- 5. Escriba los datos en la hoja.**
En caso de variables, defina la unidad de medición, y cerciórese de la certificación de los sistemas de medición; para atributos defina los símbolos que se van a utilizar.
- 6. Verifique una vez más su factibilidad de uso.**
¿ Satisface los objetivos ? ¿ Es fácil de usar ? Actualice el formato de la hoja en caso de que sea necesario.

HOJA PARA REGISTRO DE DATOS:

*** Datos por variables**

La recolección de datos implica reunir datos acerca de variables que en una empresa inciden sobre la calidad total, como tiempo de atención a clientes, tiempos de procesos, tiempos de preparación de máquinas, desviación de metas, costo del retrabajo por mes, retardos del personal... Cuando estos datos se quieren medir, se representan mejor en una hoja de verificación para Variables, que se asemeja mucho a una distribución de frecuencias (de hecho, es su antecedente).

*** Datos de atributos**

La recolección de datos también pueden hacerse por atributos, donde se presta atención al tipo y frecuencias de las causas de un problema: por ejemplo, la rotación de personal puede tener como causas: falta de motivación, mejores oportunidades, trabajo poco interesante, malas relaciones con el supervisor o con los compañeros; las mermas pueden deberse a diferentes causas: materia prima defectuosa, fallas de las máquinas, errores del personal, mal manejo, desperdicio necesario, etc. Es decir, a un problema se le "atribuyen" causas. Puesto que hay muchas causas posibles de un error o falla, la manera lógica de recolectar los datos es determinar el número de productos o servicios disconformes según una lista de causas, o el porcentaje de defectos generados por cada causa. Con esta información se pueden llevar a cabo acciones para la mejora.

HOJA DE LOCALIZACION

Otro modo de recolectar información es a través de una hoja de localización, que es un diagrama o mapa de un área bajo observación, de un producto o de una de sus partes, en el cuál se indica la naturaleza y localización específica de errores, fallas, daños, accidentes...

LISTA DE VERIFICACION

La lista de verificación es una enumeración de elementos dispuestos en un orden determinado: secuencia de inspección, pasos secuenciales de un proceso, lista de materiales por orden de uso.

Esta herramienta se utiliza para evitar la omisión de pasos en procedimientos largos o complicados, o para comprobar si está completa una lista de materiales que deben usarse o de actividades que deben cumplirse.

LECTURA Y USO DE LA HOJA DE VERIFICACION.

- Visualice toda la hoja.

Observe los datos obtenidos de manera, tratando de encontrar una posible concentración de estos: ¿tienen alguna tendencia?, ¿hay datos anómalos?... Vea las series de tiempo. Trate de encontrar cambios periódicos en los datos, ya sea en una base diaria, semanal...

- Enlace la hoja de verificación con las otras herramientas básicas.

A partir de ésta, se puede construir un diagrama de Pareto, un histograma y otras. Esta herramienta será de valor si el análisis de los datos conduce a resultados prácticos, por ejemplo, la resolución de un problema o el logro de una mejora.

- Las hojas deben cumplir con el objetivo que se definió para su uso.

Puesto que hay distintos tipos de hojas, la que usted ha diseñado debe satisfacer el propósito definido.

- Realice las acciones correctivas tan pronto como sea posible.

Los datos y la información recabados deben servir para proseguir el análisis del proceso o producto, con miras a establecer acciones para prevenir que se repitan errores o evitar nuevo.

4.4. ESTRATIFICACION

El análisis de información puede dificultarse si no se ha hecho una organización previa de ésta. No es lo mismo analizar un conjunto de datos generales sobre productividad y tomar decisiones sobre ellos, que hacerlo por departamentos o por máquinas.

En aspectos de Control Total de Calidad, cuándo se investiga la causa de una falla o la variación excesiva que se presenta en un proceso, se tiene a veces la necesidad de examinar los datos mediante una agrupación de éstos ya sea por tipo de producto, tipo de material, tipo de equipo, método de trabajo o empleado.

La herramienta estadística que contribuye a la solución de este problema es la estratificación.

QUE ES Y PARA QUE SIRVE LA ESTRATIFICACION

La estratificación es una clasificación, por afinidad, de los elementos de una población, para analizarlos y poder determinar con más facilidad las causas del comportamiento de alguna característica de calidad. A cada una de las partes de esta clasificación se le llama estrato.

Se pueden estratificar los datos que se recojan para hacer un análisis detallado a través de herramientas estadísticas como el diagrama de Pareto, el diagrama de causa - efecto, el diagrama de dispersión, las hojas de verificación y las gráficas de control.

Las estratificación tiene una gran utilidad:

- Sirve para identificar la causa que tiene mayor influencia en la variación.
- Permite comprender de manera detallada la estructura de un grupo de datos, lo cuál permitirá identificar las causas del problema y llevar a cabo las acciones correctivas convenientes.
- Permite examinar la diferencia en los valores promedios y la variación entre diferentes estratos, y tomar medidas contra la diferencia que pueda existir.

La Estratificación se utiliza para clasificar datos e identificar su estructura y afinidad.

Estratificación por lotes

Las colecciones de productos conocidas como "lotes" resultan comúnmente de numerosos arreglos de variables. La variabilidad de las características de calidad de interés puede detectarse dentro de un mismo lote o bien entre lotes: Otros criterios para realizar la estratificación se basan en la consideración de que a veces los lotes son el resultado de la convergencia de varias líneas de flujo del proceso. Estas líneas difieren una de otra debido a que están siendo procesadas por diferentes lotes de materia prima, por diferentes operarios, etc. En la mayoría de los casos, es posible y útil separar estas múltiples variables en sus componentes para poder cuantificar su importancia y descubrir cuál es dominante.

4.5. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

En el trabajo rutinario de una empresa se presentan numerosos problemas. Por ejemplo: quejas variadas de los clientes, ausencia de trabajadores, errores en los procedimientos de trabajo, producción defectuosa, etc. Cuando se analiza cualquiera de estos problemas a menudo ocurre que se señalan algunas probables causas, dentro de las cuales, a lo mejor no se encuentra la principal; de ahí que se dificulte encontrar la solución. Por eso es necesario

que cada uno de los involucrados en el problema, contribuya con sus ideas en torno a las posibles causas, y que éstas se vayan organizando y relacionando con su efecto, de una manera gráfica.

El instrumento que permite tener un panorama global del problema y visualizar las relaciones que tienen las causas entre sí y con su efecto es el diagrama causa-efecto.

Si no se identifica la causa real del problema podrá hacerse mucho por solucionarlo, pero no se tendrá éxito.

Ley de la casualidad. "Todo efecto (evento, desviación, problema, resultado, etc.) tiene cuándo menos una causa que la origina".

QUE ES EL DIAGRAMA CAUSA-EFECTO

El diagrama causa - efecto es una técnica de análisis en la resolución de problemas, desarrollada formalmente por el Profesor Kaoru Ishikawa, de la Universidad de Tokio, en 1943, quien la utilizó con un grupo de ingenieros en una planta de la Kawasaki Steel Works, para explicar como diversos factores que afectan un proceso pueden ser clasificados y relacionados de cierta manera.

El diagrama causa - efecto es un gráfico que muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas.

El "resultado fijo" de la definición es comúnmente denominado el "efecto", el cuál representa un área de mejora: un problema que se deba resolver, un proceso o una característica de calidad. Una vez que el problema/efecto es definido, se identifican los factores que contribuyen a él (causas).

Ejemplos:

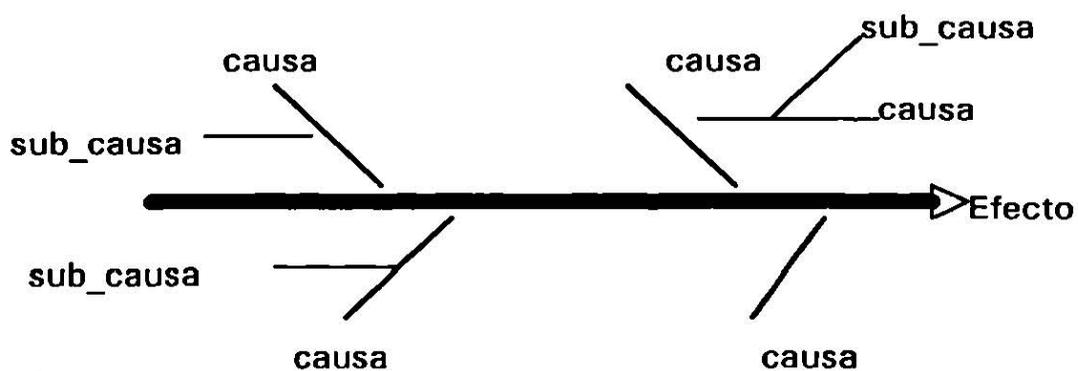
- a) Un determinado eje de la máquina (CAUSA) puede ser responsable de que la pieza no alcance su longitud exacta (EFECTO).
- b) Las diferencias en el grado de dureza del material (EFECTO) se pueden deber a diferencias en la composición química de la materia prima (CAUSA).
- c) La falta de entrenamiento de los trabajadores (CAUSA) puede propiciar el aumento en el porcentaje de productos defectuosos (EFECTO).

- d) Un llenado incorrecto de formas de un pedido de mercancía (CAUSA) puede provocar que no llegue la mercancía al cliente (EFECTO).

En tanto que pueden existir una o varias causas del problema, probablemente hay muchas causas potenciales (subcausas) que podrían aparecer en el diagrama de causa-efecto.

La presentación que en el diagrama se da a la relación existente entre las causas/subcausas y el efecto, asume la forma de un esqueleto de pescado, razón por la cuál también se le conoce con este nombre.

La estructura general del diagrama se muestra en la siguiente figura:



PARA QUE SIRVE EL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

- Elaborar un diagrama de causa - efecto es una labor educativa en sí misma, en la cuál se favorece el intercambio de técnicas y experiencias entre los miembros del grupo de mejora, cada uno de los cuales ganará nuevo conocimiento ya sea al realizar el diagrama o al estudiar uno terminado.
- El diagrama puede ser utilizado para el análisis de cualquier problema, ya que sirve tanto para identificar los diversos factores que afectan un resultado, como para clasificarlos y relacionarlos entre sí.
- El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos que se deben obtener para conformar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.
- El diagrama se puede emplear, por otra parte, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integran el proceso.

Cuándo se detectan causas potenciales de un problema, éstas pueden prevenirse si se adoptan controles apropiados.

- Finalmente, el diagrama de causa - efecto muestra la habilidad profesional que posee el personal encargado del proceso; cuánto más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.

LA " LLUVIA DE IDEAS "

Es importante que el diagrama de causa - efecto represente las perspectivas de varias personas diferentes implicadas en el problema/área de oportunidad más que la visión de uno o dos individuos. Una técnica adecuada para este fin es la "lluvia de ideas" efectuada por el grupo de mejora continua.

Los siguientes son algunos de los puntos que deben cuidarse al organizar una sesión de "lluvia de ideas":

SUGERENCIAS

- Debe alentarse la participación de todos los participantes y promover el lanzamiento de todo tipo de ideas, así parezcan insensatas.
- No se deben hacer críticas a ninguna de las sugerencias. Es necesario abstenerse de juzgar entre lo bueno y lo malo.
- Las sugerencias no deben limitarse al área personal de trabajo.
- Hay que promover más la cantidad de ideas que la calidad.
- Se debe estar abierto a las ideas de otros.
- Los participantes deben concentrarse en el análisis de un problema, y no entretenerse en justificar la aparición del problema.
- No existen ideas ni preguntas tontas, solo tontos que no hablan.

ELABORACION DEL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

1. Defina el "efecto" o resultado.

El efecto debe ser definido de un modo claro. Escriba el enunciado del efecto en una hoja grande (en la parte central de esta y hacia el lado derecho). Encierre el enunciado en un cuadro y dibuje una flecha con su punta conectada con el cuadro.

2. Identifique las causas mayores.

El equipo de trabajo sesionará, mediante una "lluvia de ideas"; en primer lugar se reconocen las causas principales, que generalmente corresponden a las categorías conocidas como 4M/1H (Material, Método, Maquina, Medio Ambiente y Hombre), pero que pueden variar dependiendo del problema o efecto que se esté analizando. Por lo general, a la fecha mayor sólo deben llegar de 4 a 8 "espinas".

3. Identifique causas y subcausas que contribuyen al efecto.

Estas deben registrarse en el diagrama (las causas y subcausas constituyen las ramas o espinas de las causas mayores).

4. Verifique las causas probables.

Cerciorese que no se haya omitido o traslapado ninguna causa probable.

5. Señale y verifique las causas más probables.

Con un círculo u otra manera, señale las causas que, con base en la experiencia de los participantes, sean las más probables y verifique estas apreciaciones mediante el análisis, recolectando datos para ver si el impacto sobre el problema es significativo.

Sí el impacto de las causas señaladas sobre el problema, no es significativo, se hace el mismo análisis sobre las otras causas.

Este es un proceso iterativo: debe repetirse cuantas veces sea necesario...

Es importante señalar que en el diagrama de causa - efecto sólo se anotan las causas y no las soluciones del problema / área de oportunidad. Cada una de las causas potenciales que han sido identificadas se pueden examinar de un modo más detallado preguntando para cada una de ellas lo siguiente:

¿ quién ? ¿ qué ? ¿ dónde ? ¿ cuándo ? ¿ por qué ?

La meta que se persigue es llegar al corazón mismo del problema. En ocasiones se sugiere el uso de tarjetas que se reparten entre los participantes, en las cuales se anotan las causas que ellos consideren importantes; al terminar, se colocarán en el pizarrón, se agruparán por afinidad y se les definirán los encabezados; con esta información se arma el diagrama final.

APLICACIONES DEL DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO

El diagrama de causa - efecto tiene diversas aplicaciones: a manera de ejemplo, presentamos a continuación tres tipos de éstas: análisis de variabilidad, análisis del proceso por etapas y diagrama para el proceso.

1. Análisis de variabilidad:

El diagrama de causa - efecto básicos es el utilizado para analizar las causas de la variación o dispersión de un efecto o una característica de calidad, tal como se ha visto en los ejemplos anteriores.

2. Análisis del proceso por etapas:

Esta forma del diagrama se usa cuándo una serie de eventos (pasos en un proceso) crean un problema en un producto/servicio y no está claro cuál evento o etapa es la causa del problema. Cada categoría o sub-proceso se examina para ver si hay causas posibles; después de esto, se seleccionan y verifican las causas significativas del problema. El diagrama de causa-efecto elaborado por fases del proceso propicia y facilita la comunicación entre las distintas etapas y se utiliza para prevenir problemas en el proceso.

En cada etapa del proceso la pregunta que se debe hacer es la siguiente: **¿ qué problemas de calidad podrían ocurrir en esta fase del proceso ?**

3. Diagrama sobre un modelo o plano:

Resulta de la combinación del diagrama de causa - efecto con un modelo (a escala o un dibujo o fotografía) del proceso (o instalaciones, máquina, etc.), señalando las diversas causas que están influyendo en cada parte del mismo.

QUE TENER EN CUENTA AL ELABORAR UN DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

* No confunda los efectos con las causas y las contramedidas.

* Mantenga una visión "colectiva". Cualquier idea, por irrisoria o pequeña que parezca puede ser la clave de la

solución del problema.

* Ponga la espina de pescado dentro de una "ballena". O sea, no lo trabaje de manera aislada, sino ubíquelo dentro de un Proyecto de Mejora Continua.

* Mejore el diagrama permanentemente. No conviene hacer el diagrama y dejarlo de lado. Se recomienda colocarlo en el lugar de trabajo para motivar a quien tenga aportes a incluirlos, de tal manera que el diagrama se mantenga en una permanente dinámica de revisión.

* Utilice todas las hojas que sean necesarias. Es importante que una sola hoja permita incluir todos los elementos. Por ejemplo al hablar de "errores en el proceso de venta", quizás fuera necesario hacer una hoja por cada error identificado.

* Amplíe los usos del diagrama. Como hemos visto, hay variadas formas de emplearlo.

COMO SE UTILIZA EL DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO

1. Para dirigir una discusión.

A veces, en las reuniones de los miembros de Grupo de Mejora Continua se tiende a "salirse del tema". Con la elaboración del diagrama de causa-efecto, la discusión se mantiene centrada en el tema.

2. Como medio de aprendizaje.

La elaboración de un diagrama de causa-efecto puede convertirse en una labor educativa, pues la participación y discusión de todos y cada uno de los miembros del grupo contribuyen a que ellos aprendan cosas nuevas.

3. Recolección de datos.

El análisis que supone la elaboración del diagrama ayuda también a determinar el tipo de datos a obtener con el fin de confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema.

4. Prevención de problemas

El diagrama se puede emplear, por otra parte, para prevenir problemas, pues proporciona una visión de conjunto, bien sea de los factores de una determinada característica de calidad, o bien, de las fases que integran el proceso.

5. Evaluación de habilidades.

Finalmente, el diagrama de causa-efecto permite ver la habilidad profesional que posee el personal encargado de su elaboración; entre más alto sea el nivel, mejor será el diagrama resultante.

4.6. DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es la herramienta que va a permitir identificar los problemas reales de mayor importancia, que deben ser enfrentados inmediatamente.

QUE ES EL DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores.

El nombre de este diagrama es en honor a Vilfredo Pareto un economista italiano que introdujo el concepto de los "pocos vitales" contra los "muchos triviales". Los primeros se refieren a aquéllos pocos factores que representan la parte mas grande o el porcentaje más alto de un total, mientras que los segundos son aquéllos numerosos factores que representan la pequeña parte restante. Esta herramienta fue popularizada por Joseph Juran y Alan Lankelin; éste último formuló la "regla 80-20" con base en los estudios y principios de Pareto: Aproximadamente, el 80% de un valor o de un costo se debe al 20% de los elementos de éste.

PARA QUE SIRVE EL DIAGRAMA DE PARETO

El objetivo del diagrama de Pareto es identificar los "pocos vitales", o sea, ese 20%, de tal manera que la acción correctiva se aplique donde produzca un mayor beneficio. El diagrama de Pareto, al organizar los factores por orden de importancia, facilita una correcta toma de decisiones.

* Canaliza los esfuerzos hacia los "pocos vitales".

* Es el primer paso para la realización de mejoras, pues se aplica en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora, en cualquiera de los componentes de la Calidad Total; la calidad del producto/servicio, costos, entrega, seguridad y moral.

* Permite la comparación antes/después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones emprendidas para lograr mejoras.

* Se utiliza también para expresar los costos que implica cada tipo de defecto y los ahorros logrados mediante el efecto correctivo llevado a cabo a través de determinadas acciones.

COMO SE HACE EL DIAGRAMA DE PARETO

El diagrama de Pareto se asemeja a un diagrama de barras, y su construcción comprende los siguientes pasos; para ilustrar la construcción del diagrama, se proporciona un ejemplo:

Habiendo ya identificado los "pocos vitales", el siguiente paso sería que los responsables que han realizado el diagrama se pregunten sobre la factibilidad de atacar estos factores. Según el principio de Pareto, la acción de eliminar estos factores traería como consecuencia la disminución del tamaño del problema en aproximadamente un 80%.

Naturalmente, el atacar esos factores implica el uso de recursos (tiempo, dinero, materiales, mano de obra, etc.), los cuales deberán estudiarse para ver si con ellos se pueden llevar a cabo esta actividad. En el caso con que no se cuenten con los recursos necesarios para eliminar todos algunos de esos factores (los identificados en el diagrama), se deberá decidir sobre la conveniencia de enfrentar tal o cuál factor.

DIAGRAMA DE PARETO DE COSTOS:

El diagrama de Pareto pueden tener mayor impacto cuándo los problemas analizados son expresados en función de sus costos. Por ejemplo, es posible calcular el costo para un tipo de error en particular mediante la evaluación del costo unitario incurrido cada vez que tal error ocurre. Tales costos deben considerar aspectos tales como clientes perdidos, tiempo gastado en actividades inútiles, reparaciones que debían hacerse, re-procesos de producto, desperdicio, materia prima, equipo comprado inútilmente, etc.

El procedimiento empleado para la construcción de este tipo de diagrama es igual al descrito en el punto anterior, pero ahora el eje vertical izquierdo del diagrama será graduado en función de los costos incurridos por cada tipo de factor.

Cómo poner en práctica el diagrama de Pareto

1. Defina el problema e identifique las causas o categorías potenciales.
2. Seleccione la medida cuantitativa que será comparada (costo o frecuencia).
3. Determine el período de estudio (días, semanas, meses...).
4. Recopile la información que se necesite para cada causa o factor.
5. Ordene las causas o categorías de izquierda a derecha sobre el eje horizontal en orden decreciente de frecuencia o costo.
6. dibuje un rectángulo sobre cada causa o categoría, cuya altura represente la frecuencia o el costo.
7. Registre los datos en el eje vertical de la izquierda, y el porcentaje en el eje vertical de la derecha. Estos ejes se deben dibujar a escala.
8. Dibuje una línea desde el punto más alto del rectángulo de la izquierda (causa de mayor frecuencia), con una trayectoria ascendente de izquierda a derecha, donde muestre la frecuencia acumulada de las causas o categorías.
9. Señale los "pocos vitales".

4.7. HISTOGRAMA

En ocasiones se tiene un gran volumen de información que se desea organizar de manera gráfica para observar la forma como se distribuyen los datos según su frecuencia de ocurrencia y tomar decisiones con base en ello.

La herramienta indicada en estos casos es el histograma. Para trabajar con el histograma, es necesario conocer primero cómo se organizan los datos, y para este fin se construyen las tablas llamadas "distribuciones de frecuencias".

LA ORGANIZACION DE DATOS EN DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIAS

Para poder analizar los datos y obtener la información que deseamos a partir de ellos, necesitamos ordenarlos. La forma común de ordenarlos es construir con ellos una tabla llamada **distribución de frecuencias**. El procedimiento que se sigue para la elaboración de esta tabla consiste básicamente en organizar los datos por grupos (categorías o clases).

GRAFICAS DE CONTROL

Hemos visto cómo en todos los procesos de trabajo siempre hay variación, y que cuenta menos variación exista (más estabilidad), se puede decir que hay una mejor calidad y que, por tanto, los clientes estarán más satisfechos

con nuestros productos o nuestros servicios.

CONCEPTOS BASICOS DE ESTADISTICA DESCRIPTIVA

Al usar las gráficas de control es necesario estar familiarizado con ciertos conceptos básicos de la estadística referentes a los datos que se tengan. Dados unos datos, es posible calcular para ellos ciertas medidas de tendencia central y algunas de dispersión.

QUE ES LA GRAFICA DE CONTROL

La gráfica de control es un diagrama que sirve para examinar si un proceso se encuentra en una condición estable, o para asegurar que se mantenga en esta condición. En estadística, se dice que un proceso es estable (o está en control) cuándo las únicas causas de variación presentes son las de tipo aleatorio. en esta condición, se pueden realizar inferencias con respecto a la salud del proceso, esto es, a la característica de calidad que se esté midiendo. en cambio, la presencia de causas especiales o asignables hace que el proceso se desestabilice, impidiendo la predicción de su comportamiento futuro.

La estructura de las gráficas contiene una "línea central" (LC), una línea superior que marca el "límite superior de control" (LSC), y una línea inferior que marca el "límite inferior de control" (LIC). Los puntos contienen información sobre las lecturas hechas; pueden ser promedios de grupos de lecturas, o sus rangos, o bien las lecturas individuales mismas. Los límites de control marcan el intervalo de confianza en el cuál se espera que caigan los puntos.

Aunque existen diversos tipos de gráficas de control, todas presentan una estructura similar.

Las lecturas se hacen a partir de muestras por período, y los intervalos de tiempo son generalmente iguales.

Una gráfica de control ofrece varias ventajas:

- * Sirve para determinar el estado de control de un proceso.
- * Diagnostica el comportamiento de un proceso en el tiempo.
- * Indica si un proceso se ha mejorado o empeorado.
- * Permite identificar las dos fuentes de variación de un proceso: causas comunes y causas especiales.
- * Sirve como una herramienta de detección de problemas.

4.8. TIPOS DE GRAFICAS DE CONTROL

Las gráficas de control para variables (datos medibles) más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

Promedios y rangos.

Promedios y desviación estándar.

Medianas y rangos

Lecturas individuales y rangos.

Las gráficas de control por atributos (datos contables) más frecuentemente utilizadas son las siguientes:

Gráfica p Porcentaje de unidades, trabajos o procesos defectuosos.

Gráfica np Número de unidades, trabajos o procesos defectuosos.

Gráfica c Número de defectos por área de oportunidad.

Gráfica u Porcentaje de defectos área de oportunidad.

GRAFICAS DE CONTROL PARA VARIABLES

1. Gráfica X - R, de promedios y rangos

La construcción de una gráfica de promedios y rangos resulta de la presentación simultánea, esto es, formando una unidad, tanto de la gráfica de promedios como la de rangos de los grupos de mediciones que se tengan. Consta, pues, de dos secciones: la de la parte superior, que se dedica a los promedios, y la de la parte inferior, que se dedica a los rangos. En el eje vertical, se establecen las escalas respectivas; en la parte superior, para las magnitudes de los promedios, y en la parte inferior, a lo largo del eje horizontal, se numeran las muestras.

2. Gráfica X - S, de promedios y desviación estándar.

La gráfica de medias y desviaciones estándar es el instrumento estadístico que sirve para estudiar el comportamiento de un proceso de manufactura, considerando como indicador de la variabilidad la desviación estándar.

La estructura general, igual que la que presenta la gráfica de medias y rangos, está constituida por dos porciones: una, que se destina al registro de los promedios de la característica de calidad en consideración, y otra para controlar la variabilidad del proceso.

La efectividad de esta gráfica está estrechamente relacionada con el tamaño de los subgrupos, y valores apropiados son los de $n \geq 10$. La ventaja de usar esta gráfica, en relación a la gráfica de medias y rangos, es que para estos valores de n la desviación estándar es más sensible a cambios pequeños que el rango aunque la gerencia debe comparar este beneficio en contra del costo de obtención y manejo de muestras relativamente grandes.

3. Gráfica X - R, de medianas y rangos.

La gráfica de medianas y rangos es la herramienta estadística que permite evaluar el comportamiento del proceso a partir de la mediana y del rango. La estructura de esta gráfica es la común a todas las gráficas de control para variables. La parte superior registra el valor medio de la característica de calidad en estudio, y la parte inferior indica la variabilidad de la misma. En este caso

* La mediana proporciona la medida de tendencia central.

* y el rango mide la variabilidad del proceso.

4. Gráfica X - R, de lecturas individuales y rangos.

En algunos casos la formación de subgrupos para propósitos de control no es una tarea efectiva: ya sea porque la salida de un procesos conlleve un gran intervalo de tiempo, o el muestreo sea destructivo o muy claro, resulta mejor trabajar con unidades individuales de producto.

Lo mismo sucede cuándo se cuenta con tecnología de medición automática, que permite una inspección en línea de unidad por unidad, y sobre todo en procesos químicos cuya salida es un lote de relativa uniformidad.

4.9. DIAGRAMA DE DISPERSION

El diagrama de causa - efecto ayuda a identificar las posibles causas responsables de una característica de calidad. el ordenamiento de estas causas, realizado en el diagrama de Pareto, facilita ver qué causas deben tratarse en forma prioritaria, a fin de reducir en gran medida el número de productos defectuosos. Con el propósito de controlar mejor el proceso, y por consiguiente, de mejorarlo, resulta a veces indispensable conocer la forma como se comportan algunas variables o características de calidad entre sí, esto es, descubrir si el comportamiento de unas depende del comportamiento de otras, o no, y en qué grado.

La herramienta estadística apropiada en esos casos es el diagrama de dispersión.

QUE ES EL DIAGRAMA DE DISPERSION

Los métodos gráficos tales como el histograma o las gráficas de control tienen como base un conjunto de datos correspondientes a una sola variable (la característica de calidad de interés), es decir, son datos univariados. El diagrama de dispersión es una herramienta utilizada con frecuencia cuándo se desea realizar un análisis gráfico de datos bivariados, es decir, los que se refieren a dos conjuntos de datos. el resultado del análisis puede mostrar que existe una relación entre una variable y la otra, y el estudio puede ampliarse para incluir una medida cuantitativa de tal relación.

Los dos conjuntos pueden referirse a los siguiente:

- * Una característica de calidad y un factor que incide sobre ella.
- * Dos características de calidad relacionadas, o bien.
- * Dos factores relacionados con una sola característica.

PARA QUE SIRVE EL DIAGRAMA DE DISPERSION

Básicamente, el diagrama de dispersión ofrece los siguientes usos

- * Indica si dos variables (o factores o bien características de calidad) están relacionados.
- * Proporciona la posibilidad de reconocer fácilmente relaciones causa/efecto.⁴

⁴ (Las 7 Herramientas Básicas / Dr. Augusto Pozo Pino / 4ta. Edición / Pag. 2 - 160)

BIBLIOGRAFIA

- 1. Control Total de la Calidad, Armand V. Feigenbaum, Ed. CECSA, 1er. Edición, 1991.**
- 2. Quality Management, Walsh, Loren, Ed. Dekker, 1er. Edición, 1986.**
- 3. Administrar para la Calidad, Dr. Marjo Gutierrez, Ed. LIMUSA, 2da. Edición, 1989.**
- 4. Las 7 Herramientas Básicas, Dr. Augusto Pozo Pino, Ed. LIMUSA, 4ta. Edición, 1992.**

