

50
2ej.



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO**

FACULTAD DE INGENIERIA

**CALIDAD TOTAL EN EL SISTEMA DE
TRANSPORTE COLECTIVO**

Ingeniero Mecánico Electricista

**GUSTAVO ESPITIA HURTADO
HECTOR PAEZ TOSHISHIGUE
RAYMUNDO VELAZQUEZ MARTINEZ
MA. TERESA VILLEGAS LESSO**

México, D. F.

1992

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

Introducción	1
I. Filosofías de Calidad	
- Autores	5
- Definición de calidad	16
- Administración para la calidad	24
- Herramientas para la calidad	64
- Conceptos comunes de las filosofías de calidad	69
II. Control Estadístico de Procesos (CEP)	
- Hoja de Inspección	90
- Histograma	93
- Diagrama de Pareto	98
- Diagrama de Causa y Efecto	107
- Estratificación	116
- Diagrama de Dispersión	119
- Gráficos de Control	124
III. Sistema de Transporte Colectivo (STC)	
- Antecedentes	154
- Situación actual	159
- Futuro	165

IV. Calidad Total en el STC	
- Antecedentes	171
- Implantación del proceso	173
- Resultados	183
V. Diagnóstico de calidad	186
Conclusiones	213
Bibliografía	216

INTRODUCCION

Hablar de la calidad no es nada nuevo. Previo a la Revolución Industrial, la concepción acerca de la calidad de un producto se daba en base a los gustos estéticos de la época, la presentación del trabajo, el prestigio del artesano y la relación personal entre el artesano y el cliente.

A partir de la Revolución Industrial este enfoque ha ido evolucionando. Actualmente se concibe a la calidad como una estrategia competitiva en donde la alta gerencia toma como factores iniciales para su planeación estratégica las necesidades del cliente y la calidad de los productos de la competencia. Generalmente han sido las empresas manufactureras las que han adoptado esta forma de administrar los negocios. Sin embargo, también ha cobrado importancia en las empresas de servicios dado el crecimiento explosivo en volumen y complejidad que han alcanzado. Es así como una empresa de la magnitud e importancia del S.T.C.-METRO, altamente representativa de este sector, no podía quedar fuera del contexto de calidad.

Y es dentro de este mismo contexto que se desarrollará un trabajo de tesis con el propósito de profundizar en teorías de calidad y su aplicación en el S.T.C.-METRO.

Para lograr este objetivo se estudiarán los conceptos fundamentales, las corrientes más representativas y las

herramientas y técnicas de calidad. Asimismo, se hará un análisis del S.T.C. y del Proceso de Calidad Total que se lleva a cabo actualmente en este organismo.

Finalmente, se realizará un ejercicio práctico en el cual se evalúe e identifique un proceso y sus elementos dentro de la empresa, con el fin de establecer una serie de propuestas que permitan mejorar dicho proceso, y en consecuencia, la calidad del servicio brindado al usuario.

I. FILOSOFIAS DE CALIDAD TOTAL

AUTORES

William Edwards Deming

Nació el 14 de octubre de 1900; en 1917 ingresó en la Universidad de Wyoming graduándose en el año de 1921. Al año siguiente ingresó en la Universidad de Colorado obteniendo una maestría en matemáticas y en física. Posteriormente, obtuvo un doctorado en física en la Universidad de Yale.

En las década de los veinte comenzó a desarrollar algunas de sus ideas sobre la administración cuando trabajaba en la planta de Hawthorne de la Western Electric de Chicago. En 1927 empezó a trabajar en el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica donde uno de sus colegas le presentó a Walter Shewhart, experto en estadística. Durante varios años Deming viajó regularmente a Nueva York a estudiar con Shewhart; las teorías de control de ésta fueron la base del trabajo de Deming. Posteriormente, estudió teoría estadística con el británico Ronald Fisher.

A solicitud de la Oficina de Censos, en 1940 se hizo cargo del programa de muestreo, desarrollando técnicas que se emplearon por primera vez en el censo de ese año. Durante la Segunda Guerra Mundial, Deming redacta una propuesta para enseñar los métodos de control estadístico de calidad

desarrollados por Shewhart a ingenieros, inspectores y a otras personas de las empresas comprometidas en la producción de guerra.

Deming es socio fundador de la Sociedad Americana de Control de Calidad creada en 1946. En ese mismo año dejó de trabajar en la Oficina de Censos y se dedicó a dar asesoría estadística privada.

En 1950 viajó a Japón para ayudar al Secretario de Guerra de los Estados Unidos de Norteamérica a realizar un censo de la población. Fue invitado a dar una serie de conferencias a los líderes de la estadística del control de calidad. Durante estas conferencias tenía la sensación de no estar hablando con la gente adecuada, pensó que tal vez sucedería lo mismo que en Estados Unidos de Norteamérica, en donde después de un cierto tiempo de estar empleando las técnicas de control estadístico, éstas cayeron en desuso. Ya antes de su primer viaje a Japón, había reflexionado acerca de las causas de dicho fracaso y sobre cómo evitarlo. Gradualmente llegó a la conclusión de que era necesaria una filosofía básica de administración que fuera compatible con los métodos estadísticos, y con la cual estuvieran comprometidos no sólo los técnicos y trabajadores sino principalmente la alta gerencia. Al finalizar ese año había impartido conferencias a la mayoría de los gerentes de las grandes corporaciones de Japón.

En agradecimiento a su contribución a la economía japonesa, en 1951 la Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses (UCIJ) instituyó el Premio Deming. La Sociedad Americana para el Control de Calidad le otorgó en 1956 la Medalla Shewhart. En 1960 el Emperador de Japón le concedió la Medalla de la Segunda Orden del Tesoro Sagrado.

Aunque ya era muy famoso en Japón, en Estados Unidos de Norteamérica no se le conoció sino hasta 1980. Empresas como la Ford Motor Company y la General Motors solicitaron su ayuda. Comenzó a viajar constantemente no sólo por Estados Unidos de Norteamérica sino a otros países como Inglaterra, Africa del Sur y Nueva Zelanda.

En 1982, publicó un libro para emplearlo en sus cursos titulado "Quality, Productivity and Competitive Position". Una vez terminado éste, empezó a trabajar en una revisión con el título de "Out of the Crisis". Escribió algunos otros libros y folletos técnicos sobre estadística y muestreo, y cerca de 160 estudios de investigación. Se le han concedido los doctorados honoris causa en Derecho y Ciencia por parte de varias universidades norteamericanas.

Joseph M. Juran

Nació en Rumania alrededor de 1905 y arribó a los Estados de Norteamérica en 1912. Estudió Ingeniería Eléctrica y Derecho; siendo después Jefe de la división de Control de Inspección de la Western Electric Co., y además profesor en la Universidad de Nueva York.

Desde 1924 se ha desempeñado como ingeniero, ejecutivo industrial, administrador gubernamental, profesor universitario, árbitro laboral, director corporativo y consultor directivo.

Su carrera ha estado marcada por la búsqueda de los principios subyacentes comunes a todas las actividades de gestión.

Juran fue el primero en tratar en forma general los aspectos administrativos de la calidad, lo cual lo distingue de aquellos que tan sólo exponen técnicas específicas, estadísticas o de otro tipo.

En 1940 Juran señaló que los aspectos técnicos del control de calidad ya habían sido cubiertos; sin embargo, las empresas aún no sabían como administrar para la calidad. Es en esta década cuando se originó la filosofía de Juran, y de

una forma más ordenada y sistematizada al comienzo de los años 50, durante su primera visita a Japón.

Juran, al igual que Deming, le es dado parte del crédito del éxito obtenido por los japoneses en calidad. Juran fue invitado en 1954 por la Federación Japonesa de Asociaciones Económicas (Keidanren) y la UCIJ para estar en Japón durante dos meses, estudiar su enfoque de la calidad, hacer una crítica y realizar unos cursos de formación para la gestión de calidad. La invitación incluía la petición de realizar seminarios especiales para los directivos de las empresas.

Durante las dos décadas y media siguientes Juran realiza seminarios de este tipo principalmente en países europeos y Japón, y algunos en los Estados Unidos de Norteamérica.

En 1979 fundó el Instituto Juran, el cual conduce seminarios sobre calidad.

Es autor de 11 libros y de cientos de artículos sobre calidad. Algunos libros que ha publicado son:

- Quality Control Handbook
- Managerial Breakthrough
- Corporate Director
- Upper Management and Quality
- Juran on Leadership for Quality

- Juran on Planning for Quality

Ha recibido medallas, becas y honores por parte de diversas sociedades profesionales y honorarias de 12 países. La última es la Medalla de la Segunda Orden del Tesoro Sagrado concedida por el Emperador de Japón por "el desarrollo del control de calidad en Japón y el favorecimiento de la amistad entre los Estados Unidos de Norteamérica y Japón".

Philip B. Crosby

Nació en Estados Unidos de Norteamérica alrededor de 1924.

Inició su carrera como supervisor de línea con gran éxito. Tiene 34 años de experiencia directa en el proceso de obtener calidad. Fue vicepresidente de la ITT y responsable de las operaciones de control de calidad en todo el mundo durante 14 años.

Actualmente, es miembro del consejo directivo de la Philip B. Crosby y Asociados en Winter Park, Florida; trabaja con empresas que están determinadas a conseguir la mejoría y el control de calidad. A enseñado a más de 15,000 ejecutivos desde su inicio en 1979.

Asimismo, es presidente de la empresa de Consultoría en Calidad y Administración y del Colegio de Calidad.

Crosby es autor de varios libros entre los que figuran: Dinámica Gerencial, Liderazgo, El Dulce Arte de salirse con la suya, La Calidad no Cuesta, Calidad sin Lágrimas, entre otros.

Philip B. Crosby es uno de los catedráticos en administración más solicitados a nivel internacional y uno de los autores más leídos de su campo. Es reconocido como

promotor de la revolución de la calidad y creador del concepto "cero defectos". Se le considera el líder de la revolución de la calidad en los Estados Unidos de Norteamérica.

Kaoru Ishikawa

Nació en 1915 en la familia de un destacado industrial, su padre llegaría a ser el primer presidente de la poderosa Keidanren o Federación Japonesa de Asociaciones Económicas. Al obtener su grado en Química Aplicada en la Universidad de Tokio en 1939, se vinculó a una empresa dedicada a la licuefacción del carbón, que era una de las prioridades nacionales de aquella época, adquiriendo experiencia en los campos de diseño, construcción, operaciones e investigación. Entre 1939 y 1941 estuvo comisionado como oficial técnico naval con responsabilidades en el área de la pólvora. La armada representó un gran campo de entrenamiento para él. Los ocho años que pasó en la industria y en la armada lo prepararon para dedicarse más tarde a las actividades del control de calidad.

En 1947 regresó a impartir cátedra de ingeniería en la Universidad de Tokio. Al realizar experimentos tenía el problema de la dispersión de los datos lo que hacía imposible alcanzar conclusiones correctas. Por esta razón empezó a estudiar métodos estadísticos en 1948.

En 1949 solicitó información sobre métodos estadísticos a la UCIJ, la cual le fue negada por no pertenecer a dicha organización. De esta manera, Ishikawa se vió obligado a vincularse a las actividades de control de calidad. Al

profundizar en estos estudios advirtió que contribuirían a la recuperación económica de Japón, y con esta idea en mente se convirtió en un estudioso del control de calidad.

En 1949 participó estrechamente en la promoción del control de calidad publicando, junto con la UCIJ, la revista Statistical Quality Control (SQC) que difundía información sobre el control de calidad y el control total de calidad, promoviendo además, la idea de que empresas y trabajadores unieran sus esfuerzos y se ayudaran mutuamente. A partir de 1962 se publicó otra revista que llevó el título "Gemba-to-QC" (Quality Control for the Foreman o FQC) auspiciada también por la UCIJ y dirigida principalmente a los obreros y supervisores.

En 1952 fue director de la Sociedad Química de Japón. Desde este puesto hizo un llamado a todas aquellas asociaciones relacionadas con el control de calidad, con el propósito de que establecieran un comité ejecutivo para conferencias de control de calidad y conjuntamente auspiciaran las conferencias anuales de control de calidad. Dando inicio así, a la actual Conferencia Anual de Control de Calidad para Gerentes y Estado Mayor la cual se realiza en noviembre de cada año, simultáneamente con el otorgamiento del Premio Deming. En 1962 se inaugura la Conferencia Anual de Control de Calidad para Supervisores y Estado Mayor y la Conferencia Anual sobre Calidad para el Consumidor. Al año siguiente

comenzó la Conferencia Anual de Control de Calidad para Altos Gerentes.

Ishikawa es autor de varios e importantes libros. Entre ellos, desde luego, el libro "Qué es el Control Total de Calidad. La Modalidad Japonesa", publicado en 1981 y del cual se contó entre los de mayor venta en el campo de los negocios y ha sido adoptado como manual fundamental para la aplicación y funcionamiento de los programas de control total de calidad.

El doctor Ishikawa obtuvo el Premio Deming en Japón y el Gran Premio de la Sociedad Norteamericana de Control de Calidad. Esta entidad lo promovió nuevamente en 1982 con la Medalla Shewhart por "sus sobresalientes resultados, contribuciones al desarrollo de la teoría, los principios, las técnicas y las actividades de calidad, así como a las actividades de normalización en la industria de Japón y otros países, para fortalecer la calidad y la productividad". La vida del doctor Ishikawa y la historia del control de calidad en Japón son inseparables.

Ishikawa fue, además, presidente del Instituto de Tecnología de Masashi y el asesor de control de calidad más solicitado de Japón. También a cooperado con varias empresas norteamericanas, entre ellas, la Ford Motor Company.

DEFINICION DE CALIDAD

La calidad según Deming es "un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo costo y orientado al mercado".

Debido a que en todo proceso o sistema existe una variación aleatoria, es necesario emplear métodos estadísticos para controlar esta variación. Es entonces cuando se considera al sistema bajo control estadístico. Y todo sistema bajo control estadístico es un sistema estable.

Al tener un sistema estable, su comportamiento será predecible; la producción, el número de defectos, entre otras, permanecerán casi constantes día tras día; los costos también se hacen predecibles y la productividad se incrementa pues los costos disminuyen. Es por ello que Deming define a la calidad como "un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo y orientado al mercado"; orientado al mercado porque en todo sistema productivo se busca satisfacer al cliente.

Juran define a la calidad como:

- a. Características del producto que satisfacen las necesidades del cliente.
- b. Ausencia de deficiencias.

Un término general que cubre los dos significados es "adecuación al uso". Esto significa: adecuación del producto al uso que le da el cliente.

**CARACTERISTICAS DEL PRODUCTO
QUE SATISFACEN LAS NECESIDADES
DEL CLIENTE**

AUSENCIA DE DEFICIENCIAS

Una mayor calidad capacita a las empresas para:

- Aumentar la satisfacción del cliente
- Hacer productos vendibles
- Ser competitiva
- Incrementar la participación en el mercado
- Proporcionar ingresos por ventas
- Obtener buenos precios

El efecto principal se acusa en las ventas
Generalmente, la mayor calidad cuesta más

Una mayor calidad capacita a las empresas para:

- Reducir los índices de error
- Reducir los reprocesos y desechos
- Reducir los fallos post-venta y gastos de garantía
- Reducir la insatisfacción del cliente
- Acortar el tiempo para introducir nuevos productos en el mercado
- Aumentar los rendimientos y la capacidad
- Mejorar los plazos de entrega

El efecto principal se acusa en los costes
Generalmente, la mayor calidad cuesta menos

Una característica del producto se refiere a una propiedad poseída por un producto (bien o servicio) que pretende satisfacer ciertas necesidades del cliente. Por ejemplo, el número de horas de vida de un foco, la cantidad de cacao en un chocolate, las dimensiones de un automóvil, entre otros. En el caso de servicios podemos citar la rapidez de entrega, la facilidad de mantenimiento, la cortesía en el trato, entre otros.

Una deficiencia del producto son fallas como la no conformidad con la especificación, aspecto deteriorado, no cumplimiento con las fechas de entrega, entre otros; y que tienen como consecuencia la insatisfacción del cliente.

Crosby define a la calidad como "cumplir con los requisitos".

Esta definición se basa en los siguientes principios absolutos:

Primer principio absoluto: Calidad

El primer principio absoluto es que la calidad no debe definirse como excelencia, sino como "cumplir con los requisitos".

Segundo principio absoluto: Prevención

La verificación ya sea que se llame comprobación, prueba o cualquier otro nombre siempre se hace después de que ocurre algo y es una forma cara y poco factible de obtener calidad. Verificar, seleccionar y evaluar sólo filtra lo que ya está hecho; lo que hace falta es la prevención. "El error que no existe no puede ser pasado por alto".

Tercer principio absoluto: Realización de cero defectos

El establecimiento de los requisitos es un proceso de fácil comprensión, pero la necesidad de cumplir con éstos en todo momento es algo que no se puede comprender tan fácilmente.

En 1961 Crosby creó el concepto "cero defectos". Este concepto afirma que hay que establecer con precisión lo que se quiere que hagan las personas, sin tomar en cuenta

niveles de calificación ni de calidad. Para que la gente comprenda este concepto debe existir una constante comunicación que establezca que "cero defectos" no se trata de un programa de motivación sino de un estándar de realización el cual indica a las personas que se están superando.

Lo que se debe hacer es concentrar el esfuerzo en hacer las cosas bien desde la primera vez para así tener un nuevo nivel de realización.

Cuarto principio absoluto: El precio del incumplimiento

El principal problema de la calidad es que no es considerada función administrativa sino función técnica. Esto se debe a que la calidad nunca se visualiza en términos financieros.

El costo de la calidad se divide en dos áreas:

a. El precio del incumplimiento de los requisitos lo constituyen los gastos realizados en hacer las cosas mal; la suma de ésto es una cantidad enorme de dinero que asciende al 20% o más sobre las ventas de las empresas manufactureras, y al 35% de los costos de operación de las empresas de servicio.

b. El precio del cumplimiento de los requisitos es lo que hay que gastar para que las cosas resulten bien. Abarca la

mayoría de los costos de las funciones de los profesionales de la calidad, los esfuerzos de prevención y la educación en calidad. Todo ésto representa por lo regular entre un 3 y 4% de las ventas.

Ishikawa no proporciona una definición concreta del concepto de calidad, más bien, hace hincapié en la definición del control de calidad así como en algunos puntos importantes que se derivan de ésta.

Ishikawa define que "practicar el 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".

De la definición se derivan algunos puntos relacionados con el control de calidad:

1. Hacer control de calidad con el fin de producir artículos que satisfagan las necesidades de los consumidores.

En este punto se explica que no se trata únicamente de cumplir con los estándares o con normas de organizaciones, sino hay que recordar las necesidades de los consumidores que muchas veces son mayores que las normas establecidas.

2. Debemos hacer hincapié en la orientación hacia el consumidor.

Ishikawa propone un sistema de "entrada de mercados" donde los requisitos del consumidor sean de especial importancia. Los fabricantes deben estudiar las opiniones y los

requisitos de los consumidores y tenerlos en cuenta al diseñar, manufacturar y vender sus productos.

3. La importancia de la calidad está en la interpretación que le demos.

Siempre se interpreta calidad como calidad del producto, sin embargo, se debe tomar en un sentido más amplio e interpretarla como calidad de trabajo, de servicio, de información, del proceso, de departamento, de las personas, del sistema, de la empresa, de los objetivos, entre otras. El enfoque básico es controlar la calidad en todas las manifestaciones.

4. Por muy buena que sea la calidad el producto no podrá satisfacer al cliente si el precio es excesivo.

Para definir calidad se debe tomar en cuenta el precio. Se debe hacer un esfuerzo por ofrecer un producto de calidad a un precio justo y en la cantidad justa.

ADMINISTRACION PARA LA CALIDAD

Para llevar a cabo la transformación de la administración, Deming sugiere aprender cómo se debe cambiar, es decir, comprender y poner en práctica una filosofía básica de administración que consiste en lo que él llama los Catorce Puntos, erradicación de las Enfermedades Mortales y eliminación de los Obstáculos; así como el empleo de métodos estadísticos.

Los Catorce Puntos

1. Ser constante en el propósito de mejorar los productos y los servicios.

Ser constante en el propósito de mejorar significa: a) innovación, ésto consiste en asignar recursos para planificar a largo plazo y no en la introducción de algún producto nuevo; b) investigación e instrucción, se deben invertir recursos en investigación y entrenamiento con objeto de prepararse para el futuro, no puede haber innovación sin investigación, y no puede haber investigación sin empleados capacitados adecuadamente; c) mejoramiento continuo del producto, mediante el constante mejoramiento de bienes y servicios se pueden obtener grandes beneficios, además de considerarse como una obligación para con el cliente; d) mantenimiento de los equipos e instalaciones, es

necesario invertir en ésto para poder mejorar el producto, una empresa no puede mejorar su producto con equipos que no funcionen correctamente o que sean obsoletos.

Una empresa debe pensar no solamente en hacer dinero, sino también en el futuro, en seguir en el negocio proporcionando empleos mediante la innovación, investigación, el constante mejoramiento del producto y el mantenimiento de equipos e instalaciones.

2. Adoptar la nueva filosofía.

Esta nueva filosofía es la calidad, la cual debe convertirse según Deming en la nueva religión. Ya no se pueden tolerar los niveles comunmente aceptados de errores, defectos, material inadecuado para el trabajo, personas que no saben cual es su trabajo y tienen miedo de preguntar, métodos anticuados, supervisión inadecuada e ineficaz, servicios desatentos, directores que van de un empleo a otro, entre otros.

3. No depender más de la inspección masiva.

La calidad no se produce por la inspección sino por el mejoramiento del proceso. La inspección que es usada para descubrir los productos defectuosos y eliminarlos es demasiado tardía; por una parte, no se pueden encontrar todos los productos defectuosos y por otra, resulta muy

costoso. Esta inspección produce desperdicios y reprocesos, lo cual es ineficaz, costoso y no mejora el proceso.

La inspección es necesaria pero sólo con el fin de obtener datos para los gráficos de control y para saber lo que se está haciendo, o por razones de seguridad. La inspección no debe dejarse para el producto final, ya que de esta manera resultaría muy difícil determinar en que parte del proceso se produjo un defecto.

4. Acabar con la práctica de adjudicar contratos de compra basándose exclusivamente en el precio.

Este punto se refiere al hecho de que no se deben hacer las compras al proveedor que ofrezca el precio más bajo, sino el que ofrezca la mejor calidad. Si se adquieren productos basándose solamente en el precio, ésto acarreará problemas tales como la proliferación de proveedores de lo cual Deming comenta: "habiendo dos o más proveedores para el mismo artículo se multiplicarán los males que son inherentes a cualquier proveedor, y que resultan bastante perjudiciales". Aún en el caso de un solo proveedor Deming advierte: "la variación de un lote a otro dentro de los lotes es muy grande", esta variación causa problemas en la producción trayendo por consecuencia una calidad más baja.

Un bajo costo generalmente implica una baja calidad en cualquier punto de la cadena de suministro, es por ello que el producto final aunque sea barato, será de mala calidad.

5. Mejorar continuamente y por siempre el sistema de producción y de servicio.

La gerencia está obligada a mejorar continuamente, para esto es indispensable el trabajo en equipo de todos los miembros de la empresa, desde los obreros de más bajo nivel hasta los directivos y especialmente éstos últimos quienes deben tomar la iniciativa, ya que los trabajadores aunque lo quisieran no lo podrán lograr sin la participación de la gerencia. Además, la calidad debe incorporarse desde la etapa de diseño ya que de lo contrario, una vez que los planes estén en marcha, los cambios resultarán costosos y causarán demoras. Con el solo hecho de resolver un problema particular no se logrará el mejoramiento, esto será posible únicamente llevando a cabo lo anterior y buscando formas de reducir desperdicios y mejorar la calidad.

6. Instituir la capacitación en el trabajo.

Este punto se refiere al hecho de instruir correctamente al trabajador, pues generalmente, los obreros aprenden sus labores de otro compañero que nunca fue entrenado y por lo tanto, no sabe cuál es la forma correcta de llevar a cabo su trabajo. La capacitación no debe finalizar mientras haya una posibilidad de progreso; todos los empleados deben recibir

alguna capacitación en el significado de la variación y es necesario que tengan conocimientos de los gráficos de control; y en el caso de que se establezcan nuevos equipos o procesos, debe de haber un reentrenamiento.

7. Instituir el liderazgo.

El objeto del liderazgo es mejorar el comportamiento del hombre y la máquina para incrementar la calidad, aumentar la producción y al mismo tiempo conseguir que las personas estén orgullosas de su trabajo. Los supervisores deben de dejar de detectar y registrar únicamente las fallas de las personas, lo que deben hacer es eliminar las causas de las fallas ayudando a que las personas hagan mejor su trabajo con menos esfuerzo.

El ejercer el liderazgo es tarea de la gerencia y su responsabilidad consiste en descubrir las barreras que impiden a las personas hacer bien su trabajo, estas barreras son: herramienta deficiente, énfasis en la cantidad no en la calidad, fabricar el producto rápidamente, problemas con los materiales que entran, entre otras.

8. Desterrar el temor.

Es fundamental que la gente se sienta segura para mejorar la calidad y la productividad. Deming menciona que la mayor parte de las personas que trabaja, especialmente las que ocupan posiciones gerenciales, no entienden en que consiste

su trabajo, ni lo que está bien o mal; además, no saben cómo averiguarlo; es por ésto que temen hacer preguntas o asumir una posición, y señala: "la pérdida económica a causa del temor es aterradora".

La gente tiene miedo de señalar los problemas por temor a que se inicie una discusión o que la culpen del problema; teme perder su aumento, su empleo o su ascenso; teme admitir que cometió un error, de modo que nunca lo corrige.

Todo este temor o miedo, desaparecerá sólo si mejora la gerencia y a medida que los empleados adquieran confianza en ella. Entonces el trabajador no temerá informar sobre un equipo dañado, pedir instrucciones adicionales o llamar la atención sobre las condiciones que son perjudiciales para la calidad.

9. Derribar las barreras que hay entre las áreas de staff. Este punto se refiere al hecho de suprimir la competencia que hay entre los diferentes departamentos de una empresa, debido a que los objetivos de uno podrían causarle problemas a otro u otros. A pesar de que las personas trabajen sumamente bien en sus respectivos departamentos, si sus metas no son comunes o están en conflicto, pueden arruinar a la empresa; lo mejor y más adecuado es trabajar en equipo, se puede trabajar con diferentes objetivos pero todos encaminados a conseguir el bienestar de la organización.

10. Eliminar los slogans, las exhortaciones y las metas numéricas para la mano de obra.

Los slogans no ayudan a la gente a realizar un buen trabajo, para Deming éstos generan frustraciones y resentimientos. El hecho de recurrir a ellos lleva implícita la suposición de que los empleados podrían, si lo intentaran, desempeñarse mejor; para los trabajadores ésto es ofensivo. Cuando se obliga al personal a trabajar con equipos inadecuados o en mal estado, con ventilación o iluminación deficiente, con una supervisión incompetente, y en lugares de trabajo desagradables, los slogans y las exhortaciones son interpretados como señal de que la gerencia no entiende los problemas y tampoco se encarga de averiguarlos. De nada sirve fijar metas a los trabajadores si no se les proporcionan las condiciones adecuadas.

11. Eliminar las cuotas numéricas.

Las cuotas numéricas u otros estándares de trabajo obstruyen la calidad, tal vez más que cualquier otra condición de trabajo; además de que generalmente constituyen una garantía de ineficiencia y de altos costos. Para conservar el empleo, el trabajador trata de llenar su cuota a cualquier costo sin considerar los daños que causará con ésto. Es decir, la gente se ve presionada a cumplir con un cierto estándar y ésto, hace que tienda a producir piezas defectuosas.

12. Derribar las barreras que impiden el orgullo de hacer bien un trabajo.

Los trabajadores entienden que a medida que mejora la calidad, también mejora la productividad, y ésto sólo es posible si realizan bien su labor. Las personas desean hacer bien su trabajo y se sienten frustradas por no poder hacerlo de esta forma. Esto sucede cuando los empleados son capacitados por otros que no saben cómo realizar su labor, cuando los materiales son deficientes, cuando existe equipo que no funciona correctamente; todas estas barreras y algunas otras tienen que ser eliminadas para que el trabajador desempeñe bien su labor.

13. Instituir un programa vigoroso de educación y reentrenamiento.

Tener gente capaz en una empresa no es suficiente, es necesario que todos los miembros de la misma, tanto a nivel gerencial como a nivel obrero, estén adquiriendo constantemente nuevos conocimientos y habilidades que se necesitan para manejar materiales y métodos nuevos. La educación y el reentrenamiento son indispensables para la planificación a largo plazo; además, preparan a la gente para asumir nuevos cargos y responsabilidades. Es fundamental que exista una mayor preparación en estadística, en mantenimiento y en la forma de tratar con los proveedores.

14. Tomar medidas para lograr la transformación.

Para realizar esta transformación es indispensable que la gente se organice como equipo para poner en marcha los trece puntos anteriores; y que todos los empleados de la empresa estén de acuerdo, convencidos y preparados con un plan de acción para llevar a cabo el mejoramiento continuo de la calidad.

Para aplicar el punto catorce, Deming recomienda el siguiente plan de acción:

a. Los miembros de la alta gerencia deben luchar por lograr cada una de los trece puntos anteriores y por eliminar las Enfermedades Mortales y los Obstáculos (los cuales se describirán más adelante). Todos deben estar de acuerdo sobre su significado y el rumbo que habrán de tomar.

b. Los miembros de la alta gerencia deben sentirse insatisfechos por el desempeño pasado y tener coraje y voluntad para cambiar.

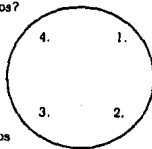
c. Mediante seminarios y otros medios, la alta gerencia debe explicarle a una cantidad mínima de personas de la empresa los Catorce Puntos, las Enfermedades Mortales y los Obstáculos; así como el por qué de la necesidad de un cambio, en el cual deben participar todos.

d. Toda actividad es un proceso y puede ser mejorado. Se debe comenzar tan pronto como sea posible a elaborar una organización que guíe la mejora continua de la calidad. El ciclo Shewhart es un procedimiento que ayuda a conseguir la mejora en cualquier etapa. El diagrama de este ciclo se muestra en la siguiente página.

El uso del ciclo Shewhart, conducirá a un continuo mejoramiento de métodos y procedimientos según Deming. Además del uso de este ciclo, para lograr la transformación es vital que todos empiecen a pensar que el trabajo de cada cual debe proporcionar satisfacción a un cliente, haciendo hincapié en el hecho de que hay clientes tanto internos como externos.

EL CICLO SHEWHART²

Estudie los resultados.
¿Qué aprendimos?



Observe los efectos producidos por el cambio o la prueba.

¿Cuáles podrían ser los logros más importantes de este equipo? ¿Qué cambios podrían ser deseables? ¿Qué datos hay asequibles? ¿Es necesario hacer nuevas observaciones? En caso afirmativo, programe un cambio o una prueba. Decida cómo habrá de emplear las observaciones.

Consiga datos que sean fácilmente asequibles, mediante los cuales se podrían contestar las preguntas presentadas en el paso 1. O efectúe el cambio o la prueba, según la decisión que se haya tomado, preferentemente en pequeña escala.

Paso 5. Repita el paso 1 basándose en los conocimientos acumulados.

Paso 6. Repita el paso 2, y así sucesivamente.

Las Enfermedades Mortales

a. Falta de constancia en el propósito.

La falta de constancia significa la ruina para una empresa, pues carece de planes a largo plazo para continuar en el negocio.

b. Énfasis en las utilidades a corto plazo.

Insistir en aumentar las ganancias mensuales o trimestrales provoca que disminuya la calidad y la productividad.

c. Evaluación del desempeño, clasificación según el mérito o análisis anual.

Esto destruye el trabajo en equipo y fomenta la rivalidad. La clasificación por mérito hace que la gente se frustre y tenga miedo. Además, este tipo de evaluaciones son injustas puesto que les atribuyen a las personas que forman parte de un grupo, diferencias que pueden ser causadas exclusivamente por el sistema en el cual se desempeñan. También desestimulan la decisión de correr riesgos y hacen que la gente se enfrente por las mismas recompensas, trayendo por consecuencia que éstas trabajen para sí mismas, no para la empresa.

d. Movilidad de la alta gerencia.

Los gerentes al cambiar constantemente de puesto no llegan a comprender a las empresas para las cuales trabajan, no

permanecen el tiempo suficiente en la organización como para llevar a cabo cambios a largo plazo, necesarios para garantizar la calidad y la productividad.

e. Manejar una empresa basándose únicamente en cifras visibles.

Las cifras visibles son importantes pero las que no se conocen y no pueden conocerse son a veces más importantes. No se puede medir el efecto que ejerce en las ventas un cliente satisfecho o los logros que se obtienen al eliminar las Enfermedades Mortales.

Las siguientes enfermedades son aplicables solamente en empresas norteamericanas:

f. Costos médicos excesivos.

g. Costos excesivos de garantía, fomentados por abogados que trabajan sobre una base de honorarios en caso de imprevistos.

Los Obstáculos

a. Descuido de la planificación y de la transformación a largo plazo.

Aún cuando existen planes a largo plazo en las empresas, es común que sean desatendidos debido a que se les da prioridad

a supuestas emergencias, que generalmente suelen ser las políticas de la organización, sobre todo las referentes a la asistencia y puntualidad.

b. La suposición de que la solución de los problemas, la automatización, las novedades mecánicas o electrónicas y la maquinaria nueva transformarán la industria.

Las novedades tecnológicas no constituyen solución alguna para los problemas de calidad y productividad.

c. La instrucción obsoleta en las escuelas.

Deming se refiere a escuelas de administración de empresas en los Estados Unidos de Norteamérica que operan sobre la teoría de que las habilidades gerenciales se pueden enseñar, no aprender en la fábrica misma.

d. Depender de los departamentos de control de calidad.

La calidad no debe únicamente estar en manos del departamento de control de calidad; la calidad es responsabilidad de la gerencia, de los supervisores, de los gerentes de compra y de los trabajadores responsables de la producción.

e. Achacarles a los trabajadores la culpa de los problemas.

Para Deming los obreros son los menos culpables de los problemas, ya que éstos son responsables sólo del 15%

mientras que el sistema lo es del 85%, y el sistema es responsabilidad de la gerencia.

f. Calidad por inspección.

La calidad sólo se produce por el mejoramiento del proceso, no por la inspección; las empresas que dependen de la inspección masiva para garantizar la calidad nunca la mejorarán.

g. Salidas en falso.

Este punto se refiere a las acciones parciales que lleva a cabo la dirección de una empresa únicamente para salir del paso o cumplir con un requerimiento, sin que ésta esté verdaderamente comprometida con la calidad. Las salidas en falso ofrecen solamente un consuelo temporal; la enseñanza al por mayor de los métodos estadísticos es una de estas salidas en falso, si no hay un cambio correspondiente en la filosofía de la empresa. Otra salida en falso son los círculos de calidad, cuando la gerencia no está interesada en participar.

h. Cumplir las especificaciones.

Este es uno de los obstáculos que impiden el mejoramiento de la calidad, pues el sólo hecho de cumplir con las especificaciones no es suficiente si se trata de mejorar, ya que dos productos pueden cumplir las mismas especificaciones pero ser tan diferentes que uno funcione y el otro no.

Estos son sólo algunos de los obstáculos que Deming menciona.

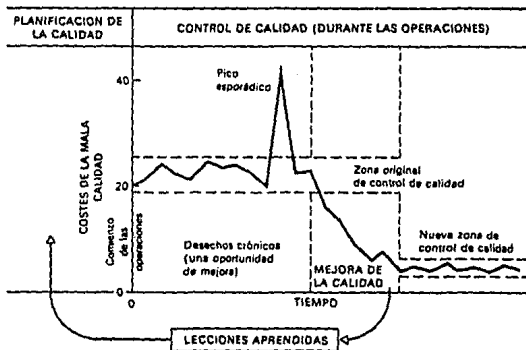
Juran propone el uso de tres procesos para la obtención y gestión de la calidad:

1. Planificación de la Calidad.
2. Control de Calidad.
3. Mejora de la Calidad.

A estos tres procesos se les conoce como la Trilogía de Juran.

PLANIFICACION DE LA CALIDAD	CONTROL DE CALIDAD	MEJORA DE LA CALIDAD
Determinar quiénes son los clientes	Evaluar el comportamiento real del producto	Establecer la infraestructura
Determinar las necesidades de los clientes	Comparar el comportamiento real con los objetivos del producto	Identificar los proyectos de mejora
Desarrollar las características del producto que respondan a las necesidades de los clientes	Actuar sobre la diferencia	Establecer equipos para los proyectos
Desarrollar procesos capaces de producir las características del producto		Proporcionar recursos a los equipos; formación y motivación para:
Transferir los planes a las fuerzas operativas		<ul style="list-style-type: none"> • Diagnosticar las causas • Fomentar los remedios • Establecer controles para conservar los beneficios

Los tres procesos de la trilogía están interrelacionados. Estas interrelaciones se muestran en el diagrama de la Trilogía de Juran que se presenta a continuación.



El diagrama muestra el inicio de la Planificación de la Calidad donde la gente encargada de ésta, determina quiénes son los clientes y cuáles son sus necesidades. Luego, desarrollan diseños del producto y los procesos capaces de responder a esas necesidades. Finalmente, pasan los planes a las fuerzas operativas las cuales fabrican los productos en base a los procesos acordados.

A partir de ese momento comienza el Control de Calidad mediante el empleo de gráficos. Al cabo de un tiempo se observa que el proceso tiene un porcentaje de deficiencias de calidad (en la figura anterior el 20% del trabajo tiene que entrar en reproceso). El sistema es estable y planificado para tener un 20% de deficiencias de calidad.

Las fuerzas operativas son incapaces de eliminar esos desechos planificados y tan sólo se ocupan de evitar que la situación empeore a través del Control de Calidad. Esto es, actúan para que el comportamiento se mantenga en ciertos límites aceptables eliminando algunos picos esporádicos.

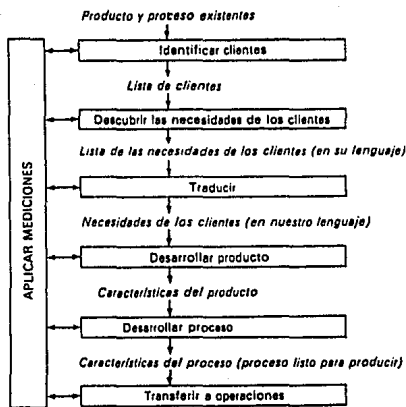
Luego, toca a la Mejora de la Calidad identificar y establecer proyectos de mejora para llevar las deficiencias de calidad a un menor nivel.

Planificación de la Calidad

Para Juran la Planificación de la Calidad es la actividad destinada a:

- a. Determinar las necesidades de los clientes.
- b. Desarrollar los productos y procesos requeridos para satisfacer esas necesidades.

El proceso para planificar la calidad se puede generalizar en una serie de etapas de entrada-salida, que Juran denomina mapa de carreteras para la Planificación de la Calidad.



Esta secuencia tiene los siguientes puntos en común:

- a. La cadena de entrada-salida, en la cual la salida de cualquier etapa se convierte en la entrada de la siguiente.
- b. El concepto del triple papel, según el cual cada actividad juega el triple papel de cliente, procesador y proveedor.
- c. El establecimiento de unidades comunes de medida y medios para evaluar la calidad.

Generalmente, la gente encargada de la planeación tiene que hacer uso de un enfoque estructurado y de varias herramientas para seguir el mapa de carreteras. Una de estas herramientas son las "lecciones aprendidas".

Las lecciones aprendidas es una frase generalizada que describe lo que se aprende con la experiencia. Más concretamente, éstas constan de las conclusiones obtenidas de la historia (de los datos sobre los ciclos repetitivos de la actividad previa) a partir del análisis retrospectivo.

La forma más usual que adoptan las lecciones aprendidas es el banco de datos.

Las ventajas de las lecciones aprendidas son:

- Hacen que cualquier usuario pueda disponer de la experiencia colectiva y de la memoria de muchos individuos, organizadas de manera que resulta fácil su recuperación.
- Son de naturaleza repetitiva, se pueden usar una y otra vez durante un número indefinido de tiempo.
- Son impersonales, evitan los problemas que se crean cuando una persona da órdenes a otra.

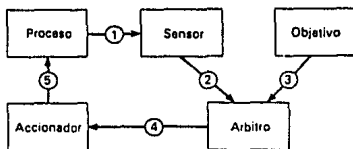
Con el tiempo, este cuerpo de conocimientos se formaliza y transforma en una guía para la Planificación de la Calidad.

Control de Calidad

El concepto de control es el de mantener un proceso en su estado planificado de forma que cumpla con los objetivos operativos.

El Control de Calidad es un proceso de gestión durante el cual: se evalúa el comportamiento real, se compara el comportamiento real con los objetivos y se actúa sobre las diferencias.

El proceso de control tiene lugar por medio del uso de lo que Juran llama bucle de retroalimentación. Los elementos básicos de éste y sus interrelaciones se muestran a continuación:



La corriente de acontecimientos progresa de la siguiente manera:

- a. El sensor (que está conectado al proceso) evalúa el comportamiento real.

- b. El sensor informa de este comportamiento a un árbitro.
- c. El árbitro recibe información sobre cuál es el objetivo o el estándar.
- d. El árbitro compara el comportamiento real con el objetivo. Si la diferencia exige una acción, el árbitro activa un accionador.
- e. El accionador realiza los cambios necesarios para ajustar el comportamiento de acuerdo a los objetivos.

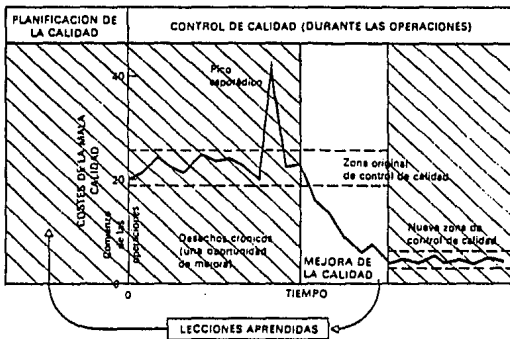
El objetivo del Control de Calidad consiste en proporcionar a la organización un conjunto global de planes para aplicar el bucle de retroalimentación a una amplia variedad de objetos de control.

Juran advierte que el Control de Calidad es para la eliminación de fuentes de deficiencias esporádicas más no para la eliminación de fuentes de deficiencias crónicas. Para ésto hace falta utilizar el proceso de Mejora de la Calidad.

Mejora de la Calidad

Mejora significa la creación organizada de un cambio ventajoso; "el logro de unos niveles sin precedentes del comportamiento".

La siguiente figura pone de relieve el efecto de la Mejora de la Calidad sobre los resultados operativos.



La Mejora de la Calidad no es la eliminación de picos esporádicos, sino el mejoramiento del comportamiento.

La Mejora de la Calidad es precisa para los dos tipos de calidad: características del producto y ausencia de deficiencias.

Acometer una Mejora de la Calidad anual implica cambios y reestructuraciones considerables.

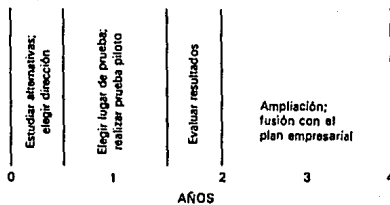
La Mejora de la Calidad no es gratis. Cada proyecto de mejora requiere una inversión de dos formas: un diagnóstico para descubrir las causas y un remedio para eliminar las causas.

La secuencia universal de acontecimientos por medio de los cuales tiene lugar la Mejora de la Calidad, una y otra vez, son los siguientes:

- Analizar los síntomas.
- Teorizar respecto a las causas.
- Comprobar las teorías.
- Establecer la(s) causa(s).
- Favorecer un remedio.
- Probar el remedio bajo condiciones operativas.
- Establecer controles para mantener los beneficios.

Se necesitan unos cuantos años para establecer la Mejora de la Calidad como parte integral y continua del plan empresarial de una organización.

El intervalo de tiempo y sus componentes se pueden apreciar en la siguiente figura:



Como se puede observar, el primer paso consume un mínimo de seis meses, durante los cuales se estudian las alternativas y se toma la decisión de seguir el camino de la mejora anual de la calidad. En el siguiente paso se elige un lugar de prueba y se realiza una prueba piloto, este paso lleva alrededor de un año. En el tercer paso se hace una evaluación de los resultados del lugar de prueba, revisión del enfoque y decisión de continuar y ampliar el proceso, este paso lleva alrededor de seis meses. Finalmente, tiene lugar la ampliación del proceso por toda la empresa fusionándose con el plan empresarial, este paso lleva de uno a dos años.

Crosby sugiere los siguientes catorce pasos para el mejoramiento de la calidad:

1. Compromiso de la dirección.

En primer lugar, la alta gerencia debe de estar realmente comprometida con el proceso de calidad. En segundo, la calidad debe ser el primer tema de las reuniones periódicas de evaluación que celebren los directivos, debe tener prioridad sobre las finanzas y ser discutida en términos concretos. Finalmente, el director general y el director de operaciones deben de preparar en forma mental discursos claros sobre calidad y decírselos a cuantos encuentren durante su recorrido.

2. Equipo para el mejoramiento de la calidad.

El propósito del equipo es guiar el proceso de calidad y promover su evolución. Debe de estar integrado por personas que puedan despejar el camino a quienes deseen mejorar. Estas personas representan a la empresa ante el mundo exterior, desarrollan la programación educativa y organizan eventos a nivel de la empresa.

El equipo para el mejoramiento de la calidad debe de tener una dirección clara y un liderazgo firme. El presidente del equipo debe ser un líder de fácil comunicación y alta dirección. Por su parte, la alta dirección, el coordinador y el presidente del equipo se encargarán de establecer la

estrategia general, casi siempre con la ayuda de un asesor y con el consentimiento del equipo.

3. Medición.

Las mediciones deben de ser algo normal ya que representan el hábito de saber "como nos está yendo".

4. El costo de la calidad.

El costo de la calidad constituye un proceso gradual y en el futuro podrá utilizarse como una medida de desempeño de un ejecutivo, estableciéndose como un factor positivo y no como un atemorizante.

Cuando se haya determinado el costo de la calidad de una empresa y se haya incorporado al proceso normal de la administración empresarial, servirá como estímulo positivo para el mejoramiento de la calidad.

El costo de la calidad tiene que determinarse de manera formal y objetiva.

5. Crear conciencia sobre la calidad.

Las comunicaciones dentro de la empresa y organizaciones siguen siendo un asunto difícil. Existen muchas cosas que comunicar y muchas cosas que las personas desean saber. Esto es muy útil, sin embargo, los sistemas más efectivos para crear conciencia sobre la calidad son aquellos que

aprovechan los sistemas existentes dentro de la empresa. Por ejemplo, la concientización debe formar parte de las publicaciones internas de la empresa.

Esta concientización deberá adaptarse a la cultura de la empresa, así como a todas las acciones de la dirección.

La palabra calidad debe infundirse, recordándose siempre a las personas. No hay que tener reservas frente al uso de carteles y propaganda en general.

Cuando la calidad se entiende como cumplimiento de los requisitos, se incorpora al lenguaje de la empresa, entonces comienza a dar buenos resultados.

6. Acción correctiva.

Curiosamente el problema principal con las acciones correctivas es la mala interpretación de este término. El verdadero propósito de la acción correctiva consiste en identificar los problemas y eliminarlos para siempre.

Los sistemas de acción correctiva tienen que basarse en informaciones que revelen cuáles son los problemas y el análisis que muestre las causas de esos problemas. Una vez que se haya establecido la raíz, éste podrá eliminarse. He ahí el verdadero significado de la acción correctiva.

7. Planear Día Cero Defectos.

El Día Cero Defectos es, en realidad, una celebración y se debe dar como tal, lo importante es saber cuándo celebrarlo. Hay muchas empresas que tratan de acelerar la fecha del Día Cero Defectos, debido a que piensan que les rendirá mayores ventajas. Sin embargo, no hay necesidad de apresurarlo ni de planearlo antes de un año y medio a partir del inicio del proceso.

Debe de tomarse muy en serio y planearse de forma digna, sin preocupaciones. Es una oportunidad para la comunicación, aunque debe ser diferente a todo el resto de las comunicaciones, de forma que pueda recordarse siempre.

8. Educación al personal.

Cuando los directivos comprenden los Cuatro Principios de la Administración de la Calidad y comienzan a recorrer el camino del proceso, se percatan de que es necesario educar a todo el personal de la empresa. Esto se hace pidiendo al departamento de capacitación que reúna cierta información, que trabaje con un asesor y desarrolle un programa de educación. Así pues, se desarrolla un sistema completo de educación en calidad que proporciona un mensaje estándar y puede ser enseñado a través de alguien capacitado para ello. Esto requerirá una inversión de tiempo y dinero por parte de la organización interesada en mejorar la calidad, pero se traducirá en grandes progresos.

9. Día Cero Defectos.

El Día Cero Defectos se celebra con el fin de que la dirección se presente y haga un compromiso formal ante todos, de tal manera que sea obligatorio el cumplimiento. Es el momento en que se demuestra a todos, cara a cara, que las intenciones de los directivos son serias.

Un Día Cero Defectos perfectamente planeado y digno, en el que la dirección comprende lo que dice, representa un grato acontecimiento que se recordará siempre.

10. Fijar metas.

Fijar metas es algo que sucede de manera automática, inmediatamente después de la medición. Se debe procurar que sean las personas las que fijen sus propias metas. El objetivo final que se busca alcanzar es cero defectos.

11. Eliminar las causas de error.

Eliminar las causas de error consiste en pedir a las personas que señalen los problemas que existen, de manera que algo se pueda hacer al respecto. La mayor parte de los señalamientos de los problemas deben contener sugerencias que permitan ayudar a resolverlos oportunamente.

12. Reconocimiento.

El reconocimiento de los empleados es algo específico de cada empresa. En general, tiene los siguientes efectos:

- a. Reconoce a las personas trabajadoras y muy valiosas.
- b. Proporciona una descripción clara de lo que implica la realización de la calidad.
- c. Otorga a la organización "Faros de Calidad", es decir, personas que se debe tratar de imitar.

13. Consejos de calidad.

El objetivo de los consejos de calidad es reunir a todos los profesionales de la calidad y permitirles que aprendan unos de otros. También deben de apoyar el proceso para el mejoramiento de la calidad y entregarse activamente a ayudar a la empresa a eliminar los problemas y pensar que cero defectos es en verdad alcanzable.

14. Repetir todo el proceso.

El proceso se vuelve a iniciar cuando el equipo para el mejoramiento de la calidad transfiere, después de más o menos dos años, todas sus responsabilidades a un equipo nuevo el cual vuelve a aplicar los pasos anteriores.

El nuevo equipo, en base a experiencias pasadas, desarrolla muchas nuevas formas de hacer las cosas y consigue mayores mejoras que las obtenidas anteriormente.

De acuerdo con los principios de Ishikawa, para mejorar la calidad se debe aplicar el Control de Calidad.

Hacer Control de Calidad es:

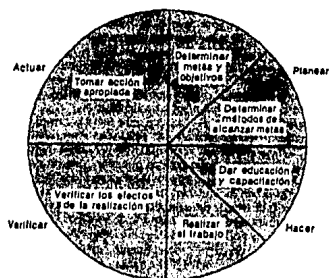
1. Emplear el Control de Calidad como base.
 2. Hacer control integral de costos, precios y utilidades.
 3. Controlar la cantidad (volumen de producción, de ventas y existencias) así como las fechas de entrega.
-
1. Emplear el Control de Calidad como base.

Para poder lograr una buena calidad en un producto o servicio se debe llevar a cabo, entre otras cosas, un estricto Control de Calidad.

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

Para proceder con el control se deben seguir los pasos del Círculo de Control (CC) que son: planear, hacer, verificar y actuar. Ishikawa redefine este círculo dividiéndolo en seis categorías que son:

- a. Determinar metas y objetivos.
- b. Determinar métodos para alcanzar las metas.
- c. Dar educación y capacitación.
- d. Realizar el trabajo.
- e. Verificar los efectos de realización.
- f. Empezar la acción apropiada.



Ciclo de control

- a. Determinar metas y objetivos.

Las metas y objetivos pueden determinarse por medio de políticas. Determinada una política, las metas se hacen evidentes por sí mismas y éstas deben fijarse con base a los problemas que la empresa desee resolver.

b. Determinar métodos para alcanzar las metas: normalización del trabajo.

Si se fijan metas y objetivos, pero no se acompaña con métodos para alcanzarlos, el CC acabará por ser un simple ejercicio mental.

La determinación de una clase de método equivale a la normalización. Esto es, si una persona desarrolla un método, debe normalizarlo, convertirlo en reglamento y luego incorporarlo dentro de la tecnología y propiedad de la empresa. Sin embargo, no se debe ser muy estricto en cuanto a la ejecución de los reglamentos establecidos ya que esto puede acarrear problemas debido a que las normas o reglamentos no son perfectos y se deben revisar constantemente.

c. Dar educación y capacitación.

Los superiores tienen la función de educar y desarrollar a subalternos no solamente mediante conferencias y reuniones formales, sino que deben hacerlo de una manera personal en el trabajo práctico.

Una forma de gerencia ideal crea una situación en la que la persona tiene una capacitación adecuada, es digna de confianza y no requiere de supervisión excesiva.

d. Realizar el trabajo.

Para llevar a cabo los puntos anteriores, se debe hacer hincapié en el voluntarismo de los subalternos en el Control de Calidad.

e. Verificar los efectos de la realización.

La gerencia no es tal si no tiene ningún sistema de verificación. Lo más importante en la gerencia es el principio de excepción, es decir, si las cosas salen bien de acuerdo con las metas y normas fijadas se debe dejar que sigan así. No obstante, si surgen hechos inesperados, el gerente debe intervenir. El objeto de verificar es descubrir tales excepciones. Para cumplir eficientemente es necesario entender con claridad las políticas básicas, las metas y los procedimientos de normalización y educación.

f. Tomar la acción apropiada.

Es necesario encontrar los factores causales de las excepciones y tomar la acción apropiada. En esta acción apropiada es importante tener medidas para evitar que las excepciones vuelvan a repetirse. Al eliminar las causas de las excepciones hay que remontarse al origen del problema y tomar las medidas para impedir que se repitan.

2. Hacer un control integral de costos, precios y utilidades.

La exigencia principal del consumidor es calidad justa a precio justo. Por bajo que sea el precio de un artículo, si su calidad es mala, nadie lo comprará. De igual manera, por alta que sea la calidad, nadie comprará un artículo si su precio es muy alto.

Las utilidades son un medio para mantener a la empresa con vida. Para aumentar las utilidades es preciso instrumentar un buen control de costos.

En términos generales, si el CC se realiza bien, la tasa de defectos baja, lo que disminuye el desperdicio de materiales y tiempo. Como resultado se reducen los costos y aumenta la productividad. El precio de un artículo no lo determina el costo sino el valor de la verdadera calidad.

3. Controlar la cantidad (volumen de producción, de ventas y existencias) así como las fechas de entrega.

La empresa debe manufacturar productos en las cantidades solicitadas por los consumidores y hacer las entregas dentro de los plazos estipulados.

El Control de Calidad incluye control de lo siguiente: cantidad comprada, volumen de producción, cantidad de materiales y productos en existencia, volumen de ventas y fechas de entrega.

Si la empresa tiene un artículo en demasiada cantidad, son muchos los recursos y el material que se están desaprovechando. No sólo hay desperdicio, sino que así se incrementan los costos de producción. Por otra parte, si las existencias son muy bajas, la empresa no podrá cumplir oportunamente con los requerimientos de los clientes.

El Control Total de la Calidad es una
Revolución Conceptual en la Gerencia

El Control de Calidad puede lograr la revitalización conceptual en la gerencia.

Muchas empresas se han transformado a sí mismas después de aplicar el Control de Calidad. La manera en que se han transformado puede clasificarse en las seis características siguientes:

- a. Primero la calidad.
- b. Orientación hacia el consumidor.
- c. El proceso siguiente es su cliente.
- d. Utilizar datos y números en las presentaciones.

- e. Respeto a la humanidad como filosofía administrativa.
- f. Administración interfuncional.

a. Primero la calidad.

Si una empresa sigue el principio de buscar "primero la calidad", sus utilidades aumentan a la larga ya que genera paso a paso la confianza de la clientela y ve crecer sus ventas paulatinamente; mientras que si se persigue la meta de lograr utilidades a corto plazo, pierde competitividad en el mercado y a la larga sus ganancias disminuyen.

Si se mejora la "calidad de aceptación", paulatinamente disminuyen los defectos y aumenta el porcentaje de piezas "de paso directo". Es decir, disminuye notablemente el número de rechazos en corrección de piezas, en los ajustes y en los costos de inspección. Esto da una considerable economía de costos acompañada por una productividad más alta. En realidad, la mejora de la calidad del diseño es el primer paso para aumentar las ventas, las utilidades y reducir costos.

b. Orientación hacia el consumidor.

Las empresas deben fabricar productos que los consumidores deseen y compren gustosos. El propósito del Control de Calidad es llevar a la práctica esta idea básica. Una actitud lógica en relación con el enfoque orientado al

consumidor es ponerse siempre en su lugar, ésto implica escuchar sus opiniones y actuar de acuerdo a sus puntos de vista:

c. El proceso siguiente es su cliente.

Esta frase significa que los empleados u obreros deben esforzarse para que su trabajo sea bien hecho y considerar que el proceso siguiente es su cliente. Se debe eliminar el posible seccionalismo dentro de cada área de trabajo de la empresa para lograr así una mayor comunicación, cooperación e interés por el trabajo.

d. Utilizar datos y números en las presentaciones.

Los hechos son importantes y deben expresarse en cifras exactas. Lo primero es examinar los hechos, después convertirlos en datos fidedignos y el paso final consiste en utilizar métodos estadísticos para analizarlos, lo que permite hacer cálculos, formar juicios y tomar las medidas pertinentes.

e. Respeto a la humanidad como filosofía gerencial.

Cuando la gerencia resuelva implantar el Control de Calidad en toda la empresa, tiene que normalizar todos los procesos y procedimientos, y luego valerosamente delegar la autoridad a los subalternos. El principio fundamental de una administración acertada, es permitir que los subalternos aprovechen la totalidad de sus capacidades.

Todos los que tengan que ver con la empresa (consumidores, empleados y sus familiares, accionistas, subcontratistas y empleados de los sistemas afiliados de distribución) deben sentirse cómodos y contentos. Además, deben tener la capacidad de aprovechar sus facultades y de realizar su potencial personal.

El término humanidad implica autonomía y espontaneidad. La gerencia basada en la humanidad es un sistema que estimula el florecimiento de un potencial humano ilimitado. Una de las ideas básicas que motivan las actividades de los Círculos de Calidad es crear un lugar de trabajo donde la humanidad sea respetada.

f. Administración interfuncional.

Desde el punto de vista de las metas de la empresa, las principales funciones de la administración interfuncional son: garantía de calidad, control de costos (utilidades) y control de volumen o cantidad, así como también el control del personal.

HERRAMIENTAS PARA LA CALIDAD

Las herramientas que Deming sugiere emplear para realizar la transformación de las empresas son técnicas estadísticas sencillas; algunas de estas técnicas son simplemente maneras de organizar y exhibir los datos en forma visual. Estas técnicas estadísticas son las llamadas Siete Herramientas:

- Diagrama de Causa y Efecto o de Ishikawa.
- Diagrama de Flujo.
- Diagrama de Pareto.
- Gráfico de Línea (tendencia).
- Histogramas.
- Diagrama de Dispersión.
- Gráficos de Control.

Juran sugiere utilizar ciertas disciplinas orientadas a la calidad como las que se mencionan a continuación:

- Modelos y sistemas de datos para evaluar y predecir la fiabilidad y mantenibilidad del producto.
- Estudios de la capacidad del proceso para evaluar y predecir la productividad.
- Experimentos para descubrir el resultado óptimo obtenible de muchas variables convergentes.
- Hojas de análisis para la toma de datos en forma condensada y fácil de captar.
- Métodos para evaluar el costo de la mala calidad.
- Métodos para protegerse de los errores humanos.
- Árboles de decisión, diagramas de flujo, Diagrama de Pareto, Diagrama de Causa y Efecto, y otros medios más para el análisis de la calidad y la toma de decisiones.

Para Crosby, parte del programa de educación en calidad consiste en capacitar a todos los empleados de la empresa en una serie de herramientas que se enuncian a continuación:

- Hoja de Comprobación.
- Histograma.
- Diagrama de Causa y Efecto.
- Análisis de Pareto.
- Gráficos de Control.
- Diagrama de Correlación.
- Gráficos en general (de barras, de series temporales, entre otros).

Ishikawa propone como herramientas para lograr la calidad, los métodos estadísticos que a continuación se describen, separándolos en tres categorías de acuerdo al orden de dificultad.

1. Método estadístico elemental (las llamadas Siete Herramientas).

- a. Diagrama de Pareto.
- b. Diagrama de Causa y Efecto.
- c. Estratificación.
- d. Hoja de Inspección.
- e. Histograma.
- f. Diagrama de Dispersión.
- g. Gráficos de Control.

Estas son las herramientas indispensables para el control de calidad, usadas por los directivos, miembros de la junta, gerentes intermedios, supervisores y trabajadores de línea.

2. Método estadístico intermedio.

- a. Teoría de muestreo.
- b. Inspección estadística por muestreo.
- c. Diversos métodos de realizar estimaciones y pruebas estadísticas.
- d. Métodos de utilización de pruebas sensoriales.

e. Métodos de diseñar experimentos.

Estos métodos se enseñan a los ingenieros y a los miembros de la división de promoción del Control de Calidad.

3. Método estadístico avanzado (con computadoras).

- a. Métodos avanzados de diseñar experimentos.**
- b. Análisis de multivariables.**
- c. Diversos métodos de investigación de operaciones.**

Estos métodos únicamente se enseñan a unos cuantos ingenieros y técnicos con el fin de emplearse en análisis de procesos y de calidad muy complejos.

CONCEPTOS COMUNES DE LAS FILOSOFIAS DE CALIDAD

Como se ha visto, los cuatro autores difieren tanto en su concepto de calidad como en su metodología para conseguirla. Sin embargo, existen una serie de puntos en los cuales coinciden y son los siguientes:

1. La Calidad es primero.

Toda empresa busca obtener utilidades, proporcionar empleos y permanecer en el mercado. Esto sólo se logra cuando se considera a la calidad como el objetivo primordial.

Para Deming la calidad es el elemento fundamental para llegar a ser competitivos; ya que al mejorar la calidad los costos se reducen debido a que hay menos reprocesos, menos errores, menos demoras, menos obstáculos y hay un mejor empleo del tiempo de las máquinas y de los materiales. Esto trae como consecuencia el aumento de la productividad y por ende la conquista del mercado al tener una mejor calidad y un precio más bajo, haciendo que la empresa se mantenga en el negocio proporcionando cada vez más y más empleos.

Por su parte, Juran afirma que la calidad debe de tener una prioridad máxima incuestionada. El enfoque tradicional actual para la gestión de la calidad es inadecuado en una época en la cual el hombre es cada vez más dependiente de ella. Las empresas deben comenzar aumentando su plan

empresarial estratégico de manera que incluya los objetivos de la calidad. Luego, siguiendo la llamada Trilogía de Juran, un nuevo enfoque básico para la gestión de la calidad, la empresa obtendrá una elevada y continua tasa de mejora lo que traerá como consecuencia alcanzar el liderazgo en calidad.

Al respecto Ishikawa dice: "Primero la calidad; no las utilidades a corto plazo". Esto significa que si una empresa sigue el principio de buscar "primero la calidad" se ganará paso a paso la confianza de la clientela y verá crecer sus ventas paulatinamente. A la larga sus utilidades serán grandes, lo que le permitirá conservar una administración estable siendo más competitiva en el mercado internacional. Asimismo, si la gerencia hace hincapié en la calidad ante todo, se mejorará la "calidad de aceptación" del producto disminuyendo los defectos, el número de rechazos, la corrección y ajuste de piezas y los costos de inspección. Esto dará por resultado una considerable economía de costos acompañada por una productividad más alta.

Finalmente, para Crosby la calidad es primero sobre las finanzas, producción y ventas, por ser el factor determinante para el desarrollo de las empresas en todos sus ámbitos; además, debe ser discutida en términos concretos para así establecer una política que sea parte de la empresa.

2. Calidad Total.

En este punto los cuatro autores coinciden diciendo que no se debe entender calidad solamente como calidad del producto. Sino que se debe interpretar en un sentido más amplio y considerarse como calidad del trabajo, calidad del servicio, calidad de la información, calidad del proceso, calidad de la división, calidad de las personas incluyendo los trabajadores, ingenieros, gerentes y ejecutivos, calidad del sistema, calidad de la empresa, calidad de los objetivos, entre otros. El enfoque básico es controlar la calidad en todas sus manifestaciones.

3. Mejora continua de la Calidad.

El proceso de calidad nunca termina, es decir, es un proceso continuo y sin límites. No se debe confundir el proceso de calidad con un programa de calidad; los programas tienen término, los procesos no. El proceso de calidad parte de la premisa de que todo se puede mejorar. El mejoramiento continuo de la calidad nos permitirá alcanzar una alta productividad y competitividad.

4. No esperar resultados a corto plazo.

La calidad es un proceso a largo plazo que exige una cuidadosa programación de los movimientos organizativos, de formación y motivación para un cambio complejo en el medio cultural. Este cambio exige olvidarse, por parte de la alta dirección, de los beneficios a corto plazo. El dividendo del

próximo trimestre no es tan importante como la existencia de la empresa dentro de 10, 20 ó 30 años. Los beneficios a corto plazo no son un indicador fiable. Cualquiera puede pagar dividendos recortando la investigación o aplazando el mantenimiento. Todos los autores advierten: las personas que esperan resultados a corto plazo generalmente se verán desilusionadas.

Se necesitan de unos cuantos años para establecer la mejora de la calidad como parte integral y continuada del plan de la empresa; los autores coinciden que este período de tiempo varía entre 3 y 5 años. Los resultados son gratificantes ya que no sólo se mejora la calidad del bien o servicio, sino también el nivel de vida de las personas, las condiciones de trabajo del obrero, los dividendos, la motivación de los trabajadores, la posición competitiva, entre otros.

5. Satisfacción de las necesidades del consumidor.

Para Juran un bien o servicio de calidad es aquel que satisface las necesidades del cliente. Por ello la actividad inicial es determinar quiénes son los clientes y cuáles son sus necesidades. Luego, se desarrollan diseños de productos que sean capaces de responder a esas necesidades. Se tiene que aceptar el hecho de que en una sociedad competitiva los clientes tienen la última palabra. Las necesidades de los clientes se tienen que descubrir y se tiene que actuar sobre ellas para satisfacer las necesidades de los mismos.

Deming advierte: "si no se satisface al cliente, no habrá nadie que compre nuestro producto". Debido a esto, considera al cliente como la pieza más importante en la línea de producción, y nos señala que para satisfacer los requisitos y gustos del cliente es necesario estudiar sus necesidades. El objetivo de este estudio consiste en comprender las necesidades y deseos del consumidor para así diseñar el producto y/o servicio que le proporcione una vida mejor.

Ishikawa nos dice que los requisitos del consumidor son de primordial importancia. Por eso la empresa debe garantizar una calidad acorde con dichos requisitos (características de calidad reales) y no tratar únicamente de cumplir con normas nacionales ya que éstas no siempre satisfarán a los consumidores. Además, se deben estudiar las opiniones y exigencias de los clientes y tenerlas en cuenta al diseñar, manufacturar y vender los productos.

Para Crosby el cumplir con los requisitos del consumidor significa mejorar la calidad y eliminar los problemas de manera simultánea. El mejoramiento de la calidad se alcanza haciendo que todos hagan bien las cosas desde la primera vez, tomando en consideración lo que los clientes piensan acerca de la calidad y luego, lo que se está haciendo para mejorarla. De tal forma que se entreguen productos y servicios exentos de errores y de manera oportuna.

6. Involucramiento de la alta gerencia.

Juran afirma: para que el nuevo enfoque para la gestión de la calidad sea eficaz, los altos directivos tienen que proporcionar personalmente el liderazgo en un grado que no tiene precedentes en la mayoría de las empresas occidentales. No es suficiente con establecer políticas, crear concientización y luego dejar todo lo demás a los subordinados. Esto se ha intentado una y otra vez con resultados descorazonadores.

Para Ishikawa el "Control Total de Calidad es una revolución conceptual en la gerencia". La alta gerencia debe estudiar el Control Total de la Calidad antes que cualquier otra persona de la empresa, y tener una buena comprensión de las cuestiones pertinentes.

Deming opina que el cambio debe comenzar en el nivel superior, con una administración bien informada y comprometida con la calidad. Debe de existir una toma de conciencia de la crisis seguida de la acción, lo cual es función de la dirección. El mejoramiento de la calidad es total responsabilidad de la gerencia, debido a que la mayor parte de los problemas que impiden dicho mejoramiento son generados por el sistema y no por los trabajadores, y solamente la gerencia es capaz de cambiar el sistema.

Para Crosby el cambio comienza desde arriba, es decir, a partir de la dirección. La alta dirección es la clave para la solución y es responsable del necesario cambio cultural de la empresa; por consiguiente, deberá enfrentarse al problema por el resto de sus días.

7. Participación de todos los miembros.

Para llevar a cabo la transformación de una empresa, es necesario que todos los miembros de la misma participen. Todo individuo en cada división, gerencia y departamento debe estudiar, practicar y participar en el proceso de mejora de la calidad. La participación total debe incluir al presidente, los directores, los gerentes de nivel medio, los supervisores, los trabajadores de línea, los vendedores, los subcontratistas, los sistemas de distribución y las empresas filiales. La calidad es una actividad de grupo y no se puede hacer individualmente, exige trabajo en equipo.

8. Papel proveedor-cliente.

Se debe pensar siempre que en un determinado proceso de producción se es tanto cliente como proveedor, en un momento se juega el papel de proveedor y en otro el de cliente. El empleado debe entender que de no realizar su trabajo correctamente afectará el siguiente paso del proceso de producción. La calidad no podrá ser completa si no hay una total aceptación de este enfoque por parte de la empresa.

9. Relación proveedor-cliente.

Deming sugiere desarrollar una relación a largo plazo, de lealtad y de confianza con los proveedores; en la cual no sólo debe participar el departamento de compras, sino también el de ingeniería, finanzas, entre otros. El proveedor al ver que tendrá una relación a largo plazo con su comprador, podrá ser innovador y económico en sus procesos de producción, lo que traera como consecuencia una reducción en los costos y una mejora en la calidad.

Por otra parte, Ishikawa dice que entre comprador y proveedor debe de existir mutua confianza y cooperación, y la decisión de "vivir y dejar vivir" basada en las responsabilidades que las empresas tienen respecto al público.

Juran y Crosby opinan que se debe considerar a los proveedores como una extensión de la empresa, educándolos y capacitándolos para que entreguen productos y servicios fiables en el plazo convenido. Juran dice: "el proveedor debe ser parte del equipo de la empresa".

10. La inspección no mejora la Calidad.

Crosby dice que verificar, seleccionar y evaluar, sólo filtra lo que ya está hecho. La inspección ya sea que se le llame comprobación o verificación, siempre se hace después

de que ocurre algo, es una forma cara y poca fiable de querer obtener calidad.

Por su parte, Ishikawa comenta que el Control de Calidad que hace hincapié en la inspección es anticuado. Una garantía de calidad basada en la inspección acarrea varios problemas que ocasionarán una baja en la productividad. La calidad debe incorporarse dentro de cada diseño y cada proceso, no se puede crear mediante la inspección.

Deming dice que la inspección sólo elimina la mala calidad, no la mejora ni la produce. La calidad se produce por el mejoramiento del proceso, no por la inspección. Toda inspección que se hace con objeto de descubrir los productos defectuosos y eliminarlos da como resultado el desperdicio, los reprocesos y la degradación, lo cual no sólo es costoso sino ineficaz y no mejora el proceso. La inspección debe emplearse solamente con el fin de obtener datos para los gráficos de control y para averiguar lo que se está haciendo.

Juran explica como las deficiencias de la calidad han fomentado el amplio uso de la inspección y la comprobación para detectar y corregir errores. Sin embargo, este proceso de detección no evita que aparezcan los errores ya que no busca su origen o causa. La inspección y la comprobación han sido un modo de vida que ha perpetuado las deficiencias de

la calidad. El método es competitivo sólo si la competencia hace lo mismo.

11. El incumplimiento tiene un costo.

Crosby dice que el precio del incumplimiento de los requisitos lo constituyen los gastos realizados en hacer las cosas mal; cuando se suma todo esto, representa una cantidad enorme de dinero que asciende al 20% o más de las ventas de las empresas manufactureras, y al 35% de los costos de operación de las empresas de servicio.

Tanto Deming como Ishikawa señalan que el no cumplir con los requisitos, especificaciones o servicios que el cliente espera, necesita o solicita, es síntoma de una baja calidad. Se le está pagando a alguien por fabricar un producto defectuoso o prestar un servicio inadecuado; ésto es parte del costo de la mala calidad. La otra parte la constituyen los costos de los reprocesos y el efecto multiplicador de un cliente insatisfecho, lo que repercute en la vendibilidad del bien o servicio.

Para Juran el incumplimiento tiene un costo cuando el producto o servicio posee deficiencias. Una deficiencia es un falla como los cortes de corriente, los artículos inoperantes, el aspecto deteriorado, la no conformidad con las especificaciones, entre otras. Todo ésto conlleva a un aumento en los costos dado los reprocesos necesarios para

rehacer trabajos previos, la insatisfacción del cliente al no responder a sus necesidades, la baja vendibilidad del producto, la baja en los ingresos por ventas, entre otros.

12. Educación y capacitación del personal.

Para Juran es claro que la gestión para la calidad exige algunas rupturas profundas con la tradición, es decir, un cambio de cultura. Una colección tan grande de cambios requiere algunos cambios en el área de formación, esto es, formación para que la calidad tenga lugar.

Deming señala que para lograr el mejoramiento de la calidad y la productividad, no basta con tener gente capaz en la organización, es necesario que todos los miembros de la empresa estén adquiriendo nuevos conocimientos y habilidades que se necesitan para manejar nuevos materiales y nuevos métodos. La educación y el entrenamiento deben preparar a la gente para asumir nuevos cargos y responsabilidades.

"El Control de Calidad empieza con educación y termina con educación". Ishikawa afirma que para promover el Control de Calidad con participación de todos, hay que dar educación a todos los empleados, desde el presidente hasta los obreros de línea. Ya que se habla de una revolución conceptual de la gerencia, ésto requiere un cambio en los procesos de raciocinio del personal de toda la empresa y solamente se puede lograr repitiendo la educación una y otra vez. Se debe

proporcionar educación para cada nivel, educación a largo plazo y educación continua e indefinida. De esta manera, los conocimientos adquiridos son profundos y sirven para fortalecer continuamente las bases de las actividades del Control de Calidad.

Para Crosby la educación tiene que convertirse de alguna manera en algo rutinario, pues esto permitirá manejar un lenguaje común, adquirir la habilidad para realizar un trabajo y comprender el papel que desempeña cada persona para que la empresa siga adelante. La educación en general requiere de un enfoque acorde con el nivel y función que desempeña cada individuo dentro de la empresa.

II. CONTROL ESTADISTICO DE PROCESOS

El control estadístico de procesos (CEP) tiene como finalidad el auxilio en la percepción de tendencias en los procesos, de manera que pueda predecirse su comportamiento en el plazo inmediato y se puedan tomar acciones correctivas a las causas de variación y establecer medidas preventivas permanentes, que además de evitar la producción de artículos o trabajos defectuosos, permitan ir mejorando el proceso gradualmente. La información que proporcionan las técnicas empleadas tienen validez probabilística basada en la historia del proceso.

Puede decirse que el CEP es básicamente la manera de acumular conocimientos y experiencia, de una manera coherente y consistente en relación al comportamiento de un proceso, para estar en condiciones de modificar los factores de entrada que permitan obtener un resultado conforme a las expectativas.

Es muy importante señalar tres conceptos básicos para el CEP:

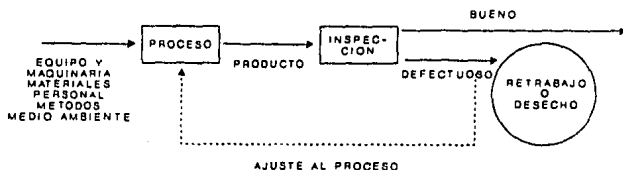
- a. El estado de control estadístico no es natural para un proceso productivo, más bien, ello es un logro alcanzado por la eliminación de las causas de variación, una por una.

- b. El control estadístico debe usarse para alcanzar la mejora continua de los procesos más que el simple cumplimiento con las especificaciones.
- c. La mejora continua de los procesos se deriva del uso permanente de gráficos de control, de su adecuada interpretación y del uso de la información que de ellas se deriva para instituir los controles del proceso necesarios. El CEP es una forma de pensar y vivir y requiere de la participación y del compromiso de todos los niveles de la empresa.

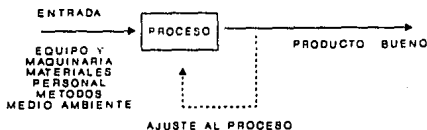
La secuencia lógica de efectuar el CEP consiste en llevar a cabo, en primer término, la demostración estadística de la habilidad de los instrumentos de verificación, en el rango de medición que serán usados; a continuación, efectuar la demostración de la habilidad del proceso y finalmente, realizar el CEP en base continua.

El CEP se enfoca a la prevención de problemas, en lugar de su detección. El control a través de la detección descansa fundamentalmente en algún tipo de inspección que separa el producto malo del bueno y éste representa gastos adicionales puesto que existe la necesidad de agregar trabajo en reparar el producto, cuando ello es factible; o bien, desecharlo. Los ajustes al proceso se efectúan en base a la información proporcionada por el producto desechado o reparado. El

control del proceso a través de la detección se esquematiza en la siguiente figura:

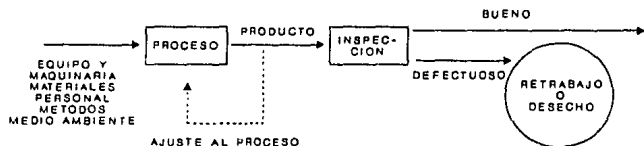


Es mucho más deseable un sistema de monitoreo que permite identificar los ajustes necesarios para eliminar la posibilidad de fabricar productos inaceptables, este sistema se esquematiza en la siguiente figura:



El esquema de trabajo de la figura anterior representa un logro que se alcanzará con la acumulación de experiencia, mediante la aplicación del análisis estadístico de los procesos y la institución de los controles necesarios. En la transición hacia este esquema, será necesaria la inspección para lograr la separación de la porción de productos malos

que actualmente se fabrican y que gradualmente se irá reduciendo hasta un mínimo, puesto que el cumplimiento con las especificaciones ya no es suficiente: se debe apuntar hacia el objetivo de producir virtualmente todos los productos iguales y todos en el valor central. El esquema transitorio de trabajo se representa en la figura que se muestra a continuación:



El CEP es aplicable a todo proceso, aunque éste no sea de fabricación, puede ser administrativo, económico, entre otros.

Es importante señalar que para la aplicación del CEP se debe de tomar en cuenta el hecho de que existen diferentes tipos de datos: variables, atributos e híbridos. Es necesario distinguir los tipos de datos con la finalidad de seleccionar que gráfico se va a emplear. Los datos son la información que se obtiene acerca del comportamiento del proceso y que se desean graficar, con la finalidad de obtener información estadística y poder analizar las tendencias.

I. Datos Variables

Son medibles y pueden ser expresados en unidades básicas de:

- Distancia
- Masa
- Tiempo
- Corriente eléctrica
- Temperatura

u otras, resultantes de la combinación de éstas.

II. Datos por Atributos

Un atributo es una propiedad o característica. Al juzgar datos por atributos se verifica si la determinada característica está o no presente, o cual de dos características antagónicas entre sí está presente en lo que se está juzgando. Los datos por atributos se resumen a dos alternativas, por ejemplo:

- Bueno - Malo
- Pasa - No pasa
- Ileso - Dañado
- Igual al patrón - Diferente del patrón

Los datos por atributos se emplean cuando el medir es muy costoso, consume demasiado tiempo o resulta impráctico

obtener datos variables. Dentro de los datos por atributo existen dos categorías:

a. Defectos: son imperfecciones encontradas en el producto como podrían ser poros, rayaduras, manchas, películas de polvo en la pintura, entre otras.

b. Defectuosos: ello se refiere al número de piezas defectuosas, esto es, que el artículo completo es inaceptable, debido a la aparición de uno o más defectos.

La tabla mostrada a continuación resume lo explicado anteriormente.

DEFECTOS		DEFECTUOSOS
Imperfecciones por unidad.	Miden	Rechazos por muestra.
Pueden existir en mayor número que la cantidad de artículos en la muestra.	Su cantidad	No pueden exceder al número de artículos en la muestra.
Rayaduras en una superficie, poros por pieza fundida, partículas de polvo en una superficie, abolladuras por pieza.	Ejemplos	Piezas rotas, flechas con diámetro inferior de la especificación, circuitos inoperantes, piezas abolladas.
Algunos aspectos del artículo no son aceptables.	Su aplicación es cuando	El artículo no es aceptable con ese o esos defectos.

III. Datos Híbridos

Estos datos se encuentran dentro del intervalo formado por las categorías extremas mencionadas en los datos por atributos; lo que proporciona información mucho más objetiva que los datos por atributos acerca del grado de adecuación de una pieza. Ejemplo de ello son aquellas características cuyo juicio es un tanto subjetivo puesto que no existe método preciso de medición, tal sería el caso en la medición de la tersura de una tela o del confort de un asiento, en estos casos lo más adecuado resulta designar personas que "califiquen" el resultado.

Las técnicas del CEP son las llamadas Siete Herramientas básicas:

1. Hojas de Inspección o Verificación
2. Histogramas
3. Diagrama de Pareto
4. Diagrama de Causa-Efecto
5. Estratificación
6. Diagrama de Dispersión
7. Gráficos de Control

Estas herramientas permiten encontrar problemas; reducir áreas de problemas y cuantificarlos; dar seguridad sobre si las causas detectadas son verdaderas o no; prevenir errores debido a confusiones, precipitaciones o negligencias en la

**solución de los problemas; confirmar el efecto de la mejora
y detectar anomalías en el proceso.**

Hoja de Inspección o de Verificación

Una Hoja de Inspección o de Verificación es un formato especial construido para reunir datos fácilmente. Los factores necesarios son previamente establecidos y los registros de las pruebas, resultados de inspección o de operaciones son fácilmente descritos con marcas (*) utilizadas para verificar.

La Hoja de Inspección se utiliza cuando se necesitan reunir datos basados en la observación de las muestras con el fin de empezar a detectar tendencias: ¿Qué tan frecuentemente ocurren ciertos eventos?. El proceso convierte opiniones en hechos. Este es el punto lógico de inicio en la mayoría de los ciclos de la solución de problemas.

Además de la necesidad de establecer relaciones entre causas y efectos dentro de un proceso de producción, con propósitos de control de calidad y productividad, la Hoja de Inspección se usa para:

- Examinar la distribución del proceso de producción.
- Verificar o examinar artículos con defectos.
- Examinar o analizar la localización de defectos.
- Verificar las causas de los defectos.
- Verificar y analizar las operaciones.

Para la elaboración de una Hoja de Inspección se requiere de lo siguiente:

1. Estar de acuerdo sobre el evento que será observado.
2. Decidir el periodo de tiempo durante el cual serán recolectados los datos. Esto puede variar de horas a semanas.
3. Diseñar una forma que sea clara y fácil de usar. Se debe asegurar que todas las columnas estén claramente descritas y que haya suficiente espacio para registrar los datos.
4. Obtener los datos de manera consciente y honesta, dedicando el tiempo necesario para esta labor.

La siguiente figura muestra el formato de una Hoja de Inspección:

Problema	Mes				Total
	1	2	3	4	
A					
B					
C					
Total					

Algunas sugerencias para la elaboración e interpretación de la Hoja de Inspección son:

- Asegurar que las muestras/observaciones sean tomadas al azar.
- Asegurar que el proceso de muestreo sea eficiente de manera que las personas tengan tiempo de hacerlo.
- La población (universo) muestreada debe ser homogénea, de no serlo, el primer paso será la estratificación para analizar las muestras de forma individual.

Histograma

Un Histograma es un conjunto de rectángulos (uno por cada clase), que tiene como base la amplitud del intervalo y como altura la frecuencia (absoluta o relativa) del intervalo correspondiente.

El Histograma es empleado cuando se necesita descubrir y mostrar la distribución de datos graficando con barras el número de unidades en cada categoría. Además, mediante el Histograma se puede conocer:

- a. Si la dispersión de la curva cae dentro de las especificaciones. Si no es así, qué cantidad cae fuera de las mismas. (Variabilidad)

- b. Si la curva está concentrada en el lugar debido. Se puede saber si la mayoría de los datos caen en el lado alto o en el lado bajo. (Sesgo)

ILUSTRACIONES DE VARIABILIDAD



ILUSTRACIONES DE SESGO



Pasos para la elaboración de un Histograma:

Paso 1. Contar el número de datos en la serie.

Paso 2. Determinar el rango R de los datos. El rango es la diferencia entre el valor más grande y el valor más pequeño del conjunto de datos.

Paso 3. Dividir el valor del rango entre un cierto número de clases referidas como K . La tabla de abajo es una guía

que muestra para las diferentes cantidades de datos el número recomendado de clases utilizadas.

Número de datos	Número de datos (K)
Menos de 50	5 - 7
50 - 100	6 - 10
100 - 250	7 - 12
Más de 250	10 - 20

Paso 4. Determinar el intervalo H de la clase. Una fórmula adecuada para hacer ésto es la siguiente:

$$H = R / K$$

Es conveniente redondear H en un número adecuado para los propósitos.

Paso 5. Determinar los límites de clase. Estos deben de estar a un lugar decimal más que los datos y deben terminar en cinco.

Paso 6. Construir una tabla de frecuencias basada en los valores obtenidos en el paso anterior. La tabla de frecuencias es actualmente un Histograma en forma tabular.

Paso 7. Construir el Histograma basado en la tabla de frecuencias. Un Histograma es una representación gráfica de la tabla de frecuencias. El Histograma muestra una vista rápida de la distribución de la característica de calidad medida.

La Distribución Normal se utiliza para casos en los cuales las variables a analizar son de naturaleza continua o cuando el conjunto de datos es mayor de treinta.

Mediciones con la Distribución Normal

Si una variable X tiene Distribución Normal con media μ y desviación estándar σ , se puede determinar el área bajo la curva de una región utilizando la Distribución Normal Estándar transformando dicha variable X en una Z mediante la ecuación:

$$Z = \frac{X - \mu}{\sigma}$$

Sean X_1 y X_2 dos valores de la variable X . Los valores correspondientes de Z están dados por:

$$Z_1 = \frac{X_1 - \mu}{\sigma} \qquad Z_2 = \frac{X_2 - \mu}{\sigma}$$

Tabla para la Distribución Normal

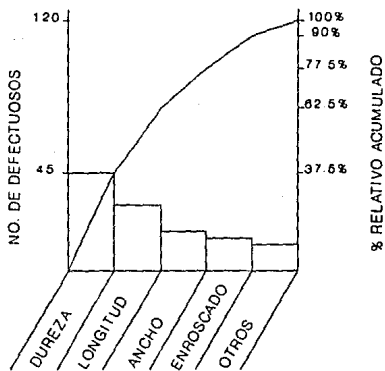
La primera columna de esta tabla muestra el valor entero y la primera decimal de Z , en tanto que el renglón que encabeza la tabla muestra el segundo decimal del valor de Z . Para un dado valor de Z , el número que se encuentra en el cruce de la hilera y la columna correspondiente muestra el valor del área debajo de la curva, a la izquierda de dicho valor de Z .

Ordinadas de la distribución de probabilidad normal*

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
.0	.3989	.3989	.3989	.3988	.3984	.3984	.3982	.3980	.3977	.3973
.1	.3970	.3965	.3961	.3956	.3951	.3945	.3939	.3932	.3925	.3918
.2	.3910	.3902	.3894	.3885	.3876	.3867	.3857	.3847	.3836	.3825
.3	.3814	.3802	.3790	.3778	.3765	.3752	.3739	.3725	.3713	.3699
.4	.3687	.3673	.3659	.3643	.3627	.3611	.3595	.3578	.3561	.3544
.5	.3521	.3503	.3485	.3467	.3448	.3429	.3410	.3391	.3372	.3352
.6	.3332	.3313	.3292	.3271	.3251	.3230	.3209	.3187	.3166	.3144
.7	.3123	.3101	.3079	.3056	.3034	.3011	.2989	.2966	.2942	.2920
.8	.2897	.2874	.2850	.2827	.2803	.2780	.2756	.2732	.2708	.2685
.9	.2661	.2637	.2612	.2588	.2565	.2541	.2516	.2492	.2468	.2444
1.0	.2420	.2396	.2371	.2347	.2323	.2299	.2275	.2251	.2227	.2203
1.1	.2179	.2155	.2131	.2107	.2083	.2059	.2034	.2012	.1989	.1965
1.2	.1943	.1919	.1895	.1872	.1848	.1826	.1804	.1781	.1758	.1735
1.3	.1714	.1691	.1669	.1647	.1626	.1604	.1582	.1561	.1539	.1518
1.4	.1497	.1476	.1456	.1435	.1415	.1394	.1374	.1354	.1334	.1313
1.5	.1293	.1274	.1255	.1236	.1218	.1200	.1182	.1164	.1145	.1127
1.6	.1109	.1092	.1074	.1057	.1040	.1023	.1006	.0989	.0973	.0957
1.7	.0940	.0925	.0909	.0893	.0878	.0863	.0848	.0833	.0818	.0804
1.8	.0789	.0775	.0761	.0748	.0734	.0721	.0707	.0694	.0681	.0668
1.9	.0656	.0644	.0632	.0620	.0608	.0596	.0584	.0573	.0562	.0551
2.0	.0540	.0529	.0519	.0508	.0498	.0488	.0478	.0468	.0458	.0448
2.1	.0440	.0431	.0422	.0413	.0404	.0396	.0387	.0379	.0371	.0363
2.2	.0355	.0347	.0339	.0331	.0323	.0315	.0307	.0300	.0292	.0284
2.3	.0282	.0277	.0270	.0264	.0258	.0252	.0246	.0241	.0235	.0229
2.4	.0224	.0219	.0213	.0208	.0203	.0198	.0194	.0189	.0184	.0180
2.5	.0175	.0171	.0167	.0163	.0158	.0154	.0151	.0147	.0143	.0139
2.6	.0136	.0132	.0129	.0126	.0123	.0119	.0116	.0113	.0110	.0107
2.7	.0104	.0101	.0099	.0096	.0093	.0091	.0088	.0086	.0084	.0081
2.8	.0079	.0077	.0075	.0073	.0071	.0069	.0067	.0065	.0063	.0061
2.9	.0060	.0058	.0056	.0055	.0053	.0051	.0050	.0048	.0047	.0046
3.0	.0044	.0043	.0042	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036	.0035	.0034
3.1	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026	.0025	.0025
3.2	.0024	.0023	.0022	.0022	.0021	.0020	.0020	.0019	.0018	.0018
3.3	.0017	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014	.0013	.0013
3.4	.0012	.0012	.0012	.0011	.0011	.0010	.0010	.0010	.0009	.0009
3.5	.0008	.0008	.0008	.0008	.0008	.0007	.0007	.0007	.0007	.0006
3.6	.0006	.0006	.0006	.0005	.0005	.0005	.0005	.0005	.0005	.0004
3.7	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0004	.0003	.0003	.0003	.0003
3.8	.0003	.0003	.0003	.0003	.0003	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002
3.9	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0002	.0001	.0001

Diagrama de Pareto

Un Diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada en cuanto a importancia o magnitud la frecuencia de ocurrencia de las distintas causas de un problema. Ejemplo de un Diagrama de Pareto se muestra a continuación:



El eje horizontal indica los tipos de defectos, que son los factores que causan que las piezas se consideren defectuosas. Cada barra representa un tipo diferente de defecto; y su altura, la frecuencia del defecto, localizando el de mayor ocurrencia a la izquierda y por consiguiente el de menor importancia a la derecha. El Diagrama de Pareto indica cual causa del fenómeno debe atacarse primero, en

términos de su contribución al problema, para eliminar defectos y mejorar la operación.

En general, al formar la lista de los factores que afectan a un proceso o sistema, se pone de manifiesto que sólo un pequeño número de causas contribuyen a la mayor parte del efecto y que las restantes tienen una mínima participación en el fenómeno. El objeto de analizar un Diagrama de Pareto es identificar las causas principales y en función de ello establecer un orden de importancia permitiendo de esta manera un mejor aprovechamiento de los recursos, canalizando eficazmente los esfuerzos de las personas que intervienen para atacar las causas más importantes, ya que, si se consigue hacerlas disminuir o desaparecer se logrará una reducción significativa en la magnitud del problema.

Pasos para la elaboración de un Diagrama de Pareto:

Paso 1. Hacer una lista de los factores o causas potenciales o posibles del problema considerando: características fuera de especificación, partes o piezas dañadas, entre otros, según la naturaleza del problema.

Paso 2. Establecer el período de tiempo que se comprenderá en la obtención de datos. No hay un período preestablecido, puede ser un mes, una semana, un día, entre otros.

Paso 3. Obtener en dicho período los datos sobre la ocurrencia de cada causa o tipo de defecto, empleando una Hoja de Inspección, especificando el número total de piezas o casos inspeccionados.

Paso 4. Con base a lo recabado en la Hoja de Inspección, ordenar los distintos tipos de causas del problema conforme a su ocurrencia, de mayor a menor. Registrar a su vez el número de casos (frecuencia de ocurrencia) f_i , de cada tipo de defecto o causa, $i = 1, 2, 3, \dots, m$ siendo m el número de causas distintas, de tal suerte que: $f_1 + f_2 + \dots + f_m = d$ donde d representa el número de casos que resultaron defectuosos en el total de piezas o casos inspeccionados.

Paso 5. Calcular el porcentaje absoluto de artículos defectuosos con respecto al número total de piezas o casos inspeccionados, para cada uno de los factores o defectos considerados. Tal porcentaje representado por el símbolo $a(i)$ se calcula mediante la fórmula:

$$a(i) = (f_i / N) * 100$$

donde $i = 1, 2, 3, \dots, m$

f_i = número de casos de cada tipo de defecto.

N = total de piezas o casos inspeccionados.

Con tal información se puede saber la mejora que se lograría en la producción, si se tomarán acciones efectivas para eliminar algún tipo de defecto.

Paso 6. Obtener para cada uno de los factores o tipos de defectos, el porcentaje relativo de defectuosos, respecto al número de casos defectuosos. Tal porcentaje relativo representado por el símbolo $r(i)$ se calcula mediante la fórmula:

$$r(i) = (f_i / d) * 100$$

donde $i = 1, 2, 3, \dots, m$
 f_i = número de casos de cada tipo de defecto.
 d = número de casos defectuosos.

Paso 7. Calcular el porcentaje relativo acumulado denotado por $R(i)$.

$$R(i) = r_1 + r_2 + r_3 + \dots + r_i$$

donde $i = 1, 2, 3, \dots, m$
 $R(m) = 100\%$

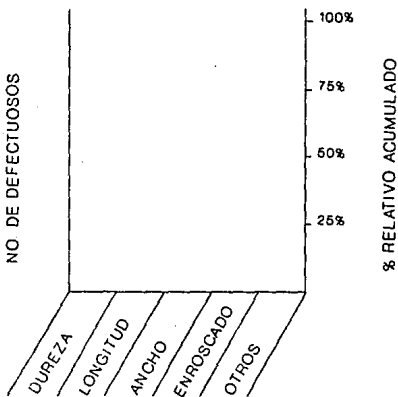
Paso 8. Elaborar una tabla con la información obtenida en los pasos 4, 5, 6 y 7.

Paso 9. Trazar el eje horizontal y los ejes verticales. En el eje horizontal se selecciona una división (en general de 1 a 2 cms) para representar los tipos de factores (defectos

o fallas) anotándolos de izquierda a derecha, de mayor a menor importancia en términos de la magnitud de la frecuencia de ocurrencia de cada tipo de defecto.

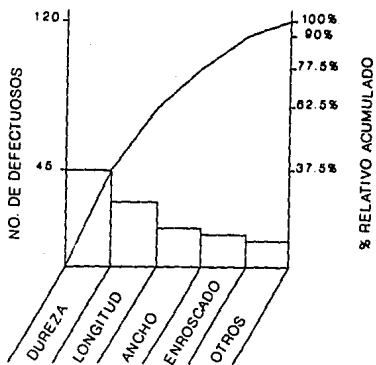
En el eje vertical izquierdo seleccionar una división en números enteros, para representar el número f_i de ocurrencias de cada tipo de defecto; la escala de este eje debe estar hecha de manera que pueda incluir el número total de defectuosos d .

El eje vertical se usará para representar el porcentaje relativo acumulado $R(i)$. Su escala se divide en 4 partes iguales para ubicar el 0, 25, 50, 75 y 100% y poder apreciar posteriormente el efecto de las acciones llevadas a cabo para la realización de mejoras, como se puede apreciar en la siguiente figura:



Paso 10. Construir las barras correspondientes a los distintos factores o causas. La altura de éstas representa la ocurrencia f_i del tipo de defecto i . Diseñar las barras con la misma amplitud conectándolas unas con otras.

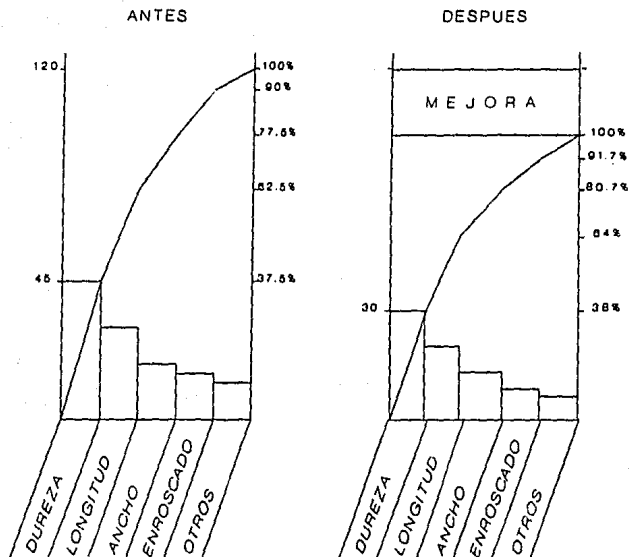
Paso 11. Graficar la curva del porcentaje relativo acumulado, partiendo del cero y uniendo los puntos que relacionan el extremo derecho de la barra del tipo de defecto i con el porcentaje relativo acumulado, hasta el defecto i . Una vez realizados todos los pasos anteriores, el Diagrama de Pareto quedará como el que se muestra a continuación:



Los usos del Diagrama de Pareto son:

- a. Se emplea como un primer paso para la realización de mejoras en un proceso o sistema.
- b. Se emplea en todas las situaciones en donde se pretende efectuar una mejora.
- c. Se emplea para verificar si las acciones llevadas a cabo para lograr una mejora fueron o no eficaces, construyendo un nuevo diagrama cuando los efectos de dichas acciones se han puesto de manifiesto. Este segundo diagrama deberá abarcar el mismo período de tiempo o igual número de casos para que la comparación tenga sentido. Si los esfuerzos para obtener mejoras han sido eficaces, el orden de las barras debe cambiar; si la altura de todas las barras disminuye, significa que el nivel general de defectos ha sido reducido por alguna acción común. Esto se puede observar en las gráficas que se muestran en la siguiente página.

Es importante señalar que también se pueden construir diagramas de Pareto en los cuales se expresen los costos en los que se incurre por cada tipo de defecto, de manera que al hacer la comparación se aprecie el ahorro (en términos monetarios) obtenido con las mejoras realizadas.



Algunos de los beneficios que se derivan del uso de los diagramas de Pareto son:

- Ayuda a identificar las causas de los fenómenos y a señalar la importancia de cada uno de ellos.
- Promueve el trabajo en equipo ya que se requiere que participen todas las personas relacionadas con el área para analizar el problema, obtener información y llevar a cabo acciones para su solución.
- Canaliza los esfuerzos a las causas importantes.

d. Permite la comparación antes y después, ayudando a cuantificar el impacto de las acciones tomadas para lograr mejoras.

e. Facilita la comunicación entre los grupos que participan en el análisis del problema.

Diagrama de Causa y Efecto

El Diagrama de Causa y Efecto también conocido como Diagrama de Ishikawa, es un diagrama que nos permite analizar los factores que intervienen en la calidad del producto a través de una relación de causa y efecto, mostrando las causas de la dispersión o variabilidad y también a organizar las relaciones entre las causas.

La calidad del producto está representada por cifras que se refieren a la longitud, dureza, porcentaje de defectuosos, entre otras. A este tipo de variables se les conoce con el nombre de "características de calidad"; y a los factores que intervienen en la calidad del producto tales como composiciones químicas de la materia, longitud del eje de la máquina, entrenamiento de los trabajadores, entre otros, se les llama "factores causales". Para la elaboración del Diagrama de Causa y Efecto se identifica a los factores causales como las "causas" y a las características de calidad como el "efecto".

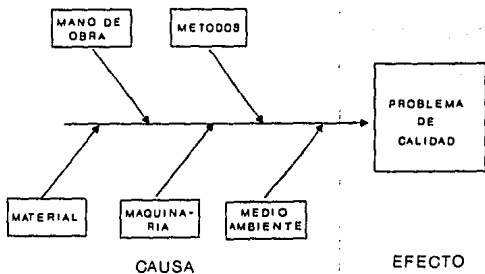
El grado de variabilidad de las características de calidad es un aspecto que se debe controlar y tratar de reducir al mínimo posible, con el objeto de evitar el riesgo de producir partes inadecuadas para su uso, por el hecho de que sus dimensiones se alejan de los límites de tolerancia

especificados; teniendo siempre en mente la idea de que mejora la calidad del producto en la medida en que se satisfacen mejor las necesidades del cliente.

La dispersión o variabilidad de los valores de las características de calidad se deben en su mayor parte a cinco factores principales que son:

- Mano de obra
- Materias primas
- Maquinaria o equipo
- Métodos de trabajo
- Medio ambiente

La estructura del Diagrama de Causa y Efecto debe ser de la siguiente forma:



Pasos para la elaboración de un Diagrama de Causa y Efecto:

Paso 1. Decidir que característica de calidad se desea controlar y mejorar. Para ello se hace un planteamiento como: "la mayoría de las piezas defectuosas se debieron a".

Paso 2. Trazar una flecha gruesa de izquierda a derecha y escribir la característica de calidad a la derecha de su punta.

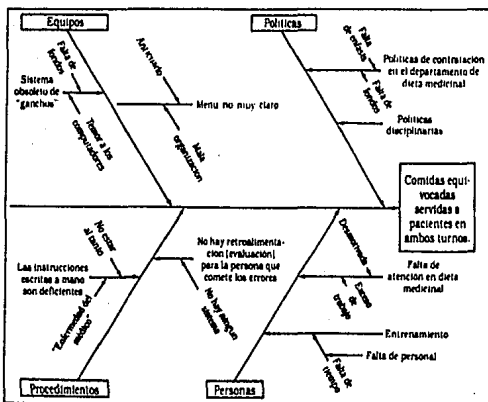
Paso 3. Anotar los principales factores causales del problema, dirigiendo una flecha pequeña para cada causa a la flecha principal. A las flechas que representan esas causas se les llama ramas. Se recomienda agrupar los factores principales que causan la dispersión o variabilidad en los siguientes rubros:

- Mano de obra o fuerza de trabajo (operarios, inspectores, entre otros).
- Materia prima (materiales).
- Maquinaria (equipo, herramienta, instrumentos, entre otros).
- Métodos de trabajo (procesos).
- Medio ambiente (condiciones climatológicas y de trabajo).

Cada uno de los grupos anteriores forman una rama principal, a este tipo de diagramas se le conoce como Diagrama de Causa y Efecto de las cinco "emes", dado que las cinco causas principales inician con la letra M. Si bajo esta agrupación resultan muchas causas principales en una sola rama principal, conviene en su lugar establecer en las ramas principales las causas potenciales para permitir un análisis más efectivo.

Paso 4. Alrededor de cada una de las ramas principales, trazar pequeñas ramas anotando los factores detallados que pudieran ser considerados como las causas de las causas principales, y alrededor de éstas se anotan otras causas más pequeñas.

Paso 5. Para analizar se debe verificar que todos los motivos que puedan causar la dispersión o variabilidad estén incluidos en el diagrama, en caso de que así sea y de que las relaciones causa y efecto estén ilustradas en forma adecuada, el diagrama estará completo. En la siguiente página se muestra un ejemplo de un Diagrama de Causa y Efecto.

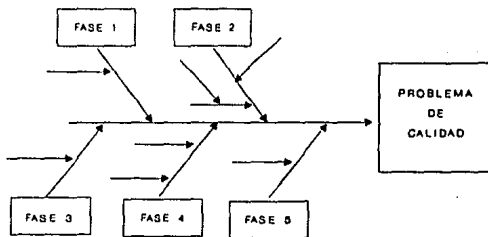


De acuerdo a las técnicas empleadas en la elaboración del Diagrama de Causa y Efecto se generan distintos tipos de diagramas, los cuales son:

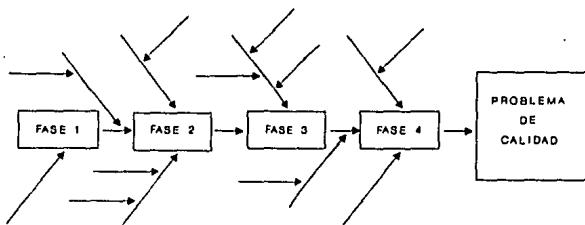
- a. Diagrama de Causa y Efecto por Análisis de la Dispersión; la elaboración de este diagrama se lleva a cabo siguiendo los pasos descritos anteriormente.
- b. Diagrama de Causa y Efecto por Clasificación del Proceso en Fases; se emplea cuando existen dificultades en la clasificación o especificación de las causas principales posibles. Su elaboración consiste en identificar causas posibles de un problema en cada etapa o fase del proceso,

con este método la flecha principal del diagrama sigue el proceso de producción.

En cada etapa del proceso la pregunta a efectuar es: ¿Qué problema de calidad podría ocurrir en esta fase del proceso?. Y todas las causas, aspectos o factores que pueden afectar la calidad se agrupan en ramas y pequeñas ramas de la etapa del proceso correspondiente, como se muestra a continuación:



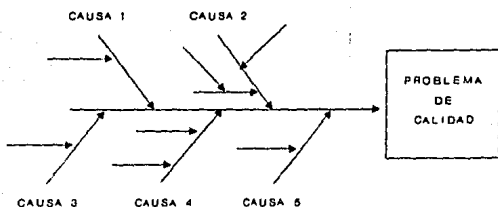
También puede ser diseñado como el diagrama de una línea de ensamblaje con las causas añadidas como se muestra en la siguiente figura:



Como puede observarse, con este tipo de diseño pueden también ser identificados causas potenciales generadas por el flujo de los materiales entre las operaciones de las distintas fases. Son fáciles de elaborar y de entenderse, facilitan la comunicación entre las operaciones y pueden ser usados para prevenir problemas en el proceso. Como desventajas se tiene que por la misma familiaridad con el proceso, requerida para el diseño del diagrama, algunos causas potenciales pueden ser omitidas; además de que es difícil de usar en procesos largos y complicados.

c. Diagrama de Causa y Efecto por Enumeración de Causas; este diagrama se lleva a cabo mediante la elaboración de un listado de todas las causas posibles, requiriendo para ello las ideas de todos los miembros del grupo que analizan el problema.

Para elaborar el diagrama se deben organizar las causas mostrando la relación que existe entre éstas y su efecto. El diagrama es semejante al Diagrama de Causa y Efecto por Análisis de la Dispersión. La principal inconveniencia de éste, radica en la dificultad de relacionar las subcausas con el efecto, por lo que puede complicarse su diseño. La estructura del diagrama se muestra a continuación:



Las ventajas que se derivan del uso de los diferentes diagramas mencionados anteriormente son:

- a. Ayuda a detectar las causas de la dispersión en las características de calidad. Los Diagramas de Causa y Efecto se trazan para ilustrar con claridad los diversos factores que afectan un resultado, clasificándolos y relacionándolos entre sí; lo cual facilita la tarea de selección de causas que se deberían investigar primero, con el propósito de mejorar el proceso.
- b. Su análisis ayuda a determinar el tipo de datos que deben obtenerse, para confirmar el efecto de los factores que fueron seleccionados como causas del problema.
- c. Ayuda a prevenir problemas. Mediante un Diagrama de Causa y Efecto por Clasificación del Proceso en Fases, se detectan causas potenciales de un problema de calidad que pueden prevenirse si se adoptan controles adecuados.
- d. Es un instrumento que favorece el trabajo en equipo; ayuda a un grupo de personas a trabajar hacia un fin común. Sirve de guía para la discusión, evitando así desviaciones

del tema con la consecuente ventaja de llegar más rápido a la conclusión sobre las acciones a tomar.

e. Se adquieren nuevos conocimientos al conocer las interrelaciones de los factores causales dentro del proceso. Los miembros del grupo que participan en el análisis del problema adquieren mayor conocimiento del funcionamiento del proceso.

Estratificación

La Estratificación consiste en la agrupación por categorías de acuerdo con características semejantes de las observaciones de una situación de interés, de tal manera que, permitan determinar con mayor facilidad las causas del comportamiento de una característica de calidad. El identificar las características semejantes facilita la búsqueda de soluciones.

Los datos clasificados en grupos con características semejantes es a lo que se llama Estratificación. A cada categoría se le denomina estrato. Los estratos a utilizar dependen de la situación a analizar.

Una vez realizada la Estratificación, y si se determina que en algún estrato se presentan características de calidad que deberían estudiarse, se pueden emplear diagramas de Pareto, de Causa y Efecto, Histogramas o alguna otra técnica estadística para realizar el análisis de estas características de calidad.

Si se tienen productos defectuosos en un proceso de producción, éstos se pueden clasificar según:

- a. La máquina en la que fueron producidos (automática o semiautomática, modelo A o modelo B, entre otras).
- b. Operario (capacitado o no capacitado, según su experiencia, turno, edad, sexo, entre otros).
- c. Material (proveedor A, B, C, entre otros).
- d. Mediciones (calibrador, inspector, entre otros).
- e. Método de operación (velocidad de la línea, medio ambiente, entre otros).

Para efectuar la Estratificación se deben seguir los siguientes pasos:

Paso 1. Determinar los estratos tomados en cuenta, los cuales pueden ser:

- Cualitativos o de calidad: tipo de defectos, tiempos empleados, costos, entre otros.
- Cuantitativos o de cantidad: número de artículos producidos por turno, según el sexo, la máquina, entre otras.

Paso 2. Determinar cuál es la situación de la característica analizada, estableciendo la situación por estratos y mezclados.

Paso 3. Determinar las causas que conducen a la característica de calidad estudiada usando las herramientas estadísticas de análisis.

Diagrama de Dispersión

Un Diagrama de Dispersión es una gráfica en la que cada punto trazado representa un par de valores observados, cada punto codifica dos características mediante las variables X y Y . El Diagrama de Dispersión es la gráfica de puntos (X_i, Y_i) , en donde $i = 1, 2, 3, \dots, n$. Los valores de cada punto son obtenidos por parejas, es decir, cuando en la variable X se observó el valor de X_i , en la variable Y se registró la medición Y_i .

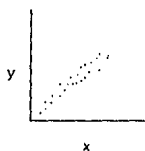
El Diagrama de Dispersión se utiliza para estudiar la posible relación entre dos variables. Este tipo de diagramas se usa para probar posibles relaciones entre causa y efecto, no puede probar que una variable causa a otra, pero sí aclara si existe alguna relación y la intensidad que pudiera tener la misma. El Diagrama de Dispersión se traza de forma que en el eje horizontal (eje x) se representen los valores de una variable y en el eje vertical (eje y) se representen los valores de la otra.

Pasos para la elaboración de un Diagrama de Dispersión:

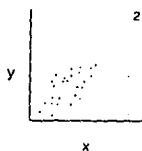
Paso 1. Reunir de 50 a 100 pares de datos de la información que se crea puedan estar relacionados y construir una Hoja de Inspección.

Paso 2. Trazar los ejes del diagrama. Los valores deberán aumentar conforme se avanza hacia arriba en el eje "y" y hacia la derecha en el eje "x". La variable que está siendo investigada como posible causa se sitúa, por lo general, en el eje "x" y la variable identificada como efecto en el eje "y".

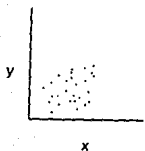
Casos típicos de diagramas de dispersión:



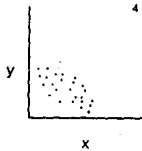
1. Correlación Positiva



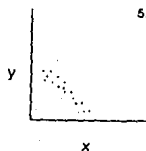
2. Posible Correlación Positiva



3. No Correlación



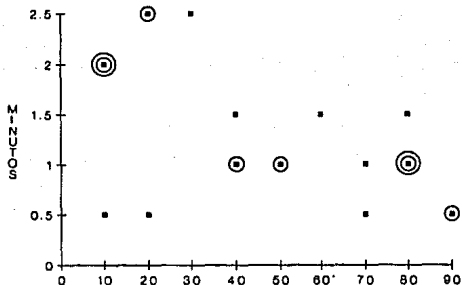
4. Posible Correlación Negativa



5. Correlación Negativa

Paso 3. Graficar los datos en el diagrama. Si los valores se repiten, se debe encerrar dentro de un círculo ese punto tantas veces como sea necesario.

A continuación se muestra un ejemplo de un Diagrama de Dispersión:



El Coeficiente de Correlación Lineal (r) indica el grado de relación que existe entre dos variables cuando éstas son de naturaleza aleatoria.

El Coeficiente de Correlación Lineal representa una medida del grado de acercamiento de los puntos de los datos con respecto a una línea recta, o equivalente a la magnitud de

la relación lineal entre dos variables. La fórmula de r está dada por:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

El valor numérico de r se determina sustituyendo en la fórmula los valores observados de "x" y "y" para cada i desde 1 hasta n . Aunque la expresión de r aparenta ser complicada, el mecanismo para su aplicación es bastante sencillo.

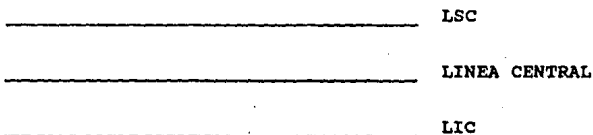
El coeficiente de correlación r solamente toma valores entre -1 y 1 . Si $r = \pm 1$ todos los puntos del Diagrama de Dispersión caen sobre una línea recta, se dice entonces que las dos variables están en relación lineal perfecta (positiva o negativa). Si r toma un valor positivo menor que 1 , la relación lineal es positiva o directa y entre más próximo sea el valor de r a 1 , se tiene que los puntos están más próximos a la recta de regresión, lo cual es creciente hacia la derecha. Cuando $r = 0$, no existe correlación lineal entre las dos variables. Si r está entre 0 y -1 la relación lineal es negativa, y a medida que el valor de r se aproxime a -1 se tiene que los puntos estarán

más próximos a la recta de regresión, lo cual es creciente hacia la izquierda.

Gráficos de Control

Los Gráficos de Control fueron desarrollados por el Dr. Shewhart en 1924. Estos se utilizan para observar y detectar el comportamiento de un proceso, permitiendo tomar acciones correctivas antes de que sea demasiado tarde.

Los Gráficos de Control son gráficos poligonales que muestran el estado del proceso en el tiempo. Los resultados de la característica a observar se marcan en un esquema previamente determinado que contiene una línea central o media, una línea arriba y otra línea abajo que son los límites de control superior (LSC) e inferior (LIC) respectivamente.



Los Gráficos de Control son herramientas indispensables para la solución de los problemas que se derivan de las especificaciones de calidad, porque proporcionan información sobre:

- El intervalo de variación de la característica de calidad.
- La consistencia de la variación.
- El nivel medio de la característica de calidad, cuyo conocimiento es indispensable en la formación de criterio y toma de decisiones.
- El proceso a fin de poder investigar las causas de un comportamiento anormal.

Existen diferentes Gráficos de Control en función de la característica a observar y del proceso a controlar.

Si la característica es una variable los gráficos utilizados son los siguientes:

- Gráfico de medias y rangos (\bar{X} -R).
- Gráfico de medias y desviaciones estándar ($\bar{\bar{X}}$ -s).
- Gráfico de medianas y rangos (M-R).
- Gráfico de lecturas individuales (X-R).

Si la característica es un atributo, los gráficos utilizados son los siguientes:

- Gráfico de cantidad de defectuosos / muestra de tamaño variable (p).
- Gráfico de cantidad de defectuosos / muestra de tamaño constante (np).

- Gráfico de cantidad de defectos / muestra de tamaño constante (c).
- Gráfico de cantidad de defectos / muestra de tamaño variable (u).

El proceso básico para la elaboración de un Gráfico de Control consta de los siguientes pasos:

- A. Obtención de datos.
- B. Cálculo de la línea central y los límites de control.
- C. Construcción del Gráfico de Control.
- D. Análisis del Gráfico de Control.
- E. Interpretación del Gráfico de Control.

Los puntos A, B y C se discutirán en la descripción de cada gráfico, mientras que los dos restantes se comentarán al final por ser igualmente aplicables a todos los gráficos.

1. Gráfico de media y rangos (X-R)

El primer paso para visualizar cualquier proceso es la utilización del gráfico (X-R). Es como la radiografía del proceso.

El gráfico (X-R) se usa para procesos que no están bajo control y con muestras de tamaño constante. Es el Gráfico de Control de mayor sensibilidad para descubrir e identificar causas.

Algunos objetivos de estos gráficos son:

- Obtener información para establecer o cambiar especificaciones.
- Obtener información para ser utilizada en el establecimiento o cambio de los procedimientos de producción.
- Obtener información para establecer o modificar los procedimientos de inspección.
- Proporcionar un criterio para la toma de decisiones reales durante la producción acerca de cuándo investigar causas de variación y tomar acción para corregirlas, y cuándo dejar solo el proceso.
- Proporcionar un criterio para la toma de decisiones rutinarias sobre la aceptación o rechazo de un producto manufacturado o comprado.

- Familiarizar al personal con el uso de los gráficos.

Los pasos para la elaboración del gráfico (\bar{X} -R) son:

A. Obtención de datos

La obtención de datos es en cierta forma subjetiva. La formación de las muestras se basa en hipótesis racionales de acuerdo al volumen de producción, tiempo, orden, entre otros. El tamaño ideal de la muestra es de 5 elementos. La forma de registro puede ser vertical u horizontal. Este paso es igual para los gráficos (\bar{X} -s) y (M-R).

B. Procesamiento de datos

a. Media (\bar{x})

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n}$$

x : datos

n : tamaño de la muestra

b. Media de medias (μ)

$$\mu = \frac{\sum \bar{x}}{k}$$

\bar{x} : media

k : cantidad de muestras

c. Rango (R)

En general,

$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, \dots, x_n$

x_3 : valor máximo

x_5 : valor mínimo

$$R = x_3 - x_5$$

d. Media de rangos (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{\Sigma R}{k}$$

e. Límites de Control

$$LSC(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} + A(\bar{X}-R) \bar{R}$$

$$LIC(\bar{X}) = \bar{\bar{X}} - A(\bar{X}-R) \bar{R}$$

$$LSC(R) = D(RS) \bar{R}$$

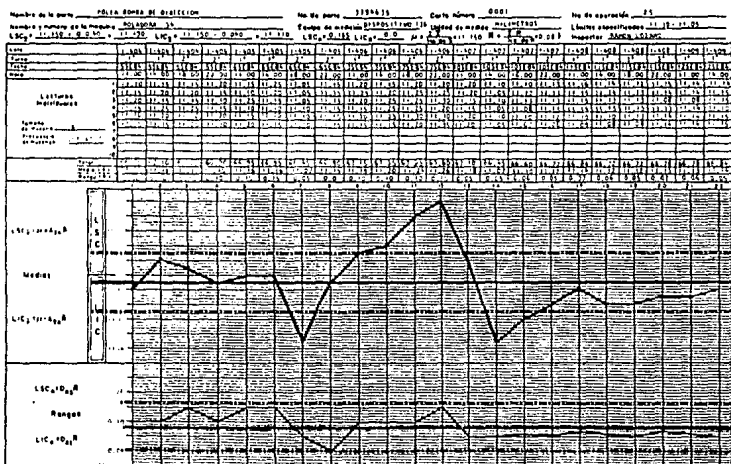
$$LIC(R) = D(RI) \bar{R}$$

Los valores de las constantes se encuentran en la "Tabla de constantes para el cálculo de los límites de control y la desviación estándar esperada" anexada al final.

C. Construcción del Gráfico de Control

La construcción parte del trazado de las líneas centrales para \bar{X} y para R, luego de sus límites de control y finalmente de los datos. Este mismo proceso es utilizado para los gráficos (\bar{X} -s) y (M-R).

CARTA DE MEDIAS Y RANGOS (\bar{X} -R)



2. Gráfico de medias y desviación estándar (\bar{X} -s)

El gráfico (\bar{X} -s) tiene los mismos objetivos que el gráfico (\bar{X} -R); sin embargo, se diferencia en que:

- Se puede utilizar para realizar pruebas de homogeneidad a diferentes fuentes para constatar si están o no afectadas por causas distintas.
- Se puede utilizar cuando las muestras son de tamaño variable.

- Se puede utilizar cuando las muestras son considerablemente grandes.

El paso B para la elaboración del gráfico (\bar{X} -s) es:

B. Procesamiento de datos

a. Media de medias (μ)
Igual que en el gráfico (\bar{X} -R).

b. Desviación estándar muestral (s)

$$s = \frac{\sqrt{\sum [x(i) - \bar{X}]^2}}{n-1}$$

c. Media de la desviación estándar (\bar{s})

$$\bar{s} = \frac{\sum s}{k}$$

k : cantidad de muestras

d. Límites de control

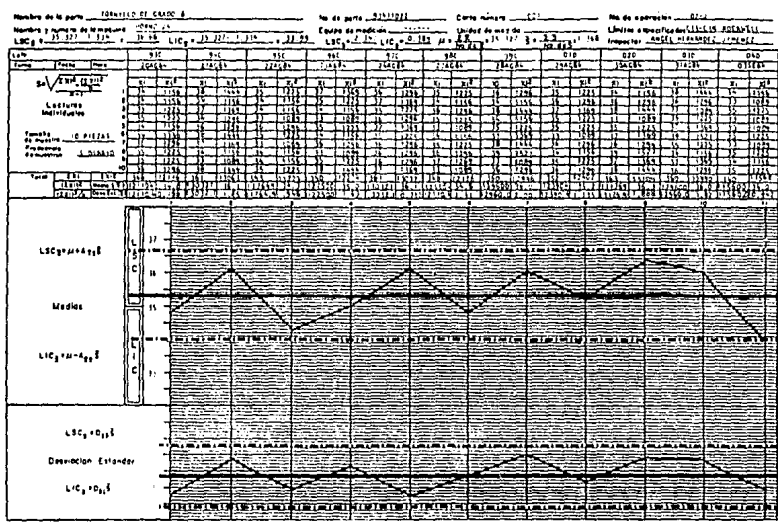
$$LSC(\bar{X}) = \bar{X} + A(\bar{X}-s) \bar{s}$$

$$LIC(\bar{X}) = \bar{X} - A(\bar{X}-s) \bar{s}$$

$$LSC(s) = D(SS) \bar{s}$$

$$LIC(s) = D(SI) \bar{s}$$

CARTA DE MEDIAS Y DESVIACIONES ESTANDAR (\bar{X} -S)



3. Gráfico de medianas y rangos (M-R)

El gráfico (M-R) es utilizado una vez que se ha logrado mantener estable un proceso en el cual se aplicó un gráfico (\bar{X} -S).

Su objetivo es continuar evaluando el proceso de manera más sencilla, rápida y eficiente.

El paso B para la elaboración del gráfico (M-R) es:

B. Procesamiento de datos

a. Media de medianas (\bar{M})

$$\bar{M} = \frac{\Sigma M}{k}$$

M : medianas

k : cantidad de muestras

b. Media de rangos (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{\Sigma R}{k}$$

k : cantidad de muestras

c. Límites de control

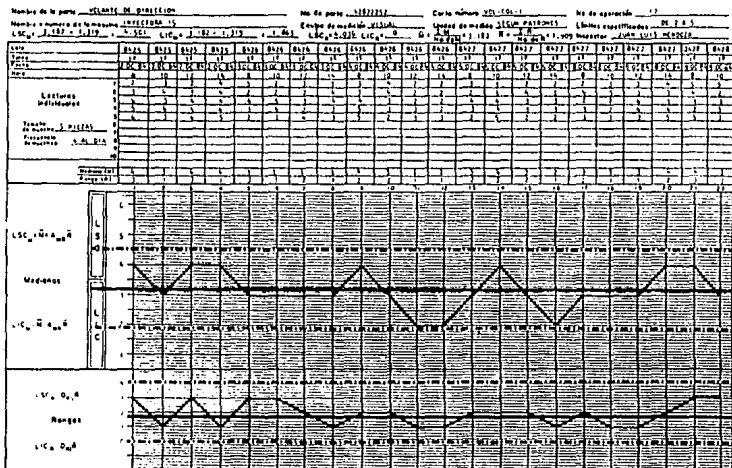
$$LSC(M) = \bar{M} + A(MR) \bar{R}$$

$$LIC(M) = \bar{M} - A(MR) \bar{R}$$

$$LSC(R) = D(RS) \bar{R}$$

$$LIC(R) = D(RI) \bar{R}$$

CARTA DE MEDIANAS Y RANGOS (M-R)



4. Gráfico de lecturas individuales (X-R)

El gráfico (X-R) es similar al (\bar{x} -R), excepto que las lecturas no se registran por grupos de datos, sino individualmente.

Este gráfico tiene diversos usos, entre éstos:

- Cuando los gráficos (\bar{X} -R) y (M-R) no pueden ser bien comprendidos es conveniente trazar los gráficos (X-R).
- Cuando se desea medir características que presenten homogeneidad.
- Cuando se desea recabar información del proceso a partir de pruebas costosas, destructivas, tardadas o complicadas.

Los inconvenientes de este gráfico es que es poco sensible a los cambios del proceso. Esto quiere decir que no puede detectar la dispersión entre grupos de datos (para ello es necesario un gráfico (\bar{X} -R)), pero sí denotan una mayor variación al agrupar datos que se encuentran más distantes en el tiempo. Además, no puede determinar la tendencia central de los elementos que se analizan.

Los pasos para la elaboración del gráfico (X-R) son:

A. Obtención de datos

Este paso es similar al del gráfico (\bar{X} -R) con la diferencia de que las lecturas no se registran por grupos de datos, sino individualmente.

B. Procesamiento de datos

a. Media de las lecturas (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{m}$$

X : lecturas individuales

m : número de lecturas

b. Rangos sucesivos (R)

$$R(1) = |x_2 - x_1|; R(2) = |x_3 - x_2|; \dots; R(m-1) = |x(m) - x(m-1)|$$

c. Media de rangos sucesivos (\bar{R})

$$\bar{R} = \frac{\sum R}{m-1}$$

d. Límites de control

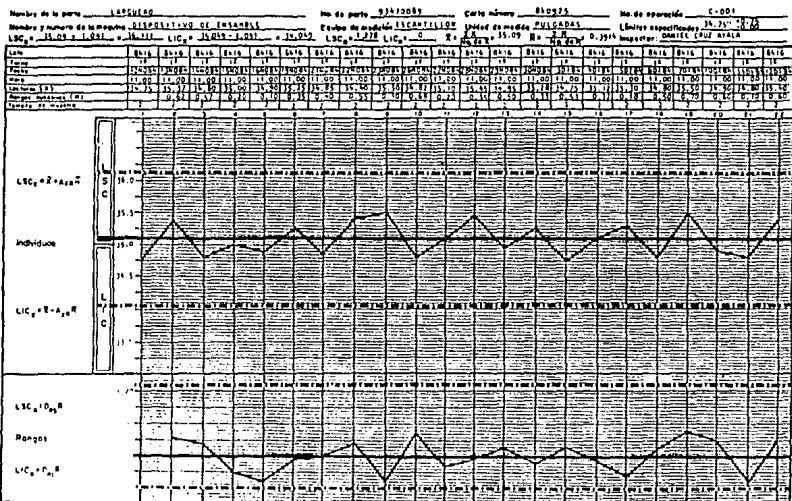
$$LSC(X) = \bar{X} + A(\bar{X}-\bar{R}) \quad \bar{R}$$

$$LIC(X) = \bar{X} - A(\bar{X}-\bar{R}) \quad \bar{R}$$

$$LSC(R) = D(RS) \quad \bar{R}$$

$$LIC(R) = D(RI) \quad \bar{R}$$

CARTA DE INDIVIDUOS (X-R)



5. Gráfico de cantidad de defectuosos

Muestra de tamaño variable (p)

De los gráficos por atributos, éste es el más versátil y ampliamente utilizado. Puede aplicarse tanto a los atributos como a las variables, siendo las muestras de tamaño variable. Se le utiliza cuando la muestra es muy grande, o cuando cada artículo defectuoso es equiprobable y por lo tanto independiente.

Sus objetivos son:

- Averiguar, después de un tiempo, la proporción media defectuosa de artículos sometida a inspección.
- Mantener informada a la dirección de cualquier cambio en el nivel medio de calidad.
- Descubrir los puntos fuera de control para tomar una acción y corregir las causas de la mala calidad.
- Sugerir puntos para el empleo de gráficos (X-R) y así diagnosticar problemas de calidad.

Los pasos para la elaboración del gráfico (p) son:

A. Obtención de datos

Las muestras deben seleccionarse de una forma racional, a fin de que las posibilidades de variación dentro de cualquiera de ellas, tienda a minimizarse. Cada muestra está formada por los elementos inspeccionados el mismo día.

B. Procesamiento de datos

a. Proporción de defectuosos (p)

$$p = \frac{np}{n}$$

np : número de defectuosos

n : tamaño de la muestra

b. Media (\bar{p})

$$\bar{p} = \frac{\Sigma np}{k}$$

k : cantidad de muestras

c. Media de tamaño de muestra (\bar{n})

$$\bar{n} = \frac{\sum n}{k}$$

d. Límites de control

Se recomienda seleccionar tamaños de muestras con una variación no mayor a $\pm 25\%$ sobre un valor preestablecido, lo que, para fines prácticos permite manejar un solo par de límites de control.

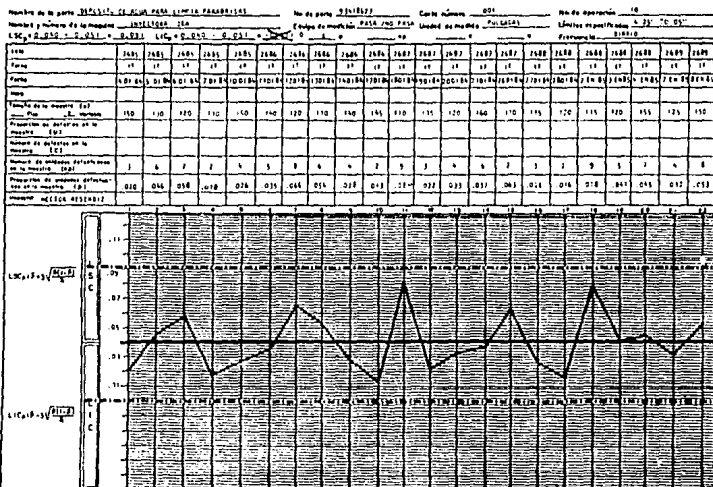
$$LSC(p) = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

$$LIC(p) = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{\bar{n}}}$$

C. Construcción del gráfico

Se procede a representar la media p , los límites de control y los datos. Este proceso es idéntico en los gráficos de control (np), (c) y (u).

CARTA DE CONTROL POR ATRIBUTOS



6. Gráfico de cantidad de defectuosos
 Muestra de tamaño constante (np)

El gráfico (np) es muy parecido al gráfico (p), solamente que en este caso, el tamaño de la muestra es constante. Los usos y objetivos de este gráfico son también similares al del gráfico (p). Las dos razones posibles para preferir el gráfico (np) son que ahorra cálculos y que son más entendibles por su sencillez.

Las etapas para la elaboración del gráfico (np) son:

A. Obtención de datos

Como en todos los gráficos, se debe establecer la frecuencia para la toma de datos, considerando que los intervalos cortos permiten una rápida retroalimentación del proceso. Las muestras deben ser suficientemente grandes de tal modo que encontremos una o varias unidades defectuosas en cada una de ellas; la experiencia dice que los tamaños no deben ser menores que 50 unidades. Este proceso se repite para los gráficos (c) y (u).

B. Procesamiento de datos

a. Media de defectuosos (\bar{np})

$$\bar{np} = \frac{\sum np}{k}$$

np : número de defectuosos
k : cantidad de muestras

b. Límites de Control

$$LSC(np) = \bar{np} + 3 \sqrt{\bar{np}} \left(1 - \frac{\bar{np}}{n}\right)$$

$$LIC(np) = \bar{np} - 3 \sqrt{\bar{np}} \left(1 - \frac{\bar{np}}{n}\right)$$

n : tamaño de muestra

El paso B para la elaboración del gráfico (c) es:

B. Procesamiento de datos

a. Media de defectos (\bar{c})

$$\bar{c} = \frac{\sum c}{k}$$

c : número de defectos

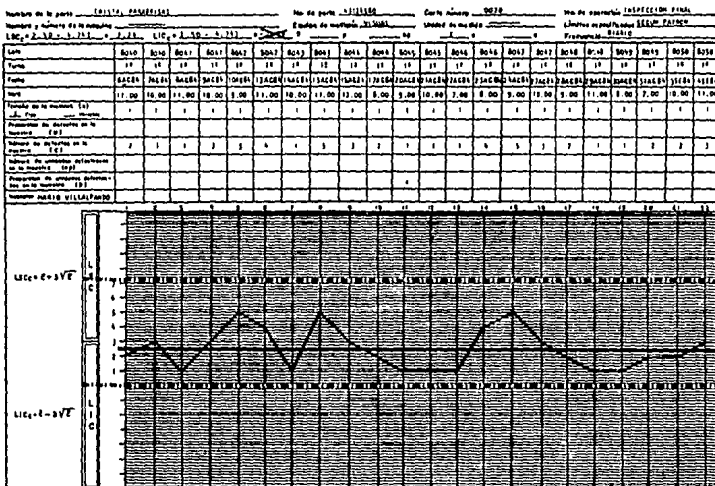
k : cantidad de muestras

b. Límites de Control

$$LSC(c) = \bar{c} + 3 \sqrt{\bar{c}}$$

$$LIC(c) = \bar{c} - 3 \sqrt{\bar{c}}$$

CARTA DE CONTROL POR ATRIBUTOS



8. Gráfico de cantidad de defectos

Muestra de tamaño variable (u)

El gráfico (u) representa una alternativa al uso del gráfico (c), cuando se prevee que el tamaño de la muestra, por alguna circunstancia, tendrá que ser variable.

El paso B para la elaboración del gráfico (u) es:

B. Procesamiento de datos

a. Proporción de defectos (u)

$$u = \frac{\sum c}{n}$$

c : número de defectos

n : tamaño de muestra

b. Media de defectos (\bar{u})

$$\bar{u} = \frac{\sum c}{\sum n}$$

c. Media de tamaño de muestra (\bar{n})

$$\bar{n} = \frac{\sum n}{k}$$

k : cantidad de muestras

d. Límites de Control

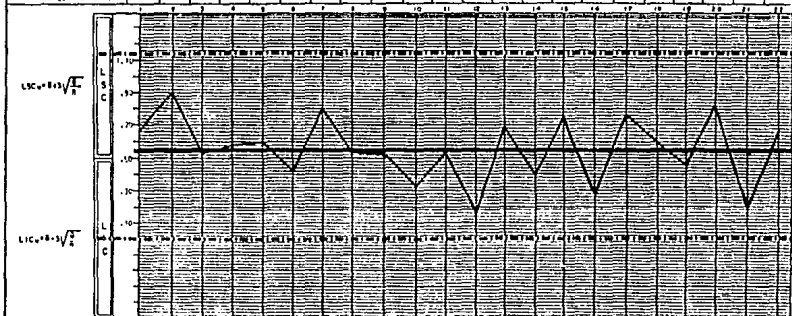
$$LSC(u) = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

$$LIC(u) = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{n}}$$

CARTA DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Nombre de la parte: 100 0000 0000000000 No de parte: 9330077 Car. No número: 10 - 30 No de operario: 111111
 Nombre y número de la máquina: 20000000 010000 Fecha de montaje: Act. 1 Unidad de medida: mm Límites especificados: 1000 10000
 LSC = $0.21 \sqrt{\frac{100}{100}}$ LIC = $0.21 \sqrt{\frac{10000}{100}}$

Lote	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
Tamaño	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Faltas	11	04	10	04	10	04	10	04	10	04	10	04	10	04	10	04	10	04	10	04	10		
Porcentaje de defectos en la muestra (%)	11.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00	4.00	10.00		
Tamaño de la muestra (n)	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15		
Proporción de defectos en la muestra (P)	0.64	0.90	0.51	0.50	0.60	0.47	0.80	0.51	0.51	0.33	0.51	0.16	0.69	0.40	0.75	0.28	0.76	0.60	0.44	0.81	0.20	0.64	
Número de unidades defectuosas en la muestra (c)	10	9	8	7	9	6	9	6	7	5	6	2	9	4	9	6	10	6	7	9	3	8	
Número de unidades defectuosas en la muestra (c)																							
Proporción de unidades defectuosas en la muestra (P)																							
Operario: JDA/210 5102 M.																							



APENDICE A

TABLA DE CONSTANTES
PARA EL CALCULO DE
LOS LIMITES DE CONTROL Y LA DESVIACION ESTANDAR
ESPERADA ($\hat{\sigma}$)

TAMAÑO DE MUESTRA	$A_{\bar{X}R}$	D_{RS}	D_{RI}	$A_{\bar{X}S}$	D_{SS}	D_{SI}	A_{MR}	A_{XR}	d_R	C_s
2	1.880	3.267		2.659	3.267		1.880	2.660	1.128	0.7979
3	1.023	2.574		1.954	2.568		1.187	1.772	1.693	0.8802
4	0.729	2.282		1.628	2.266		0.796	1.457	2.059	0.9213
5	0.577	2.114		1.427	2.089		0.691	1.290	2.326	0.9400
6	0.483	2.004		1.287	1.970	0.030	0.548	1.184	2.634	0.9515
7	0.419	1.924	0.076	1.182	1.882	0.118	0.508	1.109	2.704	0.9594
8	0.373	1.864	0.136	1.099	1.815	0.185	0.433	1.054	2.847	0.9650
9	0.337	1.816	0.184	1.032	1.761	0.239	0.412	1.010	2.970	0.9693
10	0.308	1.777	0.223	0.975	1.716	0.284	0.362	0.975	3.078	0.9727
11	0.285	1.744	0.256	0.927	1.679	0.321			3.173	0.9754
12	0.266	1.717	0.283	0.886	1.646	0.354			3.258	0.9776
13	0.249	1.693	0.307	0.850	1.618	0.382			3.336	0.9794
14	0.235	1.672	0.328	0.817	1.594	0.406			3.407	0.9810
15	0.223	1.653	0.347	0.789	1.572	0.428			3.472	0.9823
16	0.212	1.637	0.363	0.763	1.552	0.448			3.532	0.9835
17	0.203	1.622	0.378	0.739	1.534	0.466			3.588	0.9845
18	0.194	1.608	0.391	0.718	1.518	0.482			3.640	0.9854
19	0.187	1.597	0.403	0.698	1.503	0.497			3.689	0.9862
20	0.180	1.585	0.415	0.680	1.490	0.510			3.735	0.9869
21	0.173	1.575	0.425	0.663	1.477	0.523			3.778	0.9876
22	0.167	1.566	0.434	0.647	1.466	0.534			3.819	0.9882
23	0.162	1.557	0.443	0.633	1.455	0.545			3.858	0.9887
24	0.157	1.548	0.451	0.619	1.445	0.556			3.895	0.9892
25	0.153	1.541	0.459	0.606	1.435	0.565			3.931	0.9896

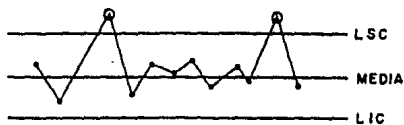
Guía rápida para la interpretación del Gráfico de Control

La obtención de conclusiones preliminares deducidas de los gráficos incluye la indicación de control o falta de él, relación entre la trayectoria que sigue el proceso y la que se supone debe seguir.

Si no hay ningún punto que salga fuera de los límites se dice que "el proceso está bajo control"; lo que quiere decir que el proceso se comporta como si no existieran causas especiales de variación.

La trayectoria que debe seguir el proceso es la de un patrón aleatorio. Cualquier patrón no aleatorio se considera anormal.

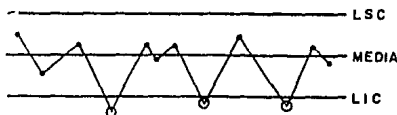
1. Puntos por encima del límite superior de control.



Pueden ser indicativos de alguna de las siguientes condiciones:

- Hay errores de medición, cálculo o trazo.
- Existió alguna condición desfavorable para el proceso, cuya recurrencia debe evitarse mediante una acción preventiva permanente.

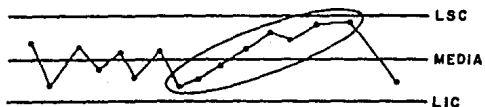
2. Puntos por debajo del límite inferior de control.



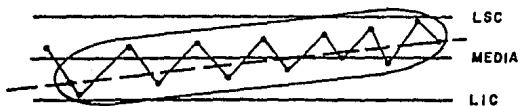
Pueden ser indicativos de alguna de las siguientes condiciones:

- Hay errores de medición, cálculo o trazo.
- Si se trata de un Gráfico de Control por variables, existió alguna condición desfavorable para el proceso, cuya recurrencia debe evitarse mediante una acción preventiva permanente.
- Si se trata de un Gráfico de Control por atributos, existió alguna condición favorable al proceso cuyo contenido debe analizarse para implantarla como medida permanente al proceso.

3. Una tendencia ascendente de puntos sucesivos (típicamente 7 u 8 puntos).



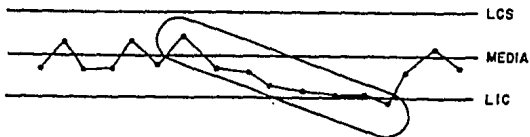
o algún otro tipo de tendencia ascendente.



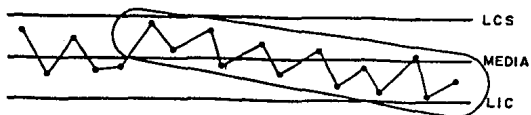
Si se trata de un Gráfico de Control por variables, es indicativo de que la media del proceso ha aumentado.

Si se trata de gráficos por atributos; además, denota un empeoramiento del proceso.

4. Una tendencia descendente en puntos sucesivos (típicamente 7 u 8 puntos).



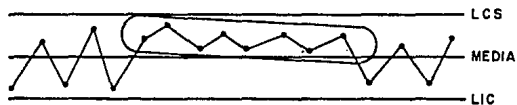
o algún otro tipo de tendencia descendente.



Si se trata de un Gráfico de Control por variables, es indicativo de que la media del proceso ha disminuido.

Si se trata de un Gráfico de Control por atributos; además, denota una mejoría del proceso.

5. Puntos sucesivos por debajo o por encima de la media (típicamente 7 u 8 puntos).

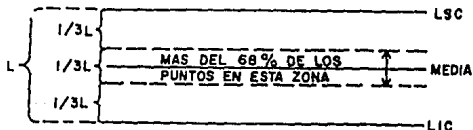


Si se trata de un Gráfico de Control por variables, puede significar que la media del proceso ha disminuido o aumentado, respectivamente.

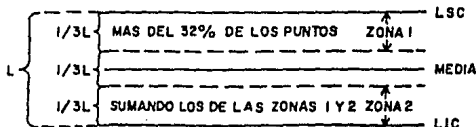
Si se trata de un Gráfico de Control por atributos; además, son indicativos de una mejoría o empeoramiento del proceso, respectivamente.

6. Distribuciones de puntos inconsistentes.

a. Adhesión de los puntos a la línea central.



b. Adhesión de los puntos a los límites de control.



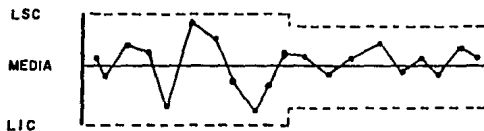
Lo anterior puede significar que:

- Hay errores de medición, cálculo o trazo en las muestras.
- Los datos fueron "forzados". Esto es, que las lecturas dispersas se cambiaron en los registros.
- El método de muestreo fue inadecuado.

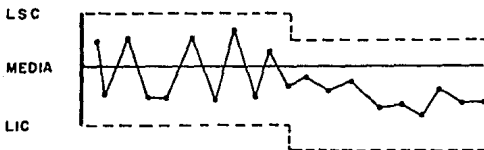
7. Reducción de los límites de control.

En un Gráfico de Control por variables, una reducción de los límites de control respecto a la medida de centralización (\bar{X} , M , X) es indicativa de mejora del proceso, siempre que el mismo esté centrado o se logre centrar. Esto también implica una reducción de los límites de control en las medidas de dispersión (R , s).

a. Comportamiento de las medidas de centralización.



b. Comportamiento de las medidas de dispersión.



III. SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO

ANTECEDENTES

El transporte en la Ciudad de México ha ido evolucionando a través del tiempo, ya en la época prehispánica el transporte era un elemento importante para el desarrollo de la ciudad. Durante esa época la Ciudad de México poseía una gran red de canales por los cuales circulaban canoas, con ésto no sólo se resolvía el problema de transportación de la ciudad sino también el de los poblados que se encontraban en los alrededores.

La ciudad también contaba con una serie de calles y avenidas que sirvieron como guías para la construcción de calles futuras. El crecimiento de la ciudad provocó cambios en los medios de transporte, se construyeron vías de comunicación terrestre para el uso de carrozas y carretas tiradas por animales, de esta manera para el siglo XVIII quedaron construídas las primeras calles empedradas.

En el año de 1900 surgen los tranvías que se convirtieron en el primer sistema formal de transporte. En 1917 aparecen los primeros camiones de pasajeros; tanto los tranvías como los camiones eran de propiedad privada aunque el Estado tenía cierta participación por medio de subsidios. Durante los años de 1917 a 1946 hay un incremento del número de unidades y rutas de camiones de pasajeros en la ciudad,

convirtiéndose así en el medio de transporte fundamental, sobre todo a partir de 1945. En esa época comienza la expansión de la ciudad hacia su periferia, así como también el dominio del autotransporte privado, el Estado inicia una etapa de participación más directa en el transporte público mediante la nacionalización de los tranvías, y la empresa descentralizada Servicios de Transportes Eléctricos incursiona en el transporte público de la ciudad mediante los trolebuses.

Ya en la década de los años sesenta habitaban en los alrededores del Distrito Federal cerca de dos millones de personas¹ e iban en aumento estos asentamientos. De esta forma, para 1967 vivían en el Area Metropolitana alrededor de siete millones de personas que originaban ocho millones de viajes diarios² en condiciones pésimas de vialidad. Es por ello que cada vez se volvía más indispensable un sistema de transporte masivo para poder satisfacer las necesidades de transportación de la mayoría de los habitantes. Bajo estas circunstancias, y durante el gobierno de Gustavo Díaz Ordaz, la empresa Ingenieros Civiles Asociados, S.A. (I.C.A.) empezó a desarrollar y promover la propuesta de construcción del tren metropolitano.

1,2 Metro, Metròpoli, México; Navarro, Bernardo.

I.C.A. desarrolló un diagnóstico del transporte en la Ciudad de México, y con las conclusiones obtenidas a partir de dicho diagnóstico decidió que la mejor alternativa para el transporte masivo de pasajeros era por la vía subterránea. Esta alternativa presentaba dos problemas fundamentales, el primero era la composición del subsuelo de la ciudad con un alto contenido de agua y el segundo era de tipo financiero.

Resueltos estos dos problemas y tras varios años de discusión, en 1967 se decide construir el Metro de la Ciudad de México. El 5 de septiembre de 1969 se inaugura el primer tramo de la Línea 1 con una extensión de 13 km que iba de la Estación Chapultepec a la Estación Zaragoza, al mismo tiempo se llevaban a cabo las obras de tramos de la Línea 2 y de la Línea 3.

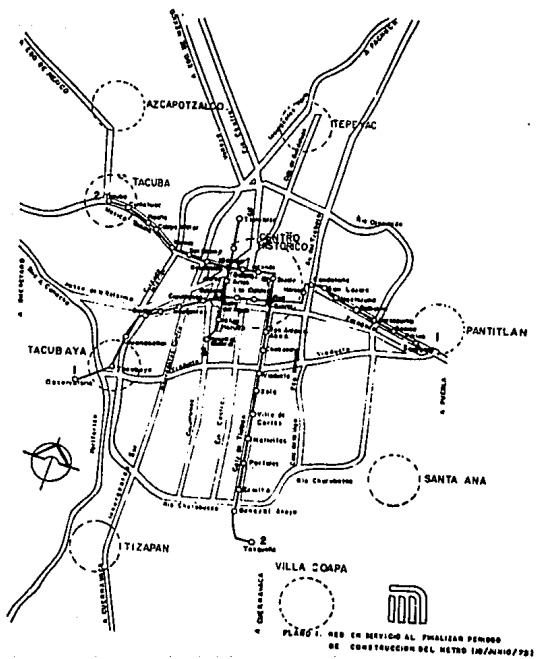
Del año de 1969 a 1972 se lleva a cabo el primer período de desarrollo de la Red del Metro que comprendió la Línea 1, desde Observatorio hasta la Estación Zaragoza, la Línea 2 de Taxqueña a Tacuba y un tramo de la Línea 3 de Tlatelolco a Hospital General; alcanzándose de esta forma una extensión de casi 41 km de red.

En el segundo período de desarrollo que inicia en 1978 y termina en 1982, la Red del Metro alcanza los 79 km. En éste se amplía la Línea 3, al norte desde Tlatelolco a Indios Verdes y al sur desde la Estación Centro Médico hasta

Zapata; también se inauguran las Línea 4 y 5, la primera es una línea totalmente elevada que va de Martín Carrera hasta Santa Anita y la segunda de Pantitlán a Instituto Politécnico Nacional.

El siguiente período de desarrollo se dió durante el gobierno del Lic. Miguel de la Madrid. La Línea 1 se prolonga de la Estación Zaragoza a la Estación Pantitlán, la Línea 2 de Tacuba a Cuatro Caminos y la Línea 3 de Zapata a Ciudad Universitaria. En este mismo período se inauguran completas la Línea 6 desde Rosario hasta Martín Carrera, la Línea 7 del Rosario a Barranca del Muerto y la Línea 9 de Pantitlán a Tacubaya, llegando así a la Red del Metro actual que cuenta con 8 líneas, 125 estaciones y 141 km.

Un mapa de la Red del Metro en sus inicios se muestra a continuación.



SITUACION ACTUAL

Actualmente, en el Area Metropolitana de la Ciudad de México habitan según el último Censo de Población y Vivienda 1990, alrededor de 15 millones de personas. Como consecuencia de esta enorme concentración urbana siempre en crecimiento, surgen grandes necesidades de la población que muchas veces son difíciles de satisfacer. Una de ellas, sin lugar a dudas, es el transporte.

Por esta razón, el gobierno capitalino ha puesto especial interés en este aspecto atendiendo la demanda actual de transporte colectivo y previendo su crecimiento futuro. Es aquí donde el Metro juega un papel de suma importancia al transportar al grueso de la población hacia los diversos puntos de esta gran urbe.

Como ya se dijo anteriormente, el Metro cuenta con una red actual de 8 líneas, con 141 kilómetros, 125 estaciones y cerca de 11,000 trabajadores. Con esta infraestructura, el Metro de la Ciudad de México ocupa el primer lugar en eficiencia, al transportar el mayor número de usuarios por trabajador; el tercero por pasajeros transportados anualmente, después del Metro de Moscú y Tokio, y con respecto a la extensión de su red se encuentra en octavo

lugar entre los 87 sistemas que hay actualmente en operación en las ciudades más grandes del mundo³.

En el año de 1990, la Red del Metro de la Ciudad de México transportó a cerca de 1,500 millones de pasajeros, con un promedio cercano a los 4.5 millones de personas diarias. Para alcanzar estas cifras, los 256 trenes recorrieron un total de 28.3 millones de kilómetros consumiendo 816,000 millones de kilowatts-hora, es decir, un promedio de 0.56 por pasajero transportado⁴.

La administración actual del Sistema de Transporte Colectivo se rige bajo una estructura orgánica que tiene como máxima autoridad directiva y administrativa al Consejo de Administración, quien designa para las funciones ejecutivas a la Dirección General. Cuenta también con tres direcciones: Operativa, Administrativa y de Programación y Presupuesto.

En el siguiente nivel se encuentran 12 gerencias y la Contraloría Interna; de entre estas gerencias la Dirección de Operaciones engloba a cinco de las mismas: de Estaciones y Transportes, de Material Rodante, de Instalaciones Fijas, de Obras y de Ingeniería y Desarrollo. Entre los niveles de las direcciones de Operación y Administración se encuentran

3,4 Informe Anual 1990 S.T.C. Metro.

tres comités: de Averías, de Compras y de Normalización de Señalamientos. La Dirección Administrativa engloba tres gerencias: la de Recursos Humanos, de Recursos Materiales y de Recursos Financieros; en tanto que la Dirección de Programación y Presupuesto abarca las gerencias de Presupuesto y la de Organización y Sistemas. Las gerencias Jurídica y de Vigilancia dependen directamente de la Dirección General.

En el siguiente nivel orgánico se ubican 18 subgerencias y en el último 60 departamentos, su distribución es como sigue: la Dirección de Operaciones abarca el 55.5% de las subgerencias y el 41.6% de los departamentos; la Dirección Administrativa engloba el 16.6% de las subgerencias y 23.3% de los departamentos; la Dirección de Programación y Presupuesto comprende también el 16.6% de las subgerencias y el 11.6% de los departamentos, en tanto que la Contraloría Interna engloba dos subgerencias y, al igual que en los dos casos anteriores, el 11.6% de los departamentos. Asimismo, existen dos departamentos: de Relaciones Públicas y de Comunicación Social.

Por otra parte, una de las actividades que el Metro ha promovido desde el inicio de su operación, es la capacitación que proporciona a sus trabajadores.

En un principio, por falta de conocimientos técnicos y experiencia, la capacitación se limitaba solamente a algunas áreas específicas y había que solicitarla a aquellos países de donde procedía la tecnología del Metro de la Ciudad de México. Evidentemente esta situación resultaba complicada y costosa.

Hoy día, la capacitación se ha extendido a todas las áreas del Metro creándose, incluso, el Instituto de Capacitación y Desarrollo cuya labor primordial es capacitar a todo el personal que labora en la empresa. Se ha avanzado a tal grado en este aspecto que se ha reducido notablemente la capacitación proveniente del extranjero proporcionándose, además, a otras instituciones similares que se encuentran en su etapa inicial o de desarrollo. Este es el caso del sistema Metrorrey puesto en marcha en la ciudad de Monterrey, Nuevo León, así como de algunas otras ciudades latinoamericanas que lo han solicitado. Así pues, con esta serie de avances que se han logrado en materia de capacitación al personal se obtienen ahorros considerables, así como el desarrollo de tecnología propia que permita ir a la vanguardia en cuanto a la eficiencia en el servicio.

En este sentido, el Metro ha dado prioridad al apoyo interno para la investigación y el desarrollo de tecnología propia que le permitan eliminar importaciones y reducir costos. Para alcanzar esta meta, se desarrollan constantemente

proyectos relevantes en convenio con instituciones de educación superior e institutos de investigación.

De esta forma y ante los retos que afronta el país, el Metro de la Ciudad de México representa un apoyo firme en su crecimiento, colabora de manera directa en el desarrollo de la industria brindando a los trabajadores una alternativa de transportación rápida, segura y económica mejorando la calidad de vida de los habitantes del Area Metropolitana de la Ciudad de México. Facilita, además, el acceso a los centros educativos, de esparcimiento y recreación de los sectores que más adelante se integrarán al desarrollo del país.

Un mapa de la Red del Metro actual se muestra en la siguiente página.

FUTURO

A pesar de la política de descentralización que el gobierno federal ha fomentado y tratado de llevar a cabo desde hace unos años, según Estudios Demográficos del Distrito Federal y Planes de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y del Estado de México, el incremento demográfico y de área urbana del Area Metropolitana de la Ciudad de México continuará a un ritmo vertiginoso.

Es por esta razón que el Sistema de Transporte Colectivo (S.T.C.) decidió estudiar y analizar la futura situación del transporte del Area Metropolitana a mediano y largo plazos basado en ciertas suposiciones y condiciones de crecimiento urbano. Todo ello con el fin de identificar y llevar a cabo las acciones del Metro más convenientes al futuro desarrollo de la Ciudad de México.

Estos estudios fueron plasmados en el Programa Maestro del Metro, el cual concluye con el proyecto Red de Metro 2010 que tiene como propósito el conformar una "red equilibrada" para el Area Metropolitana. Esto significa que la oferta de servicio de las líneas deberá corresponder con la hora de

máxima demanda⁵ estimada para cada una de ellas, evitando así, situaciones de saturación y sobre-fatiga de los trenes así como la sub-utilización de la capacidad instalada.

El Programa Maestro del Metro plantea futuros horizontes a mediano (1994) y largo (2010) plazos para la construcción de la Red de Metro 2010.

En 1994 la población del Area Metropolitana probablemente alcanzará los 24 millones de habitantes en una superficie urbanizada de 1400 km² y con una densidad de 170 habitantes por hectárea. La cantidad de vehículos aumentará a poco más de 5 millones de unidades lo que, aunado al aumento y diversificación de las actividades económicas de la ciudad, resultará en una progresiva reducción de la velocidad del transporte de superficie⁶.

Estudios elaborados dentro del Plan Rector de Vialidad y Transporte en 1980, señalan que para 1994, esta velocidad disminuirá a 20.4 km/h en automóviles particulares, a 19.1

5 Hora de máxima demanda: es el lapso de tiempo en donde se presenta la mayor concentración de usuarios de un medio de transporte.

6 Plan Maestro del Metro.

km/h en taxis y a 14.9 km/h en autobuses. Por su parte, el Metro conservará una velocidad de 35 km/h debido a su confinamiento exclusivo para circular. Es claro que la persona que utilice el Metro como medio de transporte empleará menor tiempo y dinero en sus viajes.

Para enfrentar esta situación, el S.T.C. planea para 1994 ampliar 55.5 km de red y de esta forma llegar a una longitud total cercana a los 200 km de red. En agosto de 1991 entrará en operación la Línea "A" que va de la Estación Pantitlán hasta el municipio de La Paz en el Estado de México. Esta ampliación beneficiará principalmente a los habitantes de los municipios de Nezahualcóyotl, Chimalhuacán y del Valle de Chalco, al Oriente de la ciudad. Contará con 10 estaciones y operará inicialmente con catorce trenes en una longitud de 17 km. También se construirá la Línea 8 que partirá del centro de Iztapalapa cruzando con la Línea 1 en la Estación Salto del Agua hasta Constitución del 17, con una extensión de 16 km y 16 estaciones. Posteriormente, se construirá la Línea 10, que irá desde el municipio de Ecatepec en el Estado de México hasta la Estación Guerrero de la Línea 3, con una longitud de 20 km y 15 estaciones. Finalmente, se planea una pequeña prolongación a la Línea 9 desde Tacubaya hasta Observatorio.

A largo plazo, es decir para el año 2010, se espera contar con una población de 34 millones de personas, en una

superficie urbanizada de 1869 km², una densidad demográfica de 184 habitantes por hectárea y un parque vehicular de ocho y medio millones de unidades⁷.

De acuerdo a este horizonte de planeación, la red de Metro con la cual la Ciudad de México deberá contar tendrá una extensión de 315 km, un total de 15 líneas, 247 estaciones y 838 trenes que atenderán la demanda pronosticada de 13 millones de personas⁸.

Como se puede apreciar, se trata de una red con una extensión dos veces más grande que la actual, con más del triple de trenes y atendiendo a más del doble de usuarios. De esta forma, un gerente que se encarga de 125 estaciones tendrá que atender 247 y otro que tiene a su cargo 254 trenes se ocupará de 838. Todo esto sin mencionar el necesario incremento del personal que se requerirá. En la siguiente página se muestra un mapa de la Red del Metro proyectada para el año 2010.

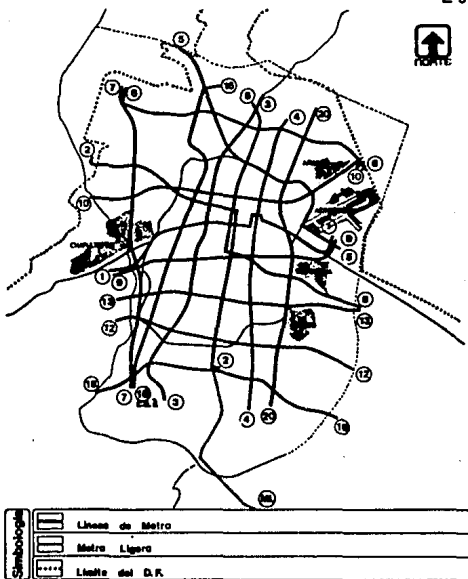
Ante este cuadro de crecimiento que se vislumbra, surge la pregunta de qué tan funcional será la estructura orgánica

7,8 Plan Maestro del Metro.

actual en el futuro, y si ésta podrá seguir brindando un buen servicio acorde al crecimiento proyectado.

15 Líneas de Metro Longitud de Red 315 Km

E-9



**IV. CALIDAD TOTAL EN EL SISTEMA
DE TRANSPORTE COLECTIVO**

ANTECEDENTES

A veinte años de haber iniciado su operación, el Organismo realizó un recuento de todo lo alcanzado hasta ese momento llegando a la conclusión de que se habían satisfecho las necesidades de transportación de la mayoría de la población. Sin embargo preocupados por el futuro, se plantearon la interrogante de qué tan eficientes y productivos serían dentro de 20 años. Para garantizar un funcionamiento adecuado a las necesidades futuras de transportación, el Organismo decidió iniciar una transformación de la organización mediante una gestión por calidad denominado Proceso de Calidad Total. Esto tiene su fundamento legal en el Plan Nacional de Desarrollo 1989-1994 y en el Programa Nacional de Modernización de la Empresa Pública 1990-1994, en los cuales se hace obligatorio para todas las empresas públicas la implantación de conceptos de calidad encaminados a mejorar la organización, eficiencia y productividad de las mismas.

En 1988 el Consejo de Administración del Organismo aprobó el Proceso de Calidad Total, contratándose los servicios de un despacho de Consultores quienes realizaron un diagnóstico del funcionamiento del S.T.C. A partir de éste se obtuvieron una serie de propuestas para llevar a cabo la transformación de la organización.

El concepto del Organismo sobre Administración por Calidad es el de "una administración participativa a todos los niveles, haciendo de la Calidad una filosofía de trabajo donde el fin es la satisfacción de los clientes, y en que las decisiones se toman en el nivel organizacional más cercano al problema".

IMPLANTACION DEL PROCESO

Para llevar a cabo el Proceso de Calidad Total en el S.T.C. lo primero que se hizo fue formar un grupo denominado Comité de Dirección el cual se integró con el Director General, los Directores de Area y el Contralor Interno. Dicho grupo se encargó de formular estrategias, diseñar una estructura paralela, seleccionar el modelo de cambio hacia una Administración por Calidad y definir el momento en el que el Comité Ejecutivo del Sindicato participaría en el Proceso de Calidad, entre otras.

La siguiente actividad recayó en el Comité de Dirección, el cual diseñó un programa para el cambio hacia una cultura de calidad mediante la educación y capacitación a todos los niveles organizacionales de conceptos y técnicas de calidad. Este programa tendrá una duración aproximada de cuatro años dividido en cuatro etapas:

1. Lanzamiento
2. Expansión
3. Consolidación
4. Orientación a la Calidad

La estructura paralela fue creada con la finalidad de apoyar y sustentar el Proceso de Calidad en el S.T.C. en cada una

de sus cuatro etapas, quedando conformado de la siguiente manera:

INSTANCIA	INTEGRACION	FUNCIONES
Comité de Dirección	Coordinación a cargo del Director de Programación y Presupuesto.	<ul style="list-style-type: none"> - Identificar las oportunidades de desarrollo de la Calidad Total. - Coordinar los programas y subprogramas del Proceso. - Mantener y fomentar la participación continua del personal - Informar sobre el seguimiento y avance de los programas.
Equipos Promotores de la Calidad	Gerentes, subgerentes y jefes de Departamento.	Promover en cada gerencia la administración por <i>Calidad Total</i> , a través de la capacitación en el desarrollo individual, en equipos de trabajo y en la búsqueda permanente de oportunidades de mejoramiento.
Grupos de Mejoramiento	Se establecen de manera voluntaria y temporal, con trabajadores y directivos involucrados en una misma problemática	Realizar programas y subprogramas que permitan solucionar la problemática que motivó la creación del Grupo

El objetivo de la etapa de Lanzamiento es el de crear conciencia sobre lo que implica un Proceso de Calidad Total a los Directivos del Organismo y a los altos mandos del Sindicato. El primer paso para iniciar esta etapa fue el de conjuntar al Comité de Dirección, los Gerentes y otros participantes para conformar el llamado Grupo de Lanzamiento. Este se encargó de trabajar en tres aspectos fundamentales: definir un modelo de calidad para el S.T.C., así como un programa de capacitación dirigido al Grupo de Lanzamiento e integrar tres Grupos de Mejoramiento.

El modelo de calidad se concibió con las siguientes características:

- a. Descentralización de la operación
- b. Desconcentración de funciones
- c. Modificación de la estructura organizacional con el fin de disminuir la distancia entre los niveles jerárquicos superiores e inferiores.

El Grupo de Lanzamiento se capacitó en los conceptos y técnicas de una Administración por Calidad mediante la impartición de cursos, visitas a empresas con experiencia en Administración por Calidad y los siguientes seminarios sobre las técnicas y principios afines:

- Calidad Total, con el propósito de difundir los principios, lineamientos, relaciones e implicaciones de la calidad total para el Grupo Directivo.
- Desarrollo del Potencial Humano hacia la Calidad, orientado a proporcionar las herramientas de apoyo para el proceso de integración de equipos y el desarrollo de habilidades gerenciales.
- Excelencia Gerencial, encaminado a establecer un marco de referencia de las características en común que tienen las empresas nacionales y extranjeras con grado de excelencia.

- Planeación Estratégica, dirigido al análisis de la tecnología y conceptos de esta herramienta, así como su incorporación a los procesos de planeación del S.T.C.

- Costos de Calidad, con el fin de revisar los fundamentos y metodologías para la implantación de costos de calidad.

Después se dedicó a la tarea de identificar los beneficiarios relacionados con el Organismo. Esto los llevó a cuestionarse CON QUIEN se estaba comprometido, A QUE se estaba comprometido, COMO lograr el compromiso y QUE IMPLICA cada compromiso.

Tras largas sesiones de trabajo que llevaron meses, el Grupo de Lanzamiento estableció CON QUIEN estaba comprometidos: con los usuarios, con los proveedores y prestadores de bienes y servicios, con la sociedad, con las autoridades, con los trabajadores, con el Sindicato y con el Organismo.

Una vez identificados los beneficiarios, el Grupo de Lanzamiento determinó A QUE está comprometido con cada uno de ellos:

a. Con los usuarios, a brindar un servicio de calidad para tener usuarios satisfechos.

- b. Con la sociedad, a brindar un servicio de transporte colectivo eficiente y de calidad para contribuir al mejoramiento del nivel de vida de la población.
- c. Con las autoridades, a orientar las acciones del S.T.C. para la satisfacción del bien común, mediante la prestación de servicios de calidad.
- d. Con los proveedores y prestadores de bienes y servicios, a proporcionar las condiciones necesarias para que los bienes y servicios ofrecidos satisfagan las necesidades del Organismo, para el cumplimiento de sus objetivos en términos de calidad, oportunidad y precio.
- e. Con los trabajadores, a brindar condiciones al personal que le permitan mejorar la calidad de vida en el trabajo.
- f. Con el Sindicato, a crear las condiciones que permitan hacer coincidir el interés de los trabajadores con los objetivos de la Institución.
- g. Con el Organismo, a buscar en forma permanente la excelencia de sus acciones.

Posteriormente el grupo identificó COMO lograr el compromiso con cada uno de los beneficiarios. Dado lo extenso y complejo de este proceso únicamente nos avocaremos a explicar COMO lograr el compromiso y QUE IMPLICA cada compromiso con los usuarios.

Cómo lograr el compromiso con los usuarios:

1. Brindando atención personalizada al usuario.
2. Con personal capacitado, comprometido y motivado.
3. Brindando información clara, oportuna y suficiente.
4. Con instalaciones y equipos adecuados.
5. Con el equipo necesario y personal comprometido y suficiente para el cumplimiento de sus horarios.
6. Operando en forma óptima las instalaciones y equipo.
7. Teniendo una alta disponibilidad en las instalaciones y equipo.
8. Agilizando el servicio con instalaciones y equipos organizados y automatizados.
9. Disponiendo de instalaciones y equipos agradables, suficientes, limpios, iluminados, ventilados, organizados y señalizados.
10. Ofreciendo servicios e instalaciones complementarias.
11. Difundiendo el Programa de Calidad Total entre los usuarios.

Finalmente, se buscó determinar QUE IMPLICA cada compromiso establecido. Para ésto, en las reuniones de trabajo se desarrollaron matrices en donde se observaba claramente qué áreas estaban involucradas en COMO lograr el compromiso con cada uno de los beneficiarios. Una de estas matrices se muestra en la siguiente hoja.

COMPROMISO CON LOS USUARIOS 1

Brindar un servicio de calidad, para tener usuarios satisfechos.

		COORDINADOR GENERAL DIRECCION DE OPERACION																		
		DIRECCION GENERAL	RECURSOS PUBLICOS	COMUNICACION SOCIAL	DIRECCION DE OPERACION	GERENCIA DE MATERIAL RODANTE	GERENCIA DE ESTACIONES Y TRANSPORTES	GERENCIA DE ESTACIONES Y TRANSPORTES	GERENCIA DE ESTACIONES Y TRANSPORTES	DIRECCION INDUSTRIAL Y HIGIENE Y SALUD	GERENCIA DE INGENIERIA Y PLANEACION TECNICA	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA	GERENCIA DE RECURSOS HUMANOS	INSA	DEPARTAMENTO INDUSTRIAL Y HIGIENE	DEPARTAMENTO DE INGENIERIA Y PLANEACION TECNICA	GERENCIA DE ESTACIONES Y TRANSPORTES	GERENCIA DE ESTACIONES Y TRANSPORTES	CONTABILIDAD INTERNA	
1.	SECURO																			
1.1	• Con instalaciones y equipo con sistemas de seguridad				X	X	X	X	X								X	X	X	
1.2	• Con personal capacitado, comprometido y motivado					X	X	X	X								X	X	X	
1.3	• Con información clara, oportuna y suficiente				X	X	X	X	X								X	X	X	
2.	CONFIABLE																			
2.1	• Con instalaciones y equipos altamente disponibles				X	X	X	X	X									X	X	
2.2	• Con personal capacitado, comprometido y motivado				X	X	X	X	X								X	X	X	
2.3	• Con instalaciones y equipos agradables, suficientes, limpios, iluminados, ventilados, organizados y señalizados				X	X	X	X	X								X	X	X	
3.	COMODO (DIGNO Y LIMPIO)																			
3.1	• Con personal capacitado para el buen trato, buena conducta y apariencia				X	X	X	X	X								X	X	X	
3.2	• Con atención personalizada al usuario				X	X	X	X	X								X	X	X	
3.3	• Con servicios e instalaciones complementarios				X	X	X	X	X								X	X	X	
4.	RAPIDO																			
4.1	• Con instalaciones y equipos organizados, automatizados y debidamente señalizados				X	X	X	X	X									X	X	
5.	PUNTUAL																			
5.1	• Con el equipo necesario y personal comprometido y suficientes para el cumplimiento de sus horarios				X	X	X	X	X								X	X	X	
6.	ECONOMICO																			
6.1	• Con instalaciones y equipos operando en forma óptima				X	X	X	X	X								X	X	X	
6.2	• Con personal capacitado				X	X	X	X	X								X	X	X	

Como se puede ver para dar respuesta a COMO lograr el compromiso, en el aspecto de seguridad, una de las soluciones propuestas es "con instalaciones y equipo con sistemas de seguridad", ésto IMPLICA el involucramiento de la Gerencia de Material Rodante, Gerencia de Estaciones Fijas, Gerencia de Estaciones y Transportes, Gerencia de Ingeniería y Desarrollo, Seguridad Industrial e Higiene y Gerencia de Vigilancia. A su vez, cada una de estas áreas

tendría que proponer una serie de acciones para alcanzar la solución propuesta anteriormente. De igual forma se procede con el resto de las soluciones propuestas.

Una vez que el Grupo de Lanzamiento se compenetró con las filosofías y conceptos de calidad, y el trabajo realizado hasta el momento por ellos, definieron lo que denominaron la misión del Organismo: "proporcionar un servicio de transporte colectivo de excelencia para contribuir al bienestar de la sociedad".

Ahora bien, en la última fase de la formulación del compromiso se observó que todas las áreas estaban involucradas unas con otras y que el Proceso de Calidad se complicaba cada vez más, por lo que se decidió que cada área elaborara su propio Programa de Calidad Total.

Finalmente, se identificaron áreas de oportunidad en donde actuarían los Grupos de Mejoramiento con el fin de obtener resultados a corto plazo acelerando el Proceso de Calidad Total. Las áreas de oportunidad escogidas fueron el Taller de Mantenimiento Menor de Zaragoza, la Gerencia de Recursos Materiales y la Gerencia de Recursos Humanos.

La siguiente etapa del Proceso de Calidad es la de Expansión cuyo objetivo es concientizar a todos los niveles medios del Organismo, subgerentes, jefes y subjefes de departamento, y

el Sindicato. Esto se llevó a cabo mediante una serie de sesiones y seminarios sobre principios y técnicas de calidad, desarrollo gerencial, solución de problemas, desarrollo de equipos de trabajo y creatividad e integración. Este programa de capacitación y concientización terminó en el mes de agosto de 1990.

Durante este año se realizaron también dos seminarios sobre Desarrollo Organizacional y Calidad Total para algunos miembros del Comité Ejecutivo del Sindicato.

En esta etapa el Grupo de Lanzamiento prosiguió su trabajo ahondando en temas como delegación de autoridad, administración del tiempo, costo de calidad, generación de objetivos, entre otros; y asistiendo a congresos relacionados con la implantación de procesos de calidad en empresas.

En lo que se refiere a los Grupos de Mejoramiento, éstos se dedicaron a realizar reuniones semanales con el objeto de continuar su capacitación; seminarios de integración, para detectar las cadenas cliente-proveedor dentro del Organismo; y analizar y cuestionar el modelo de calidad propuesto por el Grupo de Lanzamiento sugiriendo propuestas para su mejora.

La etapa de Consolidación cuyo objetivo es el involucramiento tanto del personal de supervisión como del operativo, así como la formación de equipos de trabajo e implantación de programas de capacitación; y la etapa de Orientación a la Calidad la cual tiene por objeto el involucramiento y concientización de todos los miembros de la organización, no se iniciaron debido a que el proceso fue suspendido.

RESULTADOS

Como resultado del análisis de los programas de calidad total que los gerentes de cada área presentaron para 1991, se advirtió una excesiva centralización en la toma de decisiones y de las actividades en general, lo cual era un factor decisivo que impedía mantener el mejoramiento continuo del servicio con un nivel de desarrollo mayor.

Ante esta problemática, la alta gerencia decidió reorganizar su estructura orgánica sustituyendo las gerencias generales por gerencias de línea, cuya función principal es proporcionar a los usuarios un servicio de transporte colectivo eficiente y con miras a la excelencia mediante un acercamiento "de la toma de decisiones y los recursos necesarios a los niveles de la estructura donde se realiza su aplicación, es decir, lo más cerca posible del usuario". Mejorando también de esta manera las condiciones de trabajo y desarrollo del personal.

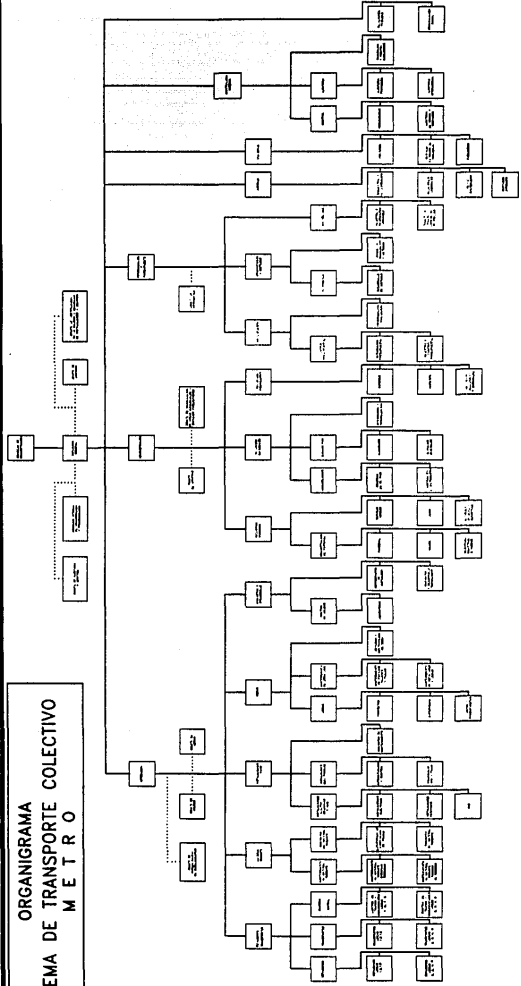
Esta nueva estructura orgánica fue desarrollada por los gerentes de cada área depurando las propuestas que a lo largo del proceso se recibieron. Dicha reorganización no implicaba un crecimiento de la estructura, es decir, no se dispondría de nuevas plazas y personal para su funcionamiento sino más bien se adecuaría a los nuevos

requerimientos. Al final del capítulo se muestra un diagrama de la estructura orgánica actual y otro de la estructura propuesta.

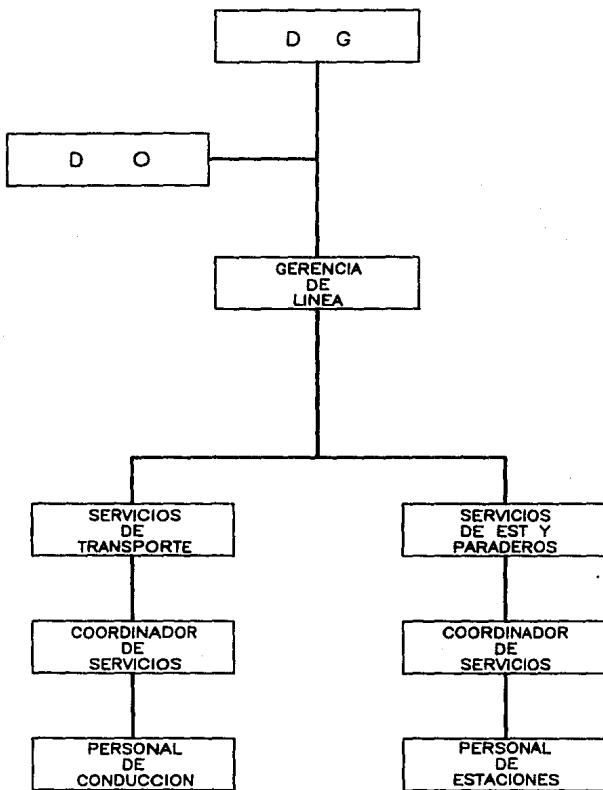
Dentro de este contexto de Calidad Total, un proyecto denominado Estación Siglo XXI se redefinió bajo el nombre de Metro Siglo XXI en el cual se busca aprovechar la experiencia acumulada a lo largo de los 21 años de operación del S.T.C. y los conocimientos adquiridos en el Proceso de Calidad Total, para establecer las características, tanto de la obra civil como de los sistemas de administración, de las futuras líneas y ampliaciones de la Red del Metro. Es así como se concibió el diseño de la nueva Línea "A" del Metro Férreo el cual tiene características como la integración de los servicios de taquilla, vigilancia y atención a usuarios en un módulo de servicio a usuarios. También se crearon módulos de mantenimiento de nivel 1 y 2 que se encargarán de atender las averías de trenes en operación las cuales serán atendidas por los conductores, y de realizar un mantenimiento a los trenes y equipos electromecánicos de las instalaciones fijas en taller, respectivamente.

Los resultados antes mencionados son una muestra palpable de los beneficios que acarrea una Administración por Calidad, no obstante que el proceso se suspendió cuando apenas se encontraba a la mitad de su desarrollo.

**ORGANIGRAMA
SISTEMA DE TRANSPORTE COLECTIVO
M E T R O**



ESTRUCTURA PROPUESTA



**USUARIOS
DESCENTRALIZADO**

V. DIAGNOSTICO DE CALIDAD

El presente capítulo tiene como propósito identificar y analizar áreas de oportunidad dentro del Organismo, con el objeto de establecer mejoras en ellas y así elevar la calidad del servicio que se brinda a los usuarios.

La metodología que se siguió para llevar a cabo el diagnóstico de calidad fue la siguiente:

- A. Identificación del problema.
- B. Estudio de campo.
- C. Diagnóstico.
- D. Causas principales del problema.
- E. Propuesta.

A. Identificación del problema

Se decidió analizar las deficiencias en los sistemas de iluminación y ventilación de los trenes en operación de la Línea 2. Esta decisión se tomó al asumir el papel de usuarios y advertir la necesidad de una mejora en dichos sistemas, ya que éstos influyen directamente en la seguridad y confort, los cuales son factores fundamentales para ofrecer un servicio de calidad.

Cabe mencionar que por cuestiones prácticas y de tiempo, solamente se analizó la Línea 2 por ser ésta la de mayor afluencia, y por consiguiente, la más conflictiva.

B. Estudio de campo

En esta fase lo que se hizo fue abordar los trenes carro por carro (se inspeccionaron 36 de los 38 trenes en servicio de la Línea 2, es decir, casi la totalidad de trenes en operación) anotando el número de ventiladores y lámparas que no funcionaban.

Estos datos se vaciaron en Hojas de Inspección como la que se muestra a continuación:

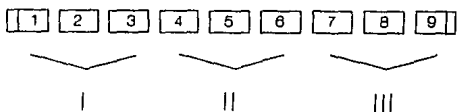
FECHA: 5 de agosto de 1991.
NUM. DE TREN: M0442-M0443
HORA: 12:50

VAGON	LAMPARAS QUE NO FUNCIONAN	VENTILADORES QUE NO FUNCIONAN
1	4	1
2	2	0
3	6	7
4	5	1
5	2	1
6	5	1
7	0	0
8	3	2
9	4	0

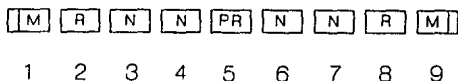
TOTALES	31	13

Este formato se llenó para cada uno de los 36 trenes inspeccionados.

Es conveniente mencionar que un tren del Metro está compuesto por 9 carros, y cada 3 carros forman 1 elemento, es decir, 3 elementos por tren.



Los carros 1 y 9 son motrices con cabina (M), los carros 3, 4, 6 y 7 son motrices sin cabina (N), los carros 2 y 8 son remolques (R) y el carro 5 es un remolque con equipo de pilotaje automático (PR).



Cada carro cuenta con 24 lámparas y 7 ventiladores, por lo tanto, cada tren tiene 216 lámparas y 63 ventiladores.

Una vez terminada la inspección de los 36 trenes se procedió a recopilar los datos totales en la tabla 1.

Para una mejor visualización estos datos son expuestos graficamente en las figuras 5.1 y 5.2.

Las 653 lámparas que no funcionan representan el 8% del total. Asimismo, los 841 ventiladores que no funcionan representan el 37% del total. Estos valores se representan en las figuras 5.3 y 5.4.

	TRENES	LAMPARAS	VENTILADORES
1	M0326-M0327	30	63
2	M0460-M0461	9	14
3	M0414-M0415	21	10
4	M0324-M0325	18	5
5	M0452-M0453	4	13
6	M0432-M0433	7	63
7	M0320-M0321	34	10
8	M0416-M0417	15	63
9	M0434-M0435	12	28
10	M0420-M0444	5	8
11	M0442-M0443	31	13
12	M0410-M0411	22	11
13	M0426-M0427	13	11
14	M0440-M0441	13	18
15	M0352-M0355	11	9
16	M0436-M0437	25	19
17	M0462-M0463	13	63
18	M0422-M0423	16	7
19	M0458-M0459	21	20
20	M0438-M0439	20	7
21	M0450-M0451	9	18
22	M0412-M0413	10	8
23	M0454-M0455	12	9
24	M0348-M0349	14	30
25	M0418-M0419	16	2
26	M0328-M0329	26	63
27	M0445-M0487	10	17
28	M0350-M0351	27	19
29	M0446-M0447	21	63
30	M0340-M0341	21	27
31	M0430-M0431	37	16
32	M0343-M0346	22	11
33	M0344-M0345	18	8
34	M0334-M0335	32	23
35	M0342-M0356	24	63
36	M0448-M0449	14	9
	TOTAL	653	841
	MEDIA	18.1	23.4
	DESV. ESTANDAR	8.2	20.4

TABLA 1

VENTILADORES QUE NO FUNCIONAN

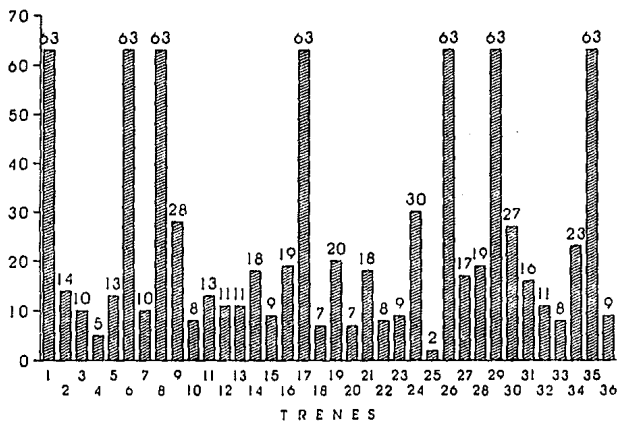


FIGURA 5.1

LAMPARAS QUE NO FUNCIONAN

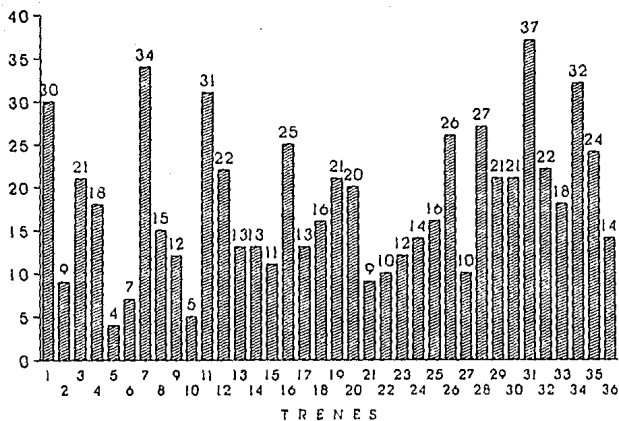


FIGURA 5.2

VENTILADORES

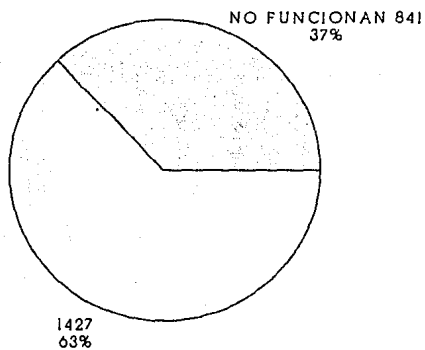


FIGURA 5.3

LAMPARAS

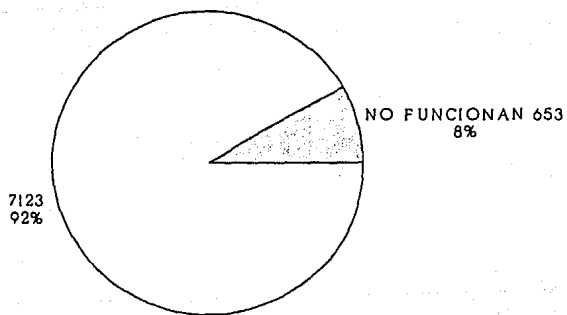


FIGURA 5.4

C. Diagnóstico

Para determinar las posibles causas de los problemas se recurrió al personal del Taller de Mantenimiento Menor de Taxqueña involucrado directamente con los sistemas de ventilación e iluminación. Empleando una técnica conocida como Tormenta de Ideas, estas personas enumeraron una serie de posibles causas que a continuación se enlistan.

Causas del mal funcionamiento de los ventiladores:

- a. Falta de refacciones.
- b. Excesivos trámites para solicitar refacciones.
- c. Motores y algunas refacciones importadas.
- d. Falta de personal.
- e. Falta de limpieza interior del ventilador.
- f. Mal diseño del ventilador.
- g. El motor del ventilador del tipo de tren NC82 es sellado.
- h. Falta de herramienta.
- i. Falta de uniformidad en el equipo de los distintos modelos de trenes.
- j. Una misma refacción tiene distintos códigos.
- k. Los conductores no prenden los ventiladores.
- l. El inventario es manejado por Kardex.
- m. Falta de capacitación.
- n. Falta de un manual de procedimiento.

Causas del mal funcionamiento de las lámparas:

- a. Falta de refacciones.
- b. Falta de un banco de pruebas para balastras.
- c. Falta de herramientas.
- d. Excesivos trámites para solicitar refacciones.
- e. Falta de personal.
- f. Falta de capacitación.
- g. Una misma refacción tiene distintos códigos.
- h. Falta de un manual de procedimiento.
- i. Falta de uniformidad en el equipo de los distintos modelos de trenes.
- j. Mal diseño del sistema eléctrico en los trenes del tipo NC82 y NM83-A.

D. Causas principales del problema

Una vez definidas las causas del problema se procedió a evaluarlas. Para ésto se entregó al personal involucrado en ventilación e iluminación las listas anteriormente mostradas para que, calificando de acuerdo a su criterio, otorgaran la máxima puntuación a la causa que consideraran más importante, procediendo de igual forma con las causas restantes.

A continuación se muestra un ejemplo de cómo fueron evaluadas las causas de los problemas.

Causas del mal funcionamiento de los ventiladores:

- (14) a. Falta de refacciones.
- (2) b. Excesivos trámites para solicitar refacciones.
- (4) c. Motores y algunas refacciones importadas.
- (7) d. Falta de personal.
- (6) e. Falta de limpieza interior del ventilador.
- (5) f. Mal diseño del ventilador.
- (8) g. El motor del ventilador del tipo de tren NC82 es sellado.
- (11) h. Falta de herramienta.
- (9) i. Falta de uniformidad en el equipo de los distintos modelos de trenes.
- (1) j. Una misma refacción tiene distintos códigos.
- (13) k. Los conductores no prenden los ventiladores.
- (3) l. El inventario es manejado por Kardex.
- (12) m. Falta de capacitación.
- (10) n. Falta de un manual de procedimiento.

Causas del mal funcionamiento de las lámparas:

- (4) a. Falta de refacciones.
- (2) b. Falta de un banco de pruebas para balastras.
- (7) c. Falta de herramientas.
- (8) d. Excesivos trámites para solicitar refacciones.
- (6) e. Falta de personal.
- (5) f. Falta de capacitación.

- (3) g. Una misma refacción tiene distintos códigos.
- (4) h. Falta de un manual de procedimiento.
- (1) i. Falta de uniformidad en el equipo de los distintos modelos de trenes.
- (10) j. Mal diseño del sistema eléctrico en los trenes del tipo NC82 y NM83-A.

Concluidas las evaluaciones se realizó una estratificación de las causas estableciendo cuatro rubros principales, tanto para lámparas como para ventiladores.

- 1. Insumos
- 2. Organización
- 3. Personal
- 4. Equipo

quedando de la siguiente forma:

VENTILADORES

- 1. Insumos
 - a. Falta de refacciones.
 - b. Motores y algunas refacciones importadas.
- 2. Organización
 - a. Excesivos trámites para solicitar refacciones.
 - b. Falta de personal (contratación).

- c. Una misma refacción tiene distintos códigos.
- d. El inventario es manejado por Kardex.
- e. Falta de capacitación.
- f. Falta de un manual de procedimiento.

3. Personal

- a. Falta de personal (ausentismo).
- b. Falta de limpieza interior del ventilador.
- c. Los conductores no prenden los ventiladores.

4. Equipo

- a. Mal diseño del ventilador.
- b. El motor del ventilador del tipo de tren NC82 es sellado.
- c. Falta de herramienta.
- d. Falta de uniformidad en el equipo de los distintos modelos de trenes.

LAMPARAS

1. Insumos

- a. Falta de refacciones.

2. Organización

- a. Excesivos trámites para solicitar refacciones.
- b. Falta de personal (contratación).
- c. Falta de capacitación.

- d. Una misma refacción tiene distintos códigos.
- e. Falta de un manual de procedimiento.

3. Personal

- a. Falta de personal (ausentismo).

4. Equipo

- a. Falta de un banco de pruebas para balastras.
- b. Falta de herramientas.
- c. Falta de uniformidad en el equipo de los distintos modelos de trenes.
- d. Mal diseño del sistema eléctrico en los trenes del tipo NC82 y NM83-A.

Posteriormente se hicieron las sumatorias de las causas en cada estrato para determinar la frecuencia de incidencia de cada una de ellas en el problema.

LAMPARAS

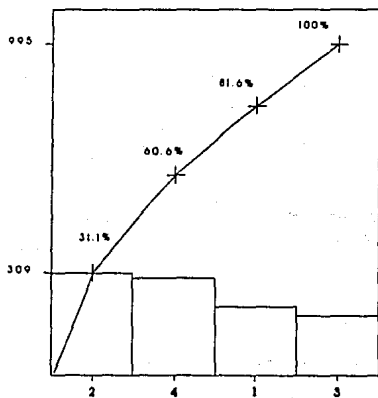
1. Insumos	$9 + 9 + \dots + 10 = 84$
2. Organización	$8 + 8 + \dots + 6 = 225$
3. Personal	$6 + 5 + \dots + 4 = 45$
4. Equipo	$2 + 4 + \dots + 9 = 198$

VENTILADORES

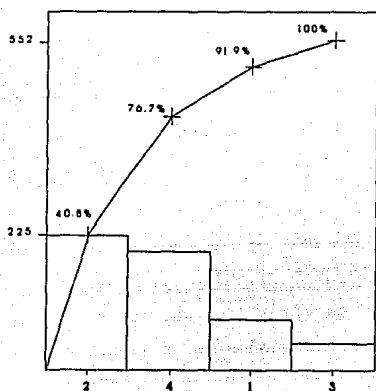
1. Insumos	$14 + 14 + \dots + 10 = 209$
2. Organización	$2 + 13 + \dots + 2 = 309$
3. Personal	$7 + 1 + \dots + 14 = 183$
4. Equipo	$5 + 10 + \dots + 12 = 294$

Con los datos obtenidos anteriormente, se elaboró un Diagrama de Pareto para ambos casos.

VENTILADORES



LAMPARAS



Como se puede observar, en el Diagrama de Pareto para lámparas cerca del 80% del problema es ocasionado por la Organización y el Equipo. Mientras que para el de ventiladores más del 80% del problema es generado por la Organización, Equipo e Insumos.

De lo anterior se concluye que el rubro que debe atacarse primero es el de Organización debido a la magnitud de su contribución en los problemas de ventilación e iluminación.

Posteriormente se atacarán el resto de las causas de acuerdo a su importancia.

E. Propuesta de soluciones

Esta fase se inició con un análisis del estrato de Organización con el objeto de proponer soluciones. Así por ejemplo, para la falta de personal se pensó en una rotación del mismo con el fin de tener trabajadores disponibles y capacitados en diversas áreas para cubrir posibles ausencias. En el caso del inventario manejado por Kardex, se planteó la idea de sustituirlo por un sistema de cómputo que actualizaría y agilizaría el manejo del inventario, evitando así retrasos y confusiones en la entrega de refacciones.

Sin embargo, al iniciar el planteamiento de las siguientes propuestas basadas en las técnicas tradicionales de Ingeniería Industrial, se apreció que a pesar de que dichas propuestas son válidas y contribuirían a solucionar los problemas, sólo lo harían de una forma aislada y parcial. Es decir, lo que se estaría haciendo, valga la semejanza, es dar al trabajador herramientas para corregir un tornillo defectuoso, cuando la solución es arreglar la máquina que produce tales tornillos defectuosos.

Además, se advirtió que todas las causas enlistadas bien podrían ubicarse en el rubro de Organización ya que tienen una subcausa en común que es la organización inadecuada. Es por ello que las áreas o departamentos donde se generan estas causas no pueden por sí solas corregir estas

deficiencias mediante una reorganización propia, puesto que se encuentran muy limitadas y dependientes en cuanto a su poder de acción y decisión. Debido a ésto, se consideró a la estructura orgánica del taller como la causante fundamental de los problemas de iluminación y ventilación.

Al advertir y tomar conciencia de esta situación se procedió a realizar entrevistas con el personal de la empresa. Se habló con ayudantes generales, técnicos, subjefes y jefes del taller y algunos gerentes.

Al respecto, la mayoría opinó que la organización actual del Metro, al ser la misma desde su inicio ya no satisface las necesidades actuales del Organismo, es necesario un cambio en la misma que permita brindar un buen servicio al usuario; la administración no corresponde a la dinámica actual del Metro, ya no es funcional debido a su centralización y requiere de un cambio radical en el cual participe la dirección; la organización fue planeada para cubrir las necesidades de una empresa relativamente pequeña, que ante las nuevas dimensiones y necesidades resulta francamente deficiente.

Al término de estas entrevistas y del análisis que se hizo de la organización, se advirtió que así como las áreas o departamentos del taller son muy dependientes de la administración del mismo, éste a su vez lo es del resto de

la organización de la empresa. Esto es, no se podía pensar en reestructurar la organización del taller para solucionar las deficiencias, sin antes cambiar la estructura orgánica de toda la Institución.

A partir de ese momento, fue claro que la causa principal de los problemas de ventilación e iluminación y de muchas otras deficiencias es la organización actual de la empresa, que no obedece ya, al tamaño y complejidad de la operación del servicio.

Al iniciar el planteamiento de opciones para llevar a cabo la reestructuración orgánica, se concluyó que una opción viable para lograr esta transformación es un Proceso de Calidad Total. Una empresa no puede comprar el camino hacia la calidad. La respuesta no consiste en nueva maquinaria, equipo e ideas brillantes sino en un cambio de actitud, creencias, hábitos y en general de valores a todos los niveles, en especial de los directivos, ya que sin su participación y convicción no sería posible llevar a cabo esta reestructuración.

En base a las filosofías de los teóricos de la calidad vistos en el capítulo I, se desarrollaron una serie de propuestas acordes a la situación actual del S.T.C. con las cuales se pretende un mejoramiento en los procesos y sistemas, elevando así la calidad del servicio.

Compromiso de la alta gerencia.

Para lograr el compromiso de la alta gerencia se propone hacer del Proceso de Calidad Total un objetivo más de la empresa, es decir, institucionalizarlo; hacerlo parte de los sistemas y procesos regulares de la empresa. Los aspirantes a ocupar puestos directivos deben cumplir con un requisito previo que es el estar comprometidos con la calidad, garantizando así la continuidad del proceso.

El compromiso no sólo consiste en establecer políticas, crear conciencia sobre la calidad y delegar, sino también en participar directa y activamente en todas las etapas del proceso, liderando el cambio.

Crear conciencia sobre la calidad.

Se sugiere reiniciar la concientización de los directivos fomentando su participación durante la planificación y ejecución del cambio, contribuyendo así, a establecer una mejor comunicación entre el promotor de la calidad y los receptores generando un ambiente propicio para el cambio; hacer énfasis en los beneficios y soluciones que conlleva la calidad y en el hecho de que ésta no se trata de un proyecto de la dirección, sino de un proceso de la más alta prioridad y en donde el usuario es la parte más importante de la empresa.

Una vez que los niveles superiores hayan tomado conciencia de la situación, éstos deben de actuar involucrando y concientizando al resto del personal hasta llegar al nivel jerárquico más bajo. Es importante que se tomen en cuenta las experiencias del proceso anterior con el fin de replantear, de ser necesario las estrategias de concientización.

Constancia en el mejoramiento del servicio.

Se propone crear conciencia en el personal, principalmente en la alta gerencia, de la necesidad y oportunidad de mejorar; hacerles ver que de continuar con la actual estructura orgánica y de acuerdo a las expectativas de crecimiento futuras, las deficiencias existentes en la empresa muy probablemente se agravarán dentro de algunos años, trayendo consecuencias adversas no sólo para los usuarios sino también para ellos mismos. Se debe fomentar la responsabilidad de pensar a largo plazo para cumplir con el objetivo de mejorar la calidad en el servicio.

Educación, capacitación y entrenamiento.

Se recomienda que el personal comprenda el papel que desempeña dentro de la organización, es decir, sus objetivos y funciones. Además, deberá conocer la misión de la empresa y la forma en que cada uno contribuye para la consecución de ésta. A la vez es necesario crear y desarrollar un programa de capacitación, entrenamiento y selección de personal

promoviendo así, la formación para lograr que la calidad tenga lugar.

Eliminar las barreras entre áreas y departamentos.

El principal obstáculo entre áreas y departamentos es la inclinación a suboptimizar. La tradición dominante es que cada área o departamento busque sus propios intereses, es decir, satisfacer sus propias necesidades de calidad y minimizar sus propios costos. Asimismo, los sistemas existentes de objetivos departamentales y la práctica de otorgar monopolios departamentales con respecto a la toma de decisión, favorece esta situación.

El remedio básico consiste en participar y planificar conjuntamente para optimizar el comportamiento global de la empresa. Esto implica la identificación de proveedores y clientes de un determinado proceso para la realización de reuniones cara a cara, visitas mutuas para ver y comprender las operaciones, compartir experiencias y el intercambio de sugerencias, opiniones e ideas.

Como es claro, la creación de equipos conjuntos que atraviesen las líneas divisorias de las áreas y departamentos implica tanto esfuerzo y tanta resistencia cultural que nada que no sea la participación de la alta dirección puede proporcionar el estímulo.

Informar periódicamente sobre los resultados y avances.

En este punto se propone crear en los directivos el hábito de informar formal y regularmente a los empleados de todo lo que concierne a la empresa con el objeto de que éstos se sientan parte de ella y de sus logros y problemas. La formalidad dará seriedad a los informes, mientras que la regularidad dará confianza y seguridad. Los empleados deben de estar informados no sólo de los problemas y errores, sino también de los logros, resultados, planes futuros, entre otros; logrando de esta manera que se sientan parte de la organización.

Eliminar el miedo en el personal.

Para eliminar el miedo se debe crear un ambiente de confianza mutua en donde los empleados no teman preguntar, expresar sus ideas, informar sobre los problemas, entre otras. Esto se logra mejorando el sistema, lo que implica un cambio de actitud en la gerencia para generar una mayor confianza en la relación jefe-subordinado en todos los niveles de la organización.

No privar al trabajador de sentir orgullo por su trabajo.

Se recomienda desarrollar e instrumentar mejoras en los sistemas de la organización con el objeto de proporcionar al trabajador los elementos y condiciones necesarias para que desempeñe correctamente su labor. Esto es, se sugiere:

- a. Difundir los objetivos y normas para que conozcan y comprendan sus funciones y la forma en que su labor contribuye a alcanzar la misión de la empresa.

- b. Proveer de una formación mediante capacitación y entrenamiento que explique el por qué al igual que cómo hacer un trabajo de calidad.

- c. Proporcionar herramientas, equipo adecuado, refacciones, manuales de procedimiento y en general, un proceso operativo que sea capaz de cumplir con los objetivos y que esté provisto de características que posibiliten el que las fuerzas laborales cambien el comportamiento según se necesite, para conformarlo con los objetivos.

Dar reconocimiento.

Cuando se emprende una Administración por Calidad Total se requieren cambios en los sistemas tradicionales de reconocimiento y recompensas, ya que éstos han adjudicado dichos reconocimientos y recompensas al cumplimiento de las normas de calidad, pero no a la mejora de la calidad. Es por ello que se sugiere desarrollar un nuevo sistema que ponga de relieve la calidad con respecto a otros parámetros.

Dada la situación del trabajador, el reconocimiento deberá consistir tanto en estímulos personales: certificados, diplomas, placas y su publicación en los medios de comunicación de la empresa, como en estímulos económicos.

Así mismo, se recomienda establecer los criterios y políticas para el otorgamiento de los estímulos, con base en el desempeño en el trabajo y en donde la opinión de la dirección será tan importante como la de los compañeros.

CONCLUSIONES

Se advirtió que en una empresa del tamaño y complejidad del S.T.C.-METRO los problemas no siempre pueden ser atacados y resueltos de manera directa, en ocasiones es necesario conocer y analizar las interrelaciones que existen entre los distintos procesos o sistemas del Organismo, es decir, se debe tener una visión global para abordar los problemas.

Al enfocar en su conjunto los problemas existentes en los sistemas de ventilación e iluminación se apreció la verdadera magnitud de éstos. Es por ello que las propuestas sugeridas tienen un enfoque general e integral dirigido a todos los niveles de la organización y no únicamente a los sistemas elegidos.

Las propuestas mencionadas anteriormente en este trabajo pueden ser consideradas como parte de un Proceso de Calidad Total. Dicho proceso se presenta como un nuevo camino para responder a todos aquellos factores existentes que presionan y orientan a mejorar la calidad en el servicio que se ofrece al usuario.

La calidad no sólo es aplicar una serie de métodos y herramientas (C.E.P.), sino que implica un compromiso total de todos los integrantes de la empresa por alcanzar la excelencia y sobre todo, el desarrollo de una nueva cultura organizacional basada en el establecimiento de objetivos claros encaminados a satisfacer totalmente al cliente.

La implantación del proceso no es una tarea fácil debido principalmente a que cualquier mejora conlleva un cambio; cualquier cambio genera temor en la mayoría de la gente pues ve amenazada su seguridad; y ante esta amenaza a su seguridad presenta una resistencia emocional que obstaculiza, bloquea, provoca retrocesos, y en general, hace lenta la implantación.

Esto se vuelve aún más difícil si se toma en cuenta que las filosofías de calidad han sido desarrolladas para condiciones y circunstancias distintas a las de México, además no existe una serie de reglas o de pasos que se puedan aplicar indistintamente en cualquier empresa.

Cada organización deberá tomar aquellos elementos de las filosofías de calidad que mejor se ajusten a sus características. Se deben contemplar aspectos tanto ideológicos y psicológicos de la cultura mexicana, como la situación económica, política y social del país.

México ha entrado a una nueva era económica mundial, y ante el inminente Tratado de Libre Comercio con los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, probablemente dentro de algunos meses estará inmerso completamente en los mercados internacionales. Esto traerá como consecuencia un incremento en la participación de las corporaciones internacionales, lo

que se traduce en una mayor competencia para las empresas nacionales.

Ahora bien, el simple hecho de integrarse al libre comercio no asegura la venta de los productos. Para competir en el mercado mundial es necesario mejorar día con día los bienes y servicios.

Las empresas deben desarrollar estrategias para afrontar las nuevas tendencias económicas y buscar respuestas adecuadas que anticipen los constantes cambios. Es así como la Calidad Total se presenta como una herramienta fundamental para alcanzar la competitividad.

BIBLIOGRAFIA

- Calidad sin Lágrimas; Philip B. Crosby; Ed. CECSA; México 1988.
- Calidad, Productividad y Competitividad. La salida de la crisis; Deming, W. Edwards; Ed. Díaz de Santos; España 1989.
- Cómo Administrar con el Método Deming; Walton, Mary; Ed. NORMA; México 1988.
- En Busca de la Excelencia; Peters, J. Thomas; Ed. Lasser Press Mexicana; México 1984.
- Informe Anual del Sistema de Transporte Colectivo; (1984, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990); DDF; México, D.F.
- Informe del Proceso de Calidad Total en el Sistema de Transporte Colectivo; México, Enero 1991.
- Juran y el Liderazgo para la Calidad; Juran, Joseph M.; Ed. Díaz de Santos; España 1990.

- Metro Metrópoli México; Navarro, Bernardo; Instituto de Investigaciones Económicas de la UNAM; México 1989.

- Plan Maestro del Metro; COVITUR; México 1985.

- Probabilidad y Estadística para Ingenieros; Miller, Irwin; Ed. Prentice Hall; México 1986.

- Qué es el Control Total de la Calidad. La Modalidad Japonesa; Ishikawa, Kaoru; Ed. NORMA; Colombia 1986.