

50521
62



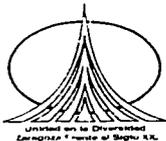
**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

CONTROL Y MEJORA DE LA CALIDAD A TRAVÉS DE
HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS

**TRABAJO DE SEMINARIO DE
TITULACION
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO QUIMICO
PRESENTA:
YASSER IVAN RIVAS GUTIERREZ**

ASESOR: ING. QUIMICO JULIO FELIZ MARTINEZ REYES



Unidad en la Diversidad
Luz propia frente al Siglo XXI

MEXICO, D. F.

MARZO 2003

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



**FACULTAD DE ESTUDIOS
SUPERIORES ZARAGOZA**

**JEFATURA DE LA CARRERA
DE INGENIERIA QUIMICA**

OFICIO: FESZ/JCIQ/037/03

ASUNTO: Asignación de Jurado

ALUMNO: RIVAS GUTIÉRREZ YASSER IVÁN
P r e s e n t e.

En respuesta a su solicitud de asignación de jurado, la jefatura a mi cargo, ha propuesto a los siguientes sinodales:

	Presidente:	I.Q. José Luis Macías Pérez	
	Vocal:	I.Q. Julio Félix Martínez Reyes	
	Secretario:	I.B.Q. Lorenzo Rojas Hernández	
	Suplente:	I.Q. Ismael Bautista López	
	Suplente:	I.Q. Genaro Sánchez Ramos	

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"
México, D. F., 11 de Abril de 2003

EL JEFE DE LA CARRERA

M. en C. ANDRÉS AQUINO CANCHOLA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

2

AGRADECIMIENTOS:

A una de las personas más importantes en mi vida, a la mujer que junto con Dios me dio la vida, a mi madre, gracias por todo lo que eres y por lo que me has dado, gracias a su cariño sin límites y que a su esfuerzo logró implantar en mí la honradez, trabajo e incentivó las ganas de superarme.

A mi padre por ser el ejemplo a seguir, que por su fuerza de lucha y superación es un gran hombre, por ser el eje en mi vida, gracias papá por brindarme tu cariño, comprensión y por apoyarme toda la vida.

Gracias a los dos.

A mi querida hermana por formar parte de gran importancia en mi vida, por ser mi amiga en todo momento.

Para el ángel que Dios puso en mi camino, para la persona que me impulsó a seguir adelante, por ser mi gran amiga, mi compañera y confidente, gracias por apoyarme y no abandonarme en los momentos más difíciles, pero sobre todo gracias por quererme tanto, este logro es por ti, gracias Ever por formar parte de mi vida.

PERO SOBRE TODAS LAS COSAS LE DOY GRACIAS A DIOS, POR QUE SIN EL NO TENDRIA A TODAS ESTAS PERSONAS EN MI CAMINO.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INDICE

INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVO	6
CAPITULO 1.- PANORAMA HISTÓRICO DE LAS FILOSOFÍAS DE CALIDAD	7
1.1. EL MOVIMIENTO INTERNACIONAL DE CALIDAD	7
1.2. LOS PADRES DE LA CALIDAD	9
1.2.1 <i>W. Edward Deming</i>	9
1.2.2 <i>Philp B. Crosby</i>	16
1.2.3 <i>Kaoru Ishikawa</i>	22
1.2.4 <i>B. Joseph Juran</i>	26
CAPITULO 2. EL PAPEL DE LOS MÉTODOS ESTADÍSTICOS EN LA ADMINISTRACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN.....	28
2.1. QUE CAUSA LOS PRODUCTOS DEFECTUOSOS	28
2.2. LA VARIACION: ES LA CAUSA.....	29
2.3. EL DIAGNÓSTICO DE LOS PROCESOS.....	32
CAPITULO 3. LAS SIETE HERRAMIENTAS ESTADÍSTICAS.....	34
3.1. COMO OBTENER DATOS.....	34
3.1.1. <i>„Cuál es su propósito?”</i>	35
3.1.2. <i>„Son confiables las mediciones?”</i>	36
3.2. PRIMERA HERRAMIENTA: ANÁLISIS DE PARETO	37
3.2.1 <i>Como Elaborar Diagramas de Pareto</i>	39
3.3. SEGUNDA HERRAMIENTA: DIAGRAMA DE CAUSA - EFECTO	42
3.3.1. <i>Cómo interpretar un diagrama de causa-efecto</i>	42
3.3.2. <i>Como Elaborar Diagramas de Causa - Efecto</i>	43
3.4. TERCERA HERRAMIENTA: HISTOGRAMAS	49
3.4.1. <i>Como elaborar Histogramas</i>	52
3.4.2. <i>Como Leer Histogramas</i>	58
3.5. CUARTA HERRAMIENTA: ESTRATIFICACION	62
3.6. QUINTA HERRAMIENTA: HOJAS DE VERIFICACION	63
3.7. SEXTA HERRAMIENTA: DIAGRAMAS DE DISPERSION	63
3.7.1. <i>Como Leer los Diagramas de Dispersion</i>	63
3.8. SEPTIMA HERRAMIENTA: GRÁFICAS DE CONTROL	68
3.8.1. <i>Tipos de Gráficas de Control</i>	71
3.8.2. <i>Como Leer las Gráficas de Control</i>	76
CONCLUSIONES	76
BIBLIOGRAFIA	78

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

INTRODUCCIÓN

La evolución del concepto de calidad en la industria y en los servicios nos muestra que pasamos de una etapa donde la calidad solamente es referida al control final, para separar los productos malos de los productos buenos, a una etapa de Control de Calidad en el proceso, con el lema: "La Calidad no se controla, se fabrica"

Finalmente llegamos a una Calidad de Diseño que significa no solo corregir o reducir defectos sino prevenir que estos sucedan, como se postula en el enfoque de la Calidad Total.

El camino hacia la Calidad, además de requerir el establecimiento de una filosofía de calidad, crear una nueva cultura, mantener un liderazgo, desarrollar al personal y trabajar en equipo, desarrollar a los proveedores, tener un enfoque al cliente y planificar la misma calidad demanda vencer una serie de dificultades, procesos de producción, reducir los defectos y además mejorar los niveles estándares de actuación.

Para resolver estos problemas o variaciones y mejorar la Calidad, es necesario aplicar un conjunto de herramientas estadísticas, siguiendo un procedimiento sistemático y estandarizado de solución de problemas. Existen siete herramientas básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El ama de casa posee ciertas herramientas básicas por medio de las cuales puede identificar y resolver problemas de calidad en su hogar, estas pueden ser algunas, tijeras, agujas, corta uñas y otros. Así también para la industria existen controles o registros que podrían llamarse "Herramientas para asegurar la calidad de una fabrica", estas son las siguientes:

1. Hoja de control (hoja de obtención de datos)
2. Histograma.
3. Diagrama de Pareto.
4. Diagrama de causa-efecto.
5. Estratificación (análisis por estratificación)
6. Diagrama de dispersión
7. Gráfica de control.

La experiencia de los especialistas en la aplicación de estos instrumentos o Herramientas Estadísticas señala que bien aplicadas y utilizando un método estandarizado de solución de problemas pueden ser capaces de resolver hasta el 95% de los problemas.

En la práctica estas herramientas requieren ser complementadas con otras técnicas cualitativas y no cualitativas como son: lluvia de ideas (Brainstorming), encuesta, entrevista, diagrama de flujo y matriz de selección de problemas etc. Hay personas que se inclinan por técnicas sofisticadas y tienden a menospreciar estas siete herramientas debido a que parecen simples y fáciles, pero la realidad es que es posible resolver la mayor parte de problemas de calidad, con el uso combinado de estas en cualquier proceso de manufactura industrial.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la actualidad los clientes son mucho más exigentes que antes, la apertura comercial y los medio de comunicación les han dado la oportunidad de descubrir productos y servicios que antes eran solo un sueño: pero que ahora son una realidad y no están dispuestos a conformarse con menos, ahora buscan una gran cantidad de opciones en tamaños, precios, colores, servicios, quieren tener la oportunidad de escoger pero sin perder la uniformidad del rendimiento, es decir, quieren encontrar siempre la misma calidad en sus artículos.

CONCEPTOS

Se ha hablado de calidad, sin embargo, es necesario que se tenga clara una serie de definiciones para poder involucrarnos.

Las siguientes definiciones se basan en la norma:

ISO 9000: 2000
COPANT/ISO 9000-2000
NMX-CC-9000-IMNC-2000

Calidad: grado en el que un conjunto de rasgos diferenciados inherentes, cumplen con la necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

Administración de la Calidad: conjunto de actividades de la función general de administración que determina la política de calidad, los objetivos las responsabilidades, y la implantación de estos por medio tales como Planeación de la Calidad, Control de la Calidad, Aseguramiento de la Calidad y el Mejoramiento de la Calidad entro del marco del Sistema de Calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Planeación de la Calidad: son las actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización en lo relativo al cumplimiento de las necesidades o expectativas establecidas, enfocadas al establecimiento de algo ambicionado, o pretendido, relacionado con la calidad y a las especificaciones de un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados operativos necesarios, y de los recursos relacionados para cumplir los objetivos de la calidad.

Control de la calidad: actividades coordinadas para dirigir y controlar a un conjunto de personas e instalaciones, orientadas al cumplimiento de las necesidades o expectativas establecidas de un conjunto de rasgos diferenciados generalmente implícita u obligatoria.

Aseguramiento de la Calidad: conjunto de actividades coordinadas para dirigir y controlar a un conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones, orientadas a proporcionar confianza en que se cumplirán las necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas y obligatorias de la calidad.

Sistema de Calidad: es la estructura organizacional, los procedimientos, los procesos y los recursos necesarios para implantar la administración de la calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

OBJETIVO

- Conocer los principales precursores de la calidad, así como de su aplicación e importancia dentro de una empresa.
- Conocer e implementar el desarrollo de las habilidades, aptitudes y actitudes necesarias para el análisis y uso de los modelos y herramientas estadísticas necesarias, para el mejoramiento de la calidad dentro de una organización.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CAPITULO I.- Panorama Histórico de las Filosofías de Calidad

1.1. El Movimiento Internacional de Calidad.

Cuando en junio de 1950 impartió su celebre seminario el Dr. Edwards Deming poco se pensaba en la gran revolución industrial a que daría lugar. De acuerdo a la historia solo el Dr. Deming creía en el impacto futuro de esta nueva tecnología. Los japoneses reconocieron rápidamente los aportes, por ello en 1960 el Emperador Hiroito lo condecoró con la Segunda Orden del Sagrado Tesoro, en su discurso lo homenajeado diciéndole " el pueblo japonés atribuye a su trabajo en el Japón, el renacimiento de la industria japonesa y su éxito en llevar a los mercados de todo el mundo sus radios y partes, sus transistores, cámaras, binoculares y maquinas de coser". En esta fecha, en el occidente todavía no se advertía del cambio japonés.

El Dr. Deming nacido en octubre de 1900 fue un ingeniero especializado en estadística cuya formación clave fue la que recibió del Dr. Walter J. Shewart. Juntos crearon enfoques y herramientas estadísticas aplicadas a la industria. Cuatro años después de iniciar Deming sus trabajos en Japón llegó el Dr. Joseph D. Juran a compartir sus enfoques, a la sazón famosos por su libro "Manual de Control de Calidad". El Dr. Juran nació en Rumania en 1908. Fue ingeniero y abogado con fuerte formación estadística aplicada a la industria.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Otro patriarca es el Dr. Karou Ishikawa, nacido en 1915. Es graduado en Química Aplicada por la Universidad de Tokio. Se le reconoce como el impulsor de los Círculos de Calidad a partir de 1962. Su incursión en sistemas de calidad antecede a los mencionados anteriormente.

Sería justo reconocer que fue él quien organizó el ciclo de conferencias que impartía Deming en 1950 y ello porque- según lo afirma Ishikawa -"nadie es profeta en su tierra" a él ya nadie le creía, por tanto, penso que un extranjero podría convencerlos mejor.

En 1954 consiguió a otro experto para revitalizar el movimiento hacia la calidad en Japón y el escogido fue Juran. Tal vez en occidente se debe hacer lo que hacen los orientales: rendir pleitesía al "experto que viene de lejos" y ello nos llevaría a reconocer a Ishikawa como el verdadero iniciador del Movimiento Internacional de la Calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2. Los Padres de la Calidad.

1.2.1. W.Edward Deming.

Nacido en Sioux City, en Iowa, en octubre 14 de 1900, el Dr. Edward Deming es sin lugar a duda el fundador del movimiento de la Calidad total a nivel internacional.

En 1928 recibió su doctorado en física-matemática de la Universidad de Yale. Deming fue el primer científico occidental en ser invitado por los japoneses para conducir una serie de seminarios para trabajadores y gerentes, con respecto al uso de gráficas de control de la Unión Japonesa de Científicos e Ingenieros (UJIC) en 1950.

También fomento la idea de ir más allá de las estadísticas para luchar por mejoras continuas, usando lo que después se conoció como ciclo de Deming o ciclo de Shewart (Planear, Hacer, Verificar, Actuar).

Para Deming..."Calidad es un grado predecible de uniformidad y confiabilidad a bajo costo y adecuado a las necesidades del mercado, es lo que el cliente desea y necesita....".

Deming asegura que la administración es responsable del 94% de los problemas de calidad en una organización y que la productividad mejora cuando la variabilidad disminuye.

Deming hace 14 recomendaciones para lograr la calidad, productividad y posición competitiva.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. Ser constantes en el propósito de mejorar los productos y servicios de la empresa.

El Dr. Deming sugiere una nueva definición radical del papel que desempeña la gerencia: es importante tener una visión de mejoramiento a largo plazo y estar permanentemente evaluando la calidad de sus productos y servicios con los de la competencia.

El ser constante en el propósito involucra que exista:

- Innovación
- Investigación
- Mejoramiento continuo del producto
- Mantenimiento

El crear constancia en el propósito de mejorar los productos y el ejercicio, mediante un plan para mejorar la posición competitiva. Permanecer en el negocio es el objetivo fundamental del punto uno.

2. Adoptar la nueva filosofía.

El estilo administrativo occidental debe renovarse o morir. Esto exige un nuevo estilo de liderazgo que incluye a todo nivel una nueva religión en la que los errores y el negativismo sean inadmisibles, ya que el mundo se encuentra ante una globalización de la economía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3. Dejar de depender de la inspección final para lograr la calidad.

La inspección final del producto solo ayuda a medir el problema o el error en el producto mismo, pero no ayuda a corregirlo y mucho menos a prevenirlo. En lugar de inspeccionar (estilo reactivo), se deben implementar herramientas preventivas tales como el Control Estadístico de Procesos, Despliegue de la función de Calidad, Diseño de Experimentos, Mejoramiento de Procesos, etc. Todas éstas permitirán producir sin error y entonces se eliminará la inspección.

4. Elegir a un solo proveedor para cada cosa y adjudicar los contratos de compra basándose en la calidad y no exclusivamente en el precio.

El Dr. Deming pone mucho hincapié en el error tan grave que se comete cuando se trabaja con varios proveedores de un mismo producto o servicio, ya que su calidad varía y se corre el riesgo de comprar basura. Por otro lado, se deberá elegir el proveedor que ofrezca y demuestre con datos la calidad superior de su producto y/o servicio, y no tan solo lo barato o económico del mismo. Recordar "lo barato, puede salir caro".

5. Mejorar continuamente y para siempre todos los procesos.

Corregir problemas y errores no es suficiente, hay que prevenirlos para reducir los costos innecesarios. Esto se logra a través del Análisis, Control, Estabilización y Aseguramiento de todos los procesos. La mejora de procesos toma en cuenta al cliente de los procesos.

6. *Instituir la capacitación en el trabajo.*

La capacitación debe de ser mandatoria a todos los niveles para poder efficientar el desempeño del personal. La mayoría de las veces los empleados y trabajadores no pueden hacer bien su trabajo porque nadie les ha enseñado cómo hacerlo, y esto genera costos innecesarios y errores en los productos y servicios.

7. *Adoptar e instituir el liderazgo.*

El trabajo de un jefe no es decirle a la gente que hacer (dar órdenes) y sancionar, sino ayudarla, capacitarla, apoyarla y desarrollarla. Sólo a través del liderazgo se puede ayudar al personal a hacer mejor su trabajo y lograr la calidad.

8. *Desterrar el temor.*

El temor es generado por los mismos jefes que no saben ser líderes y que castigan y hostigan a sus colaboradores. Cuando el empleado, trabajador o subordinado tiene miedo, no pregunta, no participa, no se involucra y se siente inseguro. El temor también impide la creatividad y genera errores, fallas, mal trabajo y un clima de trabajo negativo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

9. Derribar barreras entre áreas, departamentos y jerarquías.

Todo el personal debe aprender a trabajar como un solo equipo y trabajar por el bienestar de la empresa. El antagonismo, la lucha por el poder, los constantes enfrentamientos y choques, lo único que generan es malestar, miedo.

10. Eliminar los Slogans, las exhortaciones y metas numéricas para la fuerza laboral.

El incurrir con slogans lleva implícita la suposición de que los empleados podrían si lo intentaran, desempeñarse mejor. A ellos les ofende, no los inspiran estas sugerencias pues sienten que los jefes no confían en ellos. Una mala iluminación en las áreas de trabajo, ventilaciones deficientes, supervisiones incompetentes, hacen que los trabajadores interpreten los slogans y las exhortaciones como señal de que la gerencia no solo no entiende sus problemas sino que tampoco se toma la molestia de averiguarlos.

11. Eliminar cuotas numéricas.

Las cuotas solo toman en cuenta los números no la calidad ni los métodos para lograrlos. Por lo general, constituyen una garantía de ineficiencia y de altos costos, ya que para conservar su empleo, las personas tratan de llenar sus cuotas a cualquier costo, sin importar el daño que puedan ocasionarle a la compañía.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

12. Eliminar las barreras que privan a la gente de su derecho de estar orgullosos de su trabajo.

Las organizaciones se han equivocado gravemente en el trato que les dan a sus empleados. Los trabajadores y los administradores son considerados como objetos y como tales se les trata. No se les presta la debida atención a las personas y a sus problemas, la administración no quiere ocuparse de estas cosas. Por consiguiente, los empleados se marginan en vez de sentirse participes.

Hay varios factores que contribuyen a la pérdida del orgullo por la labor. Por ejemplo, si los empleados no entienden la misión de la empresa ni lo que se espera de ellos a fin de cumplir esa misión, entonces se sentirán confundidos e incapaces de identificarse con la organización. Esto ocasiona la pérdida del orgullo y hace que los empleados actúen como autómatas incapaces de pensar o utilizar sus conocimientos y capacidades. Cuando se les culpa por causa de problemas del sistema también pierden el orgullo.

Al terminar las barreras que les hurtan a los empleados el orgullo por su labor se tienen las siguientes ventajas:

- La empresa podrá delegar la toma de decisiones al nivel más bajo posible, pues los trabajadores podrán aceptar sus nuevas responsabilidades.
- Los individuos podrán crecer dentro del marco de su trabajo, lo cual es necesario para que las personas se sientan realizadas y felices.

1.2.2 Philip B. Crosby

Nacido en Wheeling, West Virginia, Estados Unidos, Crosby cursó estudios de Pediatría pero como no le gustó jamás ejerció la profesión. En 1952 comenzó a trabajar en la Crosley Corporation como técnico de ingeniería en confiabilidad. Posteriormente trabajó para la Martin Corporation de 1957 a 1965, donde estuvo a cargo del proyecto de calidad para los cohetes Pershing de la Armada Norteamericana. A partir de 1965 y hasta 1979, trabajó como Director/Vicepresidente de Calidad para la ITT (International Telephone and Telegraph). En 1979 se retiró para establecer su propia compañía consultora de Calidad Philip Crosby Associates, en Winter Park, Florida.

La idea esencial del movimiento de calidad de Crosby es la prevención. Sostiene que la calidad es gratis. Sus costos sólo están relacionados con los diversos obstáculos que impiden que los operarios la obtengan desde la primera vez.

El principal objetivo de las empresas al implantar un sistema de calidad total debe ser, de acuerdo con Crosby, cero defectos (CD). Los niveles aceptables de calidad (NAC) deben prohibirse, pues comprometen el objetivo de CD.

Para Crosby... "Calidad es cumplir especificaciones, calidad que solo puede ser medida por el costo de calidad donde el estándar es cero defectos"...

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Crosby sostiene que, si la alta gerencia está convencida de las virtudes de CD, deben también aplicar la prevención. Propone varios lineamientos para los gerentes, a los que les llama "cuatro principios absolutos para la administración de la calidad".

Primer Principio Absoluto: La calidad se define como cumplir con los requisitos.

Crosby plantea que la calidad se alcanza haciendo que todo el mundo haga las cosas bien desde la primera vez (HBP). Conseguir esto es la parte fundamental para lograr que los requisitos sean comprendidos con claridad, y luego no colocar obstáculos en el camino de las personas.

Existen tres tareas que los directivos deben realizar:

1. Establecer los requisitos que deben cumplir los empleados
2. Suministrar los medios necesarios para que el personal cumpla con los requisitos.
3. Dedicar todo su tiempo a estimular y ayudar al personal a dar cumplimiento a los requisitos.

Los conflictos se presentan cuando la dirección muestra titubeos en su dedicación a las políticas y en los procesos. Cuando nadie puede contar con nada, nadie se dispondrá a HBP.

El "L.O" en la frase "hágalo" bien desde la primera vez es el requisito, con esto se quiere hacer notar que el compromiso de hacerlo bien es personal e involucra a todo el personal de la empresa.

La calidad debe definirse como cumplir con los requisitos, esta definición permite a la organización operar con algo más que la opinión o la experiencia. Esto significa que los mejores cerebros y los conocimientos más valiosos se invertirán en establecer previamente los requisitos y no en lo que se pueda hacer para eliminar asperezas. El ejecutivo, resuelto a cumplir con los requerimientos tendrá que preguntarse porque queríamos enviar a nuestro cliente algo que no nos solicita, que características requiere mi cliente, etc. Esta serie de preguntas son la base para entender los requisitos que en calidad se refiere, los individuos y los servicios, deben de tener.

Segundo Principio Absoluto: El sistema de la calidad es la prevención. Los costos más visibles relacionados con los criterios convencionales de la práctica de calidad reside en las áreas de verificación (Inspección). Estos costos representan un considerable gasto para la empresa, es por esta razón que la prevención es la base de la reducción de dichos costos (una empresa que previene es una empresa sana).

Cuando los niveles de defectos (refiriéndose a un bien o un servicio) se conocen de antemano es considerablemente más fácil actuar para la mejoría del cumplimiento de los requisitos. El concepto de prevención se basa en la comprensión del proceso que requiere de la acción preventiva. Esto lleva un proceso de observación y determinación de las posibles causas de error. Estas causas, pueden ser controladas. Cada producto o servicio está formado por un gran número de componentes, cada uno de los cuales debe tratarse por separado, con el fin de eliminarlas causas de los problemas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En los procesos de fabricación en especial de montaje de alta producción, existe una técnica que ayuda al proceso de prevención que se denomina control estadístico de calidad, el cual es un instrumento sencillo y fácil de entender. El control se elabora mediante límites superiores e inferiores que representan la tolerancia del proceso.

Tercer Principio Absoluto: El estándar de realización es cero defectos. El establecimiento de los requisitos es un proceso de fácil comprensión. Pero la necesidad de cumplir con estos requisitos en todo momento, es algo que no se comprende tan fácilmente.

El estándar de realización es el medio que permite a la compañía progresar, puesto que sirve para que todas las personas reconozcan la importancia de cada una de esas millones de acciones. Cuando una compañía fomenta entre las personas la idea de no hacer todas las cosas bien, algunas de esas acciones no se llevarán a cabo. Nadie sabe con exactitud que habrá o no habrá de ocurrir.

Las compañías tratan, por todos los medios, de ayudar al personal a NO cumplir con los requisitos, ejemplo:

- Nivel de calidad en producto despachado. Esto significa prever cierta cantidad de errores, el objetivo del nivel de calidad respecto a un producto despachado es permitir a la dirección saber cuantas personas de servicio posventa requieren.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- Nivel aceptable de calidad. Se fija generalmente para los proveedores; es un número en porcentaje que establece el supuesto plan de aceptación para el personal de inspección. Sin embargo representa, en realidad, la cantidad de unidades que, aun cuando no cumple con los requisitos, pueden tolerarse dentro de un lote aceptable.

Dentro de una compañía los resultados son alcanzados por las personas, cada servicio o producto es creado por cada una de las tareas que se realizan dentro de la empresa y en su trato con los proveedores. Cada una de estas tareas deberá hacerse de una forma apropiada si se desean alcanzar los resultados finales requeridos. Las personas tienen que saber que pueden confiar unas en las otras.

Cuarto Principio Absoluto. La medida de la calidad es el precio del incumplimiento.

El principal problema de la calidad como preocupación gerencial es que no se enseña en las escuelas de administración de empresas. No se le considera como una función administrativa sino en términos financieros.

El costo de la calidad se divide en dos grandes áreas: el precio del incumplimiento y el precio de cumplimiento.

Crosby propone cambiar la cultura actual en base a lo que llama los 14 "ladrillos" que involucren los cuatro principios básicos mencionados anteriormente. Los 14 pasos para el mejoramiento de la calidad son:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.3 Kaoru Ishikawa.

Kaoru Ishikawa nació en 1915. Se graduó en el Departamento de Ingeniería de la Universidad de Tokio. Llegó a obtener el Premio Deming. Fue el primer autor que intentó destacar las diferencias entre los estilos de administración Japonés y Occidentales.

Para Ishikawa, quizá el autor japonés de mayor reconocimiento, el control de calidad consiste en "desarrollar, diseñar, elaborar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor".

Ishikawa visualizaba el control de calidad como un factor que revolucionaría la dirección de las empresas siempre y cuando en éstas se interioricen los siguientes principios:

1. Anteponer la calidad a las utilidades de corto plazo
2. Orientar la organización totalmente hacia el consumidor
3. Estructurar la empresa de tal forma que en cada proceso se considere como cliente al siguiente proceso
4. La toma de decisiones debe estar basada en hechos y datos tangibles
5. El respeto al ser humano

Ishikawa impulsó fuertemente la idea de que el mejoramiento de las operaciones de la empresa puede provenir de los propios trabajadores, quienes bien entrenados para trabajar en equipo y mediante el uso de procedimientos y técnicas apropiados para la solución

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

de problemas, podrían contribuir grandemente al mejoramiento de la calidad y el incremento de la productividad. Es así como surgen los círculos de calidad.

Definición de control de calidad: Para Ishikawa: el control de calidad moderno constituye un nuevo enfoque o punto de vista de la dirección y gerencia de las compañías. El control de calidad moderno implica investigar, diseñar, desarrollar, producir y vender productos y servicios que sean útiles y económicos, así que cumplen con las necesidades de los usuarios.

Algunos principios básicos del pensamiento de Ishikawa en relación con la Calidad Total son:

- En cualquier industria, controlar la calidad es hacer lo que se tiene que hacer.
- El control de calidad es responsabilidad de los trabajadores y divisiones de la compañía.
- Con el propósito de alentar el estudio de la calidad entre trabajadores y supervisores se deberán formar círculos de control de calidad.
- Para poner en práctica el Control Total de Calidad (CTC) es necesario capacitar continuamente a todo el personal, desde el presidente hasta los trabajadores de línea.
- Los primeros pasos del control de calidad deben estar orientados a conocer los requerimientos de los consumidores y los factores que los impulsan a comprar.
- El estado ideal de control de calidad se logra cuando la función no necesita más inspección
- La noción básica detrás del control es prevenir la repetición de errores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

- El control de calidad es uno de los mayores objetivos de la compañía es una filosofía de administración. Es necesario fijar metas en los beneficios a largo plazo y poner la calidad primero en todas las decisiones.
- Si no hay liderazgo desde la alta administración se debe de suspender la implantación del CTC.
- El Control de Calidad (C.C.) no puede progresar si no existe una política clara
- La responsabilidad del aseguramiento de calidad descansa en la relación comprador-vendedor. En principio las compras se deben aceptar sin inspección
- Las auditorías de control de calidad se efectúan para auditar el proceso de puesta en práctica del programa CTC ya que proporcionan un diagnóstico apropiado y muestran la forma de corregir las desviaciones. Esta auditoría, puede ser externa.
- Los métodos estadísticos son el mejor modo de controlar el proceso.

Ishikawa fue el originador de los diagramas de "hueso de pescado" o diagramas de Ishikawa, que se usan actualmente en todo el mundo en las mejoras continuas, para representar los análisis de causa-efecto.



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

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

Una vez que se han organizado en el diagrama todos los factores causales de los que puede depender una determinada característica de calidad, se estudia cuáles de estos factores son los responsables del defecto a corregir.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1.2.4 B. Joseph Juran

Nació en Rumania y fue residente en los Estados Unidos. Juran analiza la contribución de la calidad en la reducción de costos y la mejora de los estándares. Fue invitado a Japón en 1954 al mismo tiempo que Deming, para instruir a la alta gerencia de la industria japonesa sobre la importancia de la planeación, organización y administración de los programas de calidad. Juran es el fundador y principal directivo del Instituto Juran y es también autor de cientos de artículos. Ha sido consultor de muchas organizaciones industriales y gubernamentales y tiene gran demanda como orador internacional. Ha recibido más de treinta medallas, títulos honorarios y honores en más de doce países. El emperador del Japón le otorgó la Orden del Tesoro Sagrado, en segundo grado, que es la condecoración más alta que puede recibir un ciudadano extranjero por su contribución al desarrollo del control de calidad en Japón.

"Calidad es la adecuación al uso"...dice Juran. La adecuación al uso es juzgado por el receptor del servicio, no es determinado por el productor. Juran clasifica las características de calidad en varias categorías o parámetros: calidad de diseño, calidad de conformidad, calidad en habilidades y calidad en el servicio.

El enfoque de Juran al control de calidad y su administración está constituido por dos partes:

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

1. La misión de las compañías en términos del suministro de productos y servicios adecuados a las especificaciones del cliente, incluyendo los aspectos de confiabilidad, disponibilidad, continuidad, servicio, etc.
2. La función de la alta gerencia, en cuanto a liderazgo para proporcionar los recursos requeridos, alentar la participación y el desarrollo de sistemas de políticas, metas, planes, medición y control de la calidad.

La implantación de una misión apropiada se logra a través de un proceso que refleja la interrelación entre las diferentes etapas de las actividades organizacionales antes de satisfacer las demandas de los clientes. Este proceso al que Juran llama "la espiral del progreso".

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 2. El Papel de los Métodos Estadísticos en la Administración de los Procesos de Producción.

2.1. Que Causa los Productos Defectuosos.

Uno tras otro, los productos llegan en la banda transportadora. Al final de la banda transportadora, hay una máquina empacadora que continuamente empaca los productos que llegan y los envía a la bodega. Una mirada más atenta permite ver a un hombre de pies entre la banda transportadora y la máquina empacadora. Observa cuidadosamente los productos que llegan, y ocasionalmente recoge algunos y los arroja casualmente al cesto que está detrás de él. Esos son los productos defectuosos.

Este tipo de cosas se ve comúnmente en muchas fábricas. En un principio, esos productos descartados parecen desperdiciados, pero pronto se aceptan como una parte del proceso. Pero acostumbrarse a los productos defectuosos no soluciona el problema, sino que más bien constituye un retroceso en la solución.

¿Cómo se producen los productos defectuosos? ¿Qué debe hacerse para reducir su número? Para poder disminuir el número de productos defectuosos, es necesario creer que si se puede reducir. Sobra decir que la sola creencia no disminuirá el número de productos defectuosos. Lo que queremos decir es que existen causas particulares para que un producto dado resulte defectuoso, y que los productos defectuosos pueden desaparecer si se descubren y se eliminan las causas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Mucha gente piensa que debido a los estrictos requisitos de calidad que deben cumplir sus productos y a los muchos factores que pueden causar un defecto, los productos defectuosos son inevitables. Sin embargo, independientemente de los tipos de productos o de las clases de métodos de producción utilizados, la causa de los defectos es universal.

2.2. La variación: es la causa

¿Qué sucedería si fabricáramos productos usando materiales de exactamente la misma calidad, máquinas y métodos de trabajo idénticos y si inspeccionáramos estos productos exactamente de la misma manera? No importa cuantos productos se fabriquen, todos ellos deben ser idénticos mientras las cuatro condiciones anteriores sean idénticas. Es decir, todos los productos cumplirán o no cumplirán los requisitos. Todos ellos serán defectuosos si los materiales, la maquinaria, el método de trabajo o la inspección son inadecuados. En este caso, se producirán productos defectuosos exactamente idénticos. Mientras no haya fallas en las cuatro condiciones mencionadas, los productos que resulten deben ser todos idénticamente productos no defectuosos.

Con respecto a los productos que fabricamos es casi imposible que todos ellos salgan defectuosos. Algunos son defectuosos mientras que otros no lo son. En otras palabras, los productos defectuosos y los buenos salen mezclados.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

¿Por que se producen en un mismo lote productos defectuosos y no defectuosos? La causa, como se ha dicho antes, es la variación. La variación en materiales, en las condiciones de la máquina, en los métodos de trabajo y en las inspecciones, son las causas de los productos defectuosos.

Si no existiera ninguna de estas variaciones, todos los productos serian idénticos y no habría variaciones en calidad, tales como la ocurrencia de productos defectuosos y no defectuosos.

Pensemos en el trabajo de doblar lanchas de acero. Todas la planchas de acero parecen tener el mismo espesor, pero cuando se miden con precisión, tendrán espesores diferentes. Además, aun la misma plancha tendrá más espesor en unas partes que en otras. Si vamos más lejos e inspeccionamos la estructura de cristal de las planchas, habrá pequeñas variaciones en la forma de los cristales compuestos de hierro, carbono y otros elementos, de una otra parte de la plancha. Estas diferencias afectan naturalmente las características de la calidad. Aun usando el mismo método, las planchas no se doblarán de manera uniforme. Algunas de ellas podrán incluso rajarse.

Examinaremos ahora la maquinaria. La cortadora pierde filo a medida que procesa cierto número de productos. Las condiciones del aceite lubricante también cambian con los cambios en temperatura. Las dimensiones de los productos cambian según la forma como se ajuste el mecanismo de corte. Aunque pareciera que una operación se realiza exactamente en las misma condiciones que otra, muchos cambios o variaciones ocurren sin que se noten, y afectan a la calidad del producto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Pensemos ahora en el tratamiento con calor. La temperatura de los hornos cambia continuamente con los cambios de voltaje en el caso de un horno eléctrico, y con los cambios en la presión del gas en el caso de un horno a gas. Dentro del horno, las áreas cerca de la boca, el techo, el piso o la pared del horno, tienen diferentes condiciones. Cuando introducimos en el horno materiales varían según su posición relativa, afectando a características de calidad, tales como la dureza del producto.

Las características físicas de los trabajadores y su habilidad también afectan la variación de la calidad de los productos. Hay hombres altos y bajos, hábiles y menos hábiles, hombres con recia musculatura y hombres débiles, personas diestras y zurdas. Todos los trabajadores podrán creer que están trabajando de la misma manera, pero hay diferencias personales. Aun el mismo individuo trabaja de manera diferente según como se sienta ese día particular y según sus condiciones de fatiga. A veces puede cometer un error por descuido.

En la inspección, pueden ocurrir variaciones de calidad aparentes. Si se usa un calibrador en la inspección, puede causarse variaciones en los datos por un calibrador o por la forma de usarlo. En el caso de inspecciones sensoriales, como la inspección visual, la calidad parece variar si hay variación en el criterio del inspector, la variación en la inspección no se relaciona directamente con la calidad del producto, pero afecta al proceso de decidir si un producto es defectuoso o no lo es.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Si analizamos el problema de esta manera, podemos ver que en el proceso de fabricación de un producto intervienen innumerables factores que afectan a las características de calidad de ese producto. Cuando consideramos el proceso de manufactura desde el punto de vista de la variación de la calidad, podremos pensar en el proceso como un *agregado de las causas de la variación*. Estas causas son la explicación de los cambios en la características de calidad de los productos, que tienen como resultado productos defectuosos o no defectuosos. Un producto se considera no defectuoso si las características de calidad satisfacen cierto requisito, y defectuoso si no lo hacen. Por lo tanto, aun los productos no defectuosos tienen variación dentro del mismo requisito. Esto quiere decir que no existen los productos "exactamente iguales" de los que hablamos antes.

Los productos defectuosos son causados por las variaciones. Si esas variaciones se reducen, seguramente disminuirán los productos defectuosos. Ese es un principio sencillo y sólido, aplicable cualesquiera que sean los tipos de productos o las clases de métodos de producción utilizados.

2.3 El Diagnóstico de los Procesos.

Aunque las causas de la variación en la calidad son innumerables, no toda causas afecta a la calidad en el mismo grado. Algunas la afectan enormemente, mientras que otras, aunque teóricamente consideradas como muy importantes, tienen poco efecto sobre la variación en la calidad cuando se controlan adecuadamente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las innumerables causas concebibles pueden categorizarse en dos grupos, el primero de los cuales consiste en un pequeño número de causas que, sin embargo, tienen un gran efecto (los pocos vitales) y un segundo grupo que incluya muchas causas que tienen solo efectos menores (los muchos triviales). Generalmente, no hay muchos factores que realmente causen defectos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Capítulo 3. Las Siete Herramientas Estadísticas

3.1. Como obtener datos.

La información es una guía para nuestras acciones. A partir de la información conocemos los hechos pertinentes y adoptamos acciones apropiadas basadas en esos hechos. Antes de recoger la información, es importante determinar que se va a hacer con ella.

En una fábrica constructora de máquinas, se le hace un muestreo de inspección de calidad a cierto tipo de accesorio comprado a un proveedor. Se dio el caso de que un lote que debería haberse rechazado se aceptó como excepción especial, para poder cumplir el programa de producción. Sin embargo, no se hizo nada especial respecto al lote que había sido aceptado. Esto quiere decir que tanto los lotes que se ajustaban a las especificaciones como aquellos que no se ajustaban pasaron al proceso siguiente. En realidad, estos datos se estaban obteniendo para determinar la aceptabilidad de los lotes, pero no se usaron para nada.

En el control de calidad, los objetivos de la recolección de información son:

- 1. El control y el monitoreo del proceso de producción.*
- 2. El análisis de lo que no se ajusta a las normas.*
- 3. La inspección*

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Cualquier recolección de información ha de tener un propósito específico y ser seguida por acciones.

3.1.1. ¿Cuál es su propósito?

Una vez que se define el objetivo de la recolección de información, también se determinan los tipos de comparación que se necesita, y esto a su vez identifica el tipo de datos que se deben recoger. Por ejemplo, Suponga que hay una pregunta respecto a la variación en una característica de calidad de un producto. Si solamente se recoge un dato cada día, será imposible determinar la variación ese día. O, si usted quiere saber por que resultan productos defectuosos hechos por dos trabajadores diferentes, es necesario tomar las muestras separadamente para poder comparar el desempeño de cada uno de ellos. Si la comparación entre ellos muestra una clara diferencia, una medida remedial que elimine la diferencia entre los trabajadores reducirá también la variación en el proceso.

Esta división de un grupo en varios subgrupos con base en ciertos factores, se llama estratificación. La estratificación es muy importante, y es necesario que aplicación se convierta en un hábito de pensamiento en todo tipo de situaciones.

Suponga que usted quiere saber la relación entre la calidad de un ingrediente y la dureza del producto. Es un caso como este, cuando usted quiere saber si ha una relación entre los valores de dos características, los datos tienen que estar disponibles por pares. Si los datos se recogen por pares, se pueden analizar usando un *diagrama de dispersión*.

3.1.2. ¿Son confiables las mediciones?

Incluso si las muestras se han seleccionado adecuadamente, se hará un juicio erróneo si las mediciones no son confiables. Por ejemplo, las inspecciones hechas por cierto inspector mostraron que una fracción de productos defectuosos era muy diferente de las demás, y un examen cuidadoso mostró más tarde que un instrumento de medición se había descompuesto.

En el caso de mediciones sensoriales, tales como la inspección visual, las diferencias debidas a los inspectores individuales son comunes. Este hecho debe tenerse en cuenta cuando se recoge y se analizan datos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.2. Primer Herramienta: Análisis de Pareto.

En 1897, el economista italiano V. Pareto presentó una fórmula que mostraba que la distribución del ingreso es desigual. En 1907, el economista norteamericano M. C. Lorenz expresó una teoría similar por medio de diagramas. Estos dos estudiosos indicaron que una proporción muy grande el ingreso esta en manos de muy pocas personas. Mientas tanto, en el campo del control de calidad, el Dr. J. M. Juran aplicó el método del diagrama de Lorenz como una fórmula para clasificar los problemas de calidad en los pocos vitales y los muchos triviales, y llamó este método *análisis de Pareto*. Señaló que en muchos casos, la mayoría de los defectos y de sus costos se deben a un número relativamente pequeño de causas.

Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Este permite ver cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. En casos típicos, los pocos (pasos, servicios, ítems, problemas, causas) son responsables por la mayor parte el impacto negativo sobre la calidad. Si enfocamos nuestra atención en estos pocos vitales, podemos obtener la mayor ganancia potencial de nuestros esfuerzos por mejorar la calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

El diagrama de Pareto se utiliza cuando:

- Al identificar un producto o servicio para el análisis para mejorar la calidad.
- Cuando existe la necesidad de llamar la atención a los problema o causas de una forma sistemática.
- Al identificar oportunidades para mejorar
- Al analizar las diferentes agrupaciones de datos (ej: por producto, por segmento, del mercado, área geográfica, etc.)
- Al buscar las causas principales de los problemas y establecer la prioridad de las soluciones
- Al evaluar los resultados de los cambios efectuados a un proceso (antes y después)
- Cuando los datos puedan clasificarse en categorías
- Cuando el rango de cada categoría es importante

Un equipo puede utilizar la Gráfica de Pareto para varios propósitos durante un proyecto para lograr mejoras:

- Para analizar las causas
- Para estudiar los resultados
- Para planear una mejora continua

TRABAJA CON
FALLA DE ORIGEN

- Las Gráficas de Pareto son especialmente valiosas como fotos de "antes y después" para demostrar qué progreso se ha logrado. Como tal, la Gráfica de Pareto es una herramienta sencilla pero poderosa.

3.2.1 Como Elaborar Diagramas de Pareto.

Paso 1. El primer paso a considerar es que problema se va a investigar y como recoger los datos.

Decida que clase de problemas son los que usted quiere investigar.

Decida que datos va a necesitar y como clasificarlos.

Defina el método de recolección de los datos y el periodo de duración de la recolección

Paso 2. Diseñe una tabla para conteo de datos, con espacio suficiente para registrar los totales

Tipo de defecto	Conteo	Total
Fractura	//// //	10
Rayado	//// // // // // // // // // //	42
Mancha	//// //	6
Tensión	//// // // // // // // // // //	104
Rajadura	//// //	4
Burbuja	//// // // // // // // // // //	20
Otros	//// // // //	14
Total		200

Tabla 3.2.1. Tabla de Conteo de Datos

Paso 3. Diligencie la tabla de conteo y calcule los totales.

Paso 4. Elabore una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de ítems, los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados (tabla 3.2.2).

Paso 5. Organice los ítems por orden de cantidad, y llene la tabla de datos.

Nota: el ítem "otros" debe ubicarse en el último renglón, independientemente de su magnitud. Esto se debe a que está compuesto de un grupo de ítems, cada uno de los cuales es más pequeño que el menor de ítems citados individualmente.

Paso 6. Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal.

1) Ejes verticales

a) Eje izquierdo

Marque este eje con una escala desde 0 hasta el total general.

b) Eje Derecho

Marque este eje con una escala desde 0% hasta 100%.

Tipo de Defecto	Numero de Defectos	Total acumulados	Composicion porcentual	Porcentaje acumulado
raspon	104	104	52	52
rajado	92	146	21	73
partido	20	146	10	83
hacerse	10	174	5	88
mancha	4	182	3	91
rajado	4	186	2	93
otros	14	200	7	100
Total	200	--	100	--

Tabla 3.2.2. Tabla de datos para un diagrama de Pareto

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

e) Eje Horizontal

Divida este eje en un número de intervalos igual al número de ítems clasificados.

Paso 7. Construya un diagrama de barras.

Paso 8. Dibuje la curva acumulada (curva de Pareto).

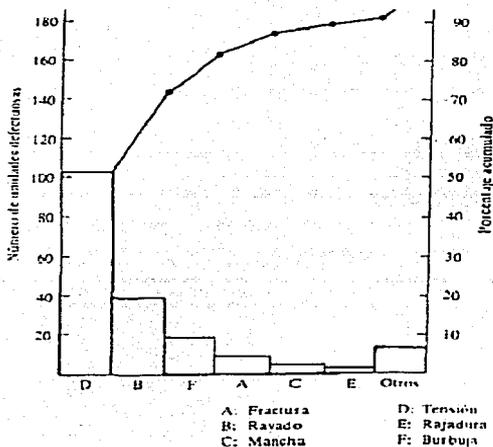


Figura 3.2.3. Diagrama de Pareto por ítems defectuosos

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3. Segunda Herramienta: Diagrama de Causa – Efecto.

El diagrama causa-efecto es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Se conoce también como diagrama de Ishikawa o diagrama de espina de pescado y se utiliza en las fases de Diagnóstico y Solución de la causa.

3.3.1. Cómo interpretar un diagrama de causa-efecto:

El diagrama causa-efecto es un vehículo para ordenar, de forma muy concentrada, todas las causas que supuestamente pueden contribuir a un determinado efecto. Nos permite, por tanto, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. Es importante ser conscientes de que los diagramas de causa-efecto presentan y organizan teorías. Sólo cuando estas teorías son contrastadas con datos podemos probar las causas de los fenómenos observables. Errores comunes son construir el diagrama antes de analizar globalmente los síntomas, limitar las teorías propuestas enmascarando involuntariamente la causa raíz, o cometer errores tanto en la relación causal como en el orden de las teorías, suponiendo un gasto de tiempo importante.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.3.2. Como Elaborar Diagramas de Causa – Efecto.

Elaborar un diagrama de causa-efecto que sea útil no es tarea fácil. Puede afirmarse que quienes tienen éxito en la solución de problemas de control de calidad son aquellos que tienen éxito en hacer diagramas de causa- efecto que sean útiles. Hay muchas maneras de hacer el diagrama, pero aquí se describirán dos métodos típicos.

Antes de presentar los procedimientos, se explicará la estructura del diagrama de causa-efecto con un ejemplo.

(1) Estructura y ejemplo de los diagramas de causa-efecto

Un diagrama de causa-efecto también se llama "diagrama de espina de pescado ", porque se parece al esqueleto de un pez, como se ve en la figura 3.3.2. Ocasionalmente se denomina también diagrama de "árbol" o de "río ", pero aquí se usa el nombre de "espina de pescado".

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

En la figura 3.3.2 y 3.3.3 se muestra un ejemplo.

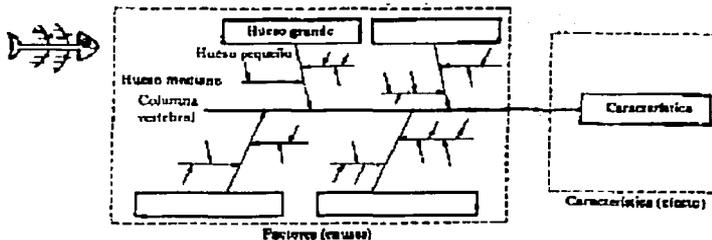


Figura 3.3.2. Estructura del diagrama de causa-efecto

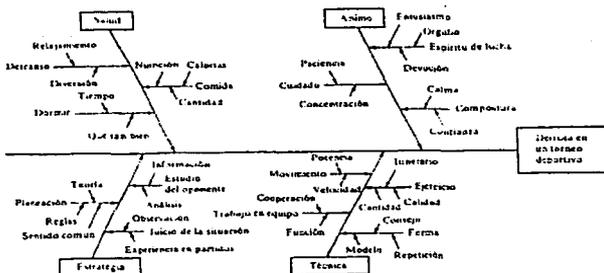


Figura 3.3.3. Ejemplo de diagrama de causa-efecto.

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

(2) Procedimiento para elaborar los diagramas de causa-efecto para la identificación de causas

Procedimiento

Paso 1

Describa el efecto o atributo de calidad.

Paso 2

Elija una característica de calidad y escribala en el lado derecho de una hoja de papel, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la característica en un cuadrado. En seguida, escriba las causas primarias que afectan a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados.

Paso 3

Escriba las causas (causas secundarias) que afectan a los grandes huesos (causas primarias) como huesos medianos, y escriba las causas (causas terciarias) que afectan a los huesos medianos como huesos pequeños.

Paso 4

Asigne la importancia de cada factor, y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.

Paso 5

Registre cualquier información que pueda ser de utilidad.

Explicación del procedimiento

Con frecuencia puede parecer difícil proceder cuando se utiliza este enfoque. El mejor método en ese caso es considerar la "variación". Por ejemplo, observe la variación en la característica de calidad cuando reflexiona en los huesos grandes. Si los datos muestran que esa variación existe, observe por qué existe. Una variación en el efecto puede ser causada por una variación en los factores. Este tipo de reflexión puede ser muy eficaz.

Por ejemplo, cuando usted está elaborando un diagrama de causa- efecto relacionado con cierto defecto, puede descubrir que hay una variación en el número de defectos que ocurren en días diferentes de la semana. Si el defecto ocurre con más frecuencia los lunes que en cualquier otro día de la semana, usted puede reflexionar como sigue: "¿Por qué ocurrió el defecto?", "¿por qué ocurrió el defecto con mayor frecuencia los lunes que en cualquier otro día de la semana?". Esto lo hará buscar factores que hacen que el lunes sea diferente de los otros días, lo cual le permitirá descubrir finalmente la causa del defecto.

La adopción de este método de reflexión en cada etapa de la investigación de la relación que existe entre la característica y los huesos grandes, los huesos grandes y los huesos medianos, y los huesos medianos y los huesos pequeños, hace posible construir con bases racionales un diagrama útil de causa-efecto.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Una vez completo el diagrama de causa-efecto, el paso siguiente es asignar la importancia de cada factor. Todos los factores del diagrama no se relacionan necesariamente en forma estrecha con la característica. Marque esos factores que parecen tener un efecto particularmente significativo sobre la característica.

Finalmente, incluya cualquier información que pueda ser de utilidad en el diagrama, tal como el título, el nombre del producto, el proceso o grupo, la lista de participantes, la fecha, etc.

NOTAS SOBRE LOS DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO

(I) Sugerencias para elaborar los diagramas de causa-efecto.

1) *Identifique todos los factores relevantes mediante consulta y discusión entre muchas personas.* Los factores que influyen más fuertemente sobre la característica deben determinarse entre aquellos que aparecen en el diagrama. Si se deja por fuera un factor en la etapa de discusión inicial, antes de que se construya el diagrama, no aparecerá más tarde. En consecuencia, la discusión entre todas las personas involucradas es indispensable para preparar un diagrama completo que no tenga omisiones.

2) *Expresa la característica tan concretamente como sea posible.* La característica que se expresa en términos abstractos dará como resultado un diagrama de causa-efecto basado en generalidades. Aunque ese tipo de diagramas no tenga errores básicos desde el punto de vista de las relaciones causa-efecto, no será muy útil para resolver problemas reales.

3) *Haga un diagrama para cada característica.* Los errores en el peso y en la longitud del mismo producto tendrán estructuras diferentes de causa-efecto, y deben analizarse en dos diagramas separados. El intento de incluir todo en un solo diagrama dará como resultado un diagrama inmanejable por ser demasiado grande y complicado, lo cual hará que la solución de los problemas sea muy difícil.

4) *Escija una característica y unos factores medibles.* Una vez completo el diagrama de causa-efecto, es necesario captar la fuerza de la relación causa-efecto en forma objetiva utilizando datos. Con este fin, tanto la característica como los factores causales deben ser medibles. Cuando es imposible medirlos, usted debe tratar de hacerlos medibles, o encontrar características sustitutas.

5) *Descubra factores sobre los que sea posible actuar.* Si usted ha identificado una causa sobre la cual es imposible actuar, el problema no se solucionará. Si se hace mejorar, las causas deben subdividirse hasta el nivel en el cual sea posible actuar sobre ellas, o de lo contrario su identificación será un ejercicio sin sentido.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.4. Tercer Herramienta: Histogramas.

Si pudiéramos recoger datos sobre un proceso en el cual todos los factores (hombre, máquina, material, método, etc.) fueran perfectamente constantes, los datos sobre cada uno de estos factores conservarían su valor. Sin embargo, en la realidad es imposible mantener todos los factores constantes todo el tiempo. Estrictamente hablando, aun algunos factores que suponemos constantes, no puede ser perfectamente constantes. Es inevitable que los valores en un conjunto de información tengan variaciones. Los valores que toman un factor a través del tiempo no son siempre los mismos, pero eso no quiere decir que estén determinados de una manera desordenada. Aunque los valores cambian todo el tiempo, están gobernados por cierta regla, y esta es que los datos tienen una determinada distribución.

En control de calidad, tratamos de descubrir los hechos reuniendo datos y después tomamos las acciones apropiadas con base en eso hechos. Los datos no se recogen como un fin en sí mismos, sino como un medio para descubrir los hechos que están tras los datos.

Por ejemplo, consideremos el caso de una inspección por muestreo. Tomamos una muestra de un lote, realizamos un proceso de medición, y después decidimos si debemos aceptar todo el lote o no. En este caso, nuestra preocupación no es la muestra misma sino la calidad de todo el lote. Como otro ejemplo, consideramos el control de un proceso de manufactura utilizando una gráfica de control \bar{x} -R, sino averiguar cual es el estado actual del proceso.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La totalidad de los ítems en consideración se denomina *población*.

En el ejemplo anterior, la población es el lote, y en el segundo es el proceso.

A algunas personas puede parecerles difícil considerar un *proceso* como una *población* porque mientras que el lote es realmente un grupo finito de objetos individuales, un proceso no es de ninguna manera un producto, sino que se compone de cinco elementos (hombre, máquina, material, método y medición). Cuando fijemos nuestra atención en la función de fabricar productos, reconoceremos que sin duda el proceso produce un grupo de productos. Por otra parte, a menos que el proceso se detenga, el número de productos es infinito, razón por la cual se considera que un proceso es una *población* infinita.

Una *muestra* es uno o más ítems tomados de una población para proporcionar información sobre la población. Como una muestra se usa para estimar las características de toda la población, debe seleccionarse de tal manera que refleje las características de ésta. Un método común para la selección de muestras es seleccionar cualquier miembro de la población con igual probabilidad. Este método se llama *muestreo aleatorio*, y una muestra seleccionada por medio del muestreo aleatorio se denomina *muestra aleatoria*.

Los datos se obtienen midiendo las características de una muestra. Utilizando estos datos, llegamos a inferir sobre la población, y en consecuencia tomamos una acción correctiva. Sin embargo, el valor obtenido de una muestra variará según la muestra seleccionada, lo cual dificulta decidir que acción es apropiada. El análisis estadístico nos dirá como interpretar este tipo de datos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La figura 3.4.1 muestra la relación entre población, muestra y datos.

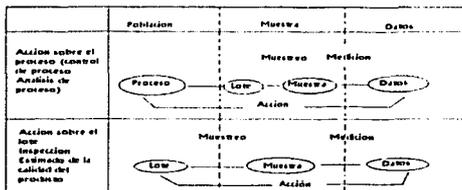


Figura 3.4.1. Población, muestra y datos.

Los datos obtenidos de una muestra sirven como base para decidir sobre la población. Mientras más grande sea la muestra, más información obtendremos sobre la población. Pero un aumento en el tamaño de la muestra también implica un aumento en la cantidad de datos, y esto puede llegar a hacer difícil comprender la población a partir de esos datos, aun cuando se organicen en tablas. En ese caso, necesitamos un método que nos permita comprender la población de un vistazo. Un histograma responde a esta necesidad. La organización de un buen número de datos en un histograma nos permite comprender la población de manera objetiva.

3.4.1. Como elaborar Histogramas.

Ejemplo : Como construir tablas de frecuencia.

Para investigar la distribución de los diámetros de ejes de acero producidos en un proceso de laminación, se midieron los diámetros de 90 vigas, como se muestra en la tabla 3.4.2 hagamos un histograma usando estos datos.

Muestra (Número)	Mediciones de la Reductora								
1 - 10	2.319	2.318	2.322	2.322	2.340	2.311	2.319	2.322	2.345
11 - 20	2.327	2.336	2.306	2.341	2.312	2.315	2.324	2.336	2.329
21 - 30	2.329	2.323	2.321	2.323	2.319	2.328	2.343	2.318	2.319
31 - 40	2.329	2.314	2.332	2.334	2.326	2.330	2.332	2.326	2.329
41 - 50	2.335	2.321	2.326	2.325	2.332	2.322	2.302	2.340	2.322
51 - 60	2.313	2.315	2.342	2.324	2.330	2.321	2.322	2.335	2.340
61 - 70	2.325	2.315	2.320	2.319	2.326	2.327	2.322	2.342	2.340
71 - 80	2.331	2.345	2.324	2.322	2.320	2.319	2.339	2.329	2.322
81 - 90	2.319	2.321	2.311	2.319	2.311	2.327	2.329	2.328	2.319

Tabla 3.4.2. Datos brutos

Procedimiento

<p><i>Paso 1. Calcule el rango (R)</i> Obtenga el máximo y el mínimo de los valores observados y calcule R</p> <p>$R = (\text{el máximo valor observado}) - (\text{el mínimo valor observado})$</p> <p>El máximo y el mínimo de los valores observados se puede obtener fácilmente de la manera siguiente</p> <p>Obtenga el máximo y el mínimo de los valores en cada una de las filas de la tabla de observaciones, y luego tome el mayor de los valores máximos y el menor de los valores mínimos.</p> <p>Estos serán el máximo y el mínimo de todos los valores observados (TABLA 3.4.2)</p>	<p><i>Paso 1. Calcule R</i></p> <p>R se obtiene a partir de los valores máximos y mínimos observados (ver tabla 3.4.2)</p> <p>Valor máximo = 2.545</p> <p>Valor mínimo = 2.502</p> <p>Por lo tanto,</p> <p>$R = 2.545 - 2.502$</p> <p>$= 0.043$</p>
<p><i>Paso 2. Determine el intervalo de clase</i></p> <p>El intervalo de clase se determina de manera que el rango, el cual incluye los valores máximo y mínimo, se divida en intervalos de igual amplitud. Para obtener la amplitud del intervalo, divida R por 2, 3 o 5 (o 10, 20, 50, 0.1, 0.2, 0.5, etc.) de manera que se obtengan entre 5 y 20 intervalos de clase de igual amplitud. Cuando haya dos posibilidades, use el intervalo de menor amplitud si el número de valores medidos es de 100 o más y el intervalo de mayor amplitud, si hay 99 o menos valores observados.</p>	<p><i>Paso 2. Determine el intervalo de clase</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • $0.043 / 0.002 = 21.5$ y lo aproximamos al siguiente número entero con lo cual tenemos 22 • $0.043 / 0.005 = 8.6$ y lo aproximamos al siguiente número entero, con lo cual tenemos 9 • $0.043 / 0.010 = 4.3$ y lo aproximamos al número entero más cercano, con lo cual tenemos 4. <p>De esta manera el intervalo de clase se define como 0.005, pues esto da un número de intervalos entre 5 y 20</p>

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Muestra Número	Muestra de la medición										Valor Paso de la Clase	Valor medio de la Clase
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1 - 10	2 510	2 511	2 522	2 522	2 510	2 511	2 519	2 532	2 543	2 525	2 515	2 515
11 - 20	2 527	2 536	2 506	2 531	2 513	2 523	2 530	2 529	2 524	2 541	2 531	2 531
21 - 30	2 529	2 521	2 523	2 523	2 519	2 526	2 543	2 536	2 514	2 534	2 531	2 531
31 - 40	2 529	2 514	2 512	2 514	2 526	2 531	2 512	2 526	2 523	2 526	2 518	2 512
41 - 50	2 518	2 523	2 529	2 527	2 512	2 521	2 502	2 530	2 522	2 514	2 525	2 525
51 - 60	2 513	2 510	2 542	2 528	2 510	2 523	2 521	2 538	2 543	2 528	2 525	2 525
61 - 70	2 525	2 545	2 520	2 519	2 526	2 522	2 522	2 542	2 540	2 529	2 532	2 532
71 - 80	2 531	2 545	2 524	2 522	2 526	2 516	2 519	2 529	2 522	2 513	2 531	2 531
81 - 90	2 514	2 521	2 511	2 519	2 511	2 525	2 529	2 528	2 519	2 521	2 521	2 511
91 - 100	2 514	2 521	2 511	2 519	2 511	2 525	2 529	2 528	2 519	2 521	2 521	2 511

Tabla 3.4.3. Tabla para el cálculo del rango

<p><i>Paso 3. Prepare el formato para la tabla de frecuencias</i></p> <p>Prepare un formato como el de la tabla 3.4.4, en el cual se puedan registrar la clase, el punto medio, las marcas de frecuencia, la frecuencia, etc</p>	<p><i>Paso 3. Prepare la tabla de frecuencias</i></p> <p>Prepare una tabla como se muestra en la tabla 3.4.4</p>
<p><i>Paso 4. Determine los límites de la clase</i></p> <p>Determine los límites de los intervalos de manera que incluyan los valores mínimos y máximos, y escríbalos en la tabla de frecuencia. Primero, determine el límite inferior de la primera clase y sumele la amplitud del intervalo para obtener el límite entre la primer y la segunda clase. Cuando lo haga, cerciórese de que la primera clase contiene el valor mínimo. El límite interior de la primera clase se ubica a $\frac{1}{2}$ de la unidad de medida a partir del valor mínimo observado. Luego siga sumando la amplitud del intervalo al valor previo para obtener el segundo límite, el tercero, y así sucesivamente, y cerciórese de que la última clase incluye el valor máximo</p>	<p><i>Paso 4. Determinese los límites de la clase</i></p> <p>Los límites de la primera clase deben determinarse como 2.5005 y 2.5055 de manera que la clase incluya el valor mínimo 2.502. los límites de la segunda clase deben determinarse como 2.5055 - 2.5105, y así sucesivamente. Regístrelos en una tabla de frecuencias 3.4.4</p> <p>(Nota: 2.502 + (0.005 / 2) = 2.49975 ≈ 2.500 lo que da un valor medio de la primera clase de 2.5025, que se redondea a 2.503 y se establecen los límites definitivos)</p>

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

	Clase	Punto medio de la clase X	Marcas de frecuencia (centen)	Frecuencia f
1	2,5015 - 2,5085	2,503	/	1
2	2,5085 - 2,5105	2,508	/	4
3	2,5105 - 2,5155	2,513	/ / / /	9
4	2,5155 - 2,5205	2,518	/ / / / / / / / / /	14
5	2,5205 - 2,5255	2,523	/ / / / / / / / / / / / / /	22
6	2,5255 - 2,5305	2,528	/ / / / / / / / / / / / / / / /	19
7	2,5305 - 2,5355	2,533	/ / / / / / / / / / / / / /	10
8	2,5355 - 2,5405	2,538	/ / / / / / / / / / / / / /	5
9	2,5405 - 2,5455	2,543	/ / / / / / / / / / / / / /	6
	TOTAL			91

Tabla 3.4.4. Tabla de Frecuencias

Notas:

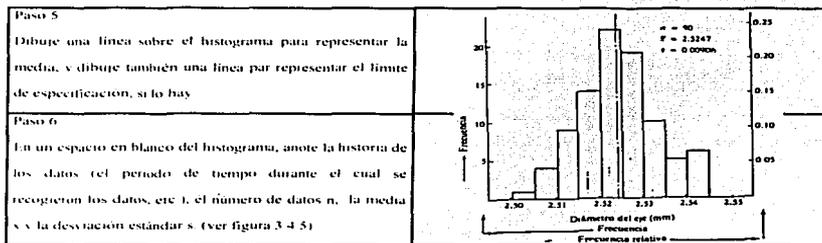
1. Habría un error en el conteo de las frecuencias si la suma de las frecuencias f ($\sum f$), no fuese igual al número total (n) de los valores observados.
2. Si se requiere la frecuencia relativa, puede obtenerse dividiendo la frecuencia f por n .

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Como Elaborar un Histograma

<p>Procedimiento</p> <p><i>Paso 1</i></p> <p>Sobre una hoja de papel cuadrículado, marque el eje horizontal con una escala. La escala no debe ser con base en el intervalo de clase, es mejor que sea con base en la unidad de medición de los datos, por ejemplo, 10 gramos correspondieran a 10 milímetros.</p> <p>Esto hace fácil la comparación con muchos histogramas que describan factores similares así como con las especificaciones (estándares). Deje un espacio aproximadamente igual al intervalo de clase en el eje horizontal a cada lado de la primera y de la última clase.</p>	
<p><i>Paso 2</i></p> <p>Marque el eje vertical de la izquierda con una escala de frecuencia y, si es necesario, dibuje el eje de la derecha y márcelo con una escala de frecuencias relativas. La altura de la clase con la frecuencia máxima debe ser entre 0.5 y 2.0 veces la distancia entre los valores máximo y mínimo en el eje horizontal.</p>	
<p><i>Paso 3</i></p> <p>Marque la escala horizontal con los límites de los valores de clase.</p>	
<p><i>Paso 4</i></p> <p>Utilizando los intervalos de clase como línea de base, dibuje un rectángulo cuya altura corresponda a la frecuencia en esa clase.</p>	

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

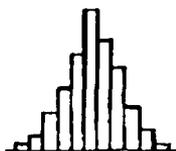


3.4.2. Como Leer Histogramas.

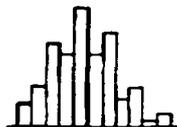
Tipos de Histogramas.

Es posible obtener información útil sobre el estado de una población mirando la forma del histograma. Las siguientes son formas típicas, y podemos usarlas como indicios para analizar un proceso.

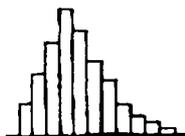
TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



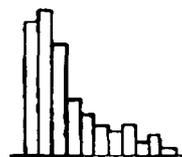
a) Tipo general



b) Tipo peñeta



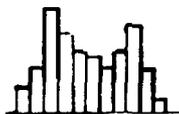
e) Tipo sesga positivo



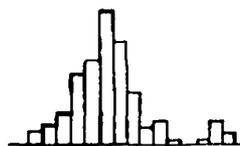
d) Tipo precipicio a la izquierda



e) Tipo planicie



f) Tipo doble pico



g) Tipo pico aislado

Figura 3.4.6. Tipos de Histogramas

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

a) Tipo general. (forma simétrica o de campana).

Forma: el valor de la media del histograma está en el centro del rango de los datos. La frecuencia es mayor en el centro y disminuye gradualmente hacia los extremos. La forma es simétrica.

Nota: forma más frecuente.

b) Tipo peñeta (multi-modal)

Forma: cada tercera clase tiene una frecuencia menor.

Nota: esta forma se presenta cuando el número de unidades de información incluida en la clase varía de una a otra o cuando hay una tendencia particular en la forma como se aproximan los datos.

c) Tipo con sesgo positivo (con sesgo negativo)

Forma: asimétrica. El valor de la media del histograma está localizado a la izquierda (derecha) del centro del rango. La frecuencia disminuye de manera más bien brusca hacia la izquierda (derecha), pero gradualmente hacia la derecha (izquierda)

Nota: esta forma se presenta cuando el límite inferior (superior) se controla teóricamente o por un valor de especificación o cuando no se presenta valores inferiores (superiores)

d) Tipo de precipicio a la izquierda (de precipicio a la derecha).

Forma: asimétrica. El valor de la media del histograma está localizado al extremo izquierdo (derecho) lejos del centro del rango. La frecuencia disminuye bruscamente a la izquierda (derecha) y gradualmente hacia la derecha (izquierda).

Nota: esta es una forma que se presenta frecuentemente cuando se ha realizado una selección de 100% debido a una baja capacidad del proceso, y también cuando el sesgo positivo (negativo) se hace aun mas extremo.

e) Tipo planicie

Forma: las frecuencias forman una planicie, porque las clases tienen más o menos la misma frecuencia excepto aquellas de los extremos.

Nota: esta forma se presenta con una mezcla de varias distribuciones que tienen valores de la media diferentes.

f) Tipo de doble pico (bimodal)

Forma: la frecuencia es baja cerca del centro del rango de la información, y hay un pico a cada lado.

Nota: esta forma se presenta cuando se mezclan dos distribuciones que tienen valores de la media muy diferentes.

g) Tipo de pico aislado.

Forma: se presenta un pequeño pico aislado además de un histograma de tipo general.

Nota: esta es la forma que se presenta cuando se incluye una pequeña cantidad de datos de una distribución diferente, como en el caso de anomalía en el proceso, error de medición, o inclusión de información de un proceso diferente.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.5 Cuarta Herramienta: Estratificación.

Cuando los valores observados se dividen en dos o más subpoblaciones según la condición que existía en el momento de recoger los datos, esas subpoblaciones se llaman estratos, y la división de los datos en estratos se llama estratificación.

Los valores observados siempre van acompañados de alguna variación. Por tanto, cuando los datos se estratifican según los factores que se cree pueden causar la variación, las causas de la variación se hacen más fácilmente detectables. Este método puede usarse efectivamente para mejorar la calidad del producto al reducir la variación y mejorar el promedio del producto.

Usos de la estratificación:

- a) Identificar las causas que tiene mayor influencia en la variación.
- b) Comprender de manera detallada la estructura de un grupo de datos, lo cual permitirá identificar las causas del problema y llevar a cabo las acciones correctivas convenientes.
- c) Examinar las diferencias entre los valores promediados y la variación entre diferentes estratos, y tomar medidas contra la diferencia que pueda existir.

Por lo general la estratificación se hace según los materiales, las máquinas, las condiciones de operación y los trabajadores.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.6 Quinta Herramienta: Hojas de Verificación.

En el control estadístico de la calidad se hace uso con mucha frecuencia de las hojas de verificación, ya que es necesario comprobar constantemente si se han recabado los datos solicitados o si se hace efectuando determinados trabajos.

El esquema general de estas hojas es la siguiente: en la parte superior se anotan los datos generales a los que se refiere las observaciones o verificaciones a hacer, en la parte inferior se transcribe el resultado de dichas observaciones y verificaciones.

3.7 Sexta Herramienta: Diagramas de Dispersión.

En la práctica, frecuentemente es necesario estudiar la relación de correspondencia de dos variables. Por ejemplo, ¿ hasta qué punto se afectará las dimensiones de una parte de una máquina por el cambio en la velocidad de un piñón? O suponga que a usted le gustaria controlar la concentración de un material donde es preferible sustituir la medición de la concentración por la gravedad específica, porque prácticamente resulta más fácil medirla. Para estudiar la relación entre dos variables tales como la velocidad del piñón y las dimensiones de una parte, o la concentración y la gravedad específica, puede usarse lo que se llama un diagrama de dispersión.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Las dos variables que trataremos pueden enmarcarse así:

- a) una característica de calidad y un factor que la afecta,
- b) dos características de calidad relacionadas, o
- c) dos factores relacionados con una sola característica de calidad.

Para comprender la relación entre estas, es importante, en primer lugar, hacer un diagrama de dispersión y comprender la relación global.

Para elaborar un diagrama de dispersión se siguen los pasos siguientes:

Paso 1.

Reúna pares de datos (x , y), cuyas relaciones usted quiere estudiar, y organice esa información en una tabla. Es deseable tener al menos 30 pares de datos.

Paso 2.

Encuentre los valores mínimo y máximo para x y y . Decida las escalas que va a usar en los ejes horizontal y vertical de manera que ambas longitudes sean aproximadamente iguales, lo cual hará que el diagrama sea más fácil de leer. Trate de mantener el número de divisiones en cada eje entre 3 y 10 y use números redondos para facilitar la lectura. Cuando las dos variables sean un factor y una característica de calidad, use el eje horizontal x para el factor y el eje vertical y para la característica de calidad.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Paso 3

Registre los datos en el gráfico. Cuando se obtengan los mismos valores en diferentes observaciones, muestre estos puntos haciendo círculos concéntricos (o), o registre el segundo punto muy cerca del primero.

Paso 4.

Registre todos los aspectos que puedan ser de utilidad. Cerciórese de que se incluyan todos los ítems siguientes de manera que cualquier persona, además de la persona que hizo el diagrama, pueda comprenderlo de un vistazo:

- a) Título del diagrama.
- b) Período de tiempo.
- c) Número de pares de datos.
- d) Título y unidades de cada eje.
- e) Nombre (etc) de la persona que hizo el diagrama.

3.7.1 Como Leer los Diagramas de Dispersión.

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

Así como es posible captar la forma de la distribución en un histograma, también es posible leer la distribución general de los pares de datos a partir de un diagrama de dispersión. Al hacerlo, lo primero es examinar si hay o no hay puntos muy apartados en el diagrama.

Puede generalmente suponerse que estos puntos apartados del grupo principal (figura 3.7.1) son el resultado de errores de medición o de registro de los datos, o fueron causados por algún cambio en las condiciones de operación. Es necesario excluir estos puntos del análisis correlacional. Sin embargo, en lugar de despreciar completamente estos puntos, usted debe dar la debida atención a la causa de esas irregularidades porque con frecuencia se obtiene información muy útil averiguarlo por que ocurren..

Hay muchos tipos de formas de dispersión, y algunas formas típicas se dan en la figura 3.7.2 hasta 3.7.7. En las figuras 3.7.2 y 3.7.3, y crece con x ; esto es una correlación positiva. También, como la figura 3.7.2 muestra esta tendencia de una manera muy pronunciada, se dice que es una correlación positiva fuerte. Las figuras 3.7.5 y 3.7.6 muestran lo opuesto a una correlación positiva, pues a medida que x aumenta, y disminuye; esto se llama correlación negativa. La figura 3.7.5 muestra una correlación negativa fuerte. La figura 3.7.4 muestra el caso en el que x y y no tienen ninguna relación particular, y por eso decimos que no hay correlación. En la figura 3.7.7 a medida que x aumenta, y cambia en forma curva.

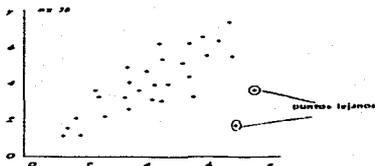


Figura 3.5.1 Puntos Lejanos.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

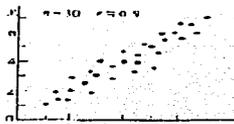


Figura 3.7.3. Correlación Positiva

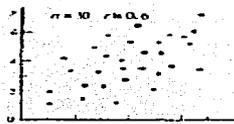


Figura 3.7.3. Puede haber correlación positiva

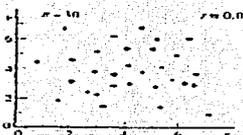


Figura 3.7.4. No hay correlación

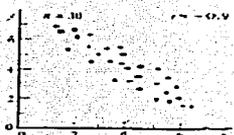


Figura 3.7.5. Correlación negativa

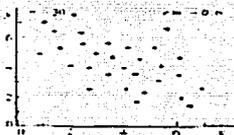


Figura 3.7.6. Puede haber correlación negativa

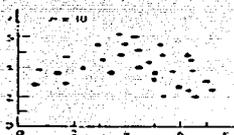


Figura 3.7.7.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

La calidad de un producto manufacturado por medio de un proceso inevitablemente sufrirá variaciones. Estas variaciones tienen causas y estas últimas pueden clasificarse en los siguientes tipos:

Causas debidas al azar:

Las variaciones debidas al azar son inevitables en el proceso, aun si la operación se realiza usando materia prima y métodos estandarizados. No es practico eliminar el azar técnicamente y en forma económica por el momento.

Causas asignables:

La variación debida a causas asignables significa que hay factores significativos que pueden ser investigados. Es evitable y no se puede pasar por alto: hay casos causados por la aplicación de ciertos estándares o por la aplicación de estándares inapropiados.

Cuando los puntos se ubican por fuera de los límites de control o muestran una tendencia particular, decimos que el proceso esa fuera de control, y esto equivale a decir, "Existe variación por causas asignables y el proceso esta en un estado de descontrol". Para controlar un proceso, se requiere poder predecir el resultado dentro de un margen de variación debido al azar.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Para hacer una gráfica de control es necesario estimar la variación debida al azar. Para esto se dividen los datos en subgrupos dentro de los cuales el lote de materia prima, las maquinas, los operadores y otros factores son comunes, de modo que la variación dentro del subgrupo puede considerarse aproximadamente la misma que la variación por causas debidas al azar.

Hay varias clases de gráficas de control, dependiendo de su propósito y de las características de la variable. En cualquier tipo de gráfica de control el limite de control se calcula usando la siguiente formula:

$$(\text{valor promedio}) \pm 3 \times (\text{desviación estándar}).$$

donde la desviación estándar es la variación debida al azar. Este tipo de gráfica de control se llama una gráfica de control de 3-sigma.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

3.8.1 Tipos de Gráficas de Control.

Hay dos tipos de gráficas de control, una para valores continuos y otra para valores discreto. Los tipos de gráfica prescritos se muestran en la siguiente tabla., y sus líneas se muestran en la tabla 3.8.1.

Valor característico	Nombre
Valor continuo	Gráfica $\bar{x} - R$ (Valor promedio y rango) Gráfica \bar{x} (Variable de medida)
Valor discreto	Gráfica pn (Número de unidades defectuosas) Gráfica p (Fracción de unidades defectuosas) Gráfica c (Número de defectos) Gráfica u (Número de defectos por unidad)

Gráfica $\bar{x} - R$

Esta se usa para controlar y analizar un proceso en el cual la característica de calidad del producto que se esta midiendo toma valores continuos, tales como longitud, peso o concentración, y esto proporciona la mayor cantidad de información sobre el proceso. \bar{x} representa un valor promedio de un subgrupo y R representa el rango del subgrupo. Una gráfica R se usa generalmente en combinación con una gráfica \bar{x} para controlar la variación dentro de un subgrupo.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Gráfica x

Cuando los datos de un proceso se registran durante intervalos largos o los subgrupos de datos no son efectivos, se gráfica cada dato individualmente y esa gráfica puede usarse como gráfica de control. Debido a que no hay subgrupo el valor de R no puede calcularse, se usa el rango móvil R_s de datos sucesivos para el cálculo de los límites de control de x .

Gráfica pn, Gráfica p.

Estas gráficas se usan cuando la característica de calidad se representa por el número de unidades defectuosas o la fracción defectuosa. Para una muestra de tamaño constante, se usa una gráfica pn del número de unidades defectuosas, mientras que una gráfica p de la fracción de defectos se usa para una muestra de tamaño variable.

Gráfica c, Gráfica u.

Estas se usan para controlar y analizar un proceso por los defectos de un producto, tales como rayones en placas de metal, número de soldaduras defectuosas de un televisor o tejido desigual en telas. Una gráfica c referida al número de defectos, se usa para un producto cuyas dimensiones son constantes, mientras que una gráfica u se usa para un producto de dimensión variable.

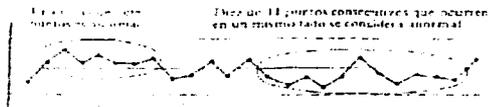


Figura 3.0.2. Racha

3. Tendencia

Cuando los puntos forman una curva continua ascendente o descendente, se dice que hay una tendencia.

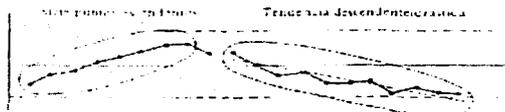


Figura 3.0.3. Tendencia

4. Acercamiento a los límites de control.

Teniendo en cuenta los puntos que se acercan a los límites de control de 3 sigma, si 2 de 3 puntos ocurren por fuera de las líneas de 2 sigma, el caso se considera anormal.



Figura 3.0.4. Acercamiento a los límites de control

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

5. Acercamiento a la línea central.

Cuando la mayoría de los puntos están dentro de las líneas de 1.5 sigma (los bisectores de la línea central y de cada uno de los límites de control), esto se debe a una forma inapropiada de hacer los subgrupos. El acercamiento a la línea central no significa un estado de control, sino una mezcla de la información de diferentes poblaciones en los subgrupos, lo cual hace que los límites de control sean demasiado amplios. Cuando se presenta esta situación es necesario cambiar la manera de hacer los subgrupos.

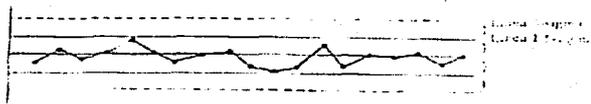


Figura 3.0.5. Acercamiento a la línea central

6. Periodicidad.

También es anormal que la curva muestre repetidamente una tendencia ascendente y descendente para casi el mismo intervalo.



Figura 3.0.6. Periodicidad

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CONCLUSIONES

Una nueva actualidad se ha creado dentro del ámbito empresarial, y uno de los principales objetivos dentro de una organización es la generación de una alta productividad y generación de bajo costos de producción; asimismo para el logro de cada uno de estos se encuentra implicada la palabra *calidad*, la cual se ha implantado con un papel preponderante dentro de una organización.

Hoy en día, cada una de las empresas ha generado su propio sistemas de calidad, que generalmente constituyen la base primordial para obtener márgenes rentables de productividad, dichos sistemas se encuentran basados principalmente en el desarrollo e implementación de una correcta Administración de la Calidad, la cual se encuentra fundamentada a través de la utilización de las herramientas estadísticas, las cuales han mejorado los procesos de producción que por consiguiente se obtiene reducción de defectos.

En lo que respecta a los ingenieros químicos, su función ha sido ampliada para cubrir aspectos de competitividad dentro de las organizaciones. La nueva clase de ingenieros químicos con una formación más amplia dentro de cualquier ámbito, requieren de los conocimientos básicos en sistemas de calidad y productividad para hacer elevar la competitividad dentro de la empresa donde laboren o a su vez para la generación de nuevas empresas con una nueva cultura laboral.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

Hay que observar como, el hombre a lo largo de la historia ha ido asumiendo un papel más protagonista en el resultado y control de la calidad, que en la actualidad constituye toda una ciencia que a su vez se ha contribuido en una arma estratégica de una nueva generación de empresas.

Ninguna herramienta o metodología va a causar o ha causado un cambio por sí sola; su aplicación será la que de el resultado. Como la aplicación será la que de el resultado, ésta depende de la voluntad de cada persona, si se tiene la firme voluntad de cambiar.

Colocar a la calidad en el nivel de un valor implica que estamos definiéndola como característica de las personas. De tal forma, se puede decir que para que las organizaciones sean de calidad, se requiere que sus empleados sean de calidad; o, en otras palabras empieza en lo personal, con uno mismo; después podemos cambiar el entorno.

Si la persona adopta valores de calidad, sus acciones serán de calidad y empezara a aportar un granito de arena al desempeño con calidad de una comunidad, sea esta una oficina, fábrica, escuela, barrio, etc.

Al revisar, analizar la historia y por consecuencia entender todo lo que implica el movimiento de calidad que se ha dado en su transcurso, logramos identificar que, tras metodológicas, herramientas y técnicas científicas, se encuentran los valores que las personas aplican. De hecho estas técnicas no son más que la forma en que lo hacen pero al final de cuentas estos valores dependen de la voluntad de quien desarrolla la herramienta, y no de las máquinas.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

BIBLIOGRAFIA

1. Hitoshi Kume

"Herramientas Estadísticas Básicas para el mejoramiento de la Calidad", Grupo Editorial Norma, 1995, Bogotá, Colombia.

2. Philp Crosby

"Hablaremos de calidad, 96 preguntas que siempre deseo plantearle a Philp Crsoby"
Mc. Graw Hill 1990, 2da. Edición.

3 Deming, Edwards.

"Calidad, productividad y competitividad", Editorial Díaz de Santos S.A., 1989, Madrid España.

4. Juran, J.M.

Juran y el liderazgo para la calidad. Editorial Díaz de Santos, S.A., 1990, Madrid España.

5 Maria Guadalupe Montellano Intriago.

TESIS "La Calidad como Herramienta para incrementar la producción". 2001, UNAM, D.F.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

6. Las Siete Herramientas Estadísticas.

(www.udem.edu.mx/academico/profesorado/34177/control/5.htm)

7. Calidad, consecuencia del análisis de datos.

(www.webspawner.com/users/programalineal/)

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

**ESTA TESIS NO SALE
DE LA BIBLIOTECA**