

109
209

MARGARITA SANTOS VAZQUEZ

RIGOBERTO HERNANDEZ RAYLE

EDUARDO GUTIERREZ ALCANTARA

"EL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA
METAL MECANICA"

DIRECTOR DE TESIS

ING. GONZALO GUERRERO ZEPEDA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

I N D I C E

	págs.
CAPITULO I. -INTRODUCCION.	1
1. Prefacio	1
2. Conceptos fundamentales	3
2. 1. Calidad.	3
2. 2. Cuantificación de la calidad	4
2. 3. Control	5
2. 4. Control total de la calidad.	7
2. 5. Variación	12
2. 6. Control estadístico de la calidad	13
2. 7. Finalidad del control estadístico de la calidad	15
3. Evolución del control estadístico de la calidad.	18
3. 1. Historia	18
3. 2. Enfoque moderno del control estadístico de calidad	21
4. La importancia del control de calidad en la - - industria metalmecánica mexicana.	24
4. 1. Introducción	24
4. 2. Las exportaciones.	25
4. 3. El reto	26
5. Generalidades	30
5. 1. Costos operativos de la calidad.	30
5. 2. Conceptos de universo y de muestra	34
5. 3. Especificaciones	35
5. 4. INSPECCION	35
5. 5. Muestreo	37
5. 6. Herramientas del control estadístico de calidad	37

	págs.
CAPITULO II. - TECNICAS ESTADISTICAS DE CONTROL DE CALIDAD.	43
1. - Introducción	43
2. - Diagrama de Pareto	53
3. - Histograma	59
4. - Diagrama causa-efecto	66
5. - Gráficos de control.	71
6. - Estratificación	85
7. - Listas de verificación	89
CAPITULO III. - LA CALIDAD EN LAS ETAPAS DEL PRODUCTO.	92
1. - Control del diseño.	92
2. - Control de los materiales y componentes.	105
3. - El control de calidad durante el proceso de fabricación	123
4. - El control del producto en el mercado.	132
CAPITULO IV. - CIRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD.	135
1. - Antecedentes	135
2. - Generalidades	136
3. - Requerimientos	142
4. - Organización	144
5. - Formatos	151

CAPÍTULO V. MANUAL DE CONTROL

DE CALIDAD.	154
1. - Introducción	154
2. Funciones y responsabilidades.	155
3. Organización	157
4. Personal, descripción de puestos, capacitación.	158
5. - Especificaciones	159
6. - Costos de calidad.	160
7. Plan de inspección	161
8. - Reportes de inspección de calidad	162
9. - Control del proceso de fabricación.	164
10. - Muestreo	165
11. Equipo de control de calidad.	166
12. - Auditorías de calidad.	167
13. - Pruebas de vida del producto	168
14. - Embalaje y empaque	168
15. - Material de recuperación	168
16. - Resultados en el campo	169
17. - Concientización del significado de la calidad	169
CONCLUSIONES	171
APENDICES	174
1. Glosario de términos y símbolos.	174

	págs.
2. Norma ASQC. A1. - Definición y símbolos para gráficos de control.	188
3. Tablas.	190
4. Formatos.	196
BIBLIOGRAFIA .	202

CAPITULO I

1.- INTRODUCCION.

1.- Prefacio

El control de calidad tiene significados diferentes para diversas personas. Para un estadístico puede significar la aplicación y solución de fórmulas estadísticas. Para el inspector puede significar una serie de tablas de muestreo que ha de usar como si fuese un libro de cocina. Para el operario que maneja una máquina a veces ha significado un inconveniente el ver hacer y deshacer diagramas de calidad, a menudo como consecuencia de visitas de clientes importantes. Para los ingenieros proyectistas y de fabricación puede significar una infracción y apropiación de sus derechos y deberes. Si se menciona la frase a muchos fabricantes que la oyeron en los días de su infancia, les trae a la mente una idea de grandes esperanzas sobre enormes reducciones de costos, montañas de papeles y trabajos administrativos, seguidas de desilusión y censura, que resultaron de objetivos valiosos, pero no logrados.

El control de la calidad es más que un simple papeleo. Es más que una serie de fórmulas y tablas estadísticas para la aceptación y control. Ciertamente, es más que un departamento responsable del control de la calidad. Para una preclara dirección, debe representar una inversión que, como cualquier otra, ha de producir un beneficio adecuado para justificar su existencia.

Todo el personal de la empresa es responsable del control de la -
calidad. Cualquiera que sea el trabajo realizado por personas o máquinas, -
quien hace el trabajo o maneja la máquina, es el que más eficazmente puede
controlar la calidad o informar de que la calidad deseada no puede lograrse,
a menos de que se tomen las medidas oportunas.

La persona que tiene más influencia sobre el trabajador, tanto - -
si el trabajo es de producción como de administración, es el supervisor de -
primera línea. Así, el supervisor llega a ser el eje alrededor del cual gira -
todo el esfuerzo del control de calidad. La dirección a alto nivel puede igno-
rar completamente el control de calidad, pero sus esfuerzos no servirán - -
para nada si el supervisor ignora su valor. Estadísticos competentes e inge-
nieros de control de la calidad pueden realizar sus cálculos en el vacío, - -
simplemente porque el supervisor no ha inculcado al trabajador el valor del
control de la calidad. (Bertrand L. Hansen).

2.- CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

2.1 Calidad. -

En la actualidad se ha pensado que la calidad es función solamente de la excelencia o atractividad de un producto y se le ha venido asociando -- últimamente con el precio de tal manera que si preguntamos cuál de dos -- productos es de mayor calidad, la mayoría de la gente nos contestará que -- el de mayor precio es el mejor. Pero la realidad es que la calidad de un -- producto no existe en forma aislada, es necesario relacionar ésta con el uso del producto. Por lo tanto para determinar la calidad es necesario conocer -- todas las propiedades del producto y además la situación en que éste será -- usado o, en otras palabras, si estas propiedades satisfacen las necesidades-- deseadas por el consumidor.

Cuando a Louis Armstrong se le preguntó ¿Qué es el jazz?

Contestó: "preguntando nunca lo sabrás".

Esto mismo se aplica al concepto de calidad, ya que ninguna -- definición abarca todas las experiencias individuales al respecto, cambiantes siempre a lo largo del tiempo y el espacio.

Como dijimos antes, el concepto moderno de calidad va más allá-- que la simple comparación contra un estándar o norma y considera otros ele-- mentos asociados, definiéndose calidad como la resultante de:

CALIDAD = APTITUD DE USO + SATISFACCION DE DEMANDA + CONFIABI-- LIDAD + PRECIO COMPETITIVO.

Otras definiciones:

--El conjunto de atributos o propiedades de un producto, que el -- comprador desea y espera encontrar en el material que está adquiriendo. - (Ing. Simón Colliere).

-- La medida de la satisfacción de una necesidad, provista por un bien o servicio, diseñado para tal efecto, experimentada por el usuario. (Curso de Control de Calidad, 1982, Canacintra).

--Resultado de una combinación de características de diseño y manufactura, que determina el grado de satisfacción que se proporcione al consumidor durante su uso.

--Mejor producto para un consumidor, dentro de las condiciones -- de uso y precio.

Curso de control estadístico de calidad, 1984, C.E.C.

--El grado en que un producto satisface los requerimientos propios del uso al que se le destine. (Curso para formación de inspectores, Instituto-Mexicano de Control de Calidad).

2.2.- Cuantificación de la calidad

La metodología que sigue el fabricante para definir la calidad que -- debe producir, se inicia generalmente con un "estudio de mercado", mediante el cual se determina la variación en los requerimientos, objetivos y subje-

tivos, de los clientes en prospección.

La segunda fase consiste en un "estudio económico", mediante el cual se determina la calidad óptima que debe tener el producto. Ver figura 1.

2.3. Control. -

El concepto de control con frecuencia es difícil de explicar, tanto que para Richard Bellman la teoría de control es más un estado mental, que cualquier amalgama de métodos matemáticos, científicos o tecnológicos.

Para nuestro estudio podemos enunciar las siguientes definiciones:

--Control significa mantener un proceso o un acontecimiento dentro de ciertos límites, que permitan que el resultado obtenido corresponda a las metas fijadas durante su planeación.

--La sujeción de los elementos humanos o de otra naturaleza a un orden, a una disciplina. Refiriéndose a un producto en particular, implica que deberá satisfacer lo que las especificaciones o las normas impongan. (Control estadístico de calidad, Asociación Nacional Mexicana de Estadística y Control de Calidad).

-El Dr. Walter A. Shewhart, de los laboratorios telefónicos Bell, ofrece como definición de control la siguiente:

"Se dice que un fenómeno está controlado, cuando basados en experiencias anteriores se puede predecir por lo menos dentro de qué límites puede variar el fenómeno en el futuro, expresando con números cuál será

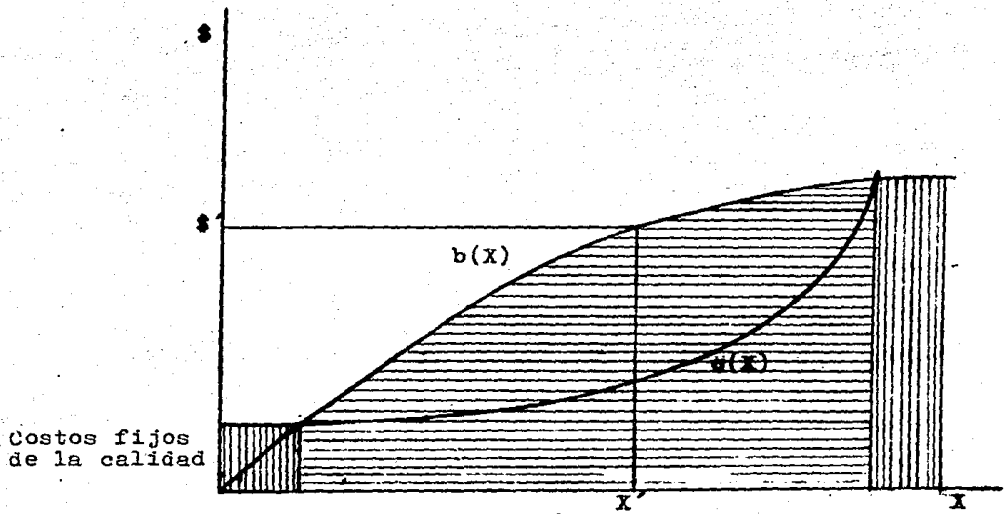

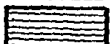


Figura 1.

- X - Grado de calidad.
 - b(X) - Beneficios de la calidad.
 - c(X) - Costos de la calidad.
- | | |
|---|---------------------|
|  | Costos > Beneficios |
|  | Costos < Beneficios |
- Punto óptimo (X' , $\$'$)

aproximadamente la probabilidad matemática de tal predicción. "

Son cuatro los elementos principales en los sistemas de control:

1. - Fijación de normas de funcionamiento para una característica medible y controlable. Esta definición de normas de funcionamiento involucra criterios contra los cuales serán comparados los resultados. Estos criterios pueden ser cuantitativos o cualitativos.

2. - Establecimiento de un elemento o sensor y comparador que nos pueda detectar las mediciones actuales de los eventos que se están realizando respecto al producto y compararlas contra las normas.

3. - Establecimiento de un sistema de análisis de esa comparación que nos dé elementos para tomar una decisión.

4. - Tomar la acción correspondiente, para corregir las desviaciones de las normas y planes, realizando cambios en el sistema. Una vez tomada la acción, cualesquiera que sea, deberá haber una retroalimentación de información al inicio del ciclo, siempre con el propósito de obtener alguna mejora sobre las normas establecidas o implementadas. (Ver figura 2).

2.4. Control total de la calidad.

La calidad no depende tan solo de la producción sino que es función de todas las actividades de la empresa.

A.V. Feigenbaum dice que el "control total de la calidad, es el conjunto de esfuerzos efectivos de los diferentes grupos de una organización,

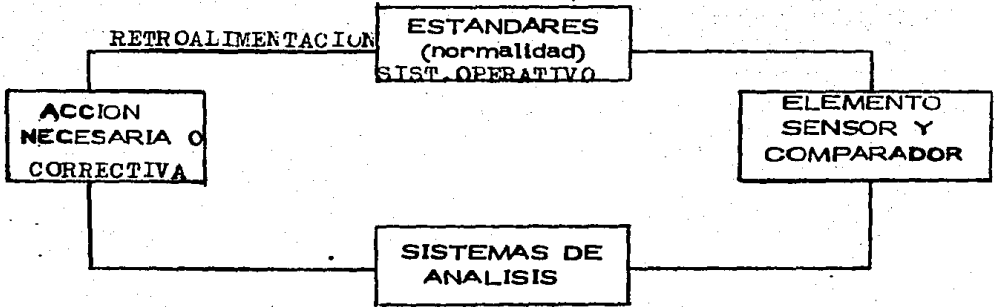


Fig. 2. Ciclo de Control

para la integración del desarrollo, del mantenimiento y de la superación de la calidad de un producto, con el fin de hacer posibles fabricación y servicio, a satisfacción completa del consumidor y al nivel más económico".

En efecto, la calidad se genera desde que definimos que sector del mercado vamos a satisfacer con el producto que se piensa fabricar y no termina hasta que entregamos nuestro producto a ese mercado.

El "circuito de calidad" es un modelo simplificado que nos permite visualizar las diferentes actividades de la empresa que influyen en la calidad del producto. (Ver figura número 3).

Mercado parcial.

Debido a la gama tan vasta de necesidades que existen en el mercado, primeramente debemos definir qué sector de ese mercado vamos a satisfacer. Esta decisión es en sí el centro de la primera etapa del circuito de calidad.

Decisiones básicas.

En esta etapa se establece ya en firme una decisión para la fabricación del producto.

Programas de requerimientos o planeación del producto.

Es el eslabón entre las necesidades funcionales y las posibilidades técnicas y económicas. En esta etapa se definen tanto las propiedades básicas del producto (perfil del producto) como el volumen estimado

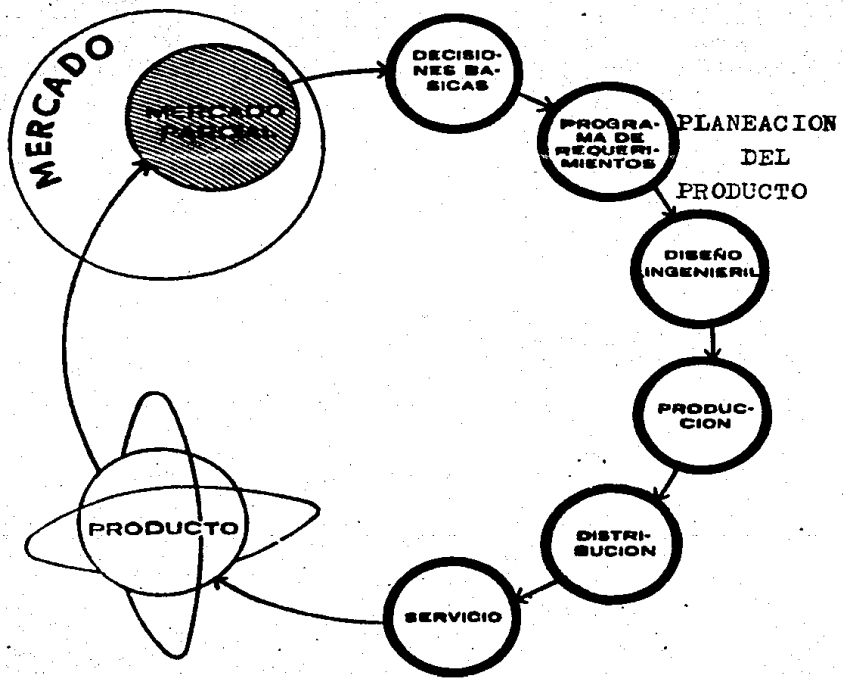


Fig. 3. El Circuito de Calidad

de ventas y los posibles canales de distribución.

Diseño ingenieril.

Donde se definen y afirman las especificaciones del producto - -
y las de sus componentes.

La etapa de producción o fabricación consta de dos partes:

1). - Donde se determinan las necesidades de herramientas y - -
maquinaria para facilitar la producción, que una vez cubiertas permiten se
corran los pilotos de prueba.

2). - La segunda parte es en sí la fabricación de los productos.

La distribución.

Entre el fabricante y el distribuidor se toman una serie de - -
decisiones tendientes a lograr que el producto llegue al consumidor que se
desea y que éste haga un 'correcto uso del mismo.

El servicio.

Debe de lograrse que el cliente disfrute plenamente del producto,
reparándose en caso de fallas e investigar y analizar las razones que las
originaron, para tomar la acción correctiva si así lo amerita.

La calidad total de nuestro producto estará pues en función de -
la calidad con que se haya realizado cada etapa del circuito de calidad.

$$Q_t = q_1 \times q_2 \times q_3 \times q_4 \times q_5 \times q_6$$

2.5. Variación.

Siempre existen variaciones al examinar la calidad de lo que se fabrica, las diferencias pueden ser muy grandes o pueden ser tan pequeñas - que no se aprecien para medirse, pero siempre están presentes y podríamos intentar hacer de ellas una clasificación general.

1. - Variaciones de la característica de calidad dentro de la misma pieza (diámetro exterior de un perno, que en un extremo está dentro de -- especificaciones y el otro extremo está ovalado).

2. - Variaciones entre piezas de un mismo lote.

3. - Variaciones entre piezas producidas en diferentes períodos-- (turnos o días) o en diferentes equipos de iguales características.

Estas variaciones se originan durante el proceso de fabricación y para reducirlas es conveniente analizarlas en función de las fuentes que las ocasionaron:

a). - Las que se deben a causas fortuitas, imprevistas o comunes y que son inevitables: conocimiento, experiencia y habilidad personal; naturaleza de las materias primas utilizadas; adecuación y estado del equipo; métodos y procedimientos de fabricación; condiciones ambientales; utilización de plantillas, escantillones, dispositivos, etc.,..., en la producción; características de los diferentes niveles de supervisión, etc....

b).- Las que se deben a causas imputables, asignables o especiales: un descuido del operario; un componente del equipo roto o desajustado; un tope corrido; una lectura incorrecta de la información; una indebida interpretación de las instrucciones de operación; un elemento extraño en la materia prima; un instrumento de medición descalibrado o una lectura errónea del mismo; etc....

La corrección o modificación de las fuentes de las causas fortuitas requiere de un análisis más detallado, ya que la decisión es de tipo gerencial o de acción sobre el sistema de la empresa, porque implica cambio de un proceso de manufactura, cambio de proveedores o de materia prima, implantación de un sistema de mantenimiento preventivo, reemplazo de equipo, entrenamiento de personal, modificación de especificaciones, etc....

No así las que originan a las causas imputables que una vez descubiertas, su arreglo es usualmente responsabilidad de los mismos operarios o de los supervisores, que están directamente conectados con la operación. Luego entonces la solución del problema requiere de una acción local.

2.6. Control estadístico de calidad.

Para explicar el significado del control estadístico de calidad, a continuación enunciaremos los conceptos más importantes en su definición.

Estadística.

Es el conjunto de métodos aplicables a datos numéricos, que -- conducen a inferir hechos concretos inherentes a los datos (A. E. Waugh).

Proceso.

Es la combinación de gente, máquinas, equipo, materiales, métodos y medio ambiente, que trabajan juntos para producir un resultado.

Control.

Refiriéndose al proceso de un producto en particular como lo -- dijimos anteriormente, éste deberá satisfacer lo que las especificaciones -- o las normas impongan.

Calidad.

Para el control estadístico de calidad no se refiere a la bondad o mejora del producto; se concreta a determinadas cualidades o características del proceso o del producto que los hacen diferenciarse de otros -- procesos o productos similares.

Resumiendo todos estos conceptos, el control estadístico de -- calidad, tal como se aplica a procesos industriales significa:

"Que por medio del estudio y análisis de los datos recolectados -- (estadística), se pueden establecer las características de un proceso -- (calidad), a fin de lograr que resulte en la forma como se desea o se -- necesita para su utilización (control)".

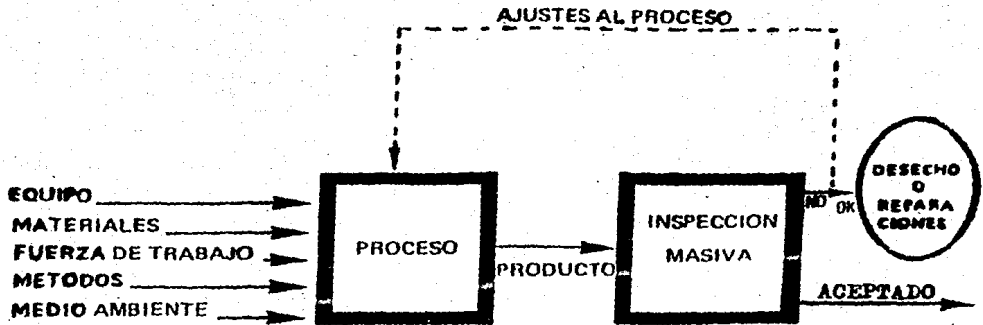
2.7. Finalidad del control estadístico de calidad.

La valoración de la calidad de un producto se limitaba normalmente a la inspección del producto terminado, con el resultado de que grandes cantidades de material de baja calidad podían ser fabricadas antes de que se descubriese el defecto y se aplicara el remedio adecuado (detección de defectos). Actualmente es posible acoplar controles estadísticos a la inspección del proceso y corregir los defectos, con lo que se controla y mejora el producto durante su proceso de fabricación (prevención de defectos).

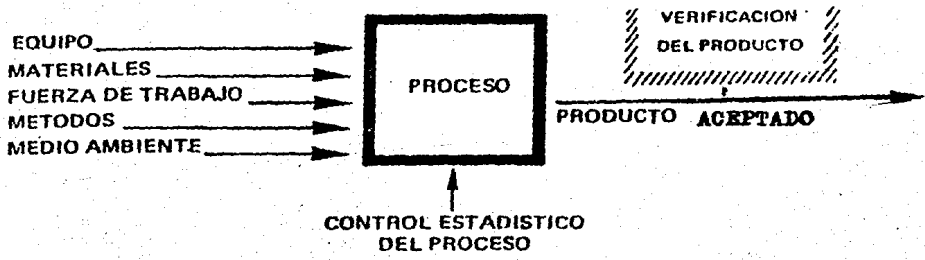
Las figuras 4 y 5 comparativamente representan estas dos ideas en forma esquemática.

El enfoque del control estadístico de calidad es entonces, la prevención de los defectos en lugar de su detección, evitando la inspección masiva como el principal medio para controlar la calidad y primordialmente determinar las variaciones por causas fortuitas y descubrir las variaciones por causas imputables, de tal forma que la calidad pueda controlarse al nivel deseado, con un mínimo de producto rechazado.

Ahora bien, si en la fabricación en que se esté interesado, se llegan a eliminar las causas imputables, dejando tan solo las causas fortuitas y si se aplican los principios adecuados para la fijación de límites, se lograrán entonces los verdaderos límites racionales o estadísticos para dichas variaciones.



DETECCION
Figura No. 4.



PREVENCIÓN
Figura No. 5.

En resumen son dos los principales objetivos que se persiguen al controlar las variaciones (herramientas básicas del control estadístico de calidad) en los productos:

a). - Suministrar una base para actuar sobre el producto ya elaborado y decidir sobre su destino: lanzarlo al mercado, sujetarlo a pruebas de calidad, seleccionarlo y enviarlo a reforma o reparación o bien destruirlo aprovechando parte del material como materia prima.

b). - Decidir si el proceso de fabricación requiere cambios de carácter radical o en forma menos severa, a fin de que las causas de ineficiencia desaparezcan.

Para concluir es oportuno dejar establecidas las ventajas que se derivan de la implantación del control estadístico de calidad:

1. - Un efecto psicológico de confianza entre el fabricante y el consumidor.
- 2). - Reducción considerable de desperdicios.
- 3). - Descubrir el momento en que empieza a declinar la calidad durante el proceso de fabricación.
- 4). - Notable reducción en los costos de manufactura y de operación.
- 5). - Encontrar mejores bases para el establecimiento o modificación de las especificaciones de trabajo.

6). - Asegurar una base para reducir al mínimo la variabilidad entre cada elemento durante el proceso.

7). - Conservar una historia permanente de la calidad de los elementos producidos.

8). - Formar una base sólida para la aceptación del producto por parte del consumidor.

9). - Reducir al mínimo las operaciones de inspección.

10). - Establecer mejores relaciones entre las oficinas de producción, técnica o de proyectos, de inspección, de contabilidad, de ventas, etc.....; ayudándolas en la solución conjunta de sus problemas.

3. - EVOLUCION DEL CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD.

3.1. Historia.

Remontándonos a épocas muy lejanas, nos encontramos con que los hombres que ahora nos complacemos en llamar primitivos, poseían bien desarrollado el instinto de control. Sin tener un conocimiento de los principios elementales de control, no hubiera sido posible contar con maravillas como la muralla china, las pirámides de Egipto, los grandes monumentos mayas y tantos más.

El control formal de la calidad fue innecesario cuando la artesanía estaba en pleno apogeo y solamente la reputación del productor estaba en juego con cada unidad de producción.

En 1654 Pascal, filósofo y matemático francés, se interesó -- en las leyes de probabilidades relacionadas con los juegos de azar y -- junto con Pierre Fermat formuló la teoría de probabilidades. Esta -- -- teoría se vió ampliada durante los años 1800, con el desarrollo de la -- -- teoría del muestreo.

A raíz de la revolución industrial, que dió fin a la producción manual-artesanal y sustentó el desarrollo industrial en la producción masiva de bienes, la división de la mano de obra, y las piezas intercambiables, apareció la necesidad de controlar la uniformidad de los artículos-- producidos, naciendo el llamado "control de calidad" como una función o etapa más dentro de la operación de manufactura.

La ruta del control de la calidad fue establecida por el trabajo-- que en 1924 realizó Walter A. Shewhart, de los laboratorios telefónicos-- Bell, donde desarrolló las gráficas de control de calidad empleando -- -- la teoría de las probabilidades de Pascal. Aplicó primero un diagrama de control estadístico para productos manufacturados y posteriormente sugirió los refinamientos estadísticos para el control del proceso. Otros dos-- empleados del sistema Bell, H. F. Dodge y H. G. Romig, aplicaron la -- -- teoría estadística a la inspección por muestreo para obtener sus tablas de inspección por muestreo, que se usaron ampliamente.

Hasta la segunda guerra mundial, la aplicación de las técnicas que serían conocidas posteriormente por control estadístico de cali--

dad, fuera del sistema Bell fué muy lenta en los Estados Unidos. Sin embargo el estallido de la segunda guerra mundial, despertó el interés en las técnicas estadísticas para el control de la calidad. Se organizaron cursos para el personal de las industrias básicas (proveedores de los materiales de guerra) por el gobierno de los Estados Unidos. Posteriormente las fuerzas armadas adoptaron planes de inspección por muestreo diseñados científicamente y culminaron en la publicación de la norma militar 105, ahora denominada norma ABC-105, relativa al muestreo para la inspección de aceptación por atributos. Esta acción obligó a los proveedores a adoptar programas equivalentes de inspección, para evitar que su producción fuera rechazada por los servicios militares.

Al finalizar los contratos de guerra, muchos fabricantes siguieron empleando el control estadístico de calidad para la producción ya en tiempo de paz. Tan pronto como se conocieron los beneficios obtenidos con estas técnicas, su aplicación se extendió a toda la industria norteamericana.

En 1946 se fundó la Asociación Americana para el Control de la Calidad (ASQC), al amalgamarse varias organizaciones locales. En once años el número de miembros sobrepasa los 10,000, abarcando más de 100 secciones en Estados Unidos, México y Japón. Hoy día existen asociaciones semejantes en muchos países europeos y asiáticos, lo que evidencia la extensa aplicación industrial del control estadístico de la calidad.

3.2. Enfoque moderno del control estadístico de la calidad.

Un nuevo enfoque de la función de calidad, fué descubierto - - por el progresivo, pero firme descenso en la demanda de una amplia - - variedad de productos americanos, a favor de productos extranjeros, es - - pecialmente japoneses. Algunas cifras son ilustrativas. En 1980, se encon - - tró que el porcentaje de consumo de productos no estadounidenses fué: el - - 28% de los automóviles, 34% de hornos de micro-ondas, 90% de radios y - - motocicletas y el 99% de video-casseteras.

Lo interesante es que tal cambio de demanda no se ha origina - - do en la publicidad, como se creyó inicialmente, sino que es la "respues - - ta del mercado a la calidad", ya que mientras en EE. UU. la calidad es una "función", en Japón es una "filosoffa", en la que se involucra profundamen - - te tanto al operario como a la gerencia.

Lo anterior pudiera sugerir que el éxito logrado depende - - básicamente de la idiosincrasia del pueblo japonés, sin embargo, el - - caso de la Cía. Motorola en Illinois reveló que era posible reproducirla - - fuera de Japón.

Este estudio del fenómeno generó una verdadera revolución en - - la empresa occidental, que implicó una serie de modificación de con - - ceptos, enfoques y estrategias, que culminaron en programas serios de - - búsqueda para adaptar y/o implementar las nuevas ideas de calidad.

Basado en el descubrimiento de Deming, de que "únicamente - - el 15% de fallas de calidad están relacionadas a un error de operario o - -

mal funcionamiento de herramienta y el otro 85% proviene de fal las en -- el sistema de la compañía", se creó el programa PQA (Product Quality -- Assurance) como adaptación del TQC (Total Quality Control) japonés.

Apartir de 1975, EE. UU. despertó de su letargo dando se ----- cuenta de que el arma secreta de Japón era la calidad.

Paradójicamente Japón "construyó" esta calidad a partir de -- unas conferencias que el norteamericano Dr. W. Edwards Deming había -- sustentado en Tokio en 1950 sobre métodos desarrollados por él, aplica-- dos al análisis estadístico de la calidad y las que impartió en 1954 el -- Dr. Joseph M. Juran sobre la gerencia de la calidad. Ambas personas no habían encontrado eco a sus ideas en su país natal (Estados Unidos Ameri-- canos), en donde "la producción era primero".

Analistas norteamericanos encontraron que, además de las-- herramientas estadísticas aplicadas a la calidad, existen diferencias de-- enfoque entre empresarios de ambos países con respecto a la ca lidad, que pueden explicar el fenómeno:

EE. UU.

La calidad se inspecciona al final.

La calidad se circunscribe a un departamento

El control de calidad es una función de línea

JAPON

La calidad "se fabrica en cada -- etapa."

La calidad es un objetivo extra-departamental.

La calidad es una actividad -- gerencial.

FE. UU.

Se considera que un programa de calidad representa un gasto adicional.

Considera que el mercado prefiere precio a un nivel mínimo de calidad.

El costo y el volumen se valoran primero que la calidad.

Define un nivel aceptable de calidad y a él se adhiere

Asume cierto nivel de falla como inevitable

Sólo un especialista puede definir mejoras al sistema.

Evalúa contra estándares, acepta o rechaza.

La jerarquía está muy diferenciada. Se inhibe la comunicación.

Sistema administrativo condicionante.

Operario sobre-especializado. No se espera que piense, únicamente que sea eficiente.

Operador aislado.

El empleado está centrado en sus propios intereses. Su visión es a corto plazo.

JAPON.

Toda inversión en calidad reditúa ahorro y ganancias.

Considera que el mercado prefiere calidad a un precio mayor.

El precio no significa nada sin evidencia de calidad.

Busca definir y establecer mejores estándares.

Cree en la producción con cero errores.

Ideas valiosas surgen del operario que hace la tarea.

Aplica técnicas de búsqueda de causa.

Se propicia la comunicación a todos los niveles.

Sistema administrativo de participación.

Operario entiende lo que hace y capta el efecto de su trabajo en el producto final. Se identifica con su tarea.

Se promueve la comunicación y la participación (círculos de calidad).

El empleado hace suyos los logros de la compañía. Su visión es a largo plazo.

4. - LA IMPORTANCIA DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA INDUSTRIA METALMECANICA. MEXICANA.

4.1. Introducción.

Un país en proceso de desarrollo como México, que carece en cierta medida de una tradición de organización y disciplina laborales, con -- escasa fuerza de trabajo calificada, tecnología importada, etc., requiere -- de un aceleramiento en su transformación social y cultural, que le permita realizar en un período corto de tiempo el desarrollo que para los países hoy altamente industrializados llevó varios decenios.

En este sentido en nuestro país se está demostrando la posibilidad de aplicar las modernas técnicas de producción para lograr su transformación orientada a la consolidación de su proceso de desarrollo.

Lógicamente estas técnicas de producción implican el conocimiento amplio del campo de acción del control de calidad que se ensancha -- día a día y en la actualidad no se concibe industria grande o pequeña que no se sirva de esta rama científica, para progresar en una época de competencia actuante. Alguien mencionó que el control de calidad es como una -- flecha que apuntara incesantemente hacia un ideal de perfeccionamiento, -- de tal suerte que cuando parece haber logrado una meta, proporciona más -- brios, dá entusiasmo para proseguir sin cejar en pos de un mejoramiento, puesto que el control de calidad no es otra cosa que una rama de la -- -- -- -- ciencia puesta al día, mediante la aceptación de que -- -- -- --

todas las leyes naturales están sujetas a variaciones.

En México existen sectores industriales donde se debe implementar sistemas de control de calidad como son las medianas y pequeñas industrias, que son muy numerosas y muchas de ellas no tienen un control adecuado para producir con calidad, lo que repercute en la calidad de la gran industria, por ser sus proveedores más importantes.

También existen muchas dificultades y obstáculos para competir en el mercado nacional y extranjero, pero si no se es eficiente, se tendrán pocas posibilidades de desarrollo; por ello se deben unir esfuerzos para crear conciencia de producir con calidad.

El esfuerzo para mejorar los niveles de la calidad en la industria nacional, debe ser colectivo y simultáneo, abarcar la industria privada y al sector público, para lograr resultados verdaderamente positivos.

4.2. Las exportaciones.

Constantemente se escuchan comentarios que sólo a través de las exportaciones, algunas empresas e incluso el propio país podrán salir mejor librados y más pronto de la crisis por la que atraviesan.

Sin embargo para poder realizar esta actividad, será necesario ofrecer productos al exterior que brinden las mismas condiciones que tienen los demás países exportadores, y especialmente tener igual derecho a condiciones y concesiones que se otorgan al realizar el intercambio comercial.

Lo anterior obligó a nuestro gobierno a liberar el comercio exterior, afiliándose al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT).

Para la Asociación Nacional de Importadores y Exportadores de la República Mexicana, el ingreso de México al GATT será benéfico, toda vez que aumentará el comercio exterior y se gozará al igual que otros países, de concesiones; al tiempo que se obligará a los empresarios mexicanos a ser más competitivos y eficientes.

Desaparecerán del mapa las empresas que se nieguen a cambiar y a ofrecer al consumidor productos con mayor calidad y mejor precio. El reto actual es comprender que, para subsistir en el mercado interno y para colocar productos en el exterior es preponderante ofrecer productos adecuados, con calidad y altamente competitivos. Es muy importante recalcar que, quien no quiera invertir en la adquisición de tecnología para fabricar y mejorar los productos, tendrá que irse quedando a un lado y es muy probable que fracase.

4.3. El reto.

La piedra angular del desarrollo de un país es su sistema de control de calidad. (II Seminario de control de calidad. - Instituto Mexicano del Petróleo).

Hemos pensado que en un producto sea un bien o un servicio,

en cuya realización nosotros colaboramos, la medida de nuestra calidad será la medida de la calidad del producto.

Hemos pensado que por el solo hecho de participar en la manufactura de un producto, estamos imponiendo condiciones, que independientemente de las características del mismo, son las nuestras, son las que determinamos nosotros como seres humanos.

No basta con que los materiales, máquinas y métodos sean de primer orden, si no se dispone de hombres, ante todo capacitados y decididos a trabajar para la calidad y cuando hablamos de hombres no pretendemos de ningún modo hablar solamente de los obreros, sino que deben involucrarse todos y cada uno de los niveles, todas y cada una de las actividades de la empresa. El fin es precisamente actuar de tal forma que la capacidad potencial de todos los recursos disponibles participe en la misma idea, eliminando estrangulamientos y puntos débiles que comprometan la funcionalidad del sistema de calidad.

El establecimiento de sistemas de control de calidad en la industria nacional es difícil y complicado, no obstante que en otros países ha dado excelentes resultados, en el nuestro todavía hay escepticismos debido a muchos inconvenientes. La siguiente tabla muestra comparativamente las condiciones del ramo industrial que existen en Japón, Estados Unidos Americanos y México y que reflejan dichos inconvenientes.

JAPON

E. U. A.

MEXICO.

Fuerza de trabajo homogénea	Fuerza de trabajo heterogénea	Fuerza de trabajo homogénea pero por regiones y clases.
Nivel de educación técnico	Nivel de educación 3o. secundaria	Nivel de educación 4o de primaria.
Alta lealtad a las instituciones.	Relativa lealtad a las instituciones	Lealtad al jefe líder (lucha de clases)
Relación como en familia.	Relación nosotros-ellos.	Relaciones horizontales (compadrazgo) y verticales (autoritarismo).
Reciben entrenamiento para la cooperación.	Entrenamiento para la competencia.	Entrenamiento para la dependencia.
Compromiso con la empresa a largo plazo.	Compromiso con la empresa a corto plazo.	Compromiso con el jefe, no con la empresa.
Empleo garantizado de por vida.	No hay garantía de permanencia.	La Ley Federal del trabajo marca las normas
Ambiente laboral paternalista.	Ambiente laboral individualista.	Ambiente laboral proteccionista.
Las decisiones involucran a todos los niveles.	Las decisiones se toman en los primeros niveles.	El gran jefe toma todas las decisiones que puede.
Administración orientada a la persona.	Administración orientada al capital.	Administración orientada al poder.
Alto énfasis en la selección del personal.	Énfasis bajo en la selección ya que fácilmente se puede despedir.	Selección por amistad, compadrazgo y favoritismo.
Reuniones para hablar sobre la problemática de toda la empresa.	Reuniones para hablar sobre la problemática de una área en especial.	Reuniones para saber como piensa el jefe.

Identificación del empleado con la empresa.	Identificación con su profesión o gremio	Identificación con su clase social.
Ascenso lento pero seguro.	Ascenso rápido pero inseguro, sobrevive el mejor.	Ascenso por coyunturas y recomendaciones.
Oficinas abiertas para todos.	Grandes oficinas privadas.	El contraste de oficinas marca la jerarquía.
Motivación por avanzar en la estructura organizada.	Motivación al logro.	Motivación al poder y al reconocimiento.
Hay un abogado por cada 10,000. personas.	Hay 20 abogados por cada 10,000. personas	Hay 50 litigantes por cada 10,000 personas
El reparto de utilidades se relaciona con el esfuerzo y el logro	La participación de utilidades casi no existe.	La participación de utilidades no corresponde al esfuerzo sino conforme a la ley.
Capacitación integral general.	Capacitación en base a problemas.	Se capacita por cumplir con la ley.
Rotación de empleos de distinta especialidad en la misma empresa.	Rotación según la remuneración.	Rotación de la misma especialidad en distintas empresas.
Trabajo en grupo, objetivos de grupo colaboración.	Trabajo en equipo, colaboración, pero prevalecen los objetivos individuales.	Trabajo individual, objetivos individuales y generalmente competencia.
Dedican más tiempo a definir el problema que a decidir la solución.	Dedican más tiempo a estudiar la solución del problema.	Se dedica mucho tiempo en ver como eludir el problema.
En caso de huelga, trabajan más para no perjudicar a su empresa	En caso de huelga, suspenden el trabajo, pero después reponen el tiempo perdido.	En caso de huelga, suspenden el trabajo y no se reponen el tiempo perdido-- además se exigen--

salarios caídos. -

Los trabajadores buscan como aumentar la productividad.

Los técnicos son quienes buscan fórmulas de productividad.

Los sindicatos dan consigna de no aumentar la productividad.

Como vemos son muchos los inconvenientes que resultaron al compararnos con otros países, para implantar los sistemas de calidad; pero no hay otra alternativa más que la de resolver todos estos aspectos desfavorables, la industria nacional hecha al modo de ayer tiene que aprender a trabajar al modo de hoy; solo así se logrará el siguiente postulado: "hacer bien las cosas desde el principio", todo esto nos llenará de orgullo al pensar que nuestro producto tiene calidad en el nivel adecuado a su uso, en el que la satisfacción del cliente sea nuestro mejor premio y por último que el precio sea el apropiado, para así corresponder a las necesidades del mercado.

De esta manera a través de los sistemas de control de calidad, llegaremos a que sea realidad el lema de "lo hecho en México está bien hecho".

5. GENERALIDADES.

5.1. Costos operativos de la calidad.

El control de la calidad, debe efectuarse sin perder de vista en ningún momento los costos que conlleva y los beneficios logrados. En general el control total de la calidad (aseguramiento de la calidad), con-

duce a una reducción paulatina de los costos totales de calidad de una - - empresa.

Estos costos totales se dividen en costos de fallas, costos de -- fallas y costos de prevención.

a). - Costos de fallas.

En primer lugar tenemos los costos relacionados con la mala calidad o costos de fallas: costos de los reprocesos y del desperdicio de materiales; de partes o de productos defectuosos; de las devoluciones de dichos productos que han llegado al mercado; de las reparaciones o reposiciones -- de los mismos; los originados por el manejo de las quejas y reclamos de -- los consumidores; los clientes que se pierden por no satisfacer sus re -- quisitos de calidad y que representa una pérdida o disminución del merca -- do.

b). - Costos de prevención.

Son aquellos en que se incurre para planear el sistema de control de calidad; para estudiar y analizar los procesos de fabricación con --- vista al mejoramiento de la calidad; para diseñar los sistemas de con --- trol de calidad en los procesos; para entrenar y capacitar adecuadamente al personal sobre las técnicas de control de calidad y sus principios, pa -- ra inspeccionar, ensayar, verificar y probar las materias primas, par -- tes, subensambles, ensambles y productos terminados. Se aplican tanto -- al personal de inspección, como al equipo y a los instrumentos de medi --

ción y prueba; a los materiales y energía consumida en los ensayos; las auditorías y certificaciones de calidad; el mantenimiento y calibración de los equipos e instrumentos de medición y ensayo, etc...

La suma de estos dos grupos de costos, nos dará el costo total de la calidad con que se opera en un momento determinado.

Hay buenas razones para suponer que el costo de fallas representa aproximadamente del 70% al 80% de los costos totales en la mayoría de las empresas. Los costos de prevención oscilan entre un 20% y un 30%.

De aquí que el control total de la calidad (aseguramiento de calidad) reduzca los costos totales, haciendo énfasis precisamente en la prevención de ocurrencia de fallas más que en cualquier otro caso.

Esto implica un aumento inicial en los costos de prevención, que a larga se traducirá en menores costos de fallas, porque habrá menos defectos y defectuosos, ya que los procesos estarán preventivamente controlados y regulados. (ver figura No. 6.).

El control de los costos es de vital importancia para conocer la efectividad de la actuación del control de calidad. Por lo tanto una de las responsabilidades del departamento de control de calidad, es la

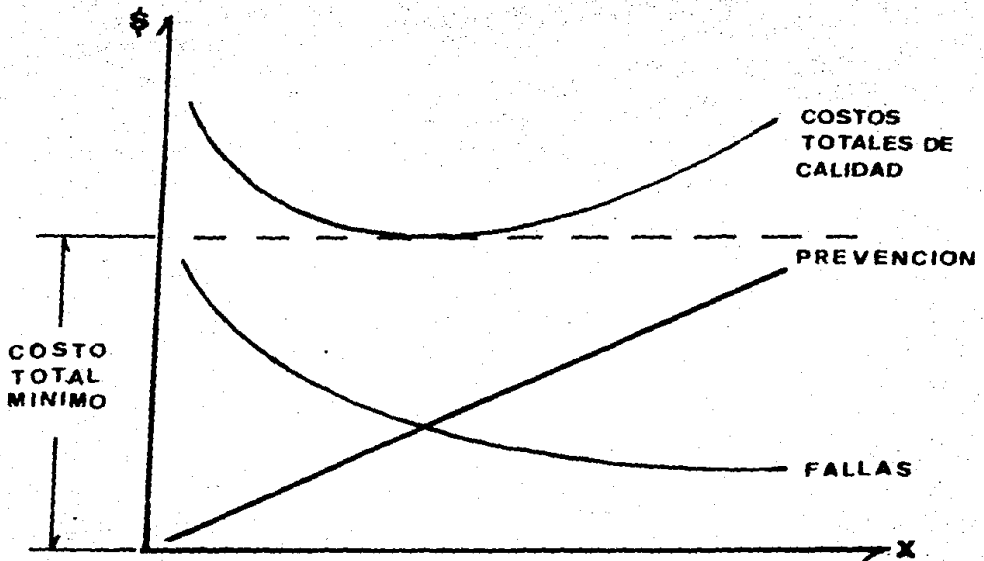


FIG. 1 MODELO DE COSTOS DE CALIDAD

de identificar los costos correspondientes a fallas y prevención, registrarlos, recopilarlos, analizarlos y compararlos entre sí, mensual o semestralmente, por líneas de producción o con cualquier otro factor relevante. Otra buena comparación pudiera ser con relación a los costos de empresas similares, dentro o fuera del país.

Una vez ya sistematizada la recopilación y el análisis de los costos de calidad, esta responsabilidad puede y debe pasar al departamento financiero de la empresa.

5.2. - Concepto de universo y de muestra.

Al conjunto de elementos individuales, objetos o acontecimientos, se le designa como universo o población. Este universo no es simplemente un conjunto de cosas que se especifican por una numeración consecutiva; más bien se refiere al conjunto de cosas determinadas por alguna propiedad que las hace diferentes de otro conjunto. Por lo tanto, el término de universo comprende dentro de sí un conjunto de totalidad.

En contraste, se llama muestra a una pequeña porción de un universo.

Por lo general no siempre será posible el examen de un universo completo, puesto que éste puede ser real o hipotético; pero con el examen de una muestra de cierto tamaño tomada del mismo universo, puede dar una información general sobre la naturaleza de ciertas características del universo.

5.3. - Especificaciones.

Cuando se proyecta la fabricación de un producto, una de las primeras consideraciones que se debe tener presente, son las características que debe de satisfacer dicho producto. Estas se determinan en algunas ocasiones por la propia experiencia y por el uso a que se destinará el producto.

Las características pueden ser cualitativas o cuantitativas, o bien, como sucede en la mayoría de los casos comprenden ambas categorías. Cuando las características de un elemento cualquiera son específicas del mismo, adquieren por ese hecho la denominación de características específicas o especificaciones.

La finalidad de las especificaciones es la definición de un producto, un servicio o una simple característica de calidad, en un vocabulario que no admita interpretaciones dudosas.

La información ofrecida por las especificaciones puede contener: lo que es una unidad del producto; detalles sobre las características del producto; métodos de ensayo; criterios para la aceptación o rechazo; método de empleo.

5.4. Inspección.

La inspección tiene como propósito principal, determinar en cada fase de la fabricación, si ésta se lleva a cabo correctamente, comprobando que se cumplen todas y cada una de las condiciones exigidas en la información correspondiente, condición indispensable para que --

el producto terminado posea las características y calidad prevista en el diseño.

La inspección interviene en la recepción de las materias primas y componentes semiterminados y terminados que se utilizarán, comprobando que se ajustan a las dimensiones y características del pedido.

Interviene también en las diferentes operaciones de manufactura, para determinar si se han efectuado de acuerdo a proceso y especificaciones. Es esencial que antes del envío al usuario, el producto sea sometido a todas las pruebas de aceptación, que deben ser publicadas para confirmar que ha cumplido con todas las condiciones establecidas, tanto de dimensiones, como de funcionamiento, seguridad y presentación.

La inspección tiene también el propósito de comprobar que toda la maquinaria, el equipo y las herramientas que se adquieren, se ajustan a las características pedidas y que todo el equipo de información de calidad (instrumentos, escantillones, calibradores, etc..) se obtienen y mantienen en las debidas condiciones de uso y eficiencia.

La inspección afecta por lo tanto a todas las fases y problemas de la industria, siendo un elemento esencial e imprescindible en la consecución de la calidad del producto; responsabilidad que debe compartir con todos los departamentos de la empresa, pero en última instancia es la inspección la responsable de que el producto terminado llegue a manos del usuario en las condiciones debidas.

5.5. Muestreo.

Los datos de control de calidad se obtienen o mediante observación al 100% o por muestreo. La decisión sobre cuál de estos métodos conviene emplear depende de muchos factores, basta manifestar aquí, que con mucha frecuencia el muestreo es un método más satisfactorio y económico de recopilación de datos que la observación al 100%.

Existen varios métodos de muestreo y la elección del apropiado dependerá de la circunstancia de cada caso. Los más usados son:

a). - Muestreo al azar o aleatorio, significa que todos los elementos que forman un lote, deban de gozar de la misma probabilidad para ser elegidos en la formación de la muestra.

b). - Muestreo aleatorio estratificado. El lote por inspeccionar inicialmente se divide en estratos o grupos y de estos grupos se eligen al azar un determinado número de elementos para formar la muestra del grupo o estrato.

c). - Muestreo sistemático. Este tipo de muestreo se obtiene simplemente realizando la toma de la muestra a una frecuencia dada sin buscar al azar.

5.6. Herramientas del control estadístico de calidad.

1. - El Dr. Walter Shewhart de los laboratorios Bell, mientras estudiaba los datos de un proceso en 1920, hizo por primera vez la distinción entre la variación controlada y no controlada, debido a lo cual

ahora nosotros distinguimos las causas fortuitas de las imputables . El --- desarrolló una simple pero poderosa herramienta para diferenciarlas, las gráficas de control. Desde aquella época estas gráficas han sido utilizadas exitosamente en diversas situaciones para el control del proceso, tanto en EE.UU. como en otros países, especialmente en Japón.

Todos los tipos de gráficas de control tienen dos usos básicos:

a). - Dan evidencia acerca de si un proceso ha estado operando bajo control estadístico y señalan la presencia de causas imputables --- de variación, que deben ser corregidas en cuanto se presenten.

b). - Permiten mantener el estado de control estadístico, --- que ayuda a tomar decisiones con base en el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo.

2. - Histogramas o distribución de frecuencias.

En los métodos estadísticos, la manera más sencilla de describir la conformación de la variabilidad, es la construcción de distribuciones de frecuencias, las cuales consisten en tabular el número de veces --- que una característica de calidad dada ocurre en la muestra que se examina. Para su construcción se emplean dos ejes, uno vertical con escala para marca las frecuencias y otro horizontal en el que se marcan los --- valores de las características, siguiendo un orden creciente o decreciente.

La distribución de frecuencias permite en una hojeada darse-

cuenta de los valores que ocurren con mayor o menor frecuencia y da una medida de la amplitud de variación. Además permite conocer las siguientes interesantes características:

1).- Un valor central. Este indica la dimensión o la calidad del producto que rinde el equipo en las condiciones actuales de fabricación.

2).- Una dispersión de valores. Esta indica la variabilidad, que depende tanto de la calidad de la materia prima como de variaciones incidentales en el trabajo.

3).- Una localización de los valores individuales con relación a las tolerancias aceptadas. Esto constituye una guía muy importante a fin de poder obrar correctivamente en caso necesario.

3. - Diagrama de Pareto.

Es una herramienta estadística que facilita el proceso de fijar prioridades y de analizar problemas.

No todos los problemas a los que nos enfrentamos tienen la misma importancia. Algunos son más críticos que otros, la prueba la tenemos cuando decimos que "no es posible resolver todos nuestros problemas al mismo tiempo", debemos asignar prioridad y resolver primero los más importantes.

En nuestro trabajo cotidiano se nos presentan una serie de problemas que requieren solución; si deseamos saber cuál es el proble-

ma más importante, podemos elaborar un diagrama de Pareto.

El objeto de analizar un diagrama de Pareto es identificar cuáles son los principales problemas que afectan nuestro proceso y en qué medida y en función de ello, establecer un orden de importancia. Esto nos permitirá tener un mejor aprovechamiento de nuestros recursos al solucionar -- los problemas más importantes.

4. -Diagrama causa-efecto.

También denominado el diagrama de Ishikawa, es una de las --- técnicas de análisis para la solución de problemas. Por su forma, recibe el nombre de espina de pescado o esqueleto de pescado, en el cuál la espina dorsal o central constituye el camino que nos lleva a la cabeza del pescado, que es dónde colocamos el problema, defecto o situación que queremos analizar y las espinas (flechas) que la rodean, indican las causas y subcausas que contribuyen al defecto, problemas o situación (proceso) -- (ver figura 7).

Comúnmente el diagrama causa-efecto permite analizar los --- factores que intervienen en la calidad de un producto, a través de una relación causa-efecto, ayudandonos a clasificar las causas de la dispersión y a organizar sus relaciones. (ver figura 8).

El objetivo fundamental es detectar entonces las causas de la dispersión en las características de calidad y en qué medida la afectan.

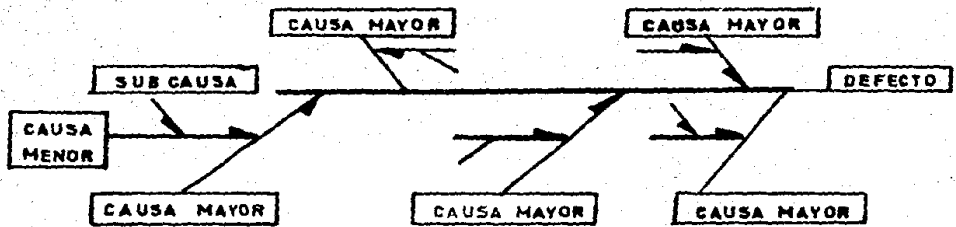


FIGURA 7

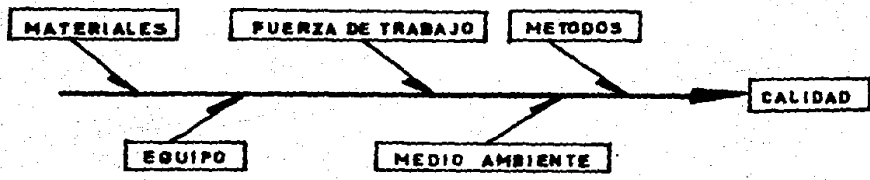


FIGURA 8

En algunos casos, una causa suele derivarse de numerosos elementos complejos y si no se tiene el suficiente cuidado al relacionarlos y clasificarlos, el diagrama causa- efecto puede resultar demasiado complicado. Asimismo si un diagrama solo reúne cinco o seis causas, aún teniendo --- una forma correcta, no podrá considerarse como un diagrama satisfactorio.

5.-Otras herramientas serán tratadas con cierto detalle en el capítulo II.

CAPITULO II
TECNICAS ESTADISTICAS DE CONTROL
DE CALIDAD.

II.1. - INTRODUCCION.

El uso o aplicación del control estadístico de calidad ha constituido por si mismo una revolución mental para producir bienes y servicios de manera económica para la satisfacción de los consumidores. Esta revolución mental se refiere al cambio de actitudes, de competencia, de negligencia, de extrema confianza, de ocultismo o de secretos internos, por un nuevo esquema de participación total de los miembros de la empresa.

Este nuevo sistema se apoya en la teoría de que toda persona puede aportar ideas benéficas y que si se le toma en cuenta y se le hace participe y responsable de los resultados de la empresa, las medidas adoptadas se seguirán con mayor apego, se harán las actividades con interés y consecuentemente, se obtendrán mejores resultados.

En los lugares en que se ha llegado a dar este cambio de patrones, no ha sido por la labor de un día sino que constituye la suma de incessantes esfuerzos y de condiciones tales como una dirección convencida y disponible al cambio; una adecuada estructura de comunicación y relaciones humanas con el establecimiento de un sistema de cooperación mutua sobre una base global: el alcance a los medios técnicos necesarios tales como las tecnologías básicas de maquinaria, electricidad, química, etc., de métodos de control organizados tales como normalización, control de

instrumentación, etc., y diversas tecnologías de control estadístico; entre otros.

No se piense pues, que con el hecho de conocer o dominar algunas técnicas estadísticas (como las que se presentarán en este capítulo) ya se va a lograr un cambio sustancial en la producción o productividad de su empresa. Es necesario elaborar un buen plan que contenga todos los puntos necesarios, de acuerdo a las propias características de cada empresa, y antes de cualquier otra cosa, lograr el pleno convencimiento de los directivos para que pueda contarse con el apoyo necesario para las actividades que tengan que desarrollarse. La metodología a seguir y el contenido del plan dependen de las particularidades de cada empresa y no es tema de este trabajo su descripción.

Podemos concluir, por lo anteriormente expuesto, que las técnicas estadísticas de control de calidad vienen a constituir, tan solo, unas herramientas que, cuando se han dado las circunstancias apropiadas en las empresas, ayudan a racionalizar las actividades de la producción de un bien o un servicio para que pueda ser un satisfactor del consumidor.

Ahora bien, entrando un poco en materia y como se mencionó -- en el capítulo anterior de que no hay una definición universal de calidad -- sino que más bien es relativo; definiremos para los fines de este capítulo algunos conceptos relacionados con la calidad, como factores rectores -- de la medición y la prueba de los productos.

1. - Comprenderemos como calidad, a una característica o conjunto de características que constituyen los rasgos distintivos de un producto dado. A estas características le son asignados valores cuantitativos que se denominarán características de calidad.

Estas características a su vez, se dividen en características prácticas y características sustitutas:

1. 1. Las características prácticas, son aquellas solicitadas por los consumidores y que se refieren al uso o consumo del mismo, por ejemplo: si a una persona le preguntáramos que características desea que tenga una salida de agua para su lavabo, nos puede contestar que, el chorro de agua sea uniforme y no golpee sus manos a la hora de lavárselas, que cuando cierre las llaves no siga goteando el agua, o --- quizás que el gasto de agua no sea excesivo, que sea bonita y le decore su baño, etc. Estas son todas características prácticas o características reales.

1. 2. - Las características sustitutas son las determinantes de las reales y son las que deben manejar y comprender los que participan en la elaboración y control del producto. Retomando el ejemplo anterior se hablará entonces, de las características de los empaques del mecanismo del paso de agua, de la geometría de la pieza, de su acabado, etc.

2. - Para garantizar, al menos en cierta medida, que el consumidor tendrá en el producto que adquiere, las características reales que ha solicitado, el fabricante deberá controlar las características sustitutas correspondientes, en su factoría; esto es, se deberán controlar -- (mantener dentro de ciertos márgenes) a los materiales, máquinas, personal, métodos de producción, e tc.

Con toda intención se hizo sinónimo de controlar, el mantener algo dentro de ciertos límites. La experiencia nos demuestra que es prácticamente imposible reproducir dos o más cosas exactamente iguales; -- sobre todo cuando en su elaboración se interrelacionan materiales, maquinaria, mano de obra, medio ambiente y otros factores.

3. - Por lo anotado en el punto anterior, se hizo común el uso de tolerancias o rangos de variación permitidos. Consecuentemente, cuando se asignan valores cuantitativos a las características, se indican también sus tolerancias. Las tolerancias pueden ser reducidas o amplias, dependiendo de l grado de precisión del sistema de ensamble del producto o del destino que tenga el bien de que se trate.

4. - Cuando una característica deba mantenerse bajo ciertos límites de tolerancia y su medición se haga con un equipo con escala, se le denomina variable.

5. - Cuando la característica es medida con un probador pasa-no pasa, o que sin necesidad de equipo pueda determinarse su existencia

o ausencia: su brillo u opacidad o que solamente deba determinarse una --
condición o su antagónica, perceptible con los órganos de los sentidos, - -
dicha característica es llamada atributo.

6. - Llamamos proceso, a las condiciones globales del --
material, de las máquinas, los equipos, los operarios, los métodos de ope--
ración, etc., que influyen en la calidad de los productos durante su elabo--
ración.

7. - Al conjunto de productos presentados para la inspec--
ción se le denomina, grupo madre o lote de inspección.

8. - Por inspección, se entiende la acción de confron--
tar, medir, evaluar, ensayar, etc. una a una las características de un - -
producto, siguiendo métodos determinados y comparar los resultados --
con las características de calidad previamente establecidas.

9. - A la unidad tomada del grupo madre para el proce--
so de inspección, se le denomina muestra; por lo cual a la acción de elegir
y tomar la muestra se le denomina muestreo.

Un glosario de términos, más amplio, se proporciona en la --
sección de apéndices, al final de los capítulos.

Cuando se aplican las técnicas estadísticas dentro de condicio--
nes de administración, convencimiento, participación y demás, de mane--
ra conveniente, pueden apreciarse claramente las bondades de su aplica--
ción.

Algunas de las ventajas de las técnicas estadísticas son las siguientes:

1. - Colectar datos fácilmente. Estas técnicas estadísticas manejan tabuladores y diagramas en los que quedan grabados los datos que podrán ser utilizados siempre que se desee.

2. - Detectar problemas. Es muy común darse cuenta que algo anda mal sin saber exactamente que es; algunas de las técnicas estadísticas nos ayudan a hacer claro el problema y a encontrar con detalle las causas que los originan.

3. - Reducir el área problemática. Al determinar las causas y clasificarlas, mediante algunas técnicas estadísticas, según el orden de importancia o incidencia en el problema; permite señalar las causas que ameritan la más pronta solución o bien, jerarquizan las causas de modo que si se sigue ese orden en la solución, se puedan obtener sustanciales reducciones de los problemas.

4. - Suponer los factores que inciden en las características de calidad. Las herramientas estadísticas no son de uso aislado sino que en su aplicación hacen participes a un gran número de personas, por lo que es fácil entender que se den opiniones expertas, ingeniosas y de otra índole, que de alguna manera conllevan a determinar las causas o factores que provocan una determinada situación en las características de calidad.

5. - De terminar cuales de los factores supuestos resultan verdaderos. La metodología seguida en las herramientas estadísticas permite ir eliminando suposiciones hechas cuando no pertenecen al problema que se está analizando.

6. - Confirmar los efectos de las mejoras. La continuidad con que deben usarse las técnicas estadísticas permite, con cierta facilidad, percatarse e incluso evaluar las mejoras logradas con las medidas tomadas.

7. - Prevenir los errores por confusión, prisa, descuido o negligencia. Con la información estadística acumulada mediante estas herramientas pueden implementarse dispositivos de control o tomar las medidas necesarias al percatarse de alguna tendencia, antes de que llegue a suceder la desviación.

8. - Aprovechar o emprender cambios dinámicos y confirmar que se cumple con las normas establecidas. Las técnicas estadísticas no son solo gráficas bonitas para adornar la fábrica o la empresa, sino que denotan la realidad de la producción o del problema que se analiza y señalan caminos de corrección o mejora constante. Cuando el asunto analizado está referido a normas establecidas, se refleja si hay o no una conformancia con éstas.

Las Herramientas o Técnicas Estadísticas que se estudiarán en este capítulo, son las siguientes:

- Diagrama de Pareto
- Histograma.
- Diagrama causa-efecto.
- Gráficas de Control.
- Estratificación,
- Listas de Verificación

Es importante hacer notar que puede haber más técnicas estadísticas sin embargo, aquí solo se presentaran seis. (En algunos libros se incluye, por ejemplo, como una técnica más a la Tormenta de Ideas, en otro puede ser el Diagrama de Dispersión, etc.; en el documento que hoy ocupa nuestra atención la Tormenta de Ideas se incluye como parte del Diagrama Causa - Efecto y el Diagrama de Dispersión no se toca por no ser muy aplicable actualmente en la industria mexicana (metalmecánica), Es conveniente agregar, que la aplicación de las técnicas estadísticas dependen del tipo de problema a tratar. No es común que en los problemas puedan utilizarse todas o indistintamente cualquiera de ellas; sin embargo, si es frecuente que en el análisis completo de los problemas se utilice más de una de ellas.

Algunas de las aplicaciones más frecuentes de cada una de las Técnicas Estadísticas son las que se mencionan a continuación:

Diagrama de Pareto:

Se utiliza para enunciar las causas con el grado o porcentaje de incidencia que cada una tiene en el problema. Es de aplicación

en las áreas de inspección final y bodega de --
rechazos.

Histograma:

Es de utilidad para mostrar el valor medio y el grado de dispersión de las medidas de una por una de las características de un producto de -- una muestra de un lote determinado. Es aplicado en las áreas de Recepción de Materias Primas, Control durante el proceso, Inspección Final y Auditoria de Productos Terminados.

Diagrama Causa-Efecto

Se utiliza para analizar con detalle las causas de un problema, los factores de las causas, los elementos de los factores, etc., de la -- dispersión de una característica de calidad o de cualquier problema que involucre causas y efectos. Es de aplicación en el control en -- proceso o en la Inspección Final, en la Auditoría de Productos Terminados o en Asistencia a Clientes.

Gráficas de Control:

Se usa para controlar la variación de las -- dimensiones de cada característica de calidad durante el proceso de producción o de-

los productos terminados; en estos últimos sirve también para determinar defectivos, porcentajes defectuosos, etc. Estas gráficas son utilizadas durante la producción en las áreas de maquinado, tratamiento térmico, etc. y en las áreas de Recepción de Materia Prima, Inspección Final y Auditoría de Producto Terminado entre otras, para la toma de decisiones de corrección o mejora del proceso o bien de la aceptación o rechazo de lotes de productos.

Fstratificación:

Sirve para analizar problemas o causas desde diferentes puntos de referencia; para tabular datos que pueden ser defectivos, causas, fenómenos, etc. y clasificarlos en grupos con características similares, determinando las mayores causas de problemas específicos. -Se utiliza en las áreas de Materias Primas (en la categorización de proveedores por ejemplo), producción (evaluación de operarios), inspección Final o en la Bodega de Rechazos.

Listas de Verificación

Se usan para comprobar la existencia de características, operaciones, componentes, partes, accesorios, instructivos, etc., de los productos. Tienen aplicación en las áreas de Recepción de Materias Primas, Ensamble, Inspección Final y Auditoría de Producto Terminado.

2. - Diagrama de Pareto.

Es esta una de las técnicas estadísticas de mayor aplicación por su sencillez de desarrollo y su nivel de ilustración.

Las causas que pueden ocasionar una desviación en las características de calidad o en un determinado problema pueden ser en un número muy grande, sin embargo, la incidencia de cada una de ellas es variable, esto es, por ejemplo, que de veinte causas que puedan existir, tres de ellas abarquen la mayor parte del problema y las otras diecisiete sean solo causas menores.

A las causas que puedan presentarse se les clasifica en dos tipos: causas vitales y causas triviales; y se dice que las causas triviales son muchas y las causas vitales son pocas; en otras palabras, de todas las causas posibles de un efecto X solo unas cuantas de ellas son vitales y son las que deben combatirse primeramente para reducir sustancialmente el problema. Si los esfuerzos se orientaran a la solución de las triviales se avanzaría muy lentamente y de acuerdo al tipo -

de problema de que se trate, podría no llegar a resolverse nunca.

El Diagrama de Pareto es una técnica de análisis de datos que abarca una estratificación de las causas por orden de importancia que conlleva a decidir cual o cuales deben ser los puntos de ataque primordiales. Su metodología es la siguiente:

1. - Determinar el problema a analizar.
2. - Enlistar todas las causas posibles.
3. - Determinar el valor de cada causa según su incidencia en el problema y calcular el porcentaje en cada causa considerando el total como el cien por ciento.
4. - Listar en orden porcentual decreciente todas las causas.
5. - Elaborar en el lado derecho de la lista anterior, la columna de frecuencias acumuladas (se entiende como frecuencia acumulada a la suma de la frecuencia de un dato con las frecuencia de los datos anteriores; de tal modo que la última frecuencia acumulada deberá ser igual al cien por ciento).
6. - De acuerdo al número de causas y a la medida del papel en que se vaya a graficar, determinar en unidades de longitud, el ancho que tendrá cada barra.
7. - Dibujar dos ejes cartesianos.
Al final del eje de las abscisas dibujar otro eje ordenado paralelo al primer eje de las ordenadas.

7.1. En el eje de las abscisas hacer tantas divisiones como número de barras se vayan a dibujar, con la medida -- que se haya elegido en el punto número 6. En cada división se escribe el nombre que corresponda según la -- causa.

7.2. En el primer eje de las ordenadas -- hacer las divisiones de acuerdo al -- parámetro contra el que se estén -- comparando las causas (cantidades defectuosas, horas desperdiciadas, etc.).

7.3. En el eje ordenado opuesto hacer -- divisiones porcentuales de cero a -- cien por ciento.

8. - Dibujar cada barra en el lugar y con la altura que -- le corresponda.

9. - Señalizar las frecuencias acumuladas, utilizando -- el eje de las abscisas como tal y como eje de las ordenadas al eje por -- centual ubicado del lado derecho.

10. - Unir los puntos referidos en el párrafo anterior, -- partiendo del origen y culminando en el eje ordenado derecho, justo --

en la marca del 100%.

Ejemplo: En una fábrica de accesorios para baño se encuentra que hay un índice muy alto de rechazos, pues de un total de 1'455,000 ensamblajes que se armaron, resultó un 9.43% defectuosos; esto es, se encontraron 137,206 productos malos. Al hacer una investigación, se determinan las siguientes clases:

-Defectos de materia prima	65,304	productos.
-Defectos de maquinado	7,320	"
-Defectos por troquelado	1,506	"
-Defectos por pulido	2,820	"
-Defectos por cromado	11,803	"
-Mal manejo de materiales	47,558	"
-Otros	895	"

De acuerdo a la metodología presentada, el punto número 1 -- sería: El alto índice de rechazos. El punto número 2 lo viene a constituir la lista de causas y cantidades de defectuosos correspondientes que se anotó. El punto número 3 quedaría de la manera siguiente:

D. M. P.	65,304	-----	47.59%
D. Maq.	7,320	-----	5.34
D. Troq.	1,506	-----	1.10
D. Pul.	2,820	-----	2.06

D. Crom.	11,803.	-----8.60
M. Man.	47,558	-----34.66
Otros	895	-----0.65.

Total	137,206	-----100.00%

El punto número 4 que corresponde a la ordenación quedaría :--- como las tres primeras columnas de la tabla II-1 y el punto número 5 queda representado en la última columna de la misma tabla.

T.A.F.L.A. U. 1			
DEFECTOS DE	CANTIDAD	%	% ACUMULADO

Materias primas	65,304	47.59	47.59
Manejo de Mater.	47,558	34.66	82.25
Cromo	11,803	8.60	90.85
Maquinado	7,320	5.34.	96.19
Pulido	2,820	2.06	98.25.
Troqueles	1,506	1.10	99.35.
Otros	895	0.65	100.00

TOTAL	137,206	100.00	100.00

Para definir el punto número 6 consideramos que se graficará - en una hoja tamaño carta y como son siete barras a dibujar podrá darse - a cada barra un ancho de 15. mm.

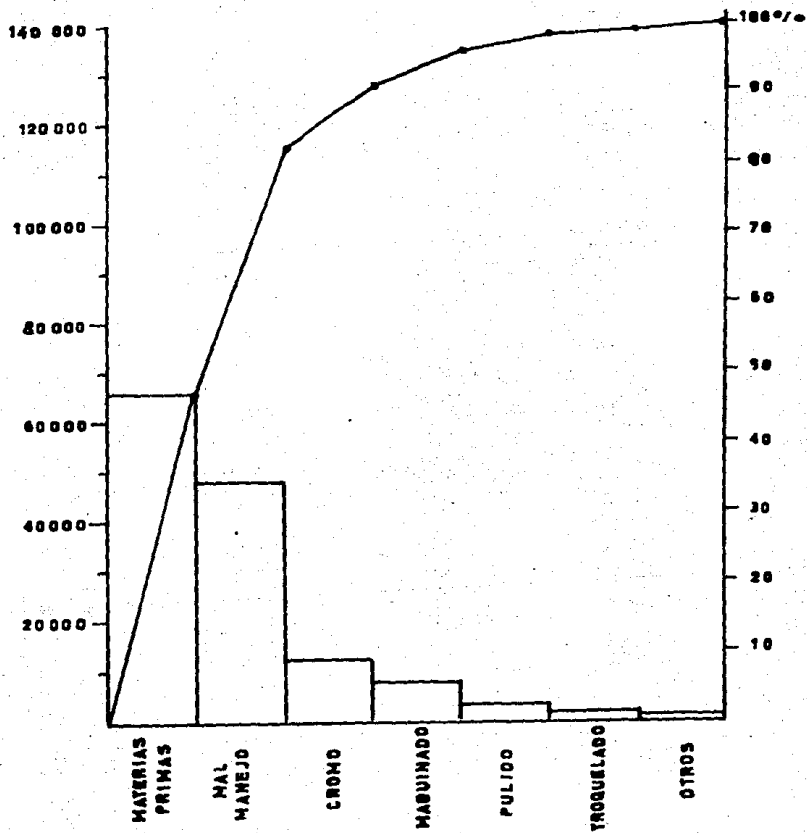


DIAGRAMA DE PARETO
 figura 3.1

Tanto el punto número 6 como el número 7 quedan ilustrados en la gráfica que se muestra en la figura II 1.

Después de construir el Diagrama de Pareto, separamos lo que serían las causas vitales de las causas triviales.

En el ejemplo, se puede observar que las causas vitales son:

Los defectos de materias primas y

El mal manejo de materiales.

Estas dos causas constituyen el 33% de todas las causas y sin embargo representan el 82.25% de todo el problema. Esto indica que si se logran eliminar estas dos causas, se tendría resuelto el problema en un 82.25% o sea, que el monto del rechazo en lugar de ser de 137,206 piezas sería solamente de 24,344 piezas y por consiguiente el rechazo global sería de 1.67% y no de 9.43% como lo es actualmente.

Si por el contrario, se avocaran a eliminar las otras cuatro causas que son las triviales y que representan el 66.66 %, solamente se resolvería el 17.75% del problema, esto es, se lograría disminuir el rechazo a 112,862 piezas. O sea que se tendría el 7.76 % de rechazo global que como se puede apreciar es considerablemente mayor que el obtenido al eliminar las causas vitales.

3. Histograma.

Esta técnica estadística es de mucha aplicación en la industria tanto para mostrar la dispersión de las características de calidad de los

productos terminados como la dispersión en las dimensiones durante el -- proceso, pues muestran el comportamiento de los datos que han sido agru- pados para poder facilitar su análisis y ayudar en la toma de decisiones.

El histograma viene a constituir, por lo tanto, el punto de par- tida para los análisis de muchos de los problemas que se presentan du- rante la producción.

El procedimiento de construcción de histogramas se relata a - continuación:

1. - Recopilar una cantidad suficiente de datos relativos al proble- ma.
2. - Agrupar los datos en varios subgrupos (un número de sub- grupos apropiado podría ser del 8 al 12% de todos los da- tos; por ejemplo si se tienen 100 datos podrían hacerse los subgrupo s de 10 datos cada uno).
3. - Localizar en cada subgrupo al número mayor y circularlo y al número menor y subrayarlo. De todos los números - circulados detectar el que sea más grande y llamarlo X_L . De todos los números subrayados detectar el que sea más - pequeño y llamarlo X_S .
4. - Calcular la amplitud R, restando X_S de X_L .

$$(R = X_L - X_S).$$

5. - Determinar el número de barras del histograma. Para esto un buen auxiliar lo constituye la Tabla II. 2 . siguiente:

Número de Datos. (N)	Número de clases o Barras (K)
Menor que 50	De 5 a 7
De 50 a 100	De 6 a 10
De 100 a 250	De 7 a 12
Más de 250	De 10 a 20

6. - Calcular el intervalo de clase h que será usado como la graduación unitaria horizontal o el ancho de la barra y que se obtiene con la fórmula :

$$h = \frac{R}{K-1} = \frac{X_L - X_S}{K-1}$$

7. - Establecer los límites de clase que determinarán el inicio y el final de cada barra.

Al número más pequeño de todos los datos X_S , restar media h ($X_S - 1/2 h$), el valor que resulte de esta operación será el inicio de la gráfica sobre un eje horizontal; a este valor se le agregará el valor de una h y con ello tendremos el final de la primera barra y el inicio de la segunda. Se agregará una h más para obtener el siguiente límite y otra más para el siguiente y así sucesi-

vamente hasta cubrir el valor del dato más grande,-----

El último límite de clase tendrá un valor igual a -----

$$X_L = \frac{h}{2}$$

- 8.- Elaborar la tabla de frecuencias que contenga los datos siguientes: Número de Clase; Límites de Clase; Valor Medio; Marcas de Frecuencia y la Frecuencia.

Al de terminar las marcas de frecuencia que se hacen en grupos de cinco rayas, debe tenerse mucho cuidado, por que aqui suelen cometerse muchos errores.

- 9.- Dibujar las barras en las que la altura será igual a la frecuencia de cada límite.

Ejemplo en una fábrica de resortes para válvulas de motor de combustión interna, al practicar una auditoría de calidad a un lote destinado a exportación, se encontraron los siguientes valores de carga en kilogramos .:

35.5	35.5	36.25.	36.00	37.00	36.50	35.75
35.5	35.5.	36.75	36.75	36.25	36.25	35.75
36.0	35.5	36.75	35.00	36.75	36.25	37.00
37.0	36.75	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00

35.5	35.5	37.25	36.75	36.50	36.25	36.25
36.00	36.0	35.75	35.50	35.50	37.00	36.75
36.50	36.25	36.00	35.75	35.50	35.25	35.00
34.75	36.50	36.25	36.25	36.25	36.00	37.00
36.75	36.25	36.00	36.00	37.00	37.00	36.25
36.25	36.25	36.50	36.50	36.25	36.25	36.00
36.75	36.50	36.25	36.25	36.00	36.00	36.00
35.75	35.75	35.25				

La especificación de carga solicitada por el cliente es de 36.250 Kg. -
 ± 1.750 Kg.

De acuerdo al procedimiento de construcción de histogramas, el ---
 punto número 1 lo comprende la relación de datos anotados. El punto
 número 2 lo constituye la ordenación siguiente:

35.50	35.50	36.25	36.00	36.00	37.00	36.50	35.75	35.50	<u>35.50</u>
36.75	36.75	36.25	36.00	<u>35.00</u>	36.75	36.25	36.25	35.75	35.50
37.00	37.00	36.75	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	35.50	<u>35.50</u>
37.25	36.75	36.50	36.25	36.25	36.00	35.75	36.00	35.50	<u>35.50</u>
37.00	36.75	36.50	36.25	36.00	35.75	35.50	35.25	35.00	<u>34.75</u>
36.50	36.25	36.25	36.25	36.00	37.00	36.75	36.25	36.00	<u>36.00</u>
37.00	37.00	36.25	36.25	36.25	36.50	36.50	36.25	36.25	<u>36.00</u>
36.75	36.50	36.25	36.25	36.00	36.00	36.00	35.75	35.75	<u>35.25</u>

El punto número 3 queda ilustrado con los números circulados y subrayados de donde se puede apreciar que los valores máximo y mínimo son respectivamente: $X_L = 37.25$ y $X_S = 34.75$

El punto número 4 quedaría: $R = 37.25 - 34.75 = 2.50$

El punto número 5 que consiste en determinar el número de -- barras sería como sigue: Como son 80 datos y basándose en la Tabla II. 2- se pueden elegir 8 barras.

Punto número 6, intervalo de clase $h: h = \frac{2.50}{8-1} = 0.357 \approx 0.358$

entonces $\frac{h}{2} = 0.179$

Los puntos números 7 y 8 quedarían comprendidos en la tabla ---

II. 3.

n. de clase	límites de clase	valor medio	marcas de frecuencia	frecuencia
1	34.571 - 34.929	34.75	/	1
2	34.929 - 35.287	35.108	////	4
3	35.287 - 35.645	35.466	//// ///	10
4	35.645 - 36.003	35.824	/// /// /// /// //	24
5	36.003 - 36.361	36.182	/// /// /// //	18
6	36.361 - 36.719	36.540	/// //	7
7	36.719 - 37.077	36.898	/// /// //	15
8	37.077 - 37.435	37.256	/	1

Tabla II. 3 correspondiente al ejemplo del histograma.

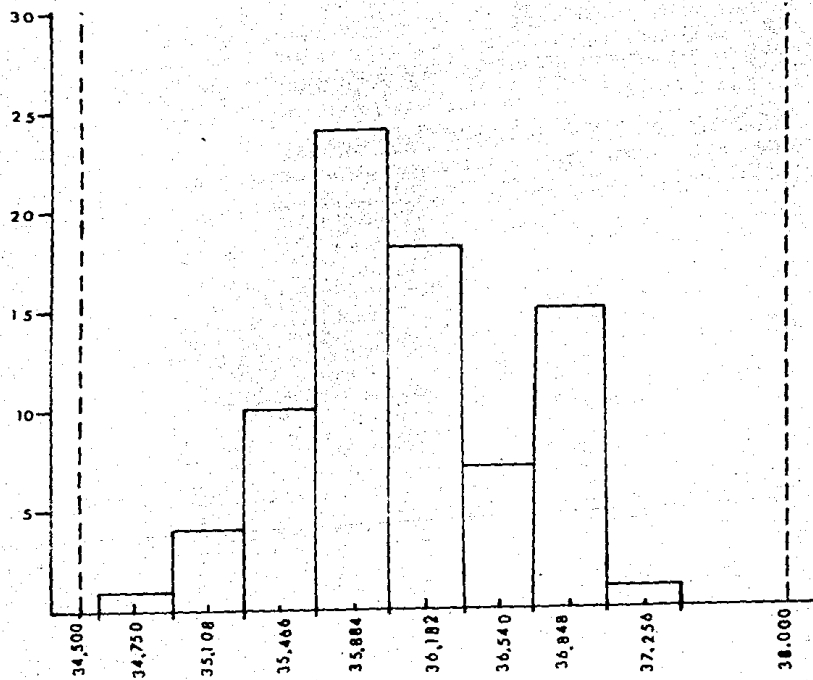


figura II.2
HISTOGRAMA

El punto número 9 queda expresado en el histograma de la figura

II. 2.

Como puede apreciarse en el histograma:

*El mayor acumulamiento de datos, se encuentra en el intervalo de 35.645 kg a 36.003 k.g.

*Los datos están cargados hacia la izquierda de la especificación esto es, hacia el límite inferior de la especificación.

*La medida central de los datos, se encuentra en ----- 35.824 kg y no en 36.250 kg como lo marca la especificación.

*Todos los datos están dentro de especificación .

El lote es aceptado, pues aun cuando el valor mínimo de los --- datos se acerca mucho a l valor mínimo especificado, no hay uno solo que escape a los límites fijados.

4. - Diagrama Causa-Efecto.

Esta técnica es llamada también Espina de pescado por la forma que toma en su elaboración y es llamada también Diagrama de Ishikawa debido a que su creador es el Dr. Kaoru Ishikawa.

Es el Diagrama de Ishikawa una herramienta estadística de--- uso generalizado en el Japón, principalmente en los círculos de control de calidad y en general en los grupos de trabajo para analizar detallada-

mente los problemas y determinar los factores y elementos que los generan.

En Japón es muy utilizado por lo meticoloso que son los japoneses y en México aunque no es muy común su uso por las propias características que nos diferencian, está siendo utilizada ya en algunas empresas.

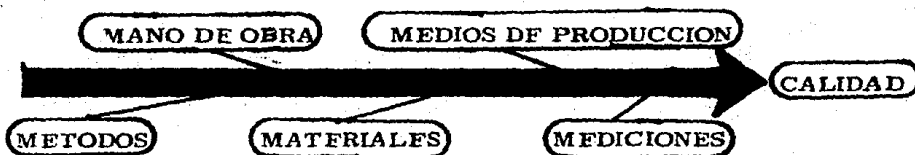
Su elaboración consta de los pasos siguientes:

1. - Determinar el problema a analizar u objetivo a alcanzar. En este paso un gran auxiliar resulta ser el Diagrama de Pareto.
2. - Marcar una gran flecha horizontal y en su punta -- anotar el objetivo.
3. - En listar, por aparte, las causas o metas que podrían incidir directamente en el problema u objetivo. Estas listas son formadas con las aportaciones de todos los participantes en una tormenta de ideas. Se recomienda no limitar la imaginación a tipos de causas -- u orden de procesos sino que se piense con tanta -- libertad como se pueda.
4. - Dirigir flechas mas pequeñas a la flecha original de acuerdo a los factores principales que se hayan determinado identificándolos con nombres o números -- encerrados en un rectángulo. En cada una de estas

últimas flechas insertar los factores detallados que pueden considerarse como sus causas. Estas serían como ramitas. Y en cada una de éstas, intercalar -- más detallados factores haciendo ramitas más pequeñas. No olvidar identificar cada ramita con su nombre o con el número que le corresponda en la lista elaborada previamente.

5. - Finalmente, se deberá revisar de que todos los puntos que puedan ser causa de la dispersión estén incluidos en el diagrama. Si es así y la relación entre las causas y los efectos están bien ilustradas, entonces el diagrama está completo.

Un diagrama como el que se muestra a continuación, podría ser considerado como el modelo general de Diagrama- Causa-Efecto para problemas de dispersión de características de calidad durante la producción .



Ejemplo. Considerar el problema planteado en el ejemplo de la sección de Diagrama de Pareto.

El punto número 1, identificar el problema, sería analizar los

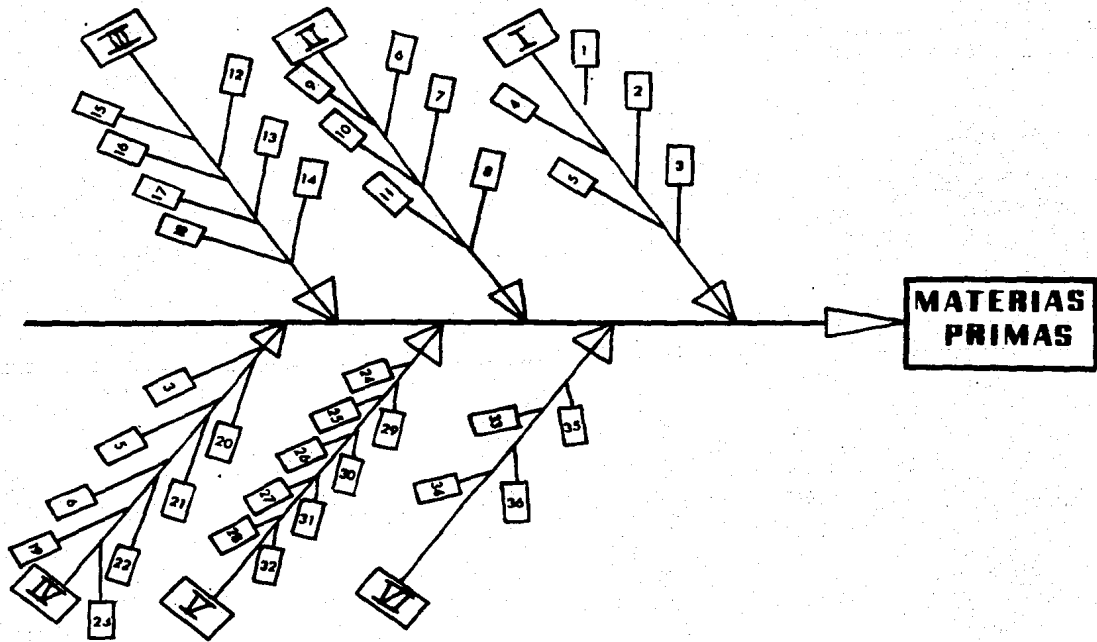
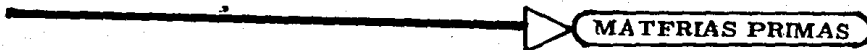


figura II.3

DIAGRAMA CAUSA - EFECTO.

defectos de materia primas.

El punto número 2 quedaría como se muestra a continuación:



El punto número 3 podría ser algo como lo que se enlista a continuación:

I. - poros II. - Fisuras; III. - Contaminación; IV. - Falta de material;
V. - Rebabas y Defectos de maquinado. VI. - Materiales sustitutos.

- | | |
|---|--|
| 1. - Tipo de fundición. | 6 Contracción de los materiales |
| 2. - Aleaciones | 7 Aditivos de la fundición. |
| 3. - Tiempo de vaciado | 8 Tratamiento y limpieza de los moldes |
| 4. - Moldes | 9 Vida o edad de los moldes |
| 10. - Precalentado de los tochos | 11. Presión de forjado |
| 12. - Selección de materiales -
para la fundición. | 13. Procedencia de la rebaba |
| 14. - Degradación por reciclaje | 15. Limpieza de los hornos. |
| 16. - Limpieza de crisoles | 17. Oxidos |
| 18. - Almacenamiento | 19. Transporte |
| 20. - Método de vaciado | 21. -Desalojo de los moldes |
| 22. - Geometría y tolerancias
de los moldes. | 23. -Manejo |
| 24. -Herramientas demaquinado | 25. Planos y dibujos |
| 26. -Limado y otras operaciones
de acabado. | 27. Corazones rotos |

- | | |
|---|--|
| 28. - Estado de los dados, matrices y moldes. | 29. - Procesos incompletos |
| 30. - Rutas mal elaboradas | 31. - Exceso o falta de cuerdas |
| 32. - Exceso o falta de roscas | 33. - Propiedades físicas diferentes |
| 34. - Diferencia en las dimensiones | 35. - Propiedades químicas diferentes. |
| 36. - Formas o geometría diferente | |

El punto número cuatro quedaría como el diagrama que se muestra en la figura II. 3.

5. Graficos de Control.

Tanto el Diagrama de Pareto como el Histograma, estudiados con anterioridad, se caracterizan por ser un cuanto estáticos, esto es, que su elaboración está basada en hechos ocurridos con antelación. Los gráficos de control por el contrario, se consideran dinámicos, pues van mostrando los cambios cuando van surgiendo si se trata de gráficos durante el proceso y, si se trata de gráficos de defectivos o de porcentajes de defectuosos, tenemos la posibilidad de conocer más acerca de la naturaleza de los cambios que surgen al paso del tiempo o de las tendencias que toman los grupos de datos.

Aun cuando ha y diferentes tipos de gráficos de control (por fracción defectiva p , por número de defectuosos np , por variables, etc.), -

aquí solo se estudiarán los gráficos por variables: \bar{X} - R con algunas modalidades y que estarán referidas al control de las características durante el proceso.

Un gráfico o carta de control en proceso indica la tendencia que van tomando una a una las características a controlar y por ello, facilitan la toma de decisiones. Al tomar cierta acción sobre el proceso, indican de inmediato el efecto surgido.

Antes de iniciar un gráfico de control, es preciso definir los siguientes aspectos:

1. - La identificación del producto a controlar. (nombre - clasificación o número de parte, etc.).
2. - Cada una de las operaciones en que se vaya a controlar cada característica.
3. - Las características a controlar.
4. - La especificación de cada característica (el valor y su tolerancia el valor mínimo y el máximo permitidos).
5. - El tamaño de las muestras.
6. - La frecuencia con que deberán tomarse las muestras.
7. - El equipo de medición a emplear.
8. - Los formatos de registro.

Es conveniente hacer notar que cada gráfico de control registra solamente el comportamiento de una variable o característica a la vez y de una sola operación, de todo un lote o varios lotes secuenciales y homogéneos.

Los gráficos de control, deben ser elaborados por los operarios, los supervisores y los inspectores de control de calidad, por lo que se hace necesario una capacitación previa tanto al área de producción como a la de control de calidad, al menos en aspectos elementales como los siguientes:

-Media o promedio (\bar{X}). Es una medida de tendencia central que se obtiene dividiendo la suma de todos los datos, entre el número de datos:

$$\bar{X} = \frac{\sum X_j}{N}$$

Por ejemplo, si se tienen como datos: 0.720; 0.723; 0.717; 0.715; 0.718. Tendremos que el número de datos es $N=5$; y que la suma de los datos es $\sum X_i = 0.720 + 0.723 + 0.717 + 0.715 + 0.718 = 3.593$; por lo que la Media será $\bar{X} = \frac{3.593}{5} = 0.7186$

-Mediana. Es el valor central (o de enmedio de los datos ordenados de mayor a menor o de menor a mayor. Tomando los datos del ejemplo anterior, un primer paso sería ponerlos en orden (digamos creciente): 0.715; 0.717; 0.718; 0.720; 0.723.

Como son cinco los datos, la Mediana será el dato que ocupa el tercer lugar; esto es, $\bar{X}=0.718$

Si los datos fueran en número par, la mediana sería el prome

dio de los dos valores centrales.

-Amplitud (R) . Se entiende como la diferencia aritmética entre el valor máximo de los datos y el valor mínimo, Utilizando los datos del ejemplo anterior, identificamos al valor máximo como: $X_L = 0.723$ y el valor mínimo como $X_S = 0.715$; por lo tanto la amplitud será : $R = 0.723 - 0.715 = 0.008$

-Desviación Estandar (σ) . Esta es una medida de dispersión que representan los datos en estudio. Su valor numérico se obtiene de diversas maneras; una de ellas es dividiendo el valor de la amplitud entre una constante d_2 , cuyo valor está en función del tamaño de la muestra elegida. Una tabla conteniendo los valores de d_2 y otras constantes se presenta en la sección de Apéndices, apartado de Tablas, al final de los capítulos.

-Límites de control. - Que indican los valores hasta los cuales pueden variar las características de calidad para ser consideradas como controladas.

Los valores de los límites de control se calculan cuando se tiene una considerable cantidad de datos de promedios y amplitudes de muestreos y mediciones practicados. Es necesario calcular posteriormente, la media de los promedios y la media de las amplitudes.

Al promedio de medias se le llama Media de Medias y se le representa con una letra mayúscula con doble trazo ($\bar{\bar{X}}$); se calcula sumando todos los promedios y dividiendo esta suma entre el-

número de promedios que haya .

Al promedio de las amplitudes se le conoce más --- comúnmente como media de amplitudes y se le representan con una erre-mayúscula testada (\bar{R}) ; una manera más practica de denominarlo es --- amplitud promedio.

A la amplitud promedio la multiplicamos por un factor A_2 (cuyos valores dependen del tamaño de la muestra elegida y se presenta una tabla en la sección de Apéndices). El valor obtenido al multiplicar $A_2 \times \bar{R}$ es la amplitud que se puede tener hacia un lado y hacia --- otro del valor central (o Média de Medias) para poder controlar el proceso; por lo tanto los limites de control se claculan mediante las fórmulas siguientes:

$$\text{Límite Superior de Control } \text{LSC} = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{Límite Inferior de Control } \text{LIC} = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

No es conveniente determinar los límites de control-- con datos muy dispersos , por lo que es necesario hacer una corrida de la producción con medidas controladas; para lo cual se fijan límites de prueba a 60 o 70% de los valores de la especificación. Esto es, por ejemplo, si se desea controlar el desbaste de barras de latón a un diámetro - de 30.8 mm \pm 1.2 mm. Se tiene que el valor central es $\bar{X} = a$ 30.8 mm- y los límites serían :

$$\text{LSC} = 30.8 + 0.60 (1.2) = 30.8 + 0.72 = 31.52$$

$$LIC = 30.8 - 0.60 (1.2) = 30.8 - 0.72 = 30.08$$

Esto quiere decir que las barras podrían tener valores desde 30.08 hasta 31.52 mm . Cuando al estar maquinando las barras -- se apreciaran desviaciones de estos valores se tendrían que hacer ajustes necesarios en el proceso a fin de meter la producción en control.

Con los datos obtenidos en esta prueba se puede entonces calcular los valores reales de los límites de control.

Ejemplo: Se va a fabricar un resorte de compresión que ha solicitado un cliente y se desea controlar su calidad.

1. Identificación: Resorte de Compresión, clasificación 477293
2. Operación : Tratamiento térmico (vencimiento-- por calor)
3. Característica: Primera Carga a una altura de - 40.9 mm
4. Especificación: 36.250 Kg \pm 1.750 Kg
5. Tamaño de la muestra: 5 resortes
6. Frecuencia : Cada 15 minutos
7. Equipo de Medición : Báscula con marcador de altura o probador de carga
8. Formato de Registro: el que se muestra en el - anexo II-1. (apartado de formatos de la sección de Apéndices).

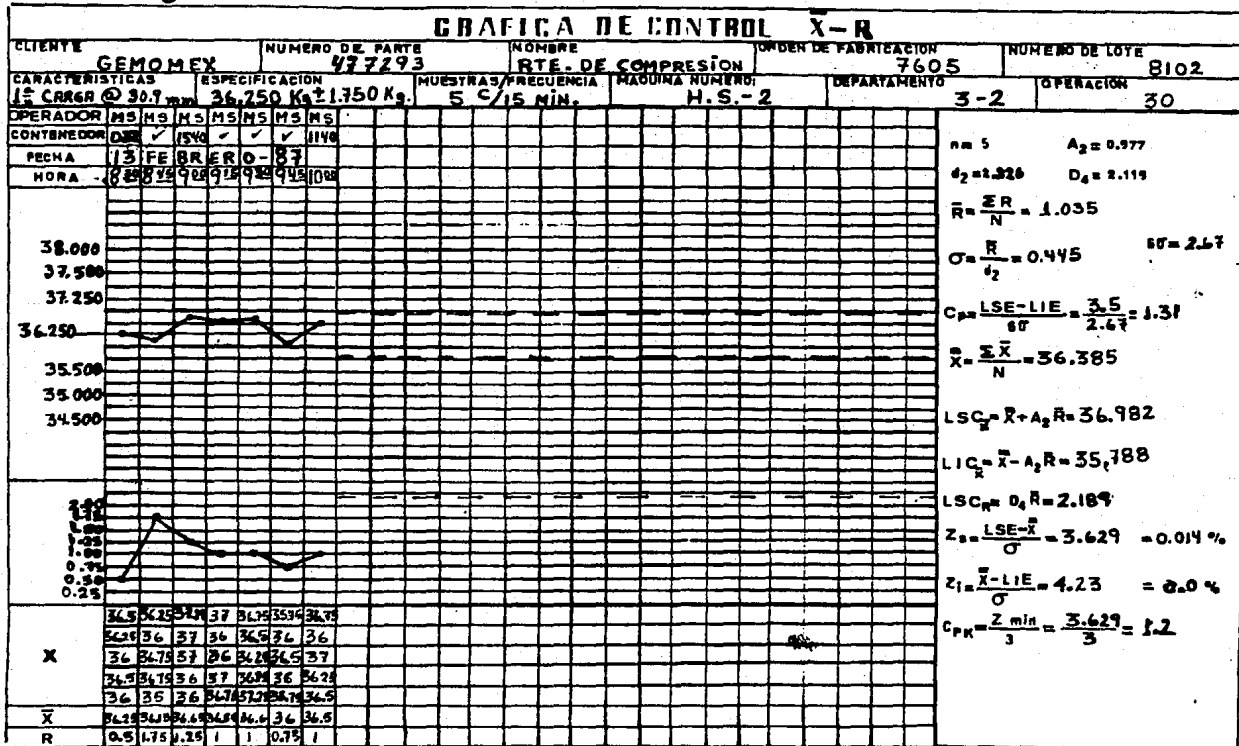
No olvidar que en la toma de datos deben participar el operador, el supervisor y el inspector de control de calidad; dado que entre más cerradas sean las frecuencias de inspección mayor confiabilidad se tendrá de los cálculos y su interpretación, además de que se podría tomar la acción correctiva con mayor oportunidad en caso de una desviación. Si solo fuera el inspector el que tomara muestras e hiciera mediciones, además de quitarle al área de producción la responsabilidad de la calidad de la producción, se necesitaría contar con un inspector por cada máquina o por cada operador en el caso de trabajos manuales, con el consecuente costo que esto implicaría.

Continuando con el ejemplo y observando la gráfica de la figura II.4, se puede apreciar que se comienza a muestrear a las 8:30 a.m. y que cada 15 minutos se toman cinco resortes para evaluar la primera carga. Se hacen las mediciones y se anotan los datos en la parte inferior. Se calculan la Media y la Amplitud de cada muestreo y estos valores se anotan justo en el último recuadro en los renglones marcados con \bar{X} y R respectivamente.

En la parte superior destinada a graficar, y en la que previamente se han anotado los valores de la especificación, se anota un punto en donde se encuentre el valor de la media y un punto también en la gráfica de amplitudes según el valor que haya resultado de R.

Tanto en la gráfica de Medias como en la de Amplitudes los puntos se van uniendo con trazos rectos, para darles continuidad.

figura II-4



Con siete subgrupos, o sea, con 35 elementos, se --
calculan la Media de Medias y la Media de Amplitudes, en el área de cálcu-
los en el margen derecho de la gráfica. Con estos datos se calcula ensegui-
da la desviación estándar (σ) y el equivalente a 6σ . El valor de 6σ --
se compara con la tolerancia total de la especificación y si es menor, ---
se deduce que el equipo de fabricación ha sido ajustado correctamente --
y que es adecuado para proporcionar uniformidad en las piezas, por lo --
menos en 99.73% de los casos. De resultar 6σ mayor que la tolerancia--
total se tendrían que hacer ajustes en la máquina y tomar otra corrida de --
35 elementos hasta conseguir que 6σ fuera menor o igual que la toleran-
cia total.

Enseguida con los datos $\bar{\bar{X}}$ y \bar{R} y auxiliándose de -
las constantes A_2 y D_4 se calculan los límites de control para medias --
($LSC_{\bar{X}}$ y $LIC_{\bar{X}}$) y el límite de control para amplitudes (LSC_R).

Cabe hacer notar que en el caso de las amplitudes,
se ha hecho común el considerar solamente el límite superior, pues el --
límite inferior es igual a 0 para tamaños de muestra menor o igual que 9.

Se marcan los límites de control, de preferencia --
con color rojo, por ser el que se asocia con el peligro y para diferenciar-
los de los límites de especificación, que cuando se llegan a marcar se --
hace con color azul o alguno tenue .

De ahí en adelante, se ha de cuidar que todos los datos caigan dentro de los límites de control y al surgir alguna tendencia o acercamiento peligroso a cualquiera de los límites, deberán detectarse las causas y tomar la acción correctiva que amerite.

Al finalizar el lote de producción deberán hacerse nuevamente los cálculos de \bar{X} , \bar{R} , σ , 6σ y los porcentajes de defectuosos hacia un lado y otro de la especificación (Z_S y Z_i), para lo cual se utilizan las fórmulas que aparecen en el recuadro derecho de la gráfica.

Por ejemplo, para calcular los defectuosos o en este caso, los productos que tendrían una carga superior a los 38 kg., se utiliza la fórmula para Z_S (zeta superior), con lo cual se obtiene un número. Este número es llevado a la tabla del Área bajo la Curva (que se encuentra en la sección de Apéndices), de donde obtenemos un porcentaje, que será el porcentaje de defectuosos probable que contiene el lote fabricado con medidas mayores que las especificadas. Del mismo modo se procede para calcular los defectuosos con medidas inferiores a las especificadas, utilizando la fórmula de Z_i . La suma de Z_i más Z_S constituye el porcentaje total de defectuosos en el lote.

Posteriormente se calculan la habilidad de la máquina y la habilidad real del proceso mediante las fórmulas C_p y C_{pk} respectivamente. En la fórmula de C_{pk} , la Z_{min} se refiere al valor que haya resultado menor de las dos zetas (de la Z_S y de la Z_i), el número no el porcentaje.

Una variante de estas gráficas, está teniendo mucha -- aceptación en las industrias de nuestro país (por el nivel de escolaridad de -- los operarios) son las gráficas de Medianas (en lugar de medias) y amplitudes (el formato para éstas graficas se presenta en la sección de Apéndices -- como anexo II. 2.).

En la gráfica de medias, como pudo apreciarse, es -- necesario hacer el cálculo de los promedios en cada muestreo. El hecho de -- hacer sumas y otras operaciones cada vez que se toman lecturas, ha llegado -- a constituir un verdadero obstáculo por parte del área de producción para -- implementar el control estadístico en proceso; y como ya se hizo notar an -- teriormente, es muy importante la participación del área de producción en -- la elaboración de las gráficas para un adecuado control de la calidad.

Para evitar este tipo de operaciones y facilitar el -- gráfico, pueden utilizarse medianas y un número non como tamaño de -- muestra (5 por ejemplo); así solo se tendrían que anotar los puntos de todas -- las medidas de la muestra en las áreas de gráfico; circular la mediana -- y anotar en la parte inferior el valor que corresponde al punto que se -- circuló. En el caso de las amplitudes, bastaría contar las rayitas que -- separan al valor más bajo del más alto y multiplicarlo por el valor de -- cada rayita, que estaría anotado desde un principio, y que se buscaría -- fuera de manejo sencillo, por ejemplo: 100, 250, 500, 1000 gs, cm, -- grados, etc..

figura II-5

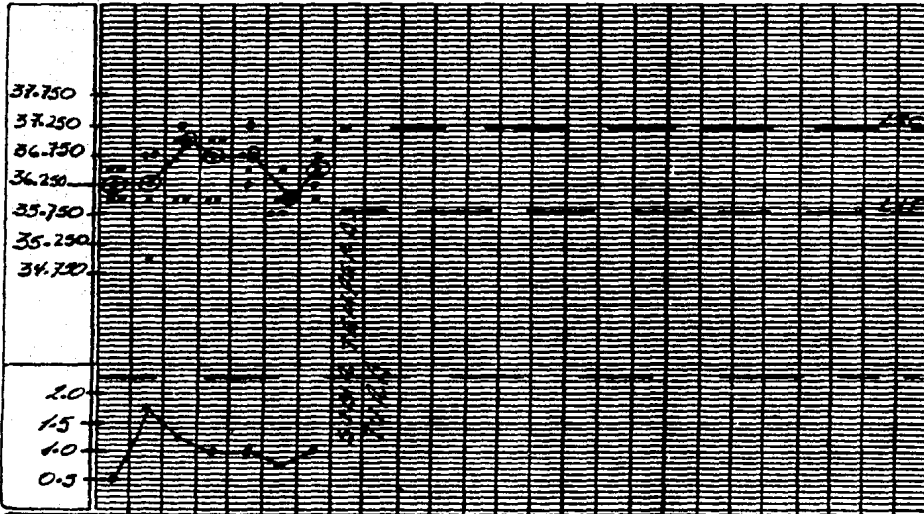
MADURA H. S. - 2	Especificaciones 36.250 mm \pm 1.750 mm.
OPERACION 30	LOTE No 8102

Gráficas de Control \bar{X}

IDENTIFICACION 477293
DESCRIPCION RTE. DE COMPRESION

No OPERARIO	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
No CANASTILLA	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
FECHA	13-FEB-57	✓	✓	✓	✓	✓						
HORA	12:15	12:20	12:25	12:30	12:35	12:40						

CARACTERISTICAS 13 CARGA @ 40.9 mm
FECHA 13-FEB-57



\bar{X}	37	36.25	36.6	36.5
R	1.75	1.25	1.75	1

GRAFICA No II-5

figura II-6

Gráficas de Control \bar{X}

PLABURA	H.S. 2
OPERACION	30

ESPECIFICACION	36.250 \pm 1.200 kg.
LEVE No	8102

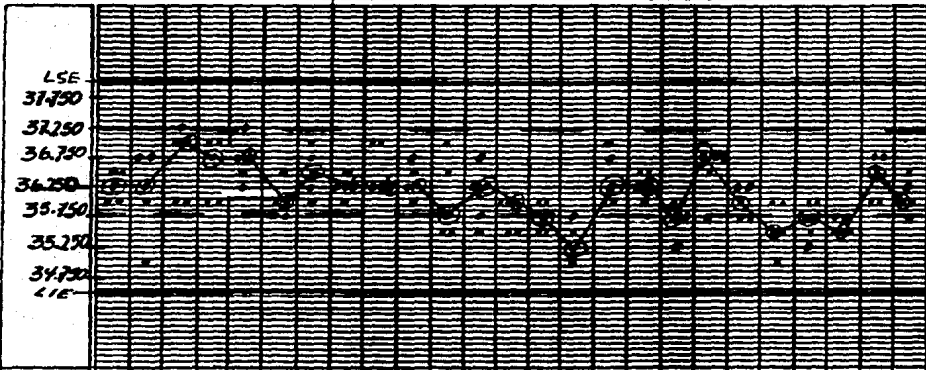
VELOCIDAD	5 C/15 min
-----------	------------

CLASIFICACION	47293
---------------	-------

ESPECIFICACION	RTE. DE COMPRESION
----------------	--------------------

No OPERARIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
No CAMASTILA	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
FECHA	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2
HORA	22	23	24	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17

CARACTERISTICAS	1 ^a CALGA @ 40.9 mm
FECHA	13-FEB-87



$A_2 = 0.712$
 $d_4 = 2.257$
 $D_4 = 2.178$
 $R = \frac{R}{\bar{X}} = 0.87$
 $\bar{X} = \frac{\bar{X}}{\bar{X}} = 36.1$
 $A_2 R = 0.619$
 $LSC = \bar{X} + A_2 R = 36.719$
 $LIC = \bar{X} - A_2 R = 35.481$
 $LSC = D_4 R = 1.89$
 $C = \frac{R}{\bar{X}} = 0.385 \quad C_0 = 2.31$
 $Z_0 = \frac{LSE - \bar{X}}{\sigma} = 4.93 = 0 \%$
 $Z_1 = \frac{LIE - \bar{X}}{\sigma} = 4.15 = 0 \%$



$C_p = \frac{LSE - LIE}{\sigma} = \frac{3.3}{2.31} = 1.515$
 $Cpk = \frac{Z_{min}}{3} = \frac{4.15}{3} = 1.383$

\bar{X}	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25	36.25
R	0.9	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0

GRAFICA No	II-6
------------	------

Los cálculos generales quedarían a cargo del Inspector de calidad así como el llenado y acotado inicial de las gráficas. Como el inspector sí debe tener un adecuado nivel académico, esto no implicaría --- mayor problema para él.

El valor de las constantes utilizadas en las gráficas de medianas son diferentes que las que se usan para las medias, como -- se puede apreciar en los márgenes de cálculo de cada tipo de gráfica.

En la figura II.5 se muestra un ejemplo de gráfica-- de medianas usando los mismos datos con que se elaboró la grafica de promedios.

Como se puede observar en ambas gráficas, aun - cuando el proceso es hábil, está desviado ligeramente hacia arriba, por lo que existe una pequeña probabilidad de que en el lote se encuentren algunos- resortes defectuosos por arriba del límite superior. La experiencia o conocimientos técnicos recomiendan la acción correctiva a seguir y en este caso particular, de la característica carga y operación vencimiento por calor, - la carga resulta inversamente proporcional a la temperatura, por lo que -- la recomendación hecha es subir ligeramente la temperatura a modo de bajar la carga.

En la figura II.6 se muestra la gráfica completa correspondiente, con lo que puede apreciarse que:

- La mayor cantidad de resortes presentan la-
media de la carga tendiente hacia el lado --

inferior de la especificación.

- Que entre las 3.07 y las 3.30 de la mañana hubo un desajuste en el proceso provocando un descenso de la característica (carga) y que fue corregido entre las 8.00 y las 8.30 a.m..
- Que existe la posibilidad de encontrar 15 piezas defectuosas débiles de carga en un lote de 100,000 piezas.
- Que tanto el proceso como el equipo de fabricación empleado son hábiles, en el sentido de que se pueden producir piezas uniformemente .

6. Estratificación.

La estratificación o en otros términos selección o categorización, se define como la clasificación de una masa o cúmulo de datos (defectivos , causas, fenómenos, etc.) en varios grupos con características similares con el objeto de controlar la situación y encontrar las causas principales con cierta facilidad.

Ejemplo: En una fábrica de accesorios para baño, se tiene en el área de pulido, referente al cuerpo principal de fluxómetro , un rechazo del 20% ; pues de 300 piezas pulidas se encontraron 60 piezas defectuosas .

Número inspeccionado $N = 300$
 Defectuosos detectados $r = 60$
 Porcentaje defectuoso $p = 20\%$

Dos causas propuestas:

Operadores: López, Sandoval y Espíndola.

Proveedores: Alfa y Beta.

Estratificación de defectuosos por operadores:

Operador	Producción N	Defectuosos r	% Defectivos p
López	113	30	26.5
Sandoval	93	18	19.4
Fspíndola	94	12	12.8

Estratificación de defectuosos por proveedor:

Proveedor	Producción N	Defectuosos r	% Defectuosos p
Alfa	186	39	21.00
Beta	114	21	18.40

Distribución de la producción por operador y proveedor:

	López	Sandoval	Espíndola	Total
Alfa	70	60	56	186
Beta	43	33	38	114
Total	113	93	94	300

Cada operador usó ambas marcas indistintamente.

Estratificación por operadores:

	López	Sandoval	Espíndola	Total
Aprobados N-r	83	75	82	240
Defectuosos r	30	18	12	60

Estratificación por proveedores:

	Alfa	Beta	Total
N - r	147	93	240
r	39	21	60

Como puede apreciarse, la estratificación o categorización de los datos depende de los datos mismos y de la problemática que gira a su alrededor.

Los datos colectados en una gráfica de control, en un histograma y en una lista de verificación pueden también estratificarse para facilitar su análisis y determinar las causas.

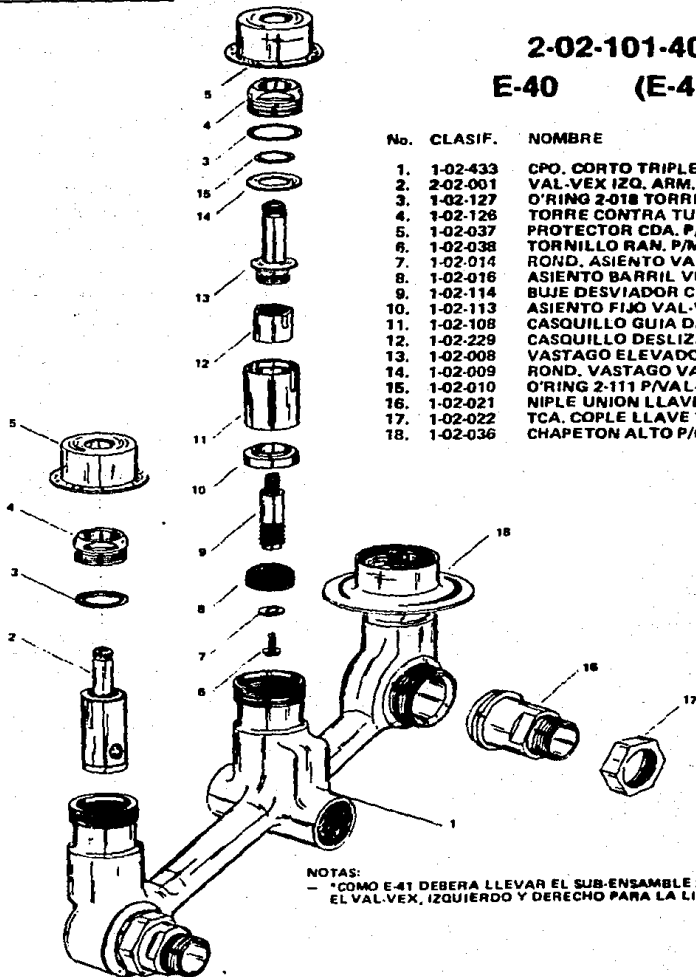
figura II.7

CUERPO CORTO TRIPLE PARA EMPOTRAR

PARTES COMPONENTES DEL CUERPO TRIPLE

2-02-101-40
E-40 (E-41)*

No.	CLASIF.	NOMBRE
1.	1-02-433	CPO. CORTO TRIPLE DE EMP.
2.	2-02-001	VAL-VEX IZQ. ARM.
3.	1-02-127	O'RING 2-018 TORRE C. CH.
4.	1-02-126	TORRE CONTRA TUERCA CH.
5.	1-02-037	PROTECTOR CDA. P/LLAVE EMP.
6.	1-02-038	TORNILLO RAN. P/MANERAL
7.	1-02-014	ROND. ASIENTO VAL-VEX CENT.
8.	1-02-016	ASIENTO BARRIL VULC. VALV. CENT.
9.	1-02-114	BUJE DESVIADOR CENTRAL
10.	1-02-113	ASIENTO FIJO VAL-VEX CENT.
11.	1-02-108	CASQUILLO GUIA DESV. CENT.
12.	1-02-229	CASQUILLO DESLIZABLE CENT.
13.	1-02-008	VASTAGO ELEVADOR IZO. VALV.
14.	1-02-009	ROND. VASTAGO VAL-VEX.
15.	1-02-010	O'RING 2-111 P/VAL-VEX.
16.	1-02-021	NIPLE UNION LLAVE TR.
17.	1-02-022	TCA. COPLE LLAVE TRIPLE
18.	1-02-036	CHAPETON ALTO P/CPO. CORTO



NOTAS:

- * COMO E-41 DEBERA LLEVAR EL SUB-ENSAMBLE 2-02-171 QUE INDICA EL VAL-VEX, IZQUIERDO Y DERECHO PARA LA LINEA PREMIER.

7. Listas de verificación.

Esta herramienta es quizás la más sencilla de todas pero es de suma utilidad en la industria.

Su elaboración depende del uso al que se le destine y puede ser simplemente una lista de partes, componentes, accesorios, ensambles, -- operaciones, mecanismos, etc., u hojas ilustradas con explosivos, dibujos, acotaciones, símbolos, instructivos, etc..

Estas Listas u Hojas de Verificación son las guías que contienen los puntos esenciales que deberá comprobarse que existen en el producto -- que se inspecciona.

La figura II. 7 muestra un explosivo con su respectiva lista de partes que en una fábrica de accesorios para baño es utilizada como -- auxiliar de inspección en la línea de ensamble y empaque .

En las inspecciones finales y en las auditorías de calidad es muy frecuente que de acuerdo a una lista previamente elaborada se verifiquen funcionamientos, componentes y acabados y su existencia o aprobación es marcada con una paloma (✓) y su inexistencia o desaprobación con una X o con un guión (-). En otros casos hay espacios en ---- blanco para anotar cantidades o palabras.

Durante el proceso suelen utilizarse tarjetas de ruta en donde la realización de cada operación se acredita con una firma.

En una fábrica de autopartes, una hoja de verificación de procesos es la que se muestra en la figura II. 8.

HOJA DE VERIFICACION DE PROCESOS			
CLIENTE		O.f.	
PARTE NUMERO		No. LOTE	
CANTIDAD			
NUM	OPERACION	FECHA	INSPECTOR
OBSERVACIONES:			

figura II.8
HOJA DE VERIFICACION DE PROCESOS

Dicha hoja de verificación o tarjeta de ruta, va adherida al contenedor de las piezas. Al concluir la primera operación, que es la de enrollado, el inspector que estuvo a cargo del área en la cual se efectuó esa operación, debe firmar la tarjeta en la columna que dice inspector en el renglon que corresponde a la operación de enrollado

El encargado del tráfico de materiales revisa la tarjeta; si está firmada por el inspector, conduce el contenedor a la siguiente estación -- de trabajo donde se efectuará la operación que corresponda según el proceso productivo.

Al final de cada operación el inspector firma la tarjeta para dar constancia de que la operación fue efectuada bajo su inspección.

Si un contenedor con productos quedara en una área intermedia -- a dos operaciones, en un cambio de turno por ejemplo, bastaría con ver -- hasta que operación está firmada en la tarjeta para poder determinar qué proceso continúa.

Para concluir, podemos mencionar las funciones generales de las hojas o listas de verificación:

1. - Verificación de la Distribución de los procesos de -- producción.
2. - Verificación de puntos defectivos.
3. - Verificación de la ubicación de los defectos.
4. - Verificación de las causas de los defectos.
5. - Comprobación, confirmación, verificación
6. - Otros.

CAPITULO III

LA CALIDAD EN LAS ETAPAS DEL PRODUCTO.

Hasta ahora hemos definido el concepto de calidad y conocido - las técnicas principales que, con base en la estadística se usan para lograr el control de la calidad. Sin embargo, la calidad de un producto - difícilmente se podrá lograr sino se ha planeado, hecho, verificado y - tomado acción sobre una serie de etapas previas a que un producto - - metalmecánico llegue a manos del usuario final.

Las etapas del producto a que nos hemos referido, ocurren dentro y fuera de la instalación industrial y comprenden el control del diseño del producto, el control de los materiales y componentes que se deben adquirir y que formarán parte del producto final; el control durante el -- proceso de fabricación y finalmente el control de las ventas y servicios - - que nos indicará el comportamiento de nuestro producto en manos del -- usuario para poder retroalimentar a las diferentes etapas del proceso y - corregir o mejorar el producto.

Haremos por lo tanto, un recorrido por cada una de las etapas -- antes mencionadas, señalando aquellas actividades más importantes y la -- forma de llevar a cabo el control de las mismas.

3.1. Control del diseño.

En toda empresa dedicada a la producción de bienes, ya sean-

de consumo o de capital, deberá existir una unidad dentro de la estructura orgánica dedicada a convertir en realidad, lo que a través de estudios de mercado se señala como una necesidad, es decir, la concepción de un producto. Esta unidad administrativa es denominada en varias formas, tales como Ingeniería del Producto, Gerencia Técnica, Diseño o simplemente Ingeniería. La responsabilidad fundamental de esta unidad será proporcionar a la empresa la creatividad necesaria para originar productos nuevos, mejores y más económicos, usando para ello el conocimiento tecnológico y aplicando los nuevos descubrimientos y resultados de la investigación básica.

Algunos métodos de diseño. Se discutirán aquí algunas de las prácticas más comunes que un diseñador puede seguir para asegurar obtener la calidad inherente o intrínseca del diseño del producto; en otras palabras, los recursos extras que el diseñador puede tomar en consideración para asegurar que el futuro producto cumplirá satisfactoria mente con las funciones de calidad, costo, tiempo medio entre fallas (TMEF); es decir que su diseño sea confiable.

Normas y Especificaciones. Un aspecto fundamental que debe ser considerado al diseñar, es tomar en cuenta que existen tanto a nivel nacional como internacional normas y especificaciones que el producto debe satisfacer cuando es un producto de consumo o las normas y especificaciones del consumidor cuando se trata de productos industriales.

En nuestro país, la Dirección General de Normas dependiente de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, es la encargada de formular, aprobar, revisar, difundir y vigilar el cumplimiento de las normas oficiales mexicanas (NOM) que regulan el sistema general de medidas de los productos, así como las correspondientes a las clasificaciones, especificaciones, métodos de prueba y otros.

Por otra parte, nuestro país forma parte de la Organización Internacional de Normalización (ISO), de la Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) y de otras organizaciones internacionales cuya función está relacionada con el tema. Una de las críticas que se realizan con mayor frecuencia a los productos hechos en nuestro país es su bajo nivel de calidad, lo cual se debe en parte a que en la gran mayoría de los casos no cumplen las normas y especificaciones nacionales o internacionales.

Los departamentos de ingeniería del producto desconocen algunas veces la existencia de normas y especificaciones y pierden mucho tiempo en tratar de elaborar alguna especificación con los resultados en ocasiones negativos que puede esperarse de esta situación.

Sobrediseño.

Cuando el peso, espacio y costo lo permiten, el sobre diseño es una forma común de asegurar la calidad. Este método es el más simple de mejorar las condiciones de confiabilidad del producto, te

niendo la desventaja de poderse emplear solamente en diseños mayores -- en donde el sobrecosto por los márgenes de seguridad no es significativo-- comparado con el costo total del producto.

Estandarización y simplificación de componentes. Estos recursos también muy empleados por los diseñadores para aumentar la -- confiabilidad inherente del producto. La reducción de la cantidad de compo nentes aumenta la confiabilidad del diseño. Esta práctica es de uso común en dispositivos mecánicos tales como pernos, pasadores, seguros, etc., - Además el diseñador debe hacer uso de componentes que ya ha empleado - en otros proyectos con éxito lo cual además de reducir la cantidad de - - componentes a comprar, le asegura que la confiabilidad de tales componen tes es conocida.

Redundancia.

Esta es una técnica muy importante, sin embargo su aplica-- ción está restringida a sistemas electrónicos o hidroneumáticos de alto-- valor. Es fácil observar que una función puede ser mejorada si se efec-- túa por dos o más rutas de funcionamiento, en este caso tiene mayor - confiabilidad que si se efectúa por una sola. La redundancia puede ser -- total o parcial, por ejemplo en un equipo hidráulico que puede ser opera-- do manual o automáticamente o el generador eléctrico de emergencia de-- un hospital que está siempre listo a ser operado en caso de una falla de - energía.

Otra técnica de mejorar la calidad y confiabilidad inherente -- del producto es el llamado análisis del modo y efecto de fallas (AMEF del -- diseño).

El Análisis del Modo y Efecto de Fallas del diseño es una técnica analítica que identifica los modos de falla potenciales del producto -- o algún componente de él y estima los daños o efectos potenciales del -- usuario debido a las fallas relevantes identificando sus causas potenciales; eliminando las condiciones de mayor riesgo para determinar y prevenir -- las condiciones de falla. Utiliza la probabilidad de ocurrencia y detección -- en conjunto con el criterio de severidad para determinar un número de -- prioridad de riesgo (NPR) por medio del cual se jerarquizan las consideraciones para las acciones correctivas. El análisis y revisión en forma -- ordenada de un producto nuevo favorece la identificación, solución y -- monitoreo de problemas potenciales durante las etapas de planeación de -- un nuevo modelo o programa.

Elaboración de planos.

Una vez que los ingenieros de diseño han determinado por -- medio de bocetos, diagramas, cálculos, consulta técnica, etc., las -- formas, tamaños, materiales y dimensiones del producto y cada uno -- de sus componentes, se procederá a la elaboración de los dibujos o -- planos que servirán como base para la fabricación del producto.

Los dibujos de ingeniería pueden establecer dimensiones exactas o mostrar vistas de la parte desde diferentes ángulos. Pueden ser diagramas esquemáticos que mediante la utilización de símbolos convencionales indican la configuración de la parte y especifican los materiales de que se construirá. En ocasiones presentan cortes o se amplían detalles en la construcción. Se indicarán tolerancias, métodos de prueba o normas y especificaciones de calidad y se utilizarán las proyecciones ortogonales necesarias para la completa identificación y comprensión de la parte, evitando cualquier falla de interpretación en la construcción. Un buen dibujo debe ser de fácil lectura y que no se preste a diferentes interpretaciones, permitiendo que fabricantes localizados en diferentes lugares puedan construir o producir un producto con las mismas características, el mismo acabado y los mismos materiales para poder ser utilizados indistintamente, evitando así problemas de ensamble, fallas de funcionamiento, retrabajos, rechazos; es decir, fabricar un producto industrial y no artesanal.

Hemos hablado en párrafos anteriores de la necesidad de seguir normas y especificaciones y en el caso de los dibujos deberemos empezar por poner en práctica muchas de esas normas y estándares.

Sistema de Unidades.

Todos los dibujos deberán estar acotados de acuerdo a las unidades de medida recomendada por nuestro país, las cuales forman el Sistema Internacional de Unidades (SI). El Sistema Internacional de

Unidades (NOM-Z-1) posee las siguientes magnitudes y unidades base:

Magnitud base	Denominación	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	segundo	s
Intensidad de corriente - eléctrica	amperio	A
Temperatura termodinámica	Grado Kelvin	K
Intensidad luminosa	Candela	cd
Cantidad de materia	mol	mol

Todas las demás magnitudes y unidades se derivan de estas --- unidades base.

Análisis y revisión del diseño.

En la calidad de un producto, el análisis y revisión del diseño juega un papel muy importante, ya que esto representa la primera fase del control que se tendrá durante la larga cadena de actividades a desarrollar antes de poner el producto en el mercado.

El análisis y revisión al diseño tiene por objeto el comparar el diseño propuesto con las características o cualidades preestablecidas para el producto y analizar su confiabilidad inherente. Esta revisión ---

debe efectuarse a través de un comité técnico especializado a nivel gerencial, en el cual se encuentren representadas todas las especialidades de ingeniería que el diseño requiere.

El diseñador someterá a la consideración del comité todos los documentos que fuese necesario para llegar al diseño presentado, como son dibujos generales, detalles, especificaciones, memorias de cálculo y reportes, así como los valores de tiempo medio entre fallas y/o valores de confiabilidad de los componentes del diseño, etc. . . .

Una vez que el comité tiene conocimiento de un diseño nuevo, procederá al análisis y evaluación del mismo con los datos presentados, elaborando al final un reporte con los comentarios y recomendaciones que a su juicio ameriten modificaciones o cambios al diseño expresando las razones encontradas.

En ocasiones, el comité de revisión del diseño se constituye por personas de diferentes departamentos de la empresa, lo cual dificulta la comunicación para obtener información y llevar a cabo la evaluación. Este problema ha sido resuelto en algunas empresas grandes formando un cuerpo auxiliar a la gerencia de ingeniería pero que tiene bastante influencia sobre los diseñadores.

Una dificultad grande con que se encuentra la tarea de análisis y revisión del diseño es la falta de información referente a la confiabilidad de los componentes individuales y que se obtienen de diversos proveedores, como son dispositivos mecánicos, componentes eléctricos y

electrónicos, etc.. La industria de partes mecánicas no se ha preocupado por llevar a cabo pruebas de confiabilidad de sus productos y actualmente no se cuenta con datos suficientes para hacer un análisis real.

Dentro de la industria electrónica sí hay estudios sobre la vida de los componentes que se ofrecen al mercado, pero se tropieza con discrepancias en los métodos de prueba y obtención de datos. De esta manera, dos fabricantes pueden ofrecer datos diferentes para un mismo componente, por lo que no pueden tomarse muy en cuenta sin hacerse una evaluación previa.

Una vez concluidas las correcciones y realizado el análisis de las mismas se procede por parte del comité de estudio a la aprobación del diseño, pasando a una nueva etapa.

Pruebas de Desarrollo.

La siguiente etapa en el control de la confiabilidad de un producto industrial previa su manufactura en serie, es la de verificar físicamente todos los componentes del mismo, tanto independientemente como formando parte de un sistema y el producto en su totalidad.

Antes de realizar alguna prueba se requiere llevar a cabo la planeación de la misma con el objeto de evitar pérdidas de tiempo y dinero y obtener una mejor interpretación de las mismas: se hace necesario entonces, en base a las especificaciones de la parte o componente a probar y en función de las características de operación a que estará sujeta dicha parte o componente, el planear un método de prueba en el

cual se pueden verificar todas sus características.

Este método de prueba se hará por escrito y pasará a formar parte de las especificaciones de la pieza. La elaboración de los métodos de prueba se debe hacer por personal ajeno al departamento de diseño. Este personal será experto en la elaboración de pruebas y deberá tener conocimiento amplio de los estándares que la industria utiliza, para que basado en ellos pueda desarrollar el método con las siguientes características principales:

- La prueba debe poderse llevar a cabo con ayuda de equipo normal de laboratorio en lo posible.

- Debe poder ser reproducible en cualquier parte.

- Debe ser entendible por personas de diferentes empresas.

- Deberán utilizarse métodos comunes a otros productos en lo posible.

- Deberá estar relacionado a métodos oficiales o comúnmente conocidos como a normas nacionales, extranjeras o internacionales.

- En el caso de emplear equipo especial, deberán incluirse en el método las características y planos de construcción del equipo.

Una vez cumplidos todos estos requisitos, se elabora el método y se somete a la consideración del comité de revisión del diseño, cabe aclarar que esta tarea puede hacerse casi simultáneamente con el

diseño.

Para llevar a cabo las pruebas, se requiere de la fabricación de prototipos o muestras piloto. Estos prototipos serán partes componentes o aun el producto completo, fabricados cumpliendo todas las características requeridas por el diseño pero normalmente no estarán manufacturados en una línea de producción,

Como es de suponer, la fabricación de prototipos será en número reducido pero suficiente para poder hacer un estudio real de confiabilidad.

Programa de Pruebas.

Para que resulten realmente efectivas todas las actividades hasta ahora analizadas, se requiere establecer las rutinas o métodos de prueba antes descritos y ejecutarlos dentro de un plan general denominado Programa de Pruebas. Dentro de este plan general pueden estar todos los componentes o solamente aquellos que sean de nuevo diseño o nueva aplicación o bien los más costosos, pero principalmente aquellos que representen riesgos de seguridad para el usuario del producto, por lo que estos ocuparán un lugar primordial de importancia de las pruebas. Una vez efectuada la distribución de las pruebas y tomando en consideración la cantidad de las muestras de que se dispone, se llevan a cabo éstas a cuyos resultados se le pueden dar entre otras, las siguientes aplicaciones:

Afinación al Diseño

Después de las pruebas podrá haber modificaciones al diseño, las cuales pueden ser motivadas por varias causas como son:

- Modificación de materiales.
- Modificación de proceso de manufactura.
- Modificación de dimensiones.
- Estandarización o simplificación.

Análisis de Tolerancias.

Después de terminadas las pruebas, se pueden modificar las tolerancias para adaptarse mejor al funcionamiento del dispositivo y para asegurarse de que las diferentes piezas ensamblan correctamente.

Proyecto de Inspección.

Es muy importante en esta fase seleccionar las características de calidad que se deben inspeccionar durante el control del proyecto, los equipos que deberán usarse y el entrenamiento del personal de inspección que se requiera.

Proyecto para Empaques y Embarques.

La selección de los procesos y tipos de empaque y embarque más apropiados a fin de que el consumidor reciba el producto en condiciones satisfactorias y con el mínimo de defectos.

Afinación del Proyecto de Manufactura.

Dependiendo del tipo de partes a fabricar se seleccionará el proceso de manufactura más adecuado a fin de obtener máximas econo--

Es esencial que la calidad de los materiales adquiridos esté de acuerdo con los requisitos del comprador para su empleo en la producción. Productos diseñados con la mayor eficiencia no podrán producirse a menos que los materiales empleados en su manufactura sean satisfactorios.

Desafortunadamente aún existen muchas fábricas que no cuentan con controles adecuados y se han confiado a la buena voluntad de sus proveedores para que el material adquirido resulte aceptable para ser empleado en su fabricación.

En el otro extremo, existen también empresas que inspeccionan su material hasta el exceso, gastando más tiempo y dinero del necesario.

Las antiguas rutinas de control sobre el material comprado basaban su atención a los procedimientos de inspección de recibo o recepción. Se consideraba como representativo de un gran programa de inspección (no de control) el disponer de grandes áreas ocupadas por instrumentos de medición de todo tipo, tablas de muestreo y gran número de personal. Hoy en día se ha reconocido que una inspección de recibo tan amplia por sí sola, no tiene relación con la acción PREVENTIVA del control total de calidad. Las técnicas actuales dan mayor énfasis al CONTROL de los materiales en su propio origen con base en un convenio de estrecha colaboración entre proveedor y comprador.

Las modernas técnicas de control para productos adquiridos se basan, como hemos dicho antes en acuerdos bilaterales entre proveedor y comprador, con el único objeto de garantizar entre ambos la satisfacción

mías.

Elaboración de Hojas de Proceso.

En función del proceso seleccionado de las máquinas con que se dispone y de la disposición de las mismas en la fábrica se elaborarán hojas de proceso con las indicaciones pertinentes de herramientas a usar, tolerancias, tipo de verificación, etc.

Garantías de Calidad y Referencias para fines de Ventas.

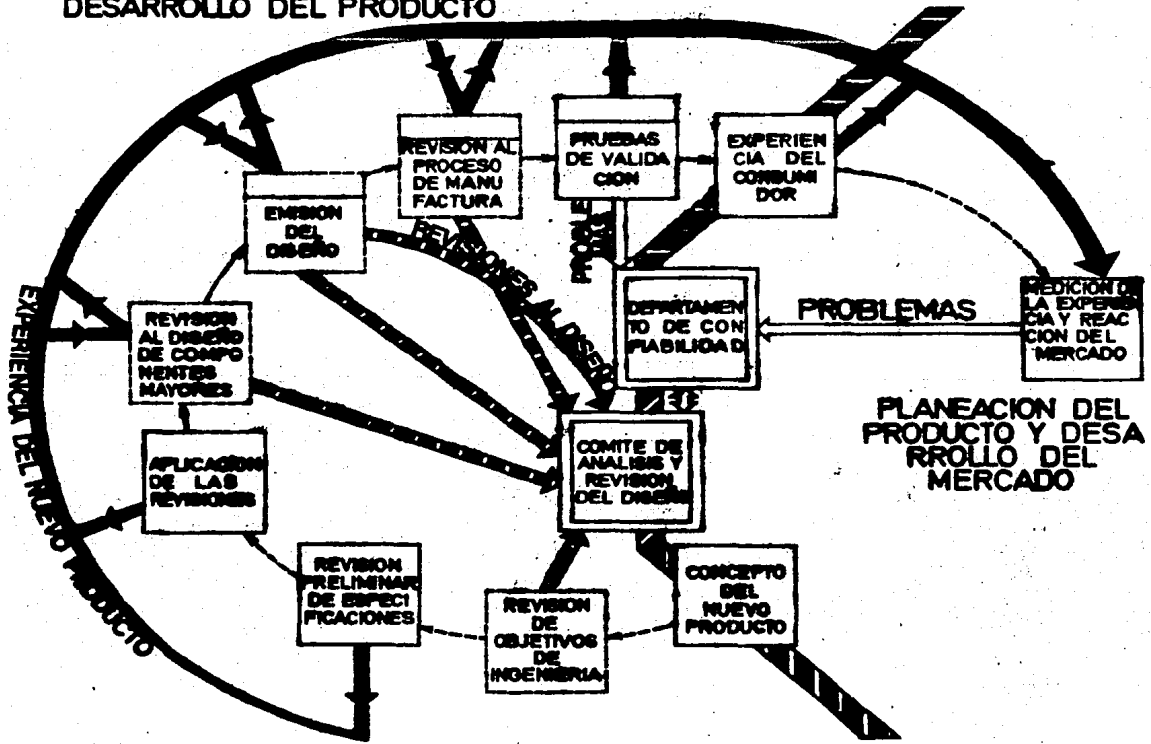
Se prepararán los argumentos y características del producto que un vendedor puede exponer para mejorar su venta.

En la figura 3.1. se muestran las actividades y revisiones que se realizan como apoyo a la calidad del producto que se pretende fabricar y las relaciones entre esas actividades para cumplir con los requerimientos del mercado.

3.2. Control de los materiales y componentes.

La industria manufacturera gasta en algunos casos el equivalente al 70% de su costo de fabricación en comprar materias primas y piezas componentes a otras compañías a las que en adelante llamaremos "proveedoras". Por consiguiente, a menos que la calidad, el precio, la cantidad y las fechas de entrega de tales materiales sean satisfactorios, el comprador y el proveedor no pueden fabricar buenos productos ni garantizar la calidad a sus consumidores.

DESARROLLO DEL PRODUCTO



ACTIVIDADES Y REVISIONES DE LA CONFIABILIDAD

del consumidor.

Después de hacer una selección de proveedores y una vez -- establecidos los contratos de compraventa proveedor y comprador deberán establecer, en base a la información técnica del producto a fabricar y a los procesos de producción del proveedor las condiciones bajo las cuales deberá ser fabricado, recibido y aceptado el nuevo producto. Entre las técnicas empleadas para este fin se encuentran las siguientes:

Planeación avanzada de la calidad.

El proveedor una vez recibidos los planos, especificaciones y toda la información técnica necesaria para fabricar un componente, deberá auxiliado por el comprador, desarrollar los planes de control para el producto a suministrar. El plan de control es un documento que resume -- los métodos planeados para garantizar la calidad de las partes que proveerá. Permite al proveedor y al comprador tener una forma efectiva de --- lograr un concenso sobre la planeación de la calidad de nuevos productos y revisar los cambios hechos en el sistema de calidad después de que se ha iniciado la producción. En la figura 3.2. se muestra un esquema ilustrativo de un plan de control, utilizado en Ford Motor Company de México.

Las características de la parte que deben ser incluidas en un plan de control son:

- Puntos críticos de la parte.
- Puntos señalados como reelevantes por el departa

**PLAN DE CONTROL
CONTINUO**

Número de Parte: 843Y-9A889-BA

Nombre de la Parte: Interruptor de Faros

Prov.: Interruptores JACSA.

Características relevantes: A. Espesor de hoja de terminal.
B. Ancho de hoja de terminal
C. Cuerdas de bujes de montaje
D. Alineamiento de terminal
E. Continuidad - Todos los circuitos (v)
F. Caída de voltaje - Circ. No. 321.

	CARACTERÍSTICA AFECTADA	DETALLE DE LA PARTE	FRECUENCIA	TAMAÑO DE MUESTRA	METODO DE ANALISIS	PROGRAMA DE REACCION, SI SE ENCUENTRAN CONDICIONES FUERA DE CONTROL
Inspección de Recibo	A	Espesor	Cada embarque.	-----	Revisar cartas de control recibidas con cada lote.	Retener lote, Contactar al proveedor para resolución.
Inspección en Proceso Area de Prensa.	A	Espesor después de troquelado.	Cada 1000 partes	2 Pzas.	Micrómetros/ Carta \bar{X} -R	Corregir proceso.
	B	Ancho después de estampado	Cada 10000 partes	5 Pzas.	Micrómetros/ Carta de Medias.	Corregir proceso.
Area de Ensamble	C	Cuerdas después del formado	Cada 4 Horas	75 Pzas.	Gage de anillo/Carta p	Corregir proceso.
	D	Alineamiento después de instalar	Cada hora	30 Pzas.	Gage especial/ Carta p	Corregir proceso.
	E	Ensamble completo.	Graficar cada hora	100%	Probador automático/Carta u	Reparar por el operador responsable.
	F	Ensamble completo.	Cada hora	20 Pzas.	Probador automático/ Carta \bar{X} , s	Corregir proceso
Inspección de Salida	C,D,E,	Ensamble completo.	Cada lote.	50 Pzas.	Inspección visual completa, gages y banco de prueba/ Carta c.	Rechazar el lote y separar para identificar los defectuosos.

mento de control de calidad y comunicados a través de compras.

- Características que el proveedor señale como --
re relevantes de acuerdo a su proceso y basado en-
su experiencia.

El plan de control debe ser presentado por el proveedor antes de iniciar la producción y ser aprobado por control de calidad del comprador. El plan de control representa el compromiso que la planta proveedora hace con su comprador sobre los sistemas de control que implementará -- para prevenir defectos y evitar que se produzcan partes defectuosas y éstas lleguen hasta la planta del comprador.

Habilidad del proceso.

Los proveedores deberán efectuar estudios estadísticos en las-- operaciones que afectan las características determinadas en el plan de control; para esto se recomienda la secuencia de estudios siguiente:

- * Estudios de potencial del proceso. - Estos estudios --
proporcionan una evaluación preliminar del potencial-
del proceso para producir partes que cumplan con las
especificaciones. Los estudios se llevan a cabo utili--
zando información por variables en una muestra de --
por lo menos 30 unidades tomadas de una corrida de -
300 piezas de producción como mínimo. La informa--

ción se ordena en subgrupos de unidades consecutivas (normalmente 5 unidades por cada subgrupo) y se analiza utilizando cartas de control \bar{X} y R. Si la gráfica no muestra ningún punto fuera de control ni evidencia de que existan tendencias indebidas, se puede determinar el potencial del proceso calculando la desviación estándar (σ) usando la información de la gráfica de control.

Cuando solo se cuenta con información de atributos, debe utilizarse una gráfica de control apropiada (p, np, c, u).

- * Habilidad del proceso. - La habilidad del proceso se determina continuando las cartas de control con el proceso operando bajo las condiciones reales de producción, hasta que todos los factores que pudieran contribuir a una variación en el proceso (materias primas, personal, medio ambiente, desgaste de herramientas), se vean reflejadas en la producción.

En el caso de control por variables, se usan cartas de control \bar{X} , R para calcular la desviación estándar de la distribución de las lecturas y poder determinar la habilidad del proceso. Se dice que un proceso es hábil cuando $\pm 3\sigma$ cae dentro de las especificaciones

bilaterales o en el lado favorable de una especificación unilateral.

En caso de tener información por atributos, la habilidad del proceso se indica por medio del comportamiento del proceso (\bar{p}) siempre y cuando el proceso esté bajo control.

Análisis del modo y efecto de la falla del proceso (AMEF). El AMEF se efectúa antes del inicio de la producción e involucra a todos los modos de falla potenciales y sus posibles causas.

El AMEF del proceso es una técnica analítica que identifica los modos de falla potenciales del proceso, estima los efectos potenciales en el cliente debido a fallas e identifica sus causas potenciales, así como las variables relevantes del proceso para determinar y prevenir las condiciones de falla. Utiliza la probabilidad de ocurrencia y de detección en o conjunto con el criterio de severidad para determinar un coeficiente de prioridad de riesgo, por medio del cual se jerarquizan las consideraciones para las acciones correctivas. El análisis y revisión en forma ordenada favorece la resolución o monitoreo de problemas potenciales del proceso durante la etapa de planeación de la produc-

ción.

La técnica para hacer este análisis es la siguiente:-

Modo en que puede presentarse la falla potencial.

* Se indica la función del proceso o componente que está siendo analizado, y suponiendo que la falla ocurrirá se contestan las siguientes preguntas: Qué puede estar mal en el proceso.?; ¿Cómo puede fallar la parte al no cumplir las especificaciones?; ¿Qué podría objetar el cliente?

* Efectos de la falla potencial

Suponiendo que la falla ha ocurrido, se describe - lo que ocasionaría el modo de falla identificado. --
- Siendo las descripciones tan específicas como sea -
- posible.

* Causas de la falla potencial.

En este punto se enlistan las causas potenciales -- asignables a cada modo de falla. Esto se logra contestando la siguiente pregunta : ¿Qué variables del proceso podrían ocasionar cada modo de falla potencial?. Procurando que la lista sea lo más completa posible, de tal manera que las acciones a tomar -- sean dirigidas a todas las variables.

Grado de ocurrencia

Después de haber enlistado los modos de falla y sus efectos, -- lo que procede hacerse es estimar una probabilidad de ocurrencia de las -- supuestas fallas y sus efectos. Se clasifican las probabilidades de ocurrencia en muy alta, alta, moderada, baja y remota con los criterios siguientes:

Probabilidad de Ocurrencia	C r i t e r i o	Calificación (puntos)
Muy alta	Desde el punto de vista del evaluador la falla -- ocurrirá casi segura-- mente.	10
Alta	Generalmente asociada con procesos previos que han fallado. La habilidad del proceso es deficiente.	8-9
Moderada	Proceso en Control Estadístico, la habilidad no es suficiente pero dentro de especificaciones.	6-7
Baja	Proceso dentro de Control Estadístico, La parte está dentro de especificaciones	2 a 5
Remota	La habilidad es de $\pm 4\sigma$ dentro de especificaciones.	1

Calificación de Severidad

Debe estimarse la severidad de los efectos de falla para el cliente, usando una escala de 1 a 10 . La severidad es el factor que representa la gravedad de la falla para el cliente de acuerdo con la siguiente tabla:

Posibilidad	Criterio	Calificación(puntos)
Remota	El cliente no detecta la falla. Sólo un experto puede detectarla.	1
Baja	Causará una pequeña degradación pero no afecta su funcionamiento.	2-3
Moderada	El cliente detecta la falla pero ésta no afecta el funcionamiento. Causa reclamación.	4-6
Alta	El producto queda inoperante pero no afecta la seguridad del usuario	7-8
Muy Alta	La falla puede ocasionar un accidente, el producto queda inoperante	9-10

Grado de detección

Usando nuevamente una escala de 1 a 10 puntos, se estima la dificultad con que el defecto puede ser detectado y corregido antes de que el producto o componente salga de la fábrica. Se debe suponer que la falla ha ocurrido y evaluar la eficiencia de los controles para prevenir el embarque de las partes con defecto. La calificación se hará siguiendo un criterio como el que a continuación se menciona.

Posibilidad	C r i t e r i o	Calificación(puntos)
Remota	El defecto es una característica obvia, fácilmente detectable en una operación subsecuente.	1-2
Baja	La facilidad de detección es de por lo menos 99%.	3-5
Moderada	El defecto puede detectarse con una probabilidad de 90%.	6 - 8
Alta	El defecto es una característica oculta o la falla es intermitente.	9
Muy Alta	La falla no es verificable, El defecto está latente y pudiera no aparecer en la manufactura o ensamble.	10

La calificación total se hará con el producto de las tres calificaciones (ocurrencia, severidad y detección) . La puntuación así obtenida -- determina un número de prioridad de riesgo (NPR), el cual es un indicador -- del grado de ocurrencia, en base al cual deberán darse las prioridades -- para la toma de acciones correctivas y para el empleo del control estadístico por medio de cartas de control.

En la tabla 3.3 se muestra un ejemplo del uso de esta técnica -- para un producto supuesto, en la planta de armado de Ford Motor Company de México.

Aprobación de muestras iniciales.

Una vez que el proveedor ha desarrollado el herramental necesario para producción (moldes, troqueles, dispositivos de maquinado, planes de control, herramienta de medición, etc...), es necesario que fabrique un pequeño lote de partes y lo presente al comprador como muestra inicial de -- lo que será la producción normal a fin de que las mencionadas muestras -- sean evaluadas en todas sus características contra las especificaciones de -- dibujo, así como también sean efectuadas las pruebas de montaje, durabilidad y resistencia.

Cuando la muestra ha satisfecho todos los requerimientos de -- calidad, funcionalidad y durabilidad, el proveedor queda autorizado a iniciar la fabricación en serie de un primer lote de producción el cual será cuidadosamente vigilado por el comprador eliminando algunos otros problemas -- como pudieran ser: empaque, almacenamiento, manejo en planta... etc., --

**ANALISIS DEL MODO Y
EFECTO DE LA FALLA POTENCIAL
(AMEF DE PROCESO)**

PROCESO: Instalación del Soporte-Línea de Combustible
RESP. PRIMARIA DEL PROC. C. de Cal/Div. Motores
OTRAS DIV. U OFNAS. DE INGRÍA.-INV. Ingría. del Prod./MFRA

PROV. EXTERNOS AFECTADOS Estampados JACSA
VEHICULO(S)/AÑO MODELO FORD 19XX
LIB. PROG. DE PRODUCCION JOB No.1.19XX

INGENIERO J. L. Ibarra
SUPERVISOR J. Armada
FECHA DE AMEF(ORIG) 12/15/XX (REV.)

NOMBRE Y NUMERO DE LA PARTE	FUNCION DEL PROCESO	MODO DE LA FALLA POTENCIAL	EFECTO(S) DE LA FALLA POTENCIAL	CAUSA(S) DE LA FALLA POTENCIAL	CONDICIONES EXISTENTES				ACCIONES RECOMENDADA(S)	RESULTADOS				ACTIVIDAD RESPONSABLE			
					CONTOLES ACTUALES	CUMPLIDA	ATENDIDA	(NPR) No. DE PRIORIDAD DE RIESGO		ACCIONES TOMADA(S)	CUMPLIDA	ATENDIDA	(NPR) GRADOS RESULTANTES				
		Soporte flojo	Ruido en el vehiculo	Torque bajo	Verificación del torque en siguiente estación	2	4	7	58	NR	NR	2	4	7	58		
				Tornillo barrido	_____	4	4	7	112	Revisar tipo de tornillo liberado	Se liberó tornillo de mayor grado PCR744568. 1-20-XX		2	4	7	58	Ingría. del Producto J. Camello
		Soporte deformado	Línea no sujeta por el soporte, ocasionando binco de corriente del distribuidor a la tubería, con la consecuente marcha irregular del motor y, manguera colapsada ocasionando pobre abastecimiento al carburador.	Dificultad del ensamble	Instalación del soporte después de fijar la línea de combustible	4	8	7	224	Revisar el proceso para colocar el soporte antes de fijar la línea de combustible	Hoja de proceso revisada como fue recomendado	1	8	7	56	Ingría. de MFRA R. Avenado	
				Material fuera de especificación	_____	2	8	10	180	Inspección de control de calidad de cada lote recibido verificando la dureza	Procedimiento de inspección implantado.	1	8	10	80	C. de Cal. Planta E. Ruiz	
EJEMPLO																	

Recibo de materiales.

Con las tareas llevadas a cabo antes de iniciar producción, las cuales son coordinadas por los departamentos de calidad y compras, los lotes de producción normal tendrán forzosamente un mayor grado de confianza por parte del cliente, sin embargo, el control de los lotes se hace necesario por parte de inspección de recibo.

Como se dijo anteriormente, existe acuerdo previo entre proveedor y cliente y parte de estos acuerdos son la forma de inspección, la frecuencia de dicha inspección y las herramientas con que se inspecciona. Al recibo de los materiales se hará un muestreo del lote recibido empleando para ello una carta en la que debe estar indicado:

- Los puntos a verificar.
- La cantidad de piezas a verificar para cada punto.
- La herramienta a emplear .
- Las medidas y tolerancias de aceptación.

A esta carta se le denomina "Norma de Inspección de Recibo". con los datos obtenidos de la muestra se evalúa si el lote inspeccionado es aceptado o rechazado y se lleva un record para cada proveedor y cada parte de los lotes recibidos, lotes aceptados y lotes rechazados, así como las causas de cada rechazo y recomendaciones o notas .

Control del material aceptado y rechazado.

Hasta ahora hemos analizado las actividades de control del --

material adquirido desde que se ordena la producción hasta que se recibe - el material en planta.

Ahora veremos los controles dentro de la planta hasta el surtido del material a las líneas de producción.

Antes de hacer la inspección de recibo, el material comprado debe ser protegido evitando que se dañe por cualquier agente externo como polvo, humedad, golpes, etc., y además evitando que se mezcle con otro -- material ya sea aceptado o rechazado. Para esto se crea una pequeña área a la que se denomina área de cuarentena, en donde permanecerá todo material recibido sujeto a inspección o a alguna toma de decisión.

El área deberá ser lo más pequeña posible y estar controlada mediante puerta separada de cualquier otra área donde exista material. El -- control estará a cargo de calidad.

Si el material es aceptado, se identificarán todos y cada uno - de los recipientes o contenedores que contengan el lote mediante tarjetas -- con los datos generales de la parte.

Hecho lo anterior, el material estará a disposición de control de materiales para ser enviado de inmediato a los almacenes correspondientes o a las líneas de producción según se requiera.

Si por cualquier causa el material es rechazado, se identificará cada contenedor con una tarjeta roja con los datos pertinentes y se -- enviará inmediatamente a otra zona de la planta la cual se denomina "almacén de rechazos" en donde estará bajo resguardo del departamento de cali-

dad hasta ser recogido por el proveedor para su reinspección o retrabajo. Estas operaciones de reinspección o retrabajo normalmente son efectuadas en la planta del proveedor.

Acciones correctivas a los rechazos

Cuando un material es rechazado y sobre todo si es repetitivo, el personal del control de calidad deberá visitar la planta del proveedor a fin de investigar las causas del rechazo y establecer las medidas correctivas en el proceso de producción para evitar que surgan nuevos rechazos. Debe hacerse un compromiso de parte del proveedor de las acciones a tomar y las fechas para lograr la corrección.

Todo acuerdo que haga Control de Calidad con el proveedor deberá ser notificado a los departamentos involucrados a fin de mantenerlos informados y de que se haga el seguimiento de las correcciones.

Auditorías de calidad a proveedores.

Es importante, como parte del control del material adquirido, que se establezca un sistema para que con cierta frecuencia, personal del comprador se desplace a las instalaciones del proveedor a fin de llevar a cabo una auditoría de los sistemas y procedimientos acordados entre ambas partes. Estas auditorías serán tan frecuentes y profundas como el proveedor haya demostrado confianza mediante la estadística de los lotes enviados y aceptados, es decir, a mayor porcentaje de aceptación menor frecuencia de auditorías.

Las auditorías de calidad suelen comprender no solo aspectos de calidad, sino también la limpieza y orden en la planta, disciplina del personal, y controles administrativos de producción.

3.3 El control de calidad durante el proceso de fabricación.

Veamos ahora las principales actividades que deberán llevarse a cabo dentro de la instalación industrial para mantener el nivel de calidad del diseño.

Selección del proceso de manufactura

Cuando ingeniería del producto o diseño ha realizado su labor, -- y como resultado de ella se cuenta con especificaciones, dibujos, diagramas, etc. . . , surge la necesidad de realizar otras tareas que no están directamente relacionadas con el producto sino con los medios necesarios para producirlo, como lo es elegir el proceso para elaborar el producto a fin de que éste -- cumpla con todas las especificaciones de calidad y costo.

Entendemos por proceso a la combinación de personas, máquinas, equipo, materiales, métodos y medio ambiente que trabajan juntos para producir un resultado. La calidad de dicho resultado dependerá de la manera -- en que nuestro proceso ha ya sido diseñado y esté operando.

Dependiendo de la naturaleza del producto, los ingenieros de -- proceso van determinando la secuencia lógica de realizar las diferentes -- operaciones requeridas hasta lograr la transformación de los diferentes --

materiales en partes y componentes que formarán los subensambles y ensambles en que se divide el producto.

Además se deben considerar la naturaleza de las instalaciones para realizar el trabajo, las herramientas que se emplearán, los dispositivos, etc..... Se trata en fin de planear detalladamente todas las actividades necesarias para elaborar el producto con un mínimo de demoras, esfuerzo y desperdicio y máxima calidad.

Control estadístico del proceso.

El control estadístico de los procesos de manufactura tiene -- como finalidad el auxilio en la percepción de tendencias en el proceso, de manera que pueda predecirse su comportamiento en el plazo inmediato y se puedan tomar las acciones correctivas a las causas de variación y establecer medidas preventivas permanentes, que además de evitar riesgos en la producción permitan ir mejorando gradualmente el proceso. Podemos -- decir que el control estadístico del proceso es la forma de acumular conocimientos y experiencia en una manera coherente y consistente en relación al comportamiento de un proceso, para estar en condiciones de modificar -- los factores de entrada que permitan obtener un resultado conforme a las -- expectativas.

Determinación de los puntos de control

Para implementar un control estadístico en el proceso, se -- deberán identificar como primer punto todas aquellas operaciones críticas, ya sea por el funcionamiento de la parte en el producto final o porque

la experiencia en la fabricación de partes similares nos indique una mayor-
variación.

La identificación de operaciones críticas nos conducirá a la elaboración del plan de control. El plan de control consiste en una lista de -- las operaciones críticas determinándose para cada una de ellas una forma - de verificación que depende de la conveniencia de manejarlas por las cartas de variables o atributos. Se determina también la frecuencia con que debe -- medirse y la herramienta necesaria para hacer la medición.

Como segundo paso, implantaremos una forma de instrucción a - los operarios o inspectores en la que se muestren las características a di- - mensionar, la frecuencia de las inspecciones, las herramientas a emplear-- el tipo de carta a implementar, las dimensiones nominales y sus tolerancias y un croquis o figura que muestre la forma de la medición.

A esta forma la denominamos hoja de instrucción de inspección-- y deberá estar siempre frente al operador a fin de que se familiarice con su manejo.

Será responsabilidad de control de calidad el vigilar que siem-- pre que se esté produciendo una determinada parte, las hojas de control- -- permanezcan en las máquinas u operaciones a controlar así como la distribu- ción de la herramienta necesaria para efectuar las mediciones.

Interpretación de la gráficas de control.

En el capítulo anterior hemos estudiado lo referente a las

técnicas estadísticas y la determinación de todos los parámetros de las --
mismas por lo que ahora solo mencionaremos algunos detalles.

El objeto de analizar una gráfica de control es identificar cuál es
la variación del proceso, las causas comunes y especiales de dicha varia--
ción y en función de ellas, tomar las acciones correctivas apropiadas si --
esto se requiere.

Gráfica de amplitudes (R)

La presencia de uno o más puntos fuera de los límites de control
da evidencia de la inconsistencia del proceso. La variación de los puntos --
dentro de los límites, nos indica una variación debida a causas comunes, --
(falla del sistema), mientras que los puntos fuera de los límites nos indican
causas especiales es decir, fallas locales de la operación.

Uno o más puntos fuera de los límites de control nos da indica--
ción de:

- Los límites de control fueron mal calculados o los --
puntos fueron mal agrupados.
- La variación de pieza a pieza se ha desmejorado o
la dispersión de la distribución ha empeorado.
- Existe un cambio en el equipo de medición o en el --
inspector.

Quando la serie se encuentra por debajo del rango promedio, --
significa que la variación es menor, lo cual generalmente indica una bue--
na condición de equipo y operación.

Ante cualquier indicación de la gráfica de control deberá efectuarse un análisis de la operación del proceso, determinando sus causas y corrigiendo la condición. Como hemos visto, la gráfica de control nos da una indicación rápida de cuándo se inició el problema y el tiempo transcurrido, por lo que es importante la rapidez de detección para tomar las acciones pertinentes.

Gráfica de promedios (\bar{X})

Una vez concluido el análisis de la gráfica de amplitudes se procede al análisis de la gráfica de promedios. Los pasos para este análisis son iguales a los antes descritos para la gráfica de amplitudes.

Al hacer el análisis de la gráfica de promedios debemos identificar las fuentes de error, corregir las condiciones y tomar las acciones pertinentes que impidan su repetición. La gráfica de control de promedios es una guía muy útil para determinar cuándo se inició el problema y cuánto tiempo lleva.

Gráfica de medianas

Las gráficas de medianas son alternantes a las \bar{X} - R para el control de procesos con datos medidos, éstas proporcionan conclusiones similares pero tienen varias ventajas específicas:

- Las gráficas de medianas son fáciles de usar y no requieren cálculos día con día. Estas pueden incre-

mentar o iniciar la aceptación a nivel planta del uso de las gráficas de control.

- Dado que los valores individuales son graficados, -- la gráfica de medianas muestra la dispersión del -- proceso y ofrece un panorama continuo de sus -- variaciones.
- Dado que una misma gráfica muestra tanto la me-- dia na como la dispersión, ésta puede ser usada para comparar los comportamientos de diferentes proce-- sos o del mismo en etapas sucesivas.
- Generalmente las gráficas de medianas se emplean-- con un tamaño de muestras de subgrupo de 10 o -- menos. Los t amaños de muestra nones son más -- convenientes.

Gráficas por lecturas individuales

En algunos casos es necesario que los controles de proceso -- esten basados en lecturas individuales en vez de un subgrupo. Esto sucede cuando las mediciones son muy costosas o cuando las características a --- medir en cualquier punto en el tiempo son relativamente homogéneas. -- En estos casos las gráficas de control para lecturas individuales pueden -- ser construidas como se describe a continuación:

- Las gráficas por lecturas individuales no son tan --
sensibles a los cambios como las gráficas $\bar{X} - R$ --
deben ser interpretadas cuidadosamente si la dis-
tribución del proceso no es simétrica.
- No segregan la repetitividad pieza a pieza del proce-
so por lo que en muchas aplicaciones es mas conve-
niente usar una gráfica $\bar{X} - R$ con tamaños de mues-
tra pequeños aunque esto requiera un período mayor
entre subgrupos.
- Debido a que solamente existe un individuo por sub--
grupo, los valores de \bar{X} y σ pueden tener una varia-
bilidad substancial para grupos menores de 100.

Los detalles de interpretación para las gráficas por lecturas --
individuales son similares a los usados para las gráficas $\bar{X} - R$.

Auditorías de calidad

El principal valor de un programa de control de calidad debe --
basarse en la satisfacción del consumidor sobre los productos que ha adqui-
rido. En sentido real, el consumidor final representa la última estación -
de control para las actividades del control de calidad de la fábrica.

La satisfacción del consumidor puede desmerecer por el núme-
ro y la seriedad de las reclamaciones, sin embargo, entre la fecha de pro-
ducción y el reclamo del cliente puede pasar mucho tiempo y durante este-

tiempo, muchos otros productos similares pudieron haber sido fabricados -- es decir, muchos otros productos estarán en bodega, almacenes y en manos de otros consumidores y probablemente tendrán el mismo defecto. ¿Como detectar más rápidamente estas fallas? ¿ Como evitar que productos defectuosos lleguen hasta el consumidor ?. La auditoría de la calidad nos proporciona una buena manera de resolver estos problemas y nos permite retroalimentar la información a la fábrica rápidamente para que se implementen las medidas correctivas en el proceso de fabricación o en el diseño si -- esto fuese necesario.

Es pues la auditoría de calidad una representación del consumidor en la fábrica y los auditores deben actuar como el cliente más exigente.

El principio de las auditorías de calidad es el siguiente:

- Las unidades seleccionadas se deben examinar por -- personal de calidad bajo el punto de vista del cliente -- empleando las mismas normas de verificación con las que fueron fabricadas, incluyendo pruebas de fatiga -- acelerada y pruebas destructivas.
- Los resultados de los análisis se utilizan como base para tomar diversas acciones correctivas en el proceso para evitar la repetición de defectos.
- La frecuencia de las auditorías varia dependiendo de los requisitos económicos y de la calidad en algunas

ocasiones se hace la auditoría por lote de producción, por turno, por día, semana o mes.

- Los defectos encontrados se clasifican en tres tipos - por su importancia o índice de ocurrencia en: defectos mayores, defectos menores e incidentales. Los defectos mayores son aquellos que por su naturaleza puede reclamar el consumidor. Los menores pueden no --- representar un reclamo, sin embargo pueden ser ---- detectados por el auditor; los defectos incidentales son aquellos que solo un experto puede detectar y no afectan ni el funcionamiento ni la apariencia del producto.

Los beneficios derivados de las auditorías de calidad son varios, entre otros podemos enumerar los siguientes:

- Suministran una buena indicación de las tendencias -- de la calidad y dan a conocer las necesidades de -- mayor esfuerzo en los aspectos que lo requieren.
- Proporcionan un índice de la aceptación del consumidor antes de recibir las reclamaciones, permitiendo tomar acciones correctivas más rápidamente. Hace resaltar aquellas operaciones deficientes de los procedimientos de control tan pronto como se presentan y permiten su corrección antes de

presentarse condiciones más serias y costosas.

3.4. El control del producto en el mercado

El control de calidad en ventas y mercadeo tiene que ver no solo con los departamentos de mercadeo en la industria fabril, sino con las empresas comercializadoras, mayoristas, minoristas y consumidores.

En general, las personas que se encuentran en el sector de ventas y mercadeo piensan que el control de calidad solo concierne a los fabricantes y a quienes trabajan en las divisiones de manufactura. Esto es un error, la persona que vende un producto es responsable por su calidad.

El personal de ventas y mercadeo es quien tiene mayor contacto con los consumidores y por tanto, debe ser el más capacitado para poder detectar las necesidades de ellos. Su obligación es la de descubrir las necesidades del consumidor y solicitar la creación de los productos que se demandan antes de que lo haga la competencia. Debe traducir esas necesidades en nuevas ideas y participar activamente en la planeación y desarrollo de nuevos productos o en la adecuación de los existentes a las nuevas necesidades del mercado. Son por tanto los departamentos de ventas el punto de entrada del control de calidad; el mercadeo es parte integrante del control total de la calidad.

Garantía de calidad.

La garantía de calidad implica adelantarse a los consumidores

para determinar sus necesidades, desarrollar nuevos productos, hacer -- que los compren y prestar un servicio eficaz por largo tiempo.

Las actividades de ventas pueden dividirse en tres etapas a --- saber:

- Gara ntía de calidad antes de la compra.
- Gara ntía de calidad en el momento de la venta.
- Gara ntía de calidad después de la venta.

Durante la primera etapa es necesario colaborar en la preparación de catálogos, instrucciones de uso, manual de reparaciones, manual de --- servicio, etc..... Debe tenerse en cuenta lo relativo a la garantía y a los - niveles de garantía que de ben ofrecerse así como preveer la responsabili- dad legal por el producto.

En la segunda etapa el vendedor deberá esta capacitado técnica- mente para recomendar el mejor producto en base al uso y convencer al--- cliente con argumentos ciertos, sin ofrecer algo que no puede cumplir el -- producto y como lo va a usar. Debe examinar el producto no sin antes -- verificar su funcionamiento y adiestrar al usuario de la mejor forma posible para evitar insatisfacciones. Deberá además vigilar que la entrega sea --- puntual y que el embalaje sea el adecuado al medio de transporte y distan-- cia hasta el punto de entrega.

La garantía después de la venta implica el establecimiento --- de puntos de servicio, la capacitación del personal de reparación y mante-- nimiento la existencia de partes de repuesto y la calidad de las mismas, --

asi como vigilar que se empleen en la reparaci3n las herramientas adecuadas. En resumen, garant3a de calidad es asegurar la calidad de un producto de tal manera que el cliente pueda comprarlo con confianza y utilizarlo con satisfacci3n.

CAPITULO IV

CIRCULOS DE CONTROL DE CALIDAD

1. Antecedentes.

El fundamento o soporte técnico de los círculos de control de calidad lo constituyen los métodos estadísticos y la filosofía de calidad de los doctores Deming y Juran, por lo que la cuna de los círculos debió ser Estados Unidos; sin embargo, donde estas ideas tuvieron eco, se establecieron y desarrollaron fué en Japón.

La situación en la que la Segunda Guerra Mundial había dejado a Japón se reflejaba en todos los ámbitos, incluyendo a su industria, al grado de que la producción industrial de aquella época era considerada como basura. La escasez de recursos naturales y económicos no dejaba alternativa mejor que la exportación para solventar su problemática. Pero qué exportar, si los productos carecían de la calidad necesaria.

La Unión de Científicos e Ingenieros Japoneses JUSE. hizo propio ese problema y se fijó como objetivo el incremento de la calidad, para lo cual inició una serie de acciones y eventos tales como seminarios, conferencias y cursos sobre control de calidad y otros temas técnicos, así como la investigación de técnicas extranjeras y publicaciones de revistas y libros sobre control de calidad.

La JUSE invita como instructor de estos cursos al Dr. W. E. Deming y cuatro años más tarde al Dr. J. M. Juran,

El llamado milagro japonés tiene su secreto pues, en lograr la participación de todos y cada uno de los seres humanos que laboran en una entidad, la participación activa y organizada sin permitir que su trabajo se convierta en una rutina.

Si bien es cierto que entre los japoneses y nosotros hay muchas diferencias como la religión, la legislación, etc..., que podrían hacernos pensar en un impedimento para lograr lo que ellos han logrado; nosotros también podemos establecer una metodología acorde a nuestra realidad y tomar de su ejemplo solamente lo que pudiera ser adaptable a nuestro país.

En México se han dado ya varios casos exitosos de círculos de calidad e incluso se han llegado a presentar en las convenciones anuales que se realizan en Japón a nivel mundial.

Algunos ejemplos de empresas con círculos establecidos en México son: HYLSA, AMPEX, PRIMSA, OLYMPIA DE MEXICO, GRUPO NACOBRE, NESTLE, etc....

2.- Generalidades.

¿Qué es un círculo de control de calidad?

El círculo de control de calidad es un pequeño grupo de personas que se reúne voluntariamente, de acuerdo a ciertas bases regulares para identificar, analizar y resolver problemas de calidad o de otra naturaleza, de sus respectivas áreas de trabajo.

La JUSE se siente fortalecida e intensifica aún más sus campañas permanentes de capacitación y en 1956 inicia transmisiones por la radio de onda corta de los cursos de control de calidad.

En noviembre de 1960, se instituye en todo el país el primer Mes de la Calidad y se adopta formalmente la marca Q y la bandera Q como sinónimos de calidad y compromiso nacional.

En 1962 se publica una nueva revista llamada "Juntos al Control de la Calidad", dirigida primordialmente al personal en planta. Una de las metas de esta revista era organizar un grupo a nivel de planta (taller o fábrica) al que se llamaría Círculo de Control de Calidad, y el que tendría a la cabeza a un supervisor y como participantes a sus subordinados, encauzándolos al estudio del control de calidad utilizando la revista como libro de texto y que dicho grupo fuera el alma del control de calidad en cada planta.

Al año siguiente se llevó a cabo la primera conferencia sobre círculos de control de calidad con la participación de ciento cuarenta y nueve personas y la presentación de veintidós casos.

Los círculos de control de calidad se incrementaron considerablemente y también se incrementaron las oportunidades para realizar presentaciones por los miembros de los círculos de control de calidad, participando entonces grupos regionales integrados por más de diez compañías líderes, cuyos representantes participaban libremente (sin cargos), ofreciendo sus servicios en la planeación, organización y admi

nistración de estos eventos.

Al ir avanzando en el desarrollo de los círculos se iba apreciando una mejora en la producción industrial; había mejor aceptación de los productos, los rechazos de consumidores disminuían, los desperdicios y rechazos internos eran cada vez menores y, lo más importante, los mercados crecían; cada vez más y más países se interesaban por los productos japoneses; la industria japonesa invadía los mercados internacionales al grado de poner en jaque a verdaderos emporios de otros países como lo fue el caso de las automotrices estadounidenses que perdían compradores nacionales y extranjeros, pues se preferían los autos japoneses que ofrecían confort, eficiencia y economía, al punto que el gobierno de los Estados Unidos tuvo que imponer drásticas medidas arancelarias a la adquisición de ciertas importaciones japonesas para no acabar con su industria interna.

La filosofía de los círculos de control de calidad seguía expandiéndose en Japón y así llegaron a formarse uniones de círculos de control de calidad entre departamentos similares de empresas en cadena y en campos diferentes al control de calidad como producción, inventarios, manufactura, contabilidad, compras, costos, etc., y en empresas con giros no solo industriales sino hasta en la banca, aseguradoras, hospitales, transportistas, comercios, etc., por lo que su denominación cambió a círculos de calidad simplemente, o a círculos de trabajo.

Este pequeño grupo contribuye continuamente como parte - - - de las actividades de control de calidad a todo lo ancho de la compañía, - a su propio desarrollo y al mutuo desarrollo y progreso dentro del centro de trabajo, utilizando técnicas estadísticas de control de calidad con todos los miembros participantes.

La idea de las actividades de los círculos de calidad es parte -- del control de calidad a todo lo ancho de la compañía y persigue lo siguiente:

1. - Contribuir al progreso y desarrollo de la empresa.
2. - Preparación de una vida útil y feliz en una empresa prestigiosa.
3. - Derroche de habilidad humana total que conduzca a una gama infinita de posibilidades.

El concepto de control de calidad a todo lo ancho de la compañía se refiere a que todas las personas que laboran en una empresa, de -- alguna manera tienen algo que ver con la calidad total. Que sumadas las - calidades de cada área, de cada departamento, de cada sección, etc., se obtiene una resultante que es la calidad de la empresa.

El servicio que el departamento de ventas proporciona al ---- cliente en el proceso de ofrecer, presentar, ilustrar, demostrar o consolidar cada venta tiene por supuesto, su grado de calidad; como también - lo tiene lo que el departamento de compras hace al acudir al mercado de -

vendedores, cotizar, comparar, seleccionar y definir a los proveedores - que suministrarán los materiales requeridos. Así, de esta manera, cada persona como célula de la empresa imprime su granito de calidad en el -- trabajo que desempeña; y por eso se dice que la calidad abarca todo lo --- ancho de la empresa.

La introducción del sistema de los círculos de control de calidad en una empresa no es una tarea fácil que pueda realizarse a corto plazo. - Deberá hacerse primero que nada, una campaña para motivar a los direc- tivos, gerentes, subgerentes, jefes de departamentos y supervisores, -- para llevar a cabo un cambio de actitudes en su comportamiento, referido al desarrollo de las relaciones humanas y al respeto mutuo entre jefes - y trabajadores.

Es positivo que la industria acepte la idea de que los gerentes deben ser capacitados para tratar de un modo más humano a los trabajado- res. El adiestramiento dará buenos resultados si los gerentes y jefes han- sido , motivados convenientemente.

Estudios realizados por el Instituto de Investigación Social de la Universidad de Michigan revelan que la productividad de las empresas es en función directa de las actividades y conducta de los supervisores de -- primera línea.

Los investigadores identificaron 12 grupos de alta pro ductividad y 12 de baja productividad; estos grupos eran semejantes en cuanto a --- . aptitud, antecedentes y otros aspectos de trabajo. Se concentró la atención en el supervisor de prime ra línea, ya que era a través de quien se trans--

mitían las actitudes y políticas de la gerencia hacia los empleados.

Los supervisores centrados en el empleado, eran los que estaban a cargo de los grupos de alta productividad y se debía quizás a que su función principal consistía en supervisar a su gente, más que a expedir la producción, se sentía obligado a dar a su personal una explicación general de cómo efectuar el trabajo dejando que los mismos trabajadores ejecutaran los detalles. Asignado ya el trabajo, no mantenía una supervisión demasiado estricta respecto a su progreso, pues daba por sentado que su personal era lo suficientemente responsable para efectuar su trabajo sin la presión de una vigilancia estrecha. Y en efecto, sus empleados se encargaban por sí mismos, de los problemas de producción de su departamento. Los empleados de estos grupos ejecutaban su trabajo con alegría y ligereza.

Por el contrario, el supervisor catalogado como centrado en la producción, consideraba que su trabajo consistía en hacer que se efectuara el trabajo. Sus empleados eran solo instrumentos para lograr su objetivo, no los consideraba como seres humanos. Este tipo de supervisor es muy específico en sus instrucciones; hace lo que la gerencia espera de él y, en realidad lo efectúa de modo más consciente que el supervisor centrado en el empleado; sin embargo, los resultados respecto a productividad demostraron lo erróneo de tal proceder.

La encuesta mostraba que la insistencia sobre la productividad a expensas de la dignidad del trabajador era contraproducente. El tra--

tar de elevar la productividad de los grupos de baja producción, mediante una mayor presión, solo trafa como consecuencia un mayor desinterés --- y una ausencia de responsabilidad.

En general, los supervisores centrados en el empleado eran -- cooperativos, daban importancia a sus trabajadores y se inclinaban a --- razonar; mientras que los centrados en la producción actuaban a la defensiva, eran autoritarios y arbitrarios en sus juicios. En otras palabras -- eran dos tipos muy distintos de personas y manejaban a sus grupos de -- acuerdo a su personalidad.

El estilo de supervisión y la reacción de los trabajadores tiene su origen en la propia gerencia y desciende hasta los mismos empleados.

Los círculos de control de calidad aplican la filosofía de la -- supervisión centrada en el empleado y se considera supervisor no tan --- solo al que tiene ese nombramiento dentro de la estructura orgánica, -- sino por extensión a quienes son jefes de primera línea o sea que tienen a su cargo personal de tipo operativo; indistintamente si su área de -- trabajo es la de control de calidad, producción, ventas, costos, mantenimiento, etc...

3.- • Requerimientos.

El folleto "Nucleos de integración para el Trabajo de Calidad" publicado por PRIMSA, empresa fabricante de montacargas y cargadores frontales, menciona en el apartado de requerimientos, lo que se -- transcribe a continuación:

1. - Compromiso de la administración de la empresa

Es necesario el apoyo y soporte de todos los niveles de la administración de la empresa a través de los otorgamientos de algunas facilidades, visitas periódicas a los círculos, adopción de recomendaciones cuando convenga a la organización, explicaciones objetivas cuando alguna recomendación no sea aceptada, etcétera.

2. - Filosofía organizacional

Es importante que la organización crea en la capacidad de los empleados y trabajadores para desarrollar soluciones a problemas y asumir responsabilidades por el resultado particular y general de la empresa.

3. - Código de conducta

Se deberá aprender a criticar ideas, no a la gente, se deberá aceptar otras ideas y estar dispuestos al cambio. La meta será crear una atmósfera de libertad de expresión y de intercambio de ideas y sugerencias en donde sean analizadas cada una de ellas.

4. - Respeto a la libre participación del personal

La participación deberá protegerse y hay que ser extremadamente claros en señalarlo así, ya que si alguna persona es forzada a participar, su contribución será mínima y puede afectar la actuación de otros miembros.

5. - Libertad de los miembros de los círculos

Los miembros de los círculos deberán tener libertad para --
intercambiar ideas, proponer soluciones, desarrollar y --
defender esas soluciones, así como para elegir la mejor --
forma de administrarse en el desarrollo de sus juntas y --
determinar los modelos de identificación para el círculo y
sus integrantes.

6. - Involucración del sindicato.

Con el fin de lograr una participación plena, se requiere--
lograr el apoyo, comprensión y participación del sindica--
to en el programa.

4. - Organización

La formación de círculos de control de calidad en las empre--
sas puede perseguir uno o más de los siguientes objetivos:

- *Una mejor comunicación en todos los niveles.
- *Fomentar el trabajo en equipo.
- *Mejorar el nivel cultural de los empleados,
- *Crear un ambiente propicio para el trabajo.
- *Procurar el interés y la responsabilidad en los resulta--
dos de la empresa a través de cada área de trabajo.
- *Desarrollar la iniciativa y la colaboración para la ---
solución de los problemas y el mejoramiento de los -
procedimientos de trabajo y de los productos o servi--
cios.

***Reducir costos, desperdicios, rechazos, ausentismos y tiempos improductivos.**

La estructura orgánica de los círculos puede variar de empresa a empresa, de acuerdo a las propias características; sin embargo - - - deberá cuidarse de que se presenten los siguientes aspectos:

- Cuerpo de Gobierno.
- Facilitador- Promotor.
- Coordinador.
- Asesores.
- Conductores.
- Miembros.

1.- **Cuerpo de Gobierno.** Debido a la importancia y trascendencia de los programas de círculos, se hace necesario que el Comité o Consejo o Cuerpo de Gobierno esté formado por los miembros de la alta dirección de la empresa así como el secretario general del sindicato.

Sus funciones básicamente consisten en:

- Conocer y aprobar la filosofía y operación del sistema.
- Apoyar activamente la formación de los círculos.
- Difundir el establecimiento del sistema de los círculos de la - - empresa.
- Proponer problemas para ser resueltos por los círculos.

-Implementar siempre que sea posible, las soluciones -
propuestas por los círculos.

-Asistir a la presentación de los círculos.

-Establecer un sistema de reconocimiento a las personas
que participan en el desarrollo de las actividades de los
círculos.

2. Facilitador- Promotor.

Los facilitadores son el enlace entre las altas autoridades y los
círculos de trabajo; su característica fundamental será la de trabajar - -
muy cerca o tener un gran don de conocimiento para conseguir de las - -
autoridades lo que los círculos requieran, ya sea interno o externo, durante
te el desarrollo de sus actividades.

Sus funciones son:

-Establecer, desarrollar y dar a conocer el sistema --
de los círculos de control de calidad.

-Coadyuvar directa o indirectamente a la capacitación --
de los coordinadores, conductores y miembros de los -
círculos.

-Conocer los proyectos en que cada círculo trabaja y --
estar pendientes de los avances logrados y de los requere-
mientos surgidos.

-Conseguir de las autoridades los recursos que los círculo

los necesitan para su buen desempeño.

- Mantener informado al Cuerpo de Gobierno de los trabajos de los círculos y sus avances.
- Programar las presentaciones de los círculos al Cuerpo de Gobierno.
- Asesorar y apoyar a los coordinadores, conductores y miembros de los círculos.

3. - Coordinador.

El coordinador es el administrador propiamente dicho, del programa de círculos de la empresa y se recomienda tenga un nivel dentro de la empresa, similar al del facilitador.

Sus funciones son:

- Conocer el programa de círculos y la operación de la empresa.
- Elaborar y controlar los registros de formación de círculos.
- Verificar que se lleven a cabo las reuniones de trabajo.
- Evaluar el avance de las actividades en desarrollo.
- Coordinar las actividades de los círculos formados.
- Asesorar, motivar y alentar a los conductores y miembros de cada círculo para el logro de sus respectivas metas.

- Organizar cursos de capacitación para conductores y miembros de los círculos.
- Difundir el programa de círculos de la empresa.
- Contabilizar el costo-beneficio de las sugerencias hechas por los círculos.
- Mantener informado al facilitador del desarrollo del programa de círculos de la empresa

4. - Asesores.

Los asesores o en algunos casos consejeros, son las personas que cuentan con la experiencia o conocimientos necesarios a quienes los integrantes de los círculos puedan acudir para el desarrollo de sus actividades. Ocasionalmente la asesoría requerida es externa por no contar dentro de la empresa con alguien que posea los conocimientos que se requieren, entonces se acude a asesores externos a través del coordinador o del facilitador.

Las funciones de los asesores se resumen en, proporcionar a los círculos asistencia técnica, apoyo bibliográfico, documental, docente o práctico en los temas específicos que le sean solicitados.

Los asesores normalmente no son fijos, sino que son elegidos para trabajos en especial y pueden no volver a ser requeridos sino hasta después de mucho tiempo, o ser consultados constantemente.

5.- Conductores.

Se recomienda sean los supervisores de primera línea o sea - - los jefes inmediatos de cada grupo de trabajo; esto implica que cuando los departamentos o áreas de trabajo fueran muy grandes un supervisor - - sería conductor de varios grupos a la vez. Sin embargo, se dan los casos también en que los conductores son rotativos; ésto es, que quien funge co- mo conductor en el desarrollo de un proyecto, al siguiente proyecto en que se trabaje, pasará a ser miembro y uno de los otros miembros funge como conductor.

Las funciones de los conductores son:

- Formar círculos de control de calidad.
- Guiar a los miembros de los círculos a la detección -- de problemas e involucrarlos en su solución.
- Coordinar las actividades de un círculo sin tener una-- actitud dominante.
- Capacitar a los miembros de los círculos en las técni- cas de detección, análisis y solución de problemas.
- Conducir las actividades del círculo en forma siste- mática hasta alcanzar la meta propuesta por el mismo grupo de trabajo.
- Captar toda la información e ideas proporcionadas - - por cada uno de los miembros sin excepción.
- Dirigir el establecimiento de las contramedidas nece-

sarias para la resolución del problema en estudio.

-Informar de los problemas y avances al coordinador--

y al facilitador.

-Preparar a los miembros del círculo para la presenta_ ción de los resultados logrados.

6. - Miembros o integrantes.

Podrán ser cada uno de los trabajadores o empleados de una -- empresa.

Sus actividades fundamentales son:

-Integrarse o iniciar voluntariamente un círculo de con- trol de calidad.

-Participar activamente en las reuniones periódicas del círculo para detectar, analizar y resolver los proble- mas que se presenten en su área de trabajo princi_ palmente.

-Participar en la recolección y análisis de la informa-- ción correspondiente al problema por resolver.

-Asistir a los cursos de control de calidad y de otros-- temas que se imparten dentro o fuera de la empresa -- con el objeto de incrementar su preparación técnica. -

-Dar ideas o complementar las ideas de otros miem-- bros dentro de los círculos de trabajo.

- Participar en el establecimiento de las acciones correctivas que sean aprobadas y en la evaluación de los resultados.
- Participar activamente en la preparación y presentación del trabajo efectuado ante el Cuerpo de Gobierno.

5. - Formatos

En la sección de apéndices, apartado de formatos, aparecen algunos ejemplos de formatos para círculos de control de calidad:

En el Anexo **IV**-1 se muestra un ejemplo de formato de registro que es utilizado para inscribir a cada grupo de trabajo que se integra al sistema de círculos de calidad de la empresa.

Aquí se asientan datos tales como:

- El nombre que se ha asignado al círculo,
- El área de trabajo en la que laboran los miembros---
- La gerencia a la que pertenece el área de trabajo mencionada en el punto anterior.
- La fecha en la que se registra el círculo.
- El nombre del conductor.
- El nombre de cada uno de los miembros.
- Por cada persona, tanto conductor como miembros, se anotan además los siguientes datos:

*Puesto

*Fecha de ingreso

*Fscolaridad.

- Fecha de las reuniones
- Horario de las reuniones
- Nombre del promotor - facilitador.
- El número de inscripción que le corresponda, lo asignará el coordinador.

El Anexo **IV**-2 muestra un formato para seleccionar el ---- problema o proyecto en que trabajará el círculo.

Es conveniente que estos formatos contengan un módulo de -- identificación del círculo con los datos mínimos para poder reconocer -- al círculo, tales como:

- Nombre del círculo
- Número de inscripción
- Número de participantes
- Area de Trabajo

En el recuadro central se anotará:

- El nombre del proyecto
- La descripción del problema
- Las áreas afectadas.

En el módulo final, aparecen dos apartados para marcar --- con una X si el proyecto es aceptado o no, la fecha de aceptación, el -- número de registro que corresponda a dicho proyecto y las observacio- nes pertinentes.

Este último módulo es llenado por el coordinador.

El Anexo **IV**- 3 muestra un ejemplo de reporte de avance. - - -

Es importante dejar una constancia del trabajo presentado en --
cada reunión de trabajo del círculo, para lo cual se elaboran reportes - - .
que son entregados al coordinador para que sea integrado a su expediente.

En estos reportes se asientan datos tales como:

- El nombre del círculo
- El nombre del proyecto
- El número de registro del proyecto
- El número de asistentes a la reunión
- Fecha de reunión
- Número de reporte
- Horas acumuladas del mismo problema
- Nombres de los asesores
- Descripción del problema
- Descripción resumida del avance
- La indicación de si hay anexos o no.

El Anexo **IV**- 4. muestra un ejemplo de reporte final que - - -
contiene la identificación del círculo, la cantidad de horas que se acumu
laron hasta la culminación del proyecto, la descripción del problema y
la descripción de la solución.

CAPITULO V
MANUAL DE CONTROL DE
CALIDAD.

1. Introducción.

Es muy conveniente desarrollar y mantener un manual combinado de enseñanza y de procedimientos de control de calidad. Un manual eficaz es como la "Biblia" de las actividades de control de calidad. Deberá contener, además de materias de enseñanza, descripciones de sistemas y de procedimientos. En estos últimos se incluyen los deberes del personal diverso de control de calidad y del de producción en materia de control de calidad; llenar los impresos de control de calidad; normas de actuación; símbolos, términos y de finiciones; normas para la clasificación de defectos; factores y fórmulas de las gráficas de control; tablas normales de muestreo; tablas estadísticas y nomogramas; tablas exponenciales, de conversión de unidades, logarítmicas, etc.

En este capítulo presentaremos un manual resumido y conciso donde se mencionan aspectos muy generales, que servirán como guía para marcar los pasos a seguir, ya que cada empresa debe establecer sus propios manuales de control de calidad, adaptándolos a las necesidades de su organización.

2.- Funciones.

La función principal de un manual de control de calidad es ~~normar~~ y ayudar a la empresa, principalmente al departamento de producción, para obtener un producto que satisfaga las necesidades del cliente al más bajo precio posible. Este concepto se basa en la reducción de costos que se logra mediante el control de la calidad de materiales, control del proceso de producción y del producto terminado.

2.1.- Responsabilidades.

En el capítulo de responsabilidades del Manual de Control de Calidad, deberá cuidarse de dejar asentados los siguientes puntos:

2.1.1.- Recomendar y establecer objetivos, planes y procedimientos para el control de la calidad.

2.1.2.- Recomendar y establecer una organización efectiva en el departamento de control de calidad, definiendo las funciones, responsabilidades y autoridad de cada puesto.

2.1.3.- Seleccionar y entrenar al personal.

2.1.4.- Controlar las operaciones de producción mediante la aplicación de estándares y toma de acciones correctivas.

2.1.5.- Asegurar que las políticas establecidas por el departamento han sido aceptadas.

2.1.6.- Establecer procedimientos y especificaciones de inspección.

2.1.7. Mantener relación con el departamento de compras - -
para asegurar que el material comprado reúne las especificaciones, - - -
Informar sobre la calidad de los materiales y la confiabilidad de cada - -
proveedor.

2.1.8. - Proporcionar al departamento de producción gráficas y -
datos estadísticos del control del proceso.

2.1.9. - Llevar un registro de la calidad del producto terminado
para asegurar el mantenimiento de los estándares de calidad.

2.1.10. - Efectuar pruebas de vida del producto terminado.

2.1.11. - Registrar y analizar las quejas de los clientes.

2.1.12. - Mantener comunicación con el departamento de diseño
para informarse sobre nuevos procedimientos o mejoras de los existentes.

2.1.13. - Educar al personal sobre métodos que mejoren la - -
calidad de producción.

2.1.14. - Hacer labor de conciencia del control de calidad a --
todos los niveles de la organización.

2.1.15. - Establecer especificaciones y planes de muestreo - -
para controlar la calidad de las materias primas; revisar y aprobar des -
viaciones de las especificaciones.

2.1.16. - Inspeccionar el etiquetado y envase para asegurar que
el producto es el solicitado por el cliente.

2.1.17. - Cuando ocurran problemas que afecten la calidad, - -
recomendar los cambios necesarios y asegurarse de que se apliquen de --
inmediato las acciones correctivas.

2.1.18.- Efectuar análisis físicos y químicos de los materiales que se reciben y durante su proceso, para llevar un control de calidad del producto.

2.1.19.- Determinar las causas que provocan que un material o un proceso estén fuera de control.

2.1.20.- Mantener en buenas condiciones el equipo de análisis y de inspección.

2.1.21.- Preparar los reportes requeridos por la dirección.

3. - Organización.

3.1. - La organización del departamento de control de calidad -- tiene por objeto coordinar las funciones de los diferentes puestos, estableciendo líneas de autoridad y responsabilidades; siendo la calidad del -- producto el primordial objetivo. El departamento de control de calidad reporta directamente al gerente de planta y tiene el mismo nivel de autoridad y apoyo que el departamento de producción.

3.2. - La elección de la estructura organizativa de la función -- de control de calidad depende de un conjunto de factores, entre los que -- destacan los siguientes: las dimensiones de la empresa, su nivel organizativo, la importancia económica de la calidad y la naturaleza predominante de los problemas de calidad.

A causa de la multiplicidad de los factores en juego no es absolutamente posible descubrir una estructura ideal del control de calidad, --

sino después de haber estudiado detalladamente todos los aspectos de la --
situación.

Como referencia de lo que puede ser el esquema de organización del departamento de control de calidad en una empresa, en la fig. V.1 se muestra un organigrama, que no puede considerarse como modelo y cuyo -- único objeto es identificar las divisiones más habituales.

4.- Personal.

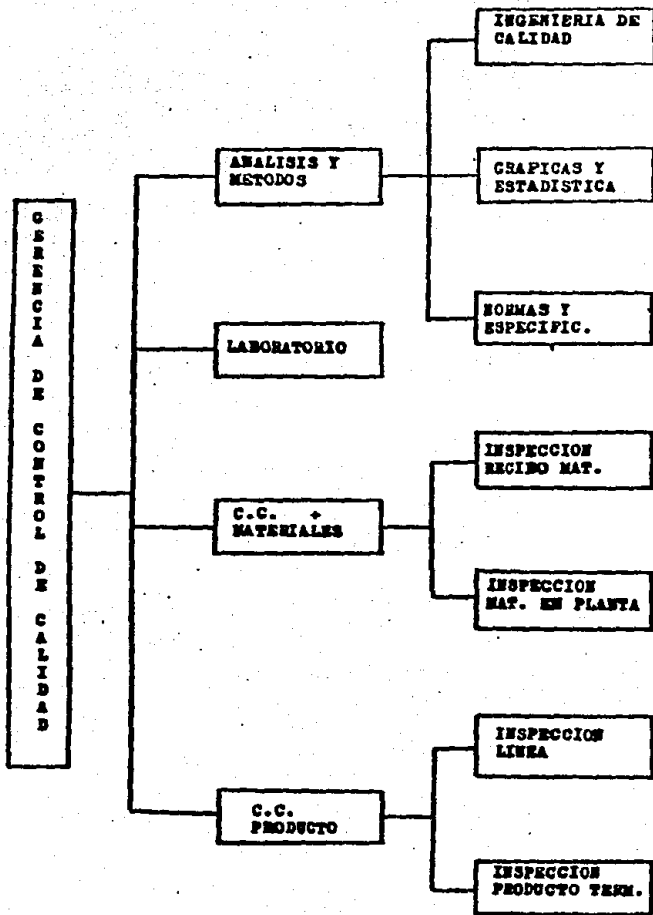
Se selecciona el personal que reúne los requisitos necesarios -- para cumplir con las funciones del trabajo de inspección y de control de -- calidad.

4.1.- Clasificación del personal en el departamento de control-- de calidad; gerente, superintendente, ingenieros, supervisores e inspecto_ res.

4.2.- Funciones que desempeña el personal: análisis de mate -- riales, de productos en proceso y de productos terminados; audi torías; - - inspección de recibo de materiales y de equipo; inspección patru lla o de - - piso en diferentes etapas del proceso; inspección de productos terminados y de embarque; seguimiento en el campo.

4.3.- Descripción de puestos, de acuerdo con el organigrama.

4.4.- Programa de entrenamiento.- El entrenamiento es la - - - base para que el personal pueda cumplir con las responsabilidades asigna- das a cada puesto; además de la capacitación en las funciones es pecificas-



se deben establecer programas que comprendan fundamentos de control estadístico, aplicados al control de la calidad como son: variaciones, frecuencias de distribución, valor promedio, dispersión o desviación, gráficas de control, planes de muestreo, conocimiento y manejo del equipo de pruebas, aplicación de métodos estándar, evaluación de resultados y reportes.

5. - Especificaciones.

Las especificaciones definen las características del producto y sirven como medida entre lo que se fabrica y lo que el cliente quiere. La emisión y revisión de las especificaciones está a cargo de ingeniería del producto o de diseño del producto y cualquier desviación aunque sea temporal, debe ser autorizado por el mismo emisor.

5.1. - Tipos de especificaciones:

Especificación del producto, define la naturaleza y característica del producto.

Especificaciones de manufactura, que definen el proceso de fabricación.

Especificaciones para análisis que definen los métodos de pruebas.

Especificaciones para etiquetado, envase y embalaje que definen como se va a resguardar el producto, para que su transportación sea en forma segura y el cliente lo reciba en óptimas condiciones.

Especificaciones para aceptación, que definen el criterio para muestreo y aceptación.

5.2. Tolerancias. - Son los límites fijados a las variaciones del producto, sus valores pueden ser numéricos (ejemplo 50.5 ± 0.5) o apreciativos: como el color, apariencia, textura, etc; comparados contra estándares.

Los estándares o patrones sufren cambios con el tiempo y por la exposición al medio ambiente; es conveniente tenerlos por duplicado, uno para uso rutinario y el otro debe resguardarse contra las inclemencias naturales y únicamente en ocasiones usarlo como referencia.

5.3. - Desviaciones de las especificaciones. - Se establece la condición de revisar periódicamente las especificaciones y cambiarlas cuando sea necesario, llevando un registro de las revisiones y notificando de los cambios a los departamentos de producción, ingeniería del producto, ventas y compras, anexando copia de los nuevos estándares.

6. - Costos de calidad.

Se consideran costos de calidad a los siguientes conceptos:

6.1. - El costo de la inspección, que depende del plan de inspección requerido en el proceso; si el control de producción es correcto bastará con un simple muestreo para evaluar la calidad del producto; si por el contrario el proceso de producción no cumple con los requerimientos y es necesario hacer varias evaluaciones, entonces estos costos

se incrementan y deben cargarse al departamento de producción.

6.2. - Costos de control de calidad, son los gastos del personal que se ocupa de llevar a cabo las funciones del control de la calidad.

6.3. - Los costos de desperdicio, que incluyen el material, mano de obra y gastos de servicios generales de producción (electricidad, refrigeración, equipo, etc. . .) que se hayan invertido en la elaboración de productos defectuosos.

6.4. - Costos de reproceso, que incluyen los gastos de material, mano de obra y servicios extras, que se requieran para que el producto se retrabaje y sea aceptado.

6.5. - Costos de garantía, donde se consideran los servicios al cliente, materiales, mano de obra, equipo, que se empleen en las reparaciones del producto y se cumpla con las especificaciones garantizadas al cliente. En este concepto se debe distinguir entre la responsabilidad de la empresa y el mal uso o abuso por parte del cliente.

El costo de los dos primeros conceptos previene y disminuye el costo de los tres últimos.

7. - Plan de inspección.

7.1. - El plan de inspección se establece sobre los siguientes puntos: materiales que se deben inspeccionar, quién debe hacer la inspección, lugares o puntos donde se debe inspeccionar, análisis o pruebas que se deben efectuar, nivel de calidad establecido para aceptación de muestras en cada etapa de la inspección, reportes de la inspección y de calidad.

7. 2. - Todos los materiales que se reciben deben sometersé a -
inspección y análisis antes de ser aceptados. El reporte indicará si los --
materiales cumplen con las especificaciones en cuyo caso se aceptan y --
almacenan, de lo contrario se rechaza. El material aceptado se identifica-
con una etiqueta y número de clave el material rechazado se aparta del - -
flujo de producción y se marca con etiquetas, indicando el motivo y firma-
das por el inspector que rechazó el lote.

7. 3. - Durante el proceso de fabricación del producto se lleva un
control, mediante la inspección en cada etapa del proceso hasta que el - -
producto se termine y posteriormente se hace una evaluación de la calidad,
que consiste en efectuar pruebas que semejen las condiciones de uso.

7. 4. - La inspección debe realizarse en condiciones satisfacto--
rias de trabajo (seguridad, fatiga inexistente y bienestar): área de trabajo
limpia y ordenada; equipo de trabajo en buenas condiciones; material den--
tro de especificaciones; facilidad en el manejo del material; conocimiento-
del operario sobre el trabajo que está efectuando.

8. - Reportes de inspección y del control de la calidad.

8. 1. - Todo el material controlado se registra en forma indivi--
dual en tarjetas hojas de reportes.

8. 2. - Inspección de recibo de materiales; se registra el mate--
rial, lote, cantidad, procedencia, plan de muestreo, defectos, % defectivo;
después mediante un análisis estadístico se califica al proveedor, para - -

conocer su grado de confiabilidad. Los proveedores que envían constantemente materiales de baja calidad, se reportan al departamento de compras para que se tome acción inmediata.

8.3. - Los lotes rechazados se separan y se identifican con etiquetas visibles y se envían copias del reporte a los departamentos de planeación y programación, compras, contabilidad y control de calidad. Periódicamente se hace un resumen del material rechazado para buscar su reaprovechamiento, separando el recuperable del de desperdicio. Del que se logra recuperar, se da un seguimiento para asegurar que cumple con todas las especificaciones de calidad.

8.4. - El reporte de la inspección patrulla debe incluir la siguiente información: fecha, hora, sección, operación, producto, suspensión del trabajo, motivo, hora de la suspensión y hora de liberación, nombre del inspector.

8.5. - El reporte de la inspección final se basa en los resultados de la inspección del producto terminado y los defectos encontrados en cada etapa de inspección durante su proceso. Todos estos defectos se clasifican y se evalúan para determinar el destino que se dará al producto.

8.6. - Otros reportes incluyen resultados de análisis químicos y físicos y de comportamiento, pruebas de vida, auditorías, estado del equipo de inspección, análisis del comportamiento en el campo.

9. - Control del proceso de fabricación.

9. 1. - Su objetivo es la prevención de productos defectuosos --
Si el proceso se controla con un adecuado nivel de calidad y se cumple con las especificaciones requeridas, se evitará al máximo los desperdicios.

9. 2. - Concepto del control del proceso. Al fabricar varios - -
lotes de un mismo producto, no siempre resultan iguales, debido a las - -
variaciones que presenta el proceso y que tienen influencia directa sobre -
el producto, como son desgaste de herramientas, cambio de operario, - -
desajuste de topes, etc... Estas variaciones caen dentro de ciertos límites
que pueden determinarse por medios estadísticos, para formar un patrón,
siendo necesario tener cierta cantidad de mediciones de las característi--
cas del producto para que el patrón sea representativo; este patrón tam- -
bién nos indica la estabilidad del proceso, determinada por la amplitud y -
frecuencia de la dispersión que muestra la gráfica de control estadístico.

9. 3. - Gráficas de control. Con los patrones se pueden estable-
cer ciertos valores límites para diferentes condiciones del proceso y -
elaborar gráficas de control que se colocan en el lugar donde se lleva a ca
bo el proceso de fabricación y donde el operador las pueda observar cons-
tantemente, para tomar acción correctiva inmediata cuando algún dato - -
se sale de dichos límites.

9. 4. - La frecuencia del muestreo depende del tiempo total - -
que dure el proceso y si éste se presenta dentro o fuera del control, - -

puediéndose fijar según se requiera, por ejemplo, en un control muy - - estrecho se muestrea lo más frecuente posible hasta que el proceso se - - tenga controlado.

9.5. - Manejo de las gráficas de control. - El analista de control de calidad con las mediciones iniciales calcula los valores límites y elabora la gráfica de control; conviene periódicamente hacer una revisión de - - estos valores límites. Las gráficas se elaborarán solamente para controlar las características del producto que realmente lo ameriten y que justifiquen el costo y el tiempo invertido.

Durante el proceso, el propio operador, el supervisor y el - - inspector de control de calidad, pueden hacer las anotaciones de las observaciones o medidas obtenidas en las mismas gráficas de control.

9.6. - En resumen el control del proceso significa: decidir - - qué características se van a controlar; determinar el patrón (valor promedio y valores límites) con las medidas de las características en cuestión; análisis de datos por medio de las gráficas de control y tomar acciones - - correctivas.

10. Muestreo para aceptación de lotes.

10.1. - Se muestrea material en tres etapas del proceso: recibo de materiales, productos intermedios y productos terminados.

El tamaño de la muestra debe ser representativo del tamaño-

del lote. Por lo menos se debe tomar una muestra de cada lote. Al personal destinado para muestreo debe entrenarse convenientemente y supervisarlo con frecuencia, para asegurarse de que se están aplicando los métodos correctos.

10.2. - Tipo de aceptación por atributos, es decir tomando en cuenta el número y magnitud de defectos encontrados.

11. - Equipo de control de calidad.

11.1. - Las características de un material no siempre se miden a través de los sentidos, sino que es necesario el uso de aparatos que permitan saber si la especificación que define la característica está dentro de los límites requeridos.

11.2. - Precisión de los aparatos de medición. - Un aparato o instrumento que no está bien calibrado puede fallar y dar mediciones falsas; por lo que es recomendable una verificación y calibración periódica contra un estándar. En caso de que se produzca un error con cierta frecuencia y no se pueda eliminar, se toman las lecturas de cierto número de determinaciones, para sacar un factor de corrección.

11.3. - Programa de calibración. - Es necesario llevar una bitácora del equipo de medición, identificando cada uno de los aparatos mediante una hoja de registro, que contenga las siguientes anotaciones: número del aparato o instrumento, frecuencia de la verificación, límites o rangos para la calibración, chequeo de resultados, persona designada para efectuar la calibración.

La frecuencia de calibración se resume en una tabla de control que se revisa cada semana o cada mes, según el programa establecido, que dependerá de la sensibilidad del aparato o instrumento, uso, si se localiza en un ambiente húmedo o impuro, etc...

12.- Auditorías de calidad.

Son necesarias para asegurar la calidad del producto desde el punto de vista del consumidor. El término de auditoría de calidad, significa que el producto terminado se revisa periódicamente antes del embarque para comprobar que reúne las características que integran su calidad, siendo las pruebas de funcionalidad y comportamiento las más importantes.

Los defectos se clasifican según el grado de severidad en: mayores, críticos y menores y se les da un valor para fijar el número de deméritos. Con la suma de los deméritos de todos los defectos, es posible evaluar la calidad del producto en un período establecido, que puede ser por mes o por semana. La gráfica de estos valores muestra las variaciones de la calidad, información que sirve de base para tomar las acciones correctivas pertinentes. Ejemplo:

Valor asignado a la calidad total de la pintura: 100%

Deméritos por defecto según su gravedad: apariencia, cáscara de naranja, rugosidad y ojos de pez; brillo; adherencia; impacto, etc....

Valor de la calidad = 100 - la suma de los deméritos.

13. - Pruebas de vida del producto.

Estas pruebas simulan el comportamiento del producto en todas sus manifestaciones, que tendrfa durante el uso. Las pruebas se desarrollan bajo condiciones aceleradas y severas.

14. - Empaque y embalaje

Otra de las responsabilidades de control de calidad es la de - - cuidar que el consumidor reciba el producto en condiciones satisfactorias para ello se efectúan inspecciones y pruebas que aseguren la protección-- del producto de agentes externos (temperatura, humedad, polvo, acción -- del sol, desarrollo de microorganismos, etc. La inspección debe verifi-- car la hermeticidad del sellado, etiquetado correcto, envase apropiado y buena presentación.

15. - Material de recuperación.

Todo el material que está fuera de especificaciones y que necesita reproceso, se identifica y se almacena en áreas aisladas, para - - - separarlo del que está en buenas condiciones. Control de calidad debe - - asegurar que se cumpla con esta disposición inspeccionando cada lote - - que se envía a la zona de recuperación. Se revisan las desviaciones -- reportadas y se estima la conveniencia del reproceso. Todo el material-- reprocesado se analiza y controla igual que el material que cumple con las especificaciones.

16. - Resultados en el campo.

La efectividad del control de la calidad, se puede medir por las quejas de los clientes, sin que ésto se tome como un índice de calidad ya que hay otros factores involucrados que son ajenos al producto.

Para determinar el valor y las causas de las quejas, se toma como base el tiempo y las condiciones de garantía del producto, reparaciones hechas por el cliente, uso adecuado del producto. Después se procede a elaborar una lista de fallas y las acciones correctivas, de acuerdo con los informes proporcionados por el servicio técnico y en algunos casos por el personal de control de calidad que realiza investigaciones en el campo. Cuando se tengan datos suficientes de las fallas se pueden elaborar gráficas de control; se requieren por lo menos 50 datos individuales para determinar la desviación estándar y la distribución de frecuencias.

17. - Concientización del significado de la calidad.

La importancia de la calidad debe ser considerada por todos los niveles de la organización, ya que es base sólida de una buena imagen del producto en el mercado; otra razón es la reducción de costos en material dañado, en reprocesos y los ocasionados para atender quejas.

El programa de control de calidad abarca desde personal de nivel gerencial hasta el de operario. El inspector de control de calidad debe ser apoyado por la gerencia en los rechazos de productos defectuosos, aun cuando se tengan presiones de producción que no deben represen

tar un obstáculo; por otra parte, el operario debe entender que las gráficas y registros de control son herramientas que le ayudan a mejorar su trabajo. Los carteles y anuncios escritos, alusivos a la calidad, ayudan a concientizar al personal.

CONCLUSIONES

En el trabajo precedente hemos expuesto y explicado las técnicas estadísticas más usuales y su aplicación en el control de la calidad, así como algunos requerimientos para su implementación de la industria metalmeccánica, sin embargo, las mismas técnicas y métodos son aplicables a todo tipo de industria, no importando su tamaño y tipo de operación.

Consideramos de máxima importancia que en nuestro país todas las empresas de cualquier tipo implementen los sistemas estadísticos en control de calidad, ya que México, se encuentra, con el reciente ingreso al Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio. (GATT), en el umbral de la competencia internacional abierta, por lo que la industria mexicana mediana, pequeña y grande deberá prepararse bien y rápidamente a competir en calidad, costo y oportunidad de entrega con productos similares provenientes de muchos países.

El control estadístico de la calidad puede ser implementado por cualquier empresa sin importar su tamaño o tipo de producto. La única limitante para su establecimiento es la decisión de la alta gerencia para abordarlo, estando plenamente convencida de que solo fabricando productos con el nivel de calidad esperado por el mercado en el que participa tendrá éxito.

Las ventajas que ofrece son muchas en comparación de los gastos e inversiones que requiere. Entre otras, algunas de sus ventajas son:

- Conocimiento y control de las variables del proceso.
- Mejora del mantenimiento de la fábrica.
- Reducción de desperdicios.
- Reducción en gastos de materiales.
- Aumento en la productividad de la empresa.
- Mejora en la utilización de maquinaria y equipo.
- Mejora en la satisfacción de los clientes.
- Aumento en los volúmenes de venta.
- Mejora en las utilidades de la empresa.
- Reducción de los gastos de fabricación.

No hay que olvidar sin embargo, que deben tomarse en cuenta-- las siguientes consideraciones:

- Requiere inversiones en equipo de medición y control.
- Requiere entrenamiento del personal, tanto de producción como de calidad.
- Requiere el cambio de mentalidad de la alta gerencia.
- Algunas veces requiere de cambios substanciales en maquinaria y equipo de proceso.

Las inversiones requeridas se pagan en corto tiempo por las ventajas del sistema.

Por los argumentos expuestos, consideramos que el control - estadístico de la calidad es una solución práctica y económica a muchos de los problemas que actualmente aquejan a los productos manufacturados en México.

A P E N D I C E S .

1.- Glosario de términos y símbolos.

1.1. - Glosario de Términos.

* Aseguramiento de calidad. - Un sistema de actividades encaminadas a asegurar la calidad total en el trabajo, su efectividad y la evaluación de la efectividad de un programa de control de calidad, a fin de tomar las medidas correctivas necesarias.

*Atributos. - Son datos cualitativos que pueden ser contados para su registro y análisis. Como ejemplo se pueden tener características tales como la presencia o no de una etiqueta y la instalación o no de todos los tornillos requeridos. Otros ejemplos pueden ser características que son medibles (que pueden ser tratadas como variables), pero donde los resultados son registrados con un simple sí o no cumple, tales como la aceptación de un diámetro de flecha cuando se mide con un probador pasa no pasa. -- Tablas p, np, c, u son usadas para atributos.

*Característica. - Una propiedad que sirve para establecer diferencias entre las unidades observadas ya sea en forma cualitativa o cuantitativa.

*Causa Fortuita o Común. - Es una fuente de variación que siempre está presente; es parte de la variación normal inherente al proceso -- mismo. Su origen puede usualmente ser rastreado hasta un elemento del sistema, el cual solamente la gerencia puede corregir.

*Causa Imputable o Especial. - Es una fuente de variación que -

es intermitente, impredecible, inestable; algunas veces llamada asignable. Está señalada por un punto fuera de los límites de control o por tendencias u otros patrones de puntos no casuales dentro de los límites de control.

* **Confiabilidad.** - La probabilidad de que un producto cumpla su función prevista durante un tiempo fijado y bajo las condiciones ambientales de operación normal.

* **Control Estadístico.** - Es la condición que describe un proceso en el cual todas las causas imputables de variación han sido eliminadas y sólo permanecen las causas fortuitas; esto se evidencia en la gráfica de control por la ausencia de puntos fuera de los límites de control y por la ausencia de patrones no casuales o tendencias dentro de los límites de control.

* **Defecto.** - Una causa de falla para satisfacer un requisito impuesto a las unidades del producto (respecto a una sola característica). Una desviación de una condición o especificación. Una separación respecto a límites de mínima y de máxima. Una falta que puede causar la falla de servicio de un producto.

* **Defectiva.** - Una unidad del producto que contiene uno o más defectos con respecto a una característica considerada.

* **Defectos por unidad.** - La relación entre el número de defectos en una muestra al número total de unidades que la forman.

* **Desviación Estándar.** - Es una medida de la dispersión de la producción del proceso o de la dispersión de una muestra estadística tomada

da del proceso, ejemplo : los promedios de los subgrupos; se denota por la letra griega sigma (σ).

*Discrepancias. - Son ocurrencias específicas de una condición, las cuales no cumplen especificaciones u otro estándar de inspección; algunas veces llamados defectos. Una parte individual discrepante puede tener más de una discrepancia (ejemplo una puerta puede tener diferentes aboyadas y una prueba funcional de un carburador puede revelar un gran número de discrepancias). Las gráficas c y u se utilizan para analizar sistemas -- que producen discrepancias.

*Distribución. - Es la forma de describir los resultados de un sistema de variación por causas fortuitas, en la cual el comportamiento de los valores individuales no es predecible, pero cuyos resultados como conjunto tienen un patrón que puede ser descrito por su ubicación.

*Distribución Normal. - Es una distribución simétrica y con forma de campana que subyace en las gráficas de control. Cuando los datos -- se distribuyen normalmente, alrededor del 68.26% de las mediciones individuales estarán comprendidas entre \pm una desviación estándar de la media; alrededor del 95.44 % entre \pm dos desviaciones estándar y alrededor del 99.73% entre \pm tres desviaciones estándar de la media. Estos porcentajes son la base para los límites de control y el análisis de las gráficas -- de control (dado que los promedios de los subgrupos se distribuyen normalmente a pesar de que no se distribuya así la población) y para la toma de decisiones sobre habilidad, dado que los procesos industriales en su mayo-

ría siguen la distribución normal estándar.

*Especificación. - Es el requerimiento de ingeniería que permite juzgar la aceptación de una característica en particular. Se selecciona de acuerdo a los requerimientos funcionales del producto o del cliente; una especificación puede ser consistente o no con la habilidad demostrada del proceso (si no lo es, seguramente se fabricarán productos fuera de especificación.). Una especificación no debe ser confundida con un límite de control.

*Estabilidad. - Es la ausencia de causas imputables de variación, o sea la propiedad de estar bajo control estadístico.

*Estadística. - Un valor que se calcula de los datos obtenidos en una muestra y que se usa para estimar los parámetros de un universo (media de la muestra, variancia de la muestra, etc.).

*Estratificación. - Es la selección de muestras, de manera que cada subgrupo contenga datos provenientes de dos o más flujos del proceso, con diferentes características de desarrollo.

*Error. - La diferencia entre un valor observado y su valor verdadero.

*Exactitud. - El grado de aproximación de una medición individual con referencia a un valor aceptado como objetivo.

*Fallas localizadas. - Es una fuente de variación asociada al operador, máquina, etc., que puede ser solucionada por el operador mismo, el supervisor o el personal de servicio de la planta. Es una condición

asociada a la forma en que el proceso es operado, más que al diseño y a la construcción del mismo y se identifica generalmente con una causa imputable de variación en la gráfica de control.

*Fallas del sistema. - Es una fuente de generación de variación -- que es característica de varias operaciones, máquina etc., constante a --- través del tiempo y que requiere de la acción de la gerencia para su correc-- ción. Es una condición asociada al diseño y construcción del proceso, más-- que a la forma en que es operado; siendo éstas una parte de las causas - - fortuitas de variación.

*Gráfica de Control- Es la representación gráfica de una carac-- terística durante el proceso, que muestra valores de algún estadístico obte-- nido de esa característica y uno o dos límites de control. Tiene dos usos -- básicos; como un juicio para determinar si el proceso estuvo dentro del -- control estadístico y como ayuda para lograr y mantener dicho control.

*Habilidad. - Puede ser determinada solamente después de que el proceso esté en control estadístico y de que se haya fijado el nivel de calidad requerido. Por ejemplo, cuando el promedio del proceso calculado, tomando como base las lecturas individuales ± 3 desviaciones estándar, esté localizado dentro de los límites de control (datos por variables) o cuando al me-- nos el 99.73% de los resultados individuales obtenidos estén dentro de es-- pecificación (datos por atributos) se dice que el proceso es hábil. Sin embar-- go, los esfuerzos para mejorar la habilidad deben de continuar, siguiendo -- el concepto hacia una mejoría continua de la calidad y productividad.

*Lectura individual. - Es la medición de una sola característica--

*Límite de Control. - Es una línea o líneas de una gráfica de control usadas como base para juzgar el significado de la variación de subgrupo a subgrupo. La variación fuera del límite de control, es evidencia que causas imputables están afectando al proceso. Los límites se calculan a partir de-- los datos del proceso y no deben confundirse con los límites especificados -- por ingeniería.

*Línea Central. - Es la línea que representa el valor promedio -- de las mediciones indicadas en una gráfica de control. Generalmente se --- indica con una línea continua.

*Media. - Es el promedio de los valores de un grupo de mediciones u observaciones.

*Mediana. - Es el valor central de un grupo de mediciones, ordenado de menor a mayor. Si la cantidad de valores es par, la mediana será el promedio de los dos valores centrales. Es una medida de posición en una -- distribución y se utiliza como línea central en las gráficas de medianas. Se identifica a través de un tilde (\sim) sobre el símbolo de los valores individuales: \tilde{X} es la mediana de un subgrupo; $\tilde{\bar{X}}$ es la mediana del proceso y \tilde{R} es -- la mediana de la amplitud.

*Muestra. - Un grupo de unidades o porción de material tomados de un universo y que se utiliza para obtener la información que sirva de -- base para tomar una acción sobre la totalidad del conjunto del que se toma.

*Parámetro. - Una constante o un coeficiente que describe alguna característica del universo (como la media o la variancia).

*Precisión. - El grado de concentración de varias mediciones -- o sea la magnitud de su dispersión total.

*Proceso. - Es la combinación de mano de obra, máquinas, equipo, materiales, métodos y medio ambiente que producen un bien o un servicio.

*Promedio. - Es la suma de los valores de las mediciones dividida por la cantidad de mediciones (tamaño de la muestra) y se indica con una barra sobre el símbolo de los valores que son promediados. Ejemplo: \bar{X} es el promedio de los valores de X de un subgrupo; $\bar{\bar{X}}$ es el promedio de -- los subgrupos; \bar{p} es el promedio de los valores p de todos los subgrupos.

*Prueba. - Operación empleada para medir o clasificar una característica.

*Amplitud es la diferencia entre el mayor y menor valor de un subgrupo. La amplitud esperada se incrementa con el tamaño de la muestra y la con la desviación estándar, de acuerdo a la relación $\bar{\sigma} = \bar{R} / d_2$.

*Sigma. - (σ). - Es la letra griega utilizada para designar la -- desviación estándar.

*Sistema de Control de Procesos. - Es un método para administrar la operación de un proceso, basándose en la retroalimentación, que -- incluye la obtención de información del proceso y sus resultados, para que posteriormente con dicha información se modifique o se ajuste, según lo -

requiera. El uso de técnicas estadísticas tales como las gráficas de control en la interpretación de la información del proceso es la clave para un sistema de control del proceso exitoso.

*Tamaño de la muestra. - Números de unidades que constituyen la muestra.

*Unidad. - Uno objeto, un elemento o una cantidad definida de material, en las que se practica una observación, ya sea cualitativa (atributos) -- o cuantitativa (variables).

*Universo o población. - La totalidad de unidades, datos, mediciones, ya sean reales o conceptuales que se toman en consideración para su -- análisis u observación.

*Valor observado. - El valor que se obtiene de una característica como resultado de una observación o una prueba sobre un elemento dado.

*Variables. - Son aquellas características de un producto que pueden ser medidas. Como ejemplos se tienen: La longitud en milímetros, la resistencia en ohms, esfuerzo en kilogramos/ área y el par de apriete de un tornillo en newtons- metro .

1.2. - Símbolos.

= A, A_1, A_2 - Factores de multiplicación de R , para calcular los límites de control de las gráficas para medias y medianas .

= c - Es la cantidad de defectos en muestras de tamaño constante n .

- = C_p Índice de habilidad potencial del proceso.
- = K Índice de localización.
- = C_{pk} Índice de habilidad real del proceso.
- = d_2 Es un factor de \bar{R} , utilizado para estimar la -- desviación estándar del proceso.
- = D_1, D_2, D_3, D_4 Son factores de \bar{R} , utilizados para calcular los límites de control inferior y superior de la gráfica de amplitudes.
- = E_1, E_2 Factores de multiplicación de \bar{R} , utilizados para calcular los límites de control para la -- gráfica de lecturas individuales.
- = k Es la cantidad de subgrupos utilizados para -- calcular los límites de control.
- = LIC Límite inferior de control: $LIC_{\bar{X}}$, LIC_R , -- LIC_p , etc..., son respectivamente los límites de control inferior de los promedios, amplitudes, porción defectuosa, etc.
- = LIE Es el límite inferior especificado.
- = n Es el tamaño de la muestra del subgrupo.
- = \bar{n} Es el promedio de los tamaños de las muestras tras de los subgrupos.
- = np Es la cantidad de unidades defectuosas en una muestra de tamaño n .

- $= \bar{np}$ Es la cantidad promedio de unidades defectuosas en muestras de tamaño constante n .
- $= p$ Es la proporción de unidades defectuosas en una muestra.
- $= \bar{p}$ Es el promedio de los porcentajes de unidades defectuosas en una serie de muestras (ponderado por tamaño de muestra).
- $= P_Z$ El porcentaje de piezas fuera de un límite especificado Z o más unidades de desviación estándar fuera del promedio del proceso.
- $= \bar{R}$ Es la amplitud promedio en una serie de subgrupos de tamaño constante.
- $= R$ Es la amplitud del subgrupo, valor mayor menos valor menor.
- $= LE$ Es el límite unilateral de tolerancia especificado.
- $= u$ Es la cantidad de defectos por unidad, en una muestra que contiene más de una unidad.
- $= \bar{u}$ Es el promedio de la cantidad de defectos por unidad, en muestras que no tienen necesariamente el mismo tamaño.
- $= LSC$ Es el límite superior de control; $LSC_{\bar{x}}$, LSC_R , LSC_p , etc., son respectivamente los límites superiores de control de los prome

dios, amplitudes, porción defectuosa, etc...

- = LSE Es el límite superior de tolerancia especificado
- = X Es un valor individual en el cual se basa la -- estadística.
- = \bar{X} Es el promedio de los valores en un subgrupo.
- = $\bar{\bar{X}}$ Es el promedio de los promedios de los subgrupos(ponderado por el tamaño de la muestra si -- fuera necesario). Es el promedio medido del -- proceso.
- = \tilde{X} Es la mediana de los valores de un subgrupo.
- = \bar{X}_m Es el promedio de las medianas de los subgrupos. Es la mediana estimada del proceso.
- = Z Es la habilidad del proceso, expresada por -- el número de unidades de desviación estándar -- del promedio del proceso, a un límite especifi -- cado. Z_{min} es la distancia al límite especifi -- cado más cercano.
- = σ Es la desviación estándar del proceso.
- = $\bar{\sigma}$ Es la estimación de la desviación estándar del proceso.
- $\sigma_{\bar{x}}, \sigma_R, \sigma_p$ Son respectivamente la desviación estándar -- de la distribución de los promedios de los --- subgrupos, la desviación estándar de la distri

bución de las amplitudes de los subgrupos, ---
y la desviación estándar de la distribución de -
la porción defectuosa.

Apéndice II

II-A. NORMA ASQC, A 1.—DEFINICIÓN Y SIMBOLOS PARA GRÁFICOS DE CONTROL

1. Términos generales relativos a los gráficos de control

UNIDAD. Uno de los componentes de un conjunto de artículos similares, objetos, individuos, etc.

MÉTODO DE VARIABLES. La medición de calidad, por el método de variables, consiste en medir y registrar la magnitud numérica de una característica de calidad para cada una de las unidades del grupo en consideración. Este comprende la «lectura de una escala» de cualquier clase.

MÉTODO DE ATRIBUTOS. La medición de la calidad por el método de atributos consiste en detectar la presencia o ausencia de alguna característica (atributo) en cada una de las unidades del grupo que se considere y contar cuantas la poseen o no poseen. Ejemplo: el calibre pasa y no pasa relativo a una dimensión.

UNIVERSO o POBLACIÓN. La colección total de unidades de una fuente común; el conjunto total, conceptual, de unidades de un proceso como, por ejemplo, un proceso de producción. También empleado en el sentido de un «universo (o lote) de observación».

Nota: «Universo», «población» y «distribución madre» son términos sinónimos. Los métodos estadísticos se basan en el concepto de distribución de un número extremadamente grande de observaciones, denominada universo infinito o población.

Una observación individual, la \bar{X} de una muestra, etc., puede considerarse como procedente de una distribución madre o población infinita de artículos iguales.

MUESTRA. Grupo de unidades o parte de material, tomado de un conjunto de unidades mayor o de una cantidad de material mayor, y que sirve para obtener información utilizable como base para juzgar la calidad de la cantidad mayor, o como base de acción sobre ésta o sobre el proceso de producción. También se emplea en el sentido de una «muestra de observaciones».

TAMAÑO DE MUESTRA (n). Número de unidades de una muestra. También se emplea en el sentido de número de observaciones de una muestra.

CAUSA ASIGNABLE. Un factor que contribuye a la variación de la calidad, y susceptible de ser identificado económicamente. Las causas asignables deben identificarse y eliminarse, para lograr el control estadístico.

SUBGRUPO. Uno de una serie de grupos de observaciones, obtenida subdividiendo un grupo mayor de observaciones; alternativamente, datos obtenidos de una muestra perteneciente a una serie de muestras tomadas de uno o más universos.

SUBGRUPOS RACIONALES. Subgrupos dentro de los cuales las variaciones, por razones de ingeniería, pueden atribuirse solamente a causas de azar (no asigna-

bles), pero *entre* los cuales puede haber variaciones debidas a causas asignables cuya presencia se considera posible. (Una de las características esenciales del método del gráfico de control es la descomposición de los datos de inspección en subgrupos racionales.)

MEDIDA ESTADÍSTICA. Función matemática de una serie de números u observaciones. Las medidas estadísticas comunes son la media aritmética, la desviación tipo, la amplitud (para variables) y la frecuencia relativa (para atributos).

GRÁFICO DE CONTROL. Diagrama con límites de control superiores e inferiores y valores puntuales correspondientes a alguna medida estadística para una serie de muestras o subgrupos; frecuentemente contienen una línea central.

LÍMITES DE CONTROL. Límites de un gráfico de control, que se emplean como criterios para la acción o para juzgar la significación de variaciones entre muestras o subgrupos.

LÍNEA CENTRAL. Línea, en el diagrama de control, que representa la media o el valor esperado de la medida estadística que se señala.

GRÁFICO DE CONTROL—SIN STANDARD CONOCIDO. Gráfico de control cuyos límites se basan en los datos de las muestras o subgrupos representados en él.

GRÁFICO DE CONTROL—CON STANDARD CONOCIDO. Gráfico de control cuyos límites se basan en valores standard adoptados de las medidas estadísticas en que están expresados los datos representados en el mismo.

2. Términos relativos a los gráficos de control por variables

(a) Medidas estadísticas

VALOR OBSERVADO U OBSERVACIÓN (X). Valor medido, de una característica de calidad, en una unidad individual; los valores específicos observados se designan por X_1, X_2, X_n , etc.

MEDIA (\bar{X}). Media aritmética: promedio de una serie de n números, X_1, X_2, \dots, X_n ; es la suma de todos ellos dividida por n :

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

DESVIACIÓN TIPO (σ). Desviación tipo de una serie de n números, X_1, X_2, \dots, X_n , es la raíz cuadrada, del promedio de los cuadrados de las desviaciones de dichos números respecto a su media aritmética:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n}}$$

o expresada en una forma generalmente más conveniente para los fines de cálculo:

$$\sigma = \sqrt{\frac{X_1^2 + X_2^2 + \dots + X_n^2}{n} - \bar{X}^2}$$

AMPLITUD (R). Recorrido de una serie de n números, es decir, diferencia entre el número mayor y el menor. (Con más exactitud, valor absoluto de la diferencia algebraica entre los valores máximo y mínimo.) $R = (\text{número máximo}) - (\text{número mínimo})$.

(b) Términos relativos a una muestra (o subgrupo)

MEDIA DE MUESTRA (\bar{X}). Suma de los valores observados en una muestra, dividida por el número de dichos valores.

DESVIACIÓN TIPO DE UNA MUESTRA (σ). Desviación tipo de sus valores (respecto a la media de éstos).

AMPLITUD DE UNA MUESTRA (R). Diferencia entre el valor máximo y el mínimo observados en ella.

(c) *Otros términos.*

VALOR MEDIO DE \bar{X} , σ , o R (\bar{X} , $\bar{\sigma}$, \bar{R}). Media de una serie de valores muestrales de \bar{X} , σ , o R . Para muestras de tamaño desigual se emplea una media ponderada. Estos valores se emplean para calcular los límites de control, en el caso en que no existan standards conocidos.

VALOR STANDARD DE \bar{X} o σ (\bar{X} , σ). Valor de \bar{X} o σ adoptado como norma para determinar los límites de control en el caso «standards conocidos». (Estos símbolos se emplean también para designar el valor real u objetivo de \bar{X} o σ del universo, población o lote muestreado.)

FACTOR PARA LA LINEA CENTRAL—DESVIACIÓN TIPO (c_1). Factor que varía con el tamaño de muestra n y que es igual a la relación del valor esperado de $\bar{\sigma}$ (para muestras de tamaño n) al valor σ del universo o lote muestreado; $c_1 = \sigma/\bar{\sigma}$. (Los valores publicados son para el universo normal.)

FACTOR PARA LA LINEA CENTRAL—AMPLITUD (d_1). Factor que varía con el tamaño de la muestra n que es igual a la relación del valor esperado de \bar{R} (para muestras de tamaño n) al valor σ del universo muestreado; $d_1 = \bar{R}/\sigma$. (Los valores publicados son para universo normal.)

DESVIACIÓN TIPO DE \bar{X} , σ o R (σ_x , σ_p , σ_n). Es la desviación tipo de la distribución de muestreo de \bar{X} , σ o R .

3. Términos relativos a los gráficos de control por atributos

(a) *Medidas estadísticas*

FRECUENCIA RELATIVA, PROPORCIÓN (p). Relación del número de «sucesos» al número de «pruebas» en consideración, donde sólo un suceso puede tener lugar por prueba. Un suceso puede ser cualquier cosa que ocurra: un fallo, una condición defectuosa, etc.; y una prueba es el hecho simple de observar si el suceso se halla presente o ausente.

(pn) Número de sucesos, cuando sólo puede tener lugar un suceso por prueba. A veces se emplea un solo símbolo de letras, por conveniencia, en lugar de pn .

(u) Es la relación del número de sucesos al número de pruebas que se consideran, cuando puede tener lugar más de un suceso por prueba, y una prueba es un área unitaria de oportunidad de que tenga lugar el suceso. Un ejemplo es el número de poros por pie cuadrado; un suceso es la existencia de un poro, una prueba es el examen de una unidad de área (1 pie cuadrado), y el número de pruebas es el número de unidades de área (número de pies cuadrados) que se examina.

(c) Es el número de sucesos, cuando puede ocurrir más de un suceso por prueba. (Ver la explicación que acompaña la definición del símbolo u .)

(b) **TÉRMINOS RELATIVOS A UNA MUESTRA.** Los siguientes términos se refieren a sucesos corrientemente llamados «defectos» y «defectuosos», en el trabajo de control de calidad. Otros términos como fallos, roturas, etc., pueden sustituirlos cuando sea necesario.

DEFECTO. Es un fallo en el cumplimiento de un requisito impuesto, en una unidad, con relación a una sola característica de calidad; también puede ser una irregularidad en el material, en la superficie, en el acabado, etc.

DEFECTUOSO. Unidad o artículo defectuoso; una unidad que contiene uno o más defectos con relación a la característica de calidad que se examina.

FRACCIÓN DEFECTUOSA DE UNA MUESTRA (p). Cociente de dividir el número de unidades defectuosas en una muestra por el número n de unidades de la misma. A veces se le designa por «proporción defectuosa» de la muestra.

NÚMERO DEFECTUOSO DE UNA MUESTRA (pn). Número de unidades defectuosas que ésta contiene. (A veces se emplea una sola letra, por conveniencia, en vez de pn .)

DEFECTOS DE LA MUESTRA POR UNIDAD (u). Relación del número de defectos de una muestra, al número total de unidades de la misma; número de defectos en una muestra de n unidades, dividido por n ; $u = c/n$.

NÚMERO DE DEFECTOS DE UNA MUESTRA (c). Es, como la expresión indica, el número de defectos contenidos en ella.

(c) *Otros términos*

VALOR MEDIO DE p , pn , u o c (\bar{p} , \bar{pn} , \bar{u} , \bar{c}). Media de la serie de valores muestrales de p , pn , u , o c . Los valores de \bar{p} y \bar{c} se calculan como tales medias para muestras de igual tamaño. Para una serie de muestras de tamaño desigual, \bar{p} y \bar{u} son medias ponderadas, por lo general obtenidas de la siguiente forma: \bar{p} es el número total de unidades defectuosas halladas en la serie de muestras, dividido por el número total de unidades de la serie.

Estos valores se emplean para calcular los límites de control en el caso de standard no conocido.

VALOR NORMAL DE p , pn , u o c (p' , $p'n$, u' , c'). Es el valor de p , pn , u o c , adoptado como standard para determinar los límites de control, en el caso de conocerse el standard. (Estos símbolos se emplean también para designar el valor real u objetivo de p , pn , u o c para el lote muestreado.)

DESVIACIÓN TIPO DE p , pn , u o c (σ_p , σ_{pn} , σ_u , σ_c). Es la desviación tipo de la distribución muestral de p , pn , u o c .

$$\begin{aligned}\sigma_p &= \sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})/n} & \sqrt{p'(1-p')/n} \\ \sigma_{pn} &= \sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})} & \sqrt{p'n(1-p')} \\ \sigma_u &= \sqrt{\bar{u}/n} & \sqrt{u'/n} \\ \sigma_c &= \sqrt{\bar{c}} & \sqrt{c'}\end{aligned}$$

COMENTARIOS

Estos términos, definiciones y símbolos, se han adoptado como norma para los fines del control estadístico de calidad. Las dos desviaciones siguientes de la Norma están autorizadas como opcionales; la primera ofrece algunas ventajas en las descripciones matemáticas y en el campo del gráfico de control; y la segunda brinda expresiones y símbolos alternativos para el gráfico de control, en cuanto a las desviaciones tipo, que son preferidas por los miembros de la empresa familiarizados con los conceptos de análisis de la variancia. Si alguna de estas desviaciones de la Norma consiguiera amplia aceptación, se tendrá en cuenta cuando se realice una revisión de la misma.

(a) La Norma emplea el mismo símbolo, por ejemplo, \bar{X}' , tanto para el valor del standard como para el del universo (lote). Cuando se desee hacer una distinción, se sugiere el empleo de los siguientes símbolos:

$$\begin{aligned}\bar{X}', \sigma', \text{ etc.} & \text{— valores del universo} \\ \bar{X}'', \sigma'', \text{ etc.} & \text{— valores standard}\end{aligned}$$

(b) Si se desea, para los gráficos de control, puede emplearse como estimación de la desviación tipo la expresión

$$s = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n-1}} \text{ en vez de } \sigma = \sqrt{\frac{\Sigma(X - \bar{X})^2}{n}}$$

y utilizar c , en lugar de c , siendo $c_s = c_s \sqrt{n/(n-1)}$ y n el tamaño de la muestra.

Tabla I-B. Factores para los diagramas de la mediana y la semiapertura

- \bar{X} = mediana del universo o población
- \bar{X}_i = mediana de subgrupo
- \bar{X} = semiapertura media de subgrupo
- \bar{X}_i = mediana de todos los individuos de la muestra
- \bar{X} = mediana de las medianas de subgrupo
- \bar{X} = mediana de las semiaperturas de subgrupo
- \bar{R} = mediana de las amplitudes de subgrupo

Relaciones:

$$d_1 \bar{\sigma} = \bar{R}$$

$$\bar{A}_1 \bar{R} = 3\sigma \bar{X}, \quad \bar{A}_2 \bar{R} = 3\sigma \bar{X}, \quad \bar{A} = \frac{\bar{A}}{\sqrt{E_X}}$$

$$\bar{D}_2 \bar{R} = D_2 R, \quad \bar{D}_1 \bar{R} = D_1 R, \quad \bar{A} = \frac{\bar{A}}{\sqrt{E_X}}$$

Estimaciones:

$$\bar{X} = \bar{X} \text{ o } \bar{X}_i \text{ o } \bar{X}$$

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_1}$$

Límites 3σ para:

$$\bar{X} \quad \bar{X} = \bar{A}_2 \bar{R} \text{ o } \bar{X}_i = \bar{A}_1 \bar{R}$$

$$\bar{X} \quad \bar{X} = \bar{A}_1 \bar{R}$$

$$R \quad \bar{D}_2 \bar{R} \quad \text{y} \quad \bar{D}_1 \bar{R}$$

Nota: $E_X = \sigma_X^2, \sigma_X^2$.

Factores para los diagramas de la mediana y la semiapertura, empleando la teoría de distribución normal de la amplitud de la mediana

n	\bar{A}	\bar{A}	\bar{A}_1	\bar{A}_2	\bar{d}_1	\bar{D}_1	\bar{D}_2
2	2.121	2.121	2.224	2.224	0.954	0	3.865
3	2.014	1.806	1.265	1.137	1.588	0	2.745
4	1.637	1.637	0.829	0.829	1.978	0	2.375
5	1.615	1.532	0.712	0.679	2.257	0	2.179
6	1.387	1.458	0.562	0.590	2.472	0	2.055
7	1.385	1.402	0.520	0.530	2.645	0.078	1.967
8	1.233	1.358	0.441	0.486	2.791	0.139	1.901
9	1.240	1.322	0.419	0.453	2.916	0.187	1.850
10	1.216	1.293	0.369	0.427	3.024	0.227	1.809

Tabla I-C. Fórmulas para la línea central y los límites de control
I. Variables (Mediciones)

Condición	Para	Medida de dispersión	Línea central	Límites de control
Standard desconocido	Medias (\bar{X})	$\bar{\sigma}$	\bar{P}	$\bar{P} \pm A_1 \bar{\sigma}$
	Medias (\bar{X})	$\frac{\bar{R}}{R}$	\bar{R}	$\bar{P} \pm A_2 \bar{R}$
	Amplitudes (R)			$D_1 \bar{R}$ y $D_2 \bar{R}$
	Desviaciones tipo (σ)	$\bar{\sigma}$	$\bar{\sigma}$	$B_1 \bar{\sigma}$ y $B_2 \bar{\sigma}$
Standard conocido	Medias (\bar{X})	σ'	X'	$X' \pm A_0 \sigma'$
	Amplitudes (R)	σ'	$d_0 \sigma'$	$D_1 \sigma'$ y $D_2 \sigma'$
	Desviaciones tipo (σ)	σ'	$c_0 \sigma'$	$B_1 \sigma'$ y $B_2 \sigma'$
	Individuos (X)	σ'	X'	$R' = 3\sigma'$

II. Atributos (pass-no pass)

Condición	Para	Línea central	
Standard desconocido	Fracción defectuosa (p)	\bar{p}	$\bar{p} \pm \frac{3\sqrt{\bar{p}(1-\bar{p})}}{\sqrt{n}}$
	Número defectuoso (pn)	\bar{pn}	$\bar{pn} \pm 3\sqrt{\bar{pn}(1-\bar{p})}$
	Número de defectos (c)	\bar{c}	$\bar{c} \pm 3\sqrt{\bar{c}}$
	Número de defectos por unidad (u)	\bar{u}	$\bar{u} \pm \frac{3\sqrt{\bar{u}}}{\sqrt{n}}$
Standard conocido	Fracción defectuosa (p)	p'	$p' \pm \frac{3\sqrt{p'(1-p')}}{\sqrt{n}}$
	Número defectuoso (pn)	$p'n$	$p'n \pm 3\sqrt{p'n(1-p')}$
	Número de defectos (c)	c'	$c' \pm 3\sqrt{c'}$
	Número de defectos por unidad (u)	u'	$u' \pm \frac{3\sqrt{u'}}{\sqrt{n}}$

Número de observaciones en la muestra, n	Diagrama para medias			Diagrama para desviaciones tipo								Diagrama para amplitudes						Diagrama para individuos	
	Factores para los límites de control			Factores para la línea central		Factores para los límites de control				Factores para la línea central		Factores para los límites de control				Factores para los límites de control			
	A	A ₁	A ₂	c ₁	1/c ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	d ₁	1/d ₂	d ₃	D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	F ₁	F ₂	
2	2.121	3.760	1.880	0.5642	1.7723	0	1.843	0	3.267	1.128	0.8865	0.853	0	3.686	0	3.267	3.318	2.660	
3	1.732	2.394	1.023	0.7236	1.3820	0	1.858	0	2.568	1.693	0.5907	0.888	0	4.358	0	2.575	4.146	1.772	
4	1.500	1.880	0.729	0.7979	1.2333	0	1.808	0	2.266	2.059	0.4837	0.880	0	4.698	0	2.282	3.760	1.437	
5	1.342	1.596	0.577	0.8407	1.1894	0	1.756	0	2.089	2.326	0.4299	0.864	0	4.918	0	2.115	3.568	1.290	
6	1.225	1.410	0.483	0.8686	1.1512	0.026	1.711	0.030	1.970	2.534	0.3946	0.848	0	5.078	0	2.004	3.454	1.184	
7	1.134	1.277	0.419	0.8882	1.1259	0.105	1.672	0.118	1.882	2.704	0.3698	0.833	0.205	5.203	0.076	1.924	3.378	1.109	
8	1.061	1.175	0.373	0.9027	1.1078	0.167	1.638	0.185	1.815	2.847	0.3512	0.820	0.387	5.307	0.136	1.864	3.323	1.054	
9	1.000	1.094	0.337	0.9139	1.0942	0.219	1.609	0.239	1.761	2.970	0.3367	0.808	0.546	5.394	0.184	1.816	3.283	1.010	
10	0.949	1.028	0.308	0.9227	1.0837	0.262	1.584	0.284	1.716	3.078	0.3249	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	3.251	0.975	
11	0.905	0.973	0.285	0.9300	1.0753	0.299	1.561	0.321	1.679	3.173	0.3152	0.787	0.812	5.534	0.256	1.744	3.226	0.946	
12	0.866	0.925	0.266	0.9359	1.0684	0.331	1.541	0.354	1.646	3.258	0.3069	0.778	0.924	5.592	0.284	1.716	3.205	0.921	
13	0.832	0.884	0.249	0.9410	1.0627	0.359	1.523	0.382	1.618	3.336	0.2998	0.770	1.026	5.646	0.308	1.692	3.188	0.899	
14	0.802	0.848	0.235	0.9453	1.0579	0.384	1.507	0.406	1.594	3.407	0.2935	0.763	1.121	5.693	0.329	1.671	3.174	0.881	
15	0.775	0.816	0.223	0.9490	1.0537	0.406	1.492	0.428	1.572	3.472	0.2880	0.755	1.207	5.737	0.348	1.652	3.161	0.864	
16	0.750	0.788	0.212	0.9523	1.0501	0.427	1.478	0.448	1.552	3.532	0.2831	0.749	1.285	5.779	0.364	1.636	3.150	0.849	
17	0.728	0.762	0.203	0.9551	1.0470	0.448	1.465	0.466	1.534	3.588	0.2787	0.743	1.359	5.817	0.379	1.621	3.141	0.836	
18	0.707	0.738	0.194	0.9576	1.0442	0.461	1.454	0.482	1.518	3.640	0.2747	0.738	1.426	5.854	0.392	1.608	3.133	0.824	
19	0.688	0.717	0.187	0.9599	1.0418	0.477	1.443	0.497	1.503	3.689	0.2711	0.733	1.490	5.888	0.404	1.596	3.125	0.813	
20	0.671	0.697	0.180	0.9619	1.0396	0.491	1.433	0.510	1.490	3.735	0.2677	0.729	1.548	5.922	0.414	1.586	3.119	0.803	
21	0.655	0.679	0.173	0.9638	1.0376	0.504	1.424	0.523	1.477	3.778	0.2647	0.724	1.606	5.950	0.425	1.575	3.113	0.794	
22	0.640	0.662	0.167	0.9655	1.0358	0.516	1.415	0.534	1.466	3.819	0.2618	0.720	1.659	5.979	0.434	1.566	3.107	0.785	
23	0.626	0.647	0.162	0.9670	1.0342	0.527	1.407	0.545	1.455	3.858	0.2592	0.716	1.710	6.006	0.443	1.557	3.103	0.778	
24	0.612	0.632	0.157	0.9684	1.0327	0.538	1.399	0.555	1.445	3.895	0.2567	0.712	1.759	6.031	0.452	1.548	3.098	0.770	
25	0.600	0.619	0.153	0.9696	1.0313	0.548	1.392	0.565	1.435	3.931	0.2544	0.709	1.804	6.058	0.459	1.541	3.094	0.763	

Más de 25

$$\frac{3}{\sqrt{n}}$$

$$\frac{3}{\sqrt{n}}$$

$$*1 - \frac{3}{\sqrt{n}}$$

$$**1 + \frac{3}{\sqrt{n}}$$

Tamaño del Lote			Niveles Especiales de Inspección.				Niveles Generales de Inspección.		
			S-1	S-2	S-3	S-4	I	II	III
2	a	8	A	A	A	A	A	B	
9	a	15	A	A	A	A	B	C	
16	a	25	A	A	B	B	C	D	
26	a	50	A	B	B	C	C	E	
51	a	90	B	B	C	C	E	F	
91	a	150	B	B	C	D	F	G	
251	a	280	B	C	D	E	G	H	
381	a	500	B	C	D	E	H	J	
501	a	1200	C	C	E	F	J	K	
1201	a	3200	C	D	E	G	K	L	
3201	a	10000	C	D	F	G	L	M	
10001	a	35000	C	D	F	H	M	N	
35001	a	150000	D	E	G	J	N	P	
150001	a	500000	D	E	G	J	P	Q	
500001	o más		D	E	H	K	Q	R	

**MIL-STD-192D SAMPLING PROCEDURES AND TABLES
FOR INSPECTION BY ATTRIBUTES.
(Abril de 1983)
(Tabla Principal)**

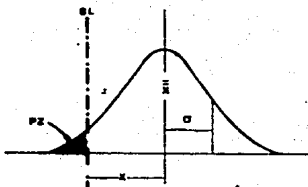
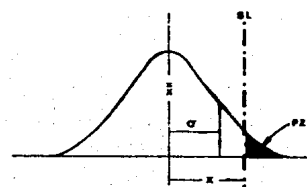
TABLA II-A -- Planes de Muestras Escélica para una Inspección Normal

Letra Clave	Tamaño Muestra	Niveles Aceptables de Calidad (Inspección Normal)																																																							
		0.100		0.015		0.025		0.060		0.100		0.15		0.25		0.40		0.65		1.0		1.5		2.5		4.0		6.5		10		15		25		40		65		100		150		250		400		650		1000							
		Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re	Ac	Re
A	2	↓																																																							
B	3	↓																																																							
C	5	↓																																																							
D	8	↓																																																							
E	13	↓																																																							
F	20	↓																																																							
G	32	↓																																																							
H	50	↓																																																							
I	80	↓																																																							
J	125	↓																																																							
K	200	↓																																																							
L	315	↓																																																							
M	500	↓																																																							
N	800	↓																																																							
O	1250	↓																																																							
P	2000	↓																																																							

- ⬇ - Usar el primer plan abajo de la flecha
- ⬆ - Usar el primer plan arriba de la flecha
- N - Número de Aceptación
- n - Número de Rechazo

TESTS CON FALLAS DE ORIGEN

Area Bajo la Curva Normal

z	x.x0	x.x1	x.x2	x.x3	x.x4	x.x5	x.x6	x.x7	x.x8	x.x9
4.0	.00003									
3.9	.00005	.00005	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00004	.00003	.00003
3.8	.00007	.00007	.00007	.00006	.00006	.00006	.00006	.00005	.00005	.00005
3.7	.00011	.00010	.00010	.00010	.00009	.00009	.00008	.00008	.00008	.00008
3.6	.00016	.00015	.00015	.00014	.00014	.00013	.00013	.00012	.00012	.00011
3.5	.00023	.00022	.00022	.00021	.00020	.00019	.00019	.00018	.00017	.00017
3.4	.00034	.00032	.00031	.00030	.00029	.00028	.00027	.00026	.00025	.00024
3.3	.00048	.00047	.00045	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00036	.00035
3.2	.00069	.00066	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00076	.00074	.00071
3.0	.00135	.00131	.00126	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
2.9	.0019	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.7	.0035	.0034	.0033	.0032	.0031	.0030	.0029	.0028	.0027	.0026
2.6	.0047	.0045	.0044	.0043	.0041	.0040	.0039	.0038	.0037	.0036
2.5	.0062	.0060	.0059	.0057	.0055	.0054	.0052	.0051	.0049	.0048
2.4	.0082	.0080	.0078	.0075	.0073	.0071	.0069	.0068	.0066	.0064
2.3	.0107	.0104	.0102	.0099	.0095	.0094	.0091	.0089	.0087	.0084
2.2	.0139	.0136	.0132	.0129	.0125	.0122	.0119	.0116	.0113	.0110
2.1	.0179	.0174	.0170	.0166	.0162	.0158	.0154	.0150	.0146	.0143
2.0	.0228	.0222	.0217	.0212	.0207	.0202	.0197	.0192	.0188	.0183
1.9	.0287	.0281	.0274	.0268	.0262	.0256	.0250	.0244	.0239	.0233
1.8	.0359	.0351	.0344	.0336	.0329	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.7	.0446	.0436	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.6	.0548	.0537	.0526	.0516	.0505	.0495	.0485	.0475	.0465	.0455
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0606	.0594	.0582	.0571	.0559
1.4	.0808	.0793	.0778	.0764	.0749	.0735	.0721	.0708	.0694	.0681
1.3	.0968	.0951	.0934	.0918	.0901	.0885	.0869	.0853	.0838	.0823
1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.0985
1.1	.1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
0.9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
0.8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
0.6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.3	.3821	.3783	.3745	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3936	.3897	.3859
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4325	.4286	.4247
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

FORMA DE REGISTRO			
NOMBRE DEL CIRCULO			
AREA DE TRABAJO			
GERENCIA A LA QUE PERTENECE			
NUMERO DE INSCRIPCION		FECHA DE INSCRIPCION	
NOMBRE DEL CONDUCTOR	PUESTO	ESCOLARIDAD	FECHA DE EMPESO
NOMBRE DE LOS MIEMBROS			
fecha de reunion		promotor-facilitador	

SELECCION DEL PROBLEMA

NOMBRE DEL CIRCULO

NUMERO DE
INSCRIPCION

NUMERO DE
PARTICIPANTES

AREA DE TRABAJO

NOMBRE DEL PROYECTO

DESCRIPCION DEL PROYECTO

AREAS AFECTADAS

OBSERVACIONES

ACEPTADO

FECHA:

RECHAZADO

NUMERO DE REGISTRO:

REPORTE DE AVANCE				
NOMBRE DEL CIRCULO				
NOMBRE DEL PROYECTO				
REPORTE No. <input type="checkbox"/>	FECHA DE REPORTE <input type="checkbox"/>	FECHA DE LA REUNION <input type="checkbox"/>	NUMERO DE ASISTENTES <input type="checkbox"/>	HORAS ACUMULADAS <input type="checkbox"/>
DESCRIPCION DEL PROBLEMA				
DESCRIPCION DEL AVANCE HASTA LA PROHA (ANEXOS: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>)				
NOMBRES DE LOS ASESORES:				
OBSERVACIONES DEL COORDINADOR				

REPORTE FINAL					
NOMBRE DEL CIRCULO					
NOMBRE DEL PROYECTO					
NUMERO DE REPORTE	<input type="text"/>	FECHA DE REPORTE	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	FECHA DE LA REUNION	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>
			NOMBRES DE LOS ASESORES		
NUMERO DE ASISTENTES					
					MORAS RECONSIDERADAS
<input type="text"/>					
DESCRIPCION DEL PROBLEMA					
DESCRIPCION DE LA SOLUCION (ANEXOS: SI <input type="text"/> NO <input type="text"/>)					

BIBLIOGRAFIA

1. - Administrar para Producir,
José A. González Hernández.
Editorial ECASA. - México 1985.
- 2.- Apuntes del Curso
"Las Herramientas Básicas del Control de la Calidad"
Dirección General de Normas SEP/AFIN/IMCE 1983.
3. - Control Continuo del Proceso y Mejoras a la Habilidad --
del Proceso.
Ford Motor Company, S.A. de C. V.
México - 1984.
- 4.- Control de Calidad e Inspección
Organización Promotora del Comercio Exterior del Japón
Tokio- 1982.
- 5.- Control Estadístico de Calidad.
Asociación Nacional Mexicana de Estadística y Control de
Calidad.
Cuarta Edición.
- 6.- Control Total de la Calidad
A.V. Feigenbaum
Editorial CECSA 1967.
- 7.- Curso de Control de Calidad para la Industria Metalmeccánica
CANACINTRA
México 1982.
8. - Fundamental Techniques for Quality Control .
Dr. Noriaki Kano
Japan International Cooperation Agency
Japanese Standards Association.
Tokio- 1983.

9. - Guia para la identificación de los Modos de Fallas - -
Potenciales del Proceso.
Ford Motor Company, S.A. de C. V.
México -1984.
10. - Guide to Quality Control
Dr. Kaoru Ishikawa
Asian Productivity Organization 1985.
11. - How to Operate QC Circle Activities
Qc Circle Headwuartes, JUSE
Tokio - 1976.
12. - Manual de Control de Calidad
Ford Motor Company, S.A. de C. V.
México- 1984.
13. - Manual de Control de Calidad para Proveedores
General Motors de México, S. A.
México - 1985.
14. - Memorias de los Cursos de Control de Calidad para--
la Industria - Metalmecánica.
CANACINTRA - México 1982.
15. - Memorias del Seminario de Circulos de Calidad
COMPARMEX - IACE.
México- 1986.
16. - Practica del Control de Calidad Dirigido a Gerentes
Douglas H. W. Allan.
Sagita rio S.A. de Fdiciones y Distribuciones.

17. - Programa Nacional de Adiestramiento en Control de -
Calidad. Formación de Inspectores de Control de Cali-
dad.

Instituto Mexicano de Control de Calidad .

18. - QC Circle Koryo

General Principles of the QC Circle .

QC. Circle Headquarters, JUSE

Tokyo - 1970.

19. - Qué es el Control Total de Calidad .

La Modalidad Japonesa.

Dr. Kaoru Ishikawa.

Editorial Norma 1986.

20. - Teoría y Práctica del Control de Calidad

Ferthand L. Hansen

Editorial Hispano Europea.