



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN**



73  
2ej

**~ CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES ~  
PROYECCION FUTURA DE LAS ORGANIZACIONES EN LA  
CALIDAD**

**TRABAJO DE SEMINARIO  
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA  
P R E S E N T A :  
HECTOR FELICIANO MARTINEZ OSORIO**

**ASESOR: M. EN C. FRIDA MARIA LEON RODRIGUEZ**

**CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO 1996**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACIÓN ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXÁMENES PROFESIONALES

FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLÁN



DEPARTAMENTO DE  
EXÁMENES PROFESIONALES

DR. JAIME KELLER TORRES  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLÁN  
PRESENTE.

ATN: ING. RAFAEL RODRIGUEZ CEBALLOS  
Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

Con base en el art. 51 del Reglamento de Exámenes Profesionales de la FES-Cuautilán, nos permitimos comunicar a usted que revisamos el Trabajo de Seminario:

Calidad en las Organizaciones

Proyección Futura de las Empresas en la Calidad

que presenta el pasante: Héctor Feliciano Martínez Osorio

con número de cuenta: 1000030 - 5 para obtener el Título de:

Ingeniero Mecánico Electricista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXÁMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VISTO BUENO.

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautilán local, Edo. de México, a 22 de Marzo de 1996

MODULO:	PROFESOR:	FIRMA:
<u>I y III</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernandez Mando</u>	<i>[Firma]</i>
<u>II y IV</u>	<u>Ing. Juan Manuel Garibay Hernandez</u>	<i>[Firma]</i>
<u>Asesor</u>	<u>M. en C. Frida María Loon Rodríguez</u>	<i>[Firma]</i>

DEP/V0805EN

La meta final tiene un origen.

El objetivo del conocimiento  
tiene un fin.

Los cuales se entrelazan y con  
apoyos unidos, crean de esa meta  
un solo fin.

Dando origen a el inicio de mi  
profesión.

La paciencia es una de las virtudes  
más grandes del ser humano.

Gracias por enseñarme a distinguirla

A mis padres con cariño y respeto.

A mis hermanos con amor.

A mis profesores por sus consejos.

A mi esposa por su dedicación.

ABRIL 96

## INDICE

- Introducción.	I
- Generalidades.	3
Tema 1 . Significado e Importancia de la Calidad.	5
I.1. Historia de la Calidad.	7
I.2. Etapas de Evolución del Proceso.	8
I.3. Filosofía Deming.	14
Tema 2 . Principios Estadísticos.	27
2.1. Conceptos Básicos.	31
2.2. Medidas de Tendencia Central.	33
2.3. Medidas de Dispersión.	35
2.4. Distribución Normal.	37
Tema 3 . Herramientas Básicas.	
3.1. Histogramas.	40
3.2. Gráficas de Control.	53
3.3. Gráficas de Control por Variables.	55
3.4. Gráficas de Control por Atributos.	76
3.5. Diagrama de Pareto.	95
3.6. Diagrama de Causa - Efecto.	99
Tema 4 . Serie de Normas ISO 9000.	
. Norma Mexicana NMX - CC.	104
- Conclusiones.	
- Bibliografía.	112

## Introducción.

El conocimiento, el estudio y las técnicas y filosofías creadas para satisfacer las necesidades en aumento de la industria y o servicio forman parte muy actual y preocupante de más de una industria con expansión local o internacional para mantenerse en el mercado.

La calidad en su forma más simbólica, da origen a actividades y normas que coadyuvan entre sí para lograr el bienestar humano de una manera más fácil y ordenada.

Estas actividades en la actualidad se aceleran ante el creciente aumento de la competencia a nivel mundial y el uso de equipos automáticos, procesos en serie y recursos tecnológicos cada vez más avanzados.

Este impulso da a las organizaciones, nuevas metas y las induce a crear fórmulas más capaces de dirección. Esto con un solo fin, controlar mejor sus recursos, optimizar sus métodos de trabajo y aumentar sus ganancias. O tan solo para mantenerse dentro de el mercado industrial.

Todas estas reglas van dirigidas a una mejor calidad, englobando a esta, como una herramienta poderosa para ganar campos de trabajo, solventar economías, así como para la creación de empleos a nivel individual y como nación.

... como en su origen la calidad implicaba obra artesanal en -  
la actualidad el éxito de cualquier empresa o servicio depen -  
de de esta casi perfección y solo el mejor sobrevive en esta -  
competencia mundial para la calidad total.

## Generalidades.

La reactivación de la industria nacional actual, tiene como base principios tanto económicos, políticos, estratégicos e ideológicos.

La proyección futura de las empresas depende no solo de el desarrollo en masa, ni de el trabajo forzado. Se desarrolla en base a criterios bien definidos, a estructuras solidas y a administraciones capaces.

La competencia actual nacional e internacional se finca en aspectos muy bien delineados. Características comunes que dan a las industrias la seguridad de un desarrollo futuro, mejor desde sus inicios.

En el mercado nacional, el área productiva debe ser capaz de sostener el nivel competitivo en cuanto a su calidad como a su cantidad, en sus procesos y productos.

De ahí parte la esencia de una nación proyectada hacia los mercados mundiales, no tradicionales.

Así como en diversas regiones del mundo hay tratados de comercio, en las cuales se rigen por reglas de trabajo propias. Así también dependen de normas internacionales que en sus respectivas subdivisiones abarcan la dirección de todos los mercados, en las áreas de trabajo organizado. México no puede ser la excepción.

La creciente industria extranjera en la nación, fuerza a la industria nacional a superar y evitar errores, que en la actualidad significan pérdidas o ganancias de mercados, ya no a nivel local sino internacional.



Por lo anterior el apego a la normalización, paso a paso dará una estructura organizacional que basada en lineamientos dirigirá a la administración por medio de ideas establecidas con anterioridad - Filosofías de la Calidad -. Tomandolas de acuerdo a sus necesidades propias, hacia el control de cada una de sus áreas constituyentes y cada uno de sus elementos.

Esto con bases físicas documentadas comprobables. Restringidos por métodos numéricos indicadores de la confiabilidad y progreso de el proceso - Métodos Estadísticos -.

Cada uno de estos temas se trata a continuación dentro de los capítulos y subdivisiones, tomando como referencia un proceso específico dentro de la rama de autopartes.

Como proveedor directo y una estructura organizacional con apego a las normas vigentes de el mercado nacional en expansión.

- TEMA I -

SIGNIFICADO E IMPORTANCIA DE LA CALIDAD:

Tradicionalmente el termino calidad ha significado cumplir con las especificaciones. Esto ha motivado que la responsabilidad - por la calidad haya sido asociada generalmente a las áreas de ingeniería y control de calidad.

Hoy en día, el termino calidad ha evolucionado a un significado más amplio. Ahora significa "estar de acuerdo al uso". Esto implica dejar atrás la idea de cumplir solamente con las especificaciones y enfocar el concepto al cliente, en sus necesidades y expectativas que del producto tiene.

Hay que tener en cuenta que el usuario final casi nunca tendrá la posibilidad de medir la calidad del producto que adquiere, por que no tiene la capacidad o el equipo o recursos necesarios para ello. En vez de eso, se basa en los nombres, en las marcas, en la reputación, en la experiencia previa y la experiencia general.

La importancia de la calidad radica entonces en dar confianza al consumidor de que está adquiriendo el mejor producto del mercado, lo que originará su preferencia inmediata en relación con otras marcas y todo ello se traducirá en beneficios obios para el consumidor y para la empresa y sus trabajadores.

**. Responsabilidad por la Calidad.**

Como la seguridad en la obtención de la calidad entra en tantos puntos del sistema de producción (recibo de materiales,almacen, en las diferentes operaciones de producción,inspección final, empaque,embarques y aun,en el servicio al cliente,se necesita el apoyo de todos los niveles de la administración,más que para la mayoría de las funciones. Ningún departamento o persona puede asegurar por sí solo la calidad.

Se necesita la cooperación de todos los trabajadores que están en la línea,de los supervisores,de la asesoría de control de - calidad y del respaldo total de la gerencia general.

## I.I. Historia de la Calidad.

. Entre sus multiples definiciones la calidad en sí , se caracteriza por ser una serie de atributos o propiedades, que nos da un juicio de valor a cerca del objetivo o servicio.

Completando esto y aunado a la calidad se encuentra la excelencia. Tomando el enfoque de perfección, se dice excelente o perfecto cuando un objeto tiene un juicio positivo, cero defectos.

Haciendo historia se recorren varias epocas, terminando en la actual formación de métodos de control para alcanzar lo que hoy se conoce como calidad total.

Vemos , las necesidades individuales de él o los usuarios, que -- dan origen a la primera necesidad de calidad y solo el cliente y su satisfacción remuneran y dan fama a el o los artesanos que en el taller crean trabajos hechos a la medida del objeto o persona individualmente. Esto se conoce como epoca artesanal.

En el momento que se comienzan a crear procesos en serie la fabrica da pauta a que el taller se traslade a la industria.

Para la elaboración de un solo producto, en masa, de características generales, dimensión específica, con procedimientos y cambios de acuerdo a la parte o pieza que es constituyente de la maquina y/o estructura a formar. Esto se conoce como epoca industrial.

## I.2. Etapas de Evolución de el Proceso en cuanto a Calidad.

- ▼ Control de la calidad mediante la inspección.
- . Apegado a la producción en serie, el artículo se revisa al final de la línea de producción, observando si es apto o no, para el uso que esta destinado.
- . En esta etapa se ve la necesidad de crear un nuevo departamento encargado de esta inspección, creando el departamento de control de calidad.

Aquí, se exponen varias teorías entre las cuales destacan:

- F.W. TAYLOR, el cuál delega responsabilidad a la administración para definir la tarea de los operarios y especificar los procedimientos y la relación entre tiempos y movimientos; dando a los supervisores la tarea del control de la calidad.

Así como, G.S. RAMFORD, indicando que al inspeccionar críticamente el trabajo se detectan errores, los cuales personas especializadas deben poner remedio; llevando esta inspección a cabo con instrumentos de medición. Proponiendo métodos de muestreo como ayuda, mas lo fundamenta en la estadística. El cual relaciona departamentos e individuos para involucrarse en el proceso de la calidad y la baja de costos desde el diseño mismo.

## II. Control del Proceso.

El control estadístico del proceso. (SPC).

Se base en la observación del proceso a fin de mejorarlo

Tuvo su origen en los años 30' Por Bell Telephone Laboratories.

Desarrollado por W. A. Shewart, Harold Dodge, Harry Roming y posteriormente E. D. Edwards y Josep Juran.

Shewart (3). Proporciona una definición exacta del control de el proceso a efectuarse, desarrolla técnicas para monitorear y evaluar día a día la producción, proponiendo diversas formas para mejorar la calidad.

Para esto reconoce que en toda producción industrial se da variación en el proceso, estudiada por la probabilidad y la estadística; ocasionado por diferencias en la materia prima diferentes habilidades de el operario y las condiciones en el equipo de trabajo. Aun así mismo con el mismo operario y la misma máquina.

Se controla estableciendo límites, por medio de la experiencia de como va a variar este fenómeno en el futuro, por medio de técnicas, estadísticas y gráficas de control en las que se pudieran comparar los resultados.

El segundo elemento importante del control estadístico del proceso. El muestreo (llevado a cabo por Harold Roming y Harry Dodge): viendo la imposibilidad de inspeccionar al 100% todos los productos.

De ahí la necesidad de verificar un cierto número de artículos entresacados de un mismo lote de producción, decidiendo sobre esto si el lote es aceptable o no.

Para esto en la segunda guerra mundial se vió la necesidad de elaborar y mejorar estas técnicas por la gran cantidad de armamento fabricado en serie. Dando entrenamiento masivo a los contratistas, el uso de gráficas de control de aceptación por muestreo, revisado por inspectores del gobierno.

Desarrollándose el AQL (Acceptal Quality Levels) Niveles aceptables de calidad. Determinándose el máximo porciento de defectos que se pudiera tolerar.

Aquí se inicia la calidad en las universidades para formar parte de la enseñanza en los 40' Formándose sociedades locales - originándose la American Society For Quality Control (ASQC) y otras más.

### III. El aseguramiento de la Calidad.

Se caracteriza por un mejoramiento en el proceso y la necesidad de asegurar ésta, por parte de la administración.

En los años 30s y 40s, la atención se había centrado en el control estadístico de el proceso ( por medio de medidas - adecuadas para prevenir defectos ). Asignándolos solo a los estadísticos.

Ahora para desarrollarlo había que asegurar profesionales dedicados específicamente a atender programas de calidad e involucrar a todos implicando más presupuesto por parte de la administración. Para esto se plantearon interrogantes - como:

- Ciertamente se era conciente que el producto defectuoso - incide en el costo de la producción, pero ¿hasta que grado ? .
- La inversión para asegurar la calidad quedaria justificada?

Estos problemas se plantearon por diferentes autores.

I) Edward Deming, que pone en relieve la responsabilidad de la alta gerencia en la producción de artículos defectuosos.

Proponiendo que si mejora la calidad disminuyen los costos. Esta reducción junto con la calidad se traduce en - mayor productividad. Capturando un mercado cada vez mayor; dejando este cambio a la alta gerencia, por ser responsable del sistema y puesto que gran parte de los artículos defectuosos se derivan del sistema mismo la alta gerencia es responsable del 85% de los productos defectuosos y no los trabajadores.



- 2) Joseph Juran, en 1951. Investiga los costos de la calidad expone los ahorros substanciales que los administradores pueden lograr si entienden inteligentemente el problema.

Dividiendo los costos en evitables e inevitables:

- Costos inevitables. Son los relacionados con el control de calidad y mejoramientos de procesos.
- Costos evitables. Son los relacionados con los productos defectuosos (material de desecho, horas invertidas en reparaciones y pérdidas económicas por clientes insatisfechos).

Por lo tanto es responsabilidad de la alta gerencia de decidir que tanto quiere invertir en este mejoramiento.

- 3) Armand Feigenbaum, en 1956. Coloca a el sistema administrativo como coordinador en la compañía; del compromiso de todos, en orden, al logro de la calidad.

Propone el control total de la calidad.

Definiendo que se pueda trabajar con productos de calidad si el departamento de manufactura trabaja aisladamente; por lo que esto debe ser desde el diseño mismo y terminar solo cuando el artículo este en manos de un consumidor satisfecho.

Por lo tanto el principio fundamental de la calidad es - trabajar todos y cada uno de los que intervienen en cada etapa del proceso.

Juran y Feigenbaum, señalan la necesidad de contar con nu  
evos profesionales de la calidad para plantear las acti  
dades de los departamentos, establecer est  
andares y propor  
cionar mediciones adecuadas.

- 4) Phillip B. Crosby, en los años 60s, promueve el movimiento de ce  
ro defectos. Elaborado en la fabrica de misiles de la Martin Company. De acuerdo a la excelencia de estos en ca  
lidad.

Crea su filosofía estableciendo que si no se da perfecc  
ion en el trabajo esto se debe a que la administración no la exige a sus trabajadores, o los trabajadores no tienen la intención de darla.

### (I.3). Filosofía Deming.

En junio de 1980, cuando apenas empezaba a reconocerse la importancia de las técnicas estadísticas, la cadena de televisión norteamericana NBC, proyectó un documental titulado. ¿ Si japon puede por que nosotros no?. En el comparo los en focos norteamericano y japones en lo referente a calidad y productividad.

El documental destacaba la participación del Dr. W Edward-Deming, quien introdujo las técnicas de estadística en el - japon después de la guerra mundial.(2º)

El Dr. Deming, maneja una serie de conceptos que se relacionan con el uso de métodos estadísticos para mejorar la calidad y la productividad.

Los mas importantes son:

- La filosofía fundamental de la calidad, debe basarse en - la prevención de defectos en lugar de su detención. Este enfoque requiere un sistema de control de procesos, el cu al se implementa con técnicas estadísticas. Las modificaci ones se describen en las graficas de control.
- Todos los niveles de la organización deben dedicarse a - mejorar la calidad cotidianamente.
- La calidad y la productividad no son metas que se oponen entre sí; las mejoras de la calidad repercuten en las mejoras de la productividad.

Filosofía Deming (14 Puntos).

- 1.- Tener el proposito de mejorar constantemente el producto y el servicio.
- 2.- Adoptar la nueva filosofia.
- 3.- No depender mas de la inspección masiva.
- 4.- Poner fin a la práctica de decidir negocios en base al precio y no en base a la calidad.
- 5.- Describir problemas en el sistema y mejorarlo.
- 6.- Instituir métodos modernos de supervisión.
- 7.- Instituir métodos modernos de entrenamiento.
- 8.- Romper el miedo.
- 9.- Romper las barreras entre los departamentos.
- 10.- Eliminar metas numericas y estandares que piden aumentar la producción sin decir como.
- 11.- Eliminar estandares de trabajo. - cuotas -
- 12.- Romper las barreras que impiden al trabajador sentir orgullo por su trabajo.
- 13.- Instituir un vigoroso programa de educación y entrenamiento.
- 14.- Crear una estructura que impulse día a día los 13 puntos anteriores.

**Punto 1. Hacer constante el proposito de mejorar la calidad.**  
Consiste en la aplicación de un plan estratégico - para hacernos competitivos y permanecer en el mercado.

Este plan debe tomar en cuenta;

- Innovar. El cambio es lo único permanente para adecuarse a las necesidades actuales.
- Asignar. Son los recursos para productos y servicios a futuro.
- Educar. Proporcionar adiestramiento y capacitación.

**Punto 2. Adoptar la nueva filosofía.**

Se debe adquirir una nueva cultura que permita que cada trabajador;

- Reciba entrenamiento adecuado y suficiente.
- No tenga miedo de preguntar lo que desconoce.
- Esté orgulloso de la calidad que produce.

Esta nueva cultura no puede aceptar ni tolerar altos niveles de;

- |              |              |               |
|--------------|--------------|---------------|
| - Demoras    | - Reprocesos | - Desperdicio |
| - Errores    | - Rechazos   | - Retrabajo   |
| - Ausentismo | - Accidentes |               |

La competitividad va en aumento cada día. Esto significa que a largo plazo sólo permanecerán en el mercado las compañías o instituciones que a menor costo ofrecen mayor calidad en sus productos o servicios; Se debe trabajar en los errores para evitar aumentos en los costos de producción que, repercutirán en su precio.

Punto 3. Terminar con la dependencia de la inspección masiva  
La calidad se determina cuando se fabrica un producto  
to ninguna cantidad de inspección lo hara mejor.

Tener que inspeccionar el 100% de la producción  
significa:

- Que todos los productos pueden tener defectos.
- Que el proceso esta planeado para producir defectos
- Que las especificaciones no se toman en cuenta.

! Prevenir en vez de detener ;

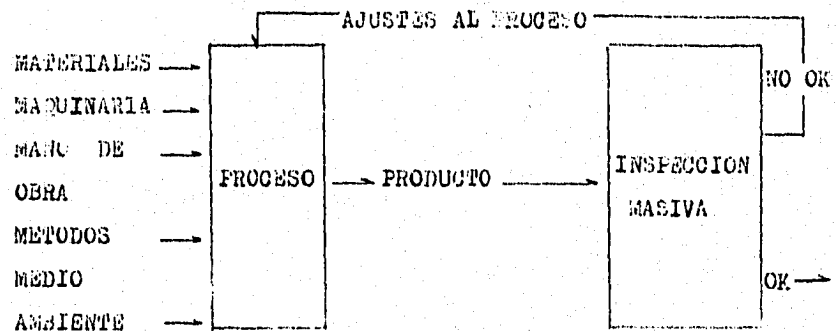


Fig.I Detección de Defectos.

En el esquema anterior, se representa un proceso de producción (en el que cualquiera que sea la actividad como: operar un torno, alimentar de material a una máquina, inclusive mecanografiar una carta) en el se representan cuatro elementos básicos, que generalmente intervienen:

Materiales, mano de obra, máquinas, métodos y procedimientos y medio ambiente. Analizado mas adelante método de las 5M.

Todos estos elementos influyen en el proceso de producción y como resultado obtenemos un producto o servicio. Después de esto tenemos una función de inspección que separa el producto bueno del malo. El producto malo se retrabaja o desecha.

Desafortunadamente este enfoque propicia que haya desperdicio. En este caso la energía esta concentrada en la inspección masiva, en el producto final, en lugar de concentrarlo en el proceso que es donde en realidad se genero el producto defectuoso.

Aqui se da la impresión de que la calidad es responsabilidad del departamento de control de calidad y con frecuencia el personal de producción solo se hace responsable de la cantidad. Esto es contradictorio, porque al final de cuentas un producto defectuoso en una operación anterior ira entorpeciendo las siguientes actividades y la producción sera poca ademas de mala calidad.

Hay que tomar en cuenta que toma tantos recursos hacer un producto malo como producir un producto bien hecho.

HACER BIEN LAS COSAS A LA PRIMER VEZ

### Control estadístico del proceso.

El énfasis aquí no está en la inspección masiva, sino en el proceso mismo. Cuando algo sale mal podemos detectarlo de inmediato en vez de esperar a la inspección final.

Esto quiere decir que siempre puede haber "algo" que influya en que un producto pueda ser de mala calidad o que este varie. Esta variación depende de las alteraciones o los cambios que se presenten en el equipo, los materiales, los métodos de trabajo, la gente que participa en el proceso y las alteraciones propiciadas por el medio ambiente.

El control estadístico de proceso nos permite observar lo que ocurre a través del tiempo, en el momento en que ocurre la acción. No se tiene que esperar un día, una semana o un mes para conocer los resultados del proceso que se está operando.

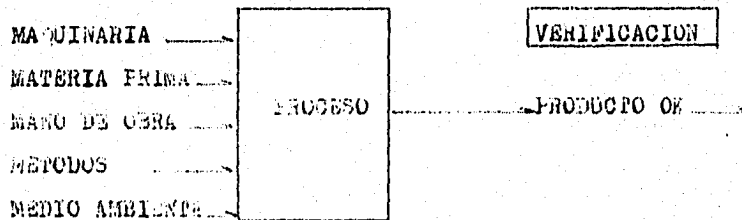


Fig.2 Prevención de Defectos.



El papel del control estadístico del proceso no es la inspección, no es separar las partes buenas de las malas, sino controlar y mejorar el proceso para prevenir la ocurrencia de algún factor que pueda afectar la calidad del producto y corregir a tiempo, el problema.

Punto 4. Terminar con la práctica de decidir negocios en base al precio y no en base a calidad.

- . El precio debe de estar de acuerdo a Calidad y servicio
- . Sin medidas adecuadas de calidad se comprara lo mas barato y las consecuencias seran:
  - Mala calidad de equipo.
  - Pésimo servicio.
  - Alto costo.

La única manera de demostrar la calidad de los recursos con que se cuenta para trabajar y obtener por lo tanto un buen producto, es por medio de la evidencia estadística.

Por consiguiente se prefiere al producto que ofresca un precio competitivo y de buena calidad. El departamento alterno dependiente anterior, debe entender que en la compra de herramientas o equipos se trata de minimizar el costo de la producción o servicio, no de el costo del instrumento mismo.

Los proveedores internos o externos deben de saber no sólo de las especificaciones que el cliente requiere de los productos que compra, sino además el uso que el cliente requiere y va a dar alos productos.

Punto 5. Encontrar y resolver problemas para mejorar el sistema de producción constantemente y permanentemente.

• En el continuo proceso productivo, ignorar los problemas o peor aún, dejarlos sin solución, significa.

- Baja eficiencia del proceso.
- Disminuir la productividad.
- Aumentar los costos.

¡ Detener todo cuando algo va mal !

• Los trabajadores como expertos que conocen los problemas de producción deben participar activamente en la solución de problemas, con el apoyo de los departamentos de servicio (ingeniería, calidad, manufactura).

Punto 6. Instituir métodos modernos de entrenamiento en el trabajo.

- La calidad de un producto no depende de recursos materiales como maquinaria y equipo solamente.
- La calidad de un producto fabricado depende del grado en que un trabajador use correctamente dichos recursos materiales.
- Nunca tendremos un producto de calidad, si hay trabajadores sin adiestramiento.

**Punto 7. Instituir métodos modernos de supervisión.**

- El supervisor debe ser el facilitador del trabajo para el personal que tiene a su cargo y debe facilitarse a sí mismo su trabajo de supervisor, evitando tener que monitorear personalmente la calidad del producto que se genera en su área de responsabilidad.
- Para ello, se debe auxiliar de los métodos estadísticos a fin de que los mismos operadores o cualquier otra persona pueda darse cuenta cuando un problema se presenta y remediarlo en el acto. Por ejemplo; gráficas de control, método de las cinco M, principio de Pareto etc.
- Se debe convertir en promotor del mejoramiento y hacer que las características de la calidad presidan de la elaboración del diseño del producto y su fabricación.
- Como líderes auténticos, los jefes deben conocer el trabajo que supervisan, a fin de ayudar a su personal a mejorar su propio desempeño.

Punto E. Expulsar en la organización el miedo. Este desaparecerá en la medida en que los trabajadores desarrollen la confianza de que serán oídos.

Impulsar la comunicación y la productividad. El personal estará motivado cuando hayan satisfecho sus necesidades de logros, reconocimiento y autodesarrollo.

Ninguno puede dar lo mejor de sí cuando no se siente seguro y mientras no supera el miedo en cualquiera de sus manifestaciones (preguntar, expresar sus propias ideas, etc). Esto implica una pérdida económica, ya que el trabajador cumple a cualquier costo lo que se pide sin importar si los materiales son los apropiados o no. Y si la calidad es la adecuada o no.

El miedo es el síntoma de una mala organización o de una confusión en los propósitos de la compañía. Esto desaparece a medida que la dirección toma sus funciones de líderes dando seguridad a sus subordinados.

Para mejorar la calidad y la productividad, es necesario que el trabajador exprese su libertad de:

- . Expresar mejoras (ideas).
- . Preguntar dudas.
- . Pedir instrucciones más precisas.
- . Informar de el equipo cuando se dan fallas.
- . Pedir que se eviten malas condiciones de trabajo que dañen a él o los productos.

Punto 9 Romper las barreras entre los departamentos de apoyo y línea.

Muchos problemas que se presentan en las líneas de producción no pueden ser resueltos por el trabajador, por que son debidos a materiales o especificaciones inadecuadas,

La gente de investigaciones, diseño, ventas y producción deben trabajar como equipo para preveer problemas en el producto - que puedan presentarse..

Punto 10 Eliminar metas numericas, posters y frases publicitarias en los que se pida alcanzar nuevos niveles de - productividad sin haber previsto antes métodos adecuados para lograr tal nivel.

Los errores en su mayoria, no provienen de los trabajadores sino del sistema mismo ;por eso es muy frecuente que dichas amonestaciones o invitaciones generadas por este tipo de propagandas, generen frustraciones o resentimientos.

Ya que cuando se le proponen mayores metas numericas, el obrero piensa que la administración nunca esta satisfecha con el esfuerzo realizado. Por eso dichos posters no ayudan a mejorar el - trabajo.

Es diferente el caso en el que los posters exponen lo que la dirección hace mes por mes, a fin de mejorar el sistema y de incrementar la calidad y productividad con un trabajo mas inteligente. Estos letreros suben la moral de los trabajadores, pues a - travez de ellos se dan cuenta de que la administración se hace responsable de los defectos que acontecen.

Punto II. Eliminar estandares de trabajo que prescriban cuotas numéricas. Se debe administrar con liderazgo.

Los estandares de trabajo son sólo numéricos que no toman en cuenta la calidad con que debe hacerse un producto.

Se debe fomentar un sistema de trabajo en el que el operario se sienta orgulloso del trabajo realizado. Las cuotas son incompatibles con el mejoramiento continuo. La administración las debe reemplazar con instrucción, educación y por un liderazgo inteligente.

Es normal que la administración necesite tener los elementos necesarios para predecir los costos, lo cual supone conocer las cuotas de producción por trabajador. Se trata de una cuota promedio, ya que la mitad de los trabajadores esta abajo de este promedio y la otra esta arriba.

Si se trabaja en base a ese promedio y los trabajadores se dan cuenta de ello, quienes habian superado la cuota tendrán a no producir mas allá y esperarán la hora de salir. Esto tiene como forma de proceder insatisfacción en el personal y pérdidas económicas en la compañía.

La mejor estrategia es el liderazgo. Para actuar como líder debe uno entender en que consiste el trabajo propio y el de los demás. Debe aprender que es lo que hace su gente y como lo hace. Este aprendizaje es mas importante que revisar los reportes de fallas, inventarios de ventas, etc. Fijar la atención en los resultados no es el camino efectivo para mejorar un proceso o servicio. La gerencia basada en metas numericas corre el peligro de administrar sin conocimiento de lo que se debe hacer; y de hecho se convierte en una administración basada en el miedo.

**Punto 12. Derribar las barreras que impiden al trabajador estar orgulloso de su trabajo.**

Nadie puede sentirse orgulloso de su trabajo si no sabe las condiciones que se necesitan para que su trabajo se considere bien hecho. Hay que explicarle primero en que consiste su trabajo.

**Punto 13. Instituir un vigoroso programa de capacitación y adiestramiento de todo el personal.**

• Todo mundo en las empresas tienen un trabajo; ; aprender como producir con calidad !

• Los que conozcan como llegar a la calidad; ; deben enseñar a los demás !

• La educación y el entrenamiento podrán adaptar a las personas a nuevos trabajos y a nuevas responsabilidades.

El grado de preparación de las personas dan cimientos que permiten avanzar en el campo de la competitividad.

**Punto 14. Crear una estructura robusta desde la alta administración hasta los niveles operativos que impulsen día a día los 13 puntos anteriores.**

Solo resta emprender las acciones necesarias para lograr la transformación de las empresas.

. Principios Estadísticos.

. PRIMERO: NO HAY DOS COSAS EXACTAMENTE IGUALES.

Por nuestra experiencia sabemos que esto es verdad, Basta mirar - a nuestro alrededor, cada persona tiene sus características individuales completamente diferentes a las demás.

Todos aquellos que están relacionados con la producción saben - que no hay dos productos exactamente iguales. De una forma u otra, hay ligeras diferencias en las dimensiones, en la forma, en el acabado, etc.

Es por esta razón que no es posible hacer piezas exactamente iguales; pero debemos esforzarnos en tener variaciones lo más pequeñas posibles.

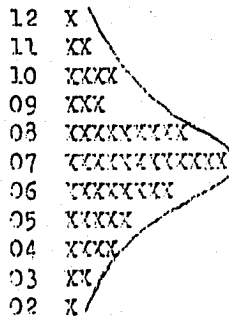
. SEGUNDO: LAS VARIACIONES EN UN PRODUCTO O PROCESO PUEDEN MEDIRSE.

En caso contrario, si no logramos medirlas estas podrán aumentar a tal grado que nos sentiremos como si estuviéramos en una lancha, sin remos, sin brújula, a la deriva.



TERCERO. LOS DATOS VARIAN SEGUN UNA FIGURA BIEN DEFINIDA

Cuando las variaciones se deben a causas naturales (no hay nada que influya en cada uno de los resultados) podremos obtener una distribución de los datos como se muestra en la figura. A esta forma de agrupación de los datos se le llama DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS.



CUARTO. CUANDO SE HACEN MEDICIONES, UN BUEN NUMERO DE ELIAS TIENDE A AGRUPARSE ALREDEDOR DE SU VALOR PROMEDIO

Si contamos los datos que caen en la parte central, alrededor del promedio encontraremos que aproximadamente son el 68%.

Hay otro 28% aproximadamente en las dos secciones a un lado del valor medio.

Hay 4% de los datos en las dos secciones extremas.

Esto parece complicado, pero para nuestro objetivo importa recordar que las mediciones tienden a agruparse alrededor de la media. Además, esto se puede comprobar en una tabla de distribución de frecuencias.

QUINTO. LA FORMA DE LA CURVA DE LA DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS  
PUEDE SER CALCULADA

Con esto, podremos comparar la distribución de las características de las piezas producidas con aquéllas previamente establecidas por el Departamento de Ingeniería.

Así podremos saber si el proceso se comporta conforme a como se esperaba. Si las cosas no marchan bien, debemos hacer cambios en el proceso o revisar las especificaciones.

Tengamos presente, que la variación siempre va a existir. Consideremos por ejemplo una ametralladora rigidamente anclada a una base o soporte. Aún así tendríamos un desparramamiento de los proyectiles sobre el blanco.

No todos los proyectiles darían en el centro. Los proyectiles se distribuirían en el blanco aproximadamente.

La mayor parte de los proyectiles serían dirigidos al centro, pero un menor número se iría a los extremos.

Esto es una ley natural, LA LEY DE LA VARIABILIDAD NORMAL

Por esta razón, en la fábrica hay controles sobre las máquinas de producción, sobre los operadores que las trabajan y sobre el material con que se elabora el producto.

SEXTO. LAS VARIACIONES EN UN PROCESO DEBIDAS A CAUSAS ANORMALES PROVOCAN UNA DEFORMACION EN LA CURVA DE DISTRIBUCION

En condiciones normales, nosotros estamos en condición de poder determinar la variabilidad accidental, asociada con el proceso. Si hay un cambio imprevisto nosotros podremos verlo por la forma de la curva de distribución, ya que ésta se deforma.

## 2.I. Conceptos Básicos.

.Estadística.- Nos sirve para recopilar,organizar y representar datos (estadística descriptiva).A fin de deducir o inferir algun comportamiento,a partir de esos datos (estadística inferencial).

. Dato.- Observación o medición que se esta haciendo.Se representa por  $X_i$ .Donde  $i$ ,representa el número de datos de que se trate.

Ejemplo: Suponga que 70,80,79, representan las estaturas de tres personas.Entonces

$$X_1 = 70; X_2 = 80; X_3 = 79$$

. Cantidad de datos: Se representan con  $N$  o  $n$ ,y es el número total de datos.

Ejemplo:  $N = 3$

. Frecuencia.- Número de veces que se repite un dato.

. Distribución de frecuencias.- Cuando se necesita registrar una serie de datos,frecuentemente se anotan los valores que se piensan obtener y posteriormente y conforme se vayan presentando,anotar una marca en el valor correspondiente.

Esto evita el trabajo de anotar el valor cada vez que esta se repita.

A la figura que se va formando al poner estas marcas delante de cada dato que se repite, se le llama distribución de frecuencias.

**POBLACION Y MUESTRA.**- Cuando queremos obtener información acerca de un grupo de datos es importante que estos datos esten bien definidos, esto es, que pertenecen a una misma población.

Si al obtener un dato para una muestra no afecta la oportunidad que los demás elementos de la población tienen de ser seleccionados, se dice que los elementos son independientes.

Cuando se selecciona una muestra de una población en la que todos los elementos son independientes y tienen la misma oportunidad de ser seleccionados, entonces se dice que la muestra es aleatoria o representativa.

## 2.2. Medidas de Tendencia Central.

- Se llaman así por que tienen la característica de ser valores típicos representativos de un grupo de datos y una vez arreglados de acuerdo a su magnitud tienden a estar en la parte central del grupo.

Las medidas de tendencia central son:

- Media o promedio aritmético.
- Mediana.
- Moda.

- Mediana: Es el valor que queda exactamente a la mitad de un grupo de datos ordenados de mayor a menor o de menor a mayor.

Ejemplo: 5,5,3,2,2      .Su mediana es  $X = 3$

- Si en vez de ser uno son dos valores que queden en el centro, la mediana sera la mitad de la suma de estos dos valores.

Ejemplo: 5,5,4,3,2,2.

Los valores centrales son 4 y 3 por lo tanto la mediana es:

$$4 + 3 = 7/2 = 3.5$$

- Moda: Es el valor que mas se repite de un grupo de datos.

Ejemplo: 5,5,5,4,6

La moda es;  $M_o = 5$

- Media o Promedio Aritmético. De un grupo de datos es el valor que resulta de dividir la suma de los datos entre el número de datos que estemos considerando. Se representa con la letra  $\bar{X}$  (x testada).

Formúla:

$$\text{promedio} = \frac{\text{suma de datos}}{\text{No. de datos}} \quad \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

¿Y que es un promedio de promedios?

Es la suma de varios promedios divididos entre el número de promedios que se sumaron.

Se representa con  $\bar{\bar{X}}$

$$\text{Formula} = \bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}}{K}$$

Donde:

- $\bar{\bar{X}}$ , es la suma de los promedios.
- K, es el numero de promedios.

### 2.3. Medidas de Dispersión.

- . Se le llama variación o dispersión a la diferencia que existe entre los datos, con respecto a sí mismos o con respecto a su valor central o promedio.

Sabemos sin embargo que siempre existe variación entre los datos ya que no hay datos exactamente iguales, y esto se considera normal. Sin lo cual, debemos esforzarnos por tener la menor variación posible y por ello debemos cuantificarla a fin de poderla controlar.

- Las dos principales medidas de dispersión son:

- . Rango.
- . Desviación Estandar.

- Rango: El rango o amplitud es la diferencia que existe entre el valor máximo  $V_M$  y el valor mínimo  $v_m$ , de un grupo de datos.

Su fórmula es:  $R = V_M - v_m$

- Desviación Estandar: Determina el grado de variabilidad que existe de los datos que se estudian, con respecto a su centro. Media o mediana.

Su fórmula es:

$$D = \sqrt{\frac{\sum_{(i)} (X_i - K)^2}{n - 1}}$$



Donde:

$\sqrt{\quad}$  = Es el símbolo de la Desviación Estandar

$\sum (X_i - \bar{X})^2$  Es la suma de cada dato menos el promedio elevado al cuadrado

$n - 1$  Total de datos menos 1

Ejemplo: Calcular la Desviación Estandar de los siguientes datos: 8,8,7,5,6.

Primero se calcula el promedio:  $\bar{X} = \frac{8+8+7+5+6}{5} = \frac{34}{5} = 6.8$

Ahora se procede a calcular la Raíz Cuadrada:

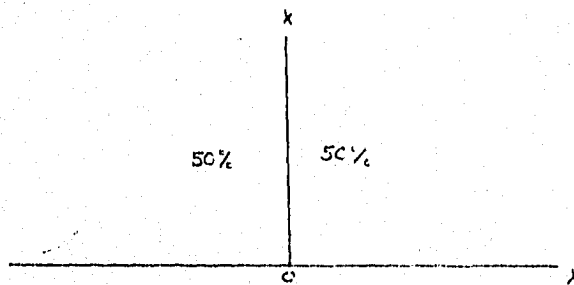
$$\begin{aligned} &= \sqrt{\frac{(8-6.8) + (8-6.8) + (7-6.8) + (5-6.8) + (6-6.8)}{5 - 1}} \\ &= \sqrt{\frac{1.44 + 1.44 + 0.04 + 3.24 + 0.64}{4}} \\ \sqrt{\quad} &= \sqrt{\frac{6.8}{4}} = \sqrt{1.7} = 1.30 \end{aligned}$$

#### (2.4). Distribución Normal.

La distribución de frecuencias de un conjunto de datos varía según una figura bien definida. Esta figura nace del hecho de que al hacer mediciones, un buen número de ellas tienden a agruparse alrededor de su valor promedio. Cuando el conjunto de valores tienden a agruparse alrededor de su valor promedio y adoptan esta figura, se dice que tienen una distribución normal.

##### Características de una Distribución Normal.

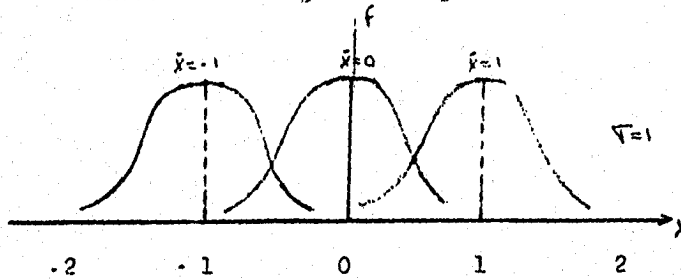
I. Su gráfico es de tipo campana.



2. El 100% de los datos están representados en el área bajo la curva.
3. Su distribución es simétrica, es decir, el 50% de los datos se encuentran del lado derecho y el otro 50% del lado izquierdo del promedio o punto medio de la curva.

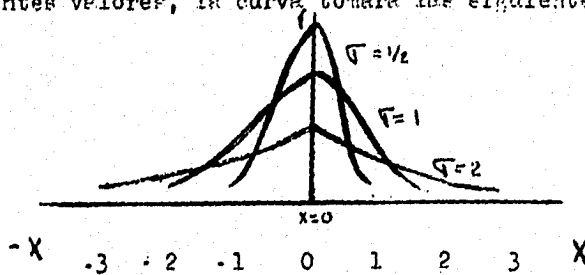
4. Las mediciones tienden a agruparse alrededor de su valor promedio.
5. El Promedio ( $\bar{X}$ ) y la Desviación Estándar ( $\sqrt{V}$ ), describen totalmente ésta distribución.

Por ejemplo: Si la Desviación Estándar permanece fija y el Promedio toma diferentes valores, tomando  $\sqrt{V}=1$ , tendríamos la siguiente figura:



Es decir, las curvas son idénticas, solamente varía el centro de la distribución.

Si el Promedio permanece fijo y la Desviación Estándar toma diferentes valores, la curva tomará las siguientes formas:

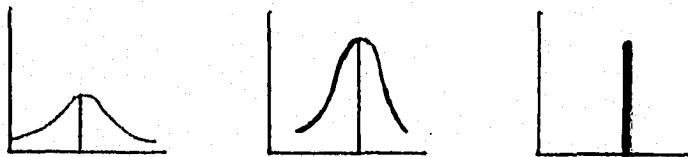


Es decir, si el valor de  $\sigma$  aumenta, la curva es más "desparameada" con respecto al  $\bar{x}$ , y de poca altura. Por el contrario, si  $\sigma$  es más pequeña la curva es más "picuda" (más alta y menos ancha).

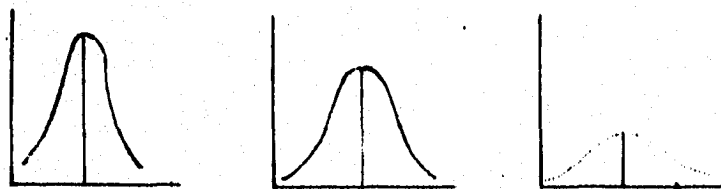
Ahora bien, lo ideal sería que los datos tuvieran todos el mismo valor; es decir, que no hubiera variación, pero esto es imposible.

Si esto sucediera, el valor mínimo al que tendría una Desviación Estándar sería CERO. Esto es, todos los datos serían idénticos. Por el contrario, cuando la desviación estándar tiende a su valor máximo, todas las partes tienden a ser diferentes.

Los conceptos anteriores se ilustran en las siguientes figuras:



La Desviación Estándar tiende a cero



La Desviación Estándar tiende al máximo

- TEMA 3 -

. HISTOGRAMAS.

- . El histograma puede considerarse como la fotografía de el proceso. Representa las características de un grupo de piezas provenientes de una operación industrial. El histograma muestra como se comporta un proceso en un momento dado.

Si se examina, se puede responder de un modo rápido a estas preguntas.

- ¿Se comporta el proceso normalmente?
- ¿Dónde está centrado?
- ¿Responde el proceso a las especificaciones de ingeniería?

. Veamos:

1. ¿Se comporta el proceso normalmente?

- . Cuando el histograma es aproximadamente simétrico, entonces - por prácticas aplicadas se puede decir que:

- a) El proceso es normal.
- b) La habilidad y su variabilidad es accidental.

. Por el contrario, si el histograma no es simétrico, entonces:

- a) El proceso no es normal.
- b) Hay causas determinables que lo afectan.

2. ¿Dónde está centrado el proceso?

- . Si la media del histograma (el promedio del proceso) y el punto medio de la especificación están cercanos, el proceso estará centrado.

Si el promedio y el punto medio estuvieran distantes entre sí, entonces es evidente la necesidad de modificaciones.

3. ¿Cumple el proceso con las especificaciones de Ingeniería?

Si el histograma se extiende dentro de los límites de especificación, el proceso está en grado de satisfacer dichas especificaciones. En caso contrario, se puede valorar el número de piezas que caen fuera de los límites de especificación.

Como vemos, el histograma nos da una información muy clara del comportamiento de un proceso, tan sencilla que todo mundo lo puede entender, conocer de acuerdo y tomar decisiones de aceptar o rechazar.

En general, se debe mencionar los siguientes usos de los Histogramas:

1. Advertir la presencia de problemas en el proceso cuando la distribución de los datos no sigue un patrón normal de comportamiento.

2. Determinar si el proceso es capaz de producir piezas dentro de especificaciones.

3. Determinar si el lote sometido a inspección está constituido por piezas producidas bajo las mismas condiciones de operación o si se han mezclado varias producciones.

### Importancia de los Histogramas.

La experiencia de la vida demuestra que todos los acontecimientos repetitivos, ya sean fenómenos naturales o resultados de las actividades del hombre, presentan diferencias cada vez que ocurren o se hacen. Al maquinar una serie de piezas encontramos que los diámetros presentan diferencias, lo mismo sucede con los pesos de las tabletas que forman un lote, o los espesores de las láminas de un paquete, etc.

Y entonces surge la pregunta: ¿entre cuánto y cuánto varía la magnitud que me interesa?, ¿cuáles son los valores que se presentan más frecuentemente?, ¿la variación puede causarme problema?

Estas y otras preguntas pueden ser contestadas por el histograma.

### Pasos para elaborar un histograma.

- Paso 1. Determine el objeto y característica a medir, así como el tamaño de la muestra (no deberá ser menor a 30).
- Paso 2. Anote en orden ascendente los valores esperados.
- Paso 3. Marque una x delante de cada valor que este se presente.
- Paso 4. Anote en la columna f el número de veces que se repite cada dato (frecuencia).
- Paso 5. Multiplique cada dato por su frecuencia de aparición -  $(f \cdot x)$  y sume los resultados.

Paso 6. Eleve al cuadrado la diferencia de cada dato con respecto al promedio  $(X_i - \bar{X})^2$  y sume los resultados.

Paso 7. Calcule el promedio del proceso, dividiendo la suma de  $fx$  entre la suma de frecuencias o tamaño de muestra  $n$ .

Paso 8. Calcule la Desviación Estándar del Proceso.

Paso 9. Calcule la habilidad de proceso ( $C_p$  y  $C_{pK}$ )

- Ver habilidad del proceso -



### Habilidad del Proceso.

Una vez que se ha determinado que el proceso está en control estadístico (mediante un histograma, cuando la distribución se asemeja a una distribución normal o mediante una gráfica de control cuando los puntos graficados se distribuyen uniformemente dentro de los límites de control), la siguiente pregunta será si el proceso es hábil; esto es, ¿cumple con las especificaciones de ingeniería en forma consistente?

Si la habilidad no es aceptable, entonces un cambio importante debe ser hecho para mejorar el sistema. Dado que la habilidad refleja una variación de causas comunes (ya que las causas especiales de variación fueron corregidas para mantener el proceso bajo control), la falta de dicha habilidad es un proceso siempre se deben a fallas del sistema.

A continuación se muestra un formato general del estudio de habilidad que puede ser utilizado. En donde se especifican tanto la colocación de los datos como las fórmulas para lograr los valores que nos dan un estudio real y hábil.

Así como la identificación general, tanto de la compañía como de la operación a analizar y la máquina que la produce, incluyendo nombre de el operador e inspector que lo avala.



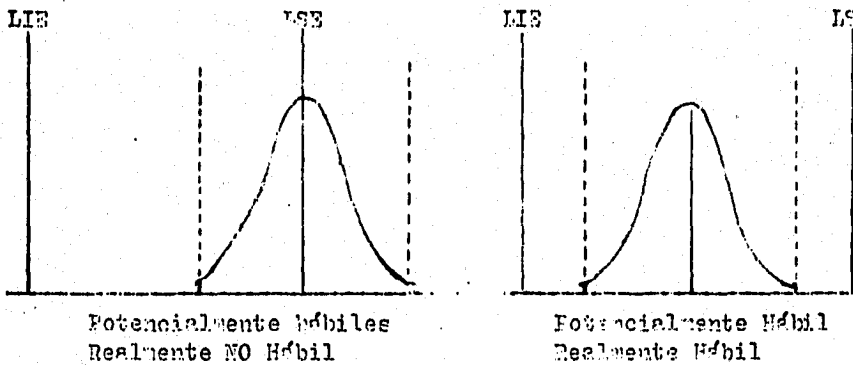
VARIACION POTENCIAL: Cp

La Habilidad Potencial ( $C_p$ ) es la "Suguesta Capacidad" que tiene un proceso para producir piezas con una variación menor a la permitida por la especificación. Siempre que sea posible obtener como mínimo el 99.73% (+/-  $3\sigma$ ) de las piezas con una variación menor a la permitida por la especificación, entonces el proceso será Potencialmente Hábil. (Ver % de piezas en el área bajo la curva).

Su fórmula es la siguiente:

$$C_p = \frac{LSE - LEE}{6\sigma} = \frac{\text{VARIACION PERMITIDA}}{6 \text{ VECES VARIACION REAL}}$$

CASOS DE HABILIDAD DE PROCESOS





Quando la tolerancia es unilateral, es decir hacia un sólo lado:

$$Z = \frac{LSE - \bar{X}}{\sigma} \quad \text{ó} \quad Z = \frac{\bar{X} - LIS}{\sigma}$$

La menor distancia que exista entre el Promedio del proceso y cualquiera de los Límites de Especificación ( Z mínimo ), se dividirá entre 3 para obtener el CpK.

$$CpK = \frac{Z \text{ mínimo}}{3}$$

Z es usado conjuntamente con la tabla de distribución normal para estimar la fracción de piezas que tienen la probabilidad de quedar fuera de especificación, al que llamaremos Pz.

Para encontrar el valor de Pz, busque en la <sup>Tabla</sup> tabla de distribución normal los valores obtenidos de Zs y Zi (en el caso de tolerancias bilaterales) ó de Z "único" en el caso de tolerancia unilateral.

Busque el valor de Z a lo largo de los bordes de la tabla de distribución de frecuencias. Los dígitos de unidades y decenas están colocados a lo largo de la columna izquierda (z) y el de las centenas a lo largo del renglón superior (x.xx).

El número que corresponde a la intersección de estas columnas y renglones lo llamaremos Pz y representa la fracción de piezas fuera de especificación. Por ejemplo, si Zs = 2.21 y Zi = 2.85, la fracción de piezas fuera de especificación será: PZs=0.0136

TABLA I

Area Bajo la Curva Normal

$P_z$  = Proporción del resultado del proceso fuera del límite especificado, (Para un proceso que está bajo control estadístico y normalmente distribuido).

AREA BAJO LA CURVA NORMAL

(z)	N.N.0	N.N.1	N.N.2	N.N.3	N.N.4	N.N.5	N.N.6	N.N.7	N.N.8	N.N.9
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	.00018	.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	.00028	.00025	.00024
3.3	.00048	.00047	.00046	.00043	.00042	.00040	.00039	.00038	.00038	.00035
3.2	.00069	.00068	.00064	.00062	.00060	.00058	.00056	.00054	.00052	.00050
3.1	.00097	.00094	.00090	.00087	.00084	.00082	.00079	.00078	.00074	.00071
3.0	.00135	.00131	.00128	.00122	.00118	.00114	.00111	.00107	.00104	.00100
2.9	.0018	.0018	.0018	.0017	.0016	.0016	.0015	.0015	.0014	.0014
2.8	.0026	.0025	.0024	.0023	.0023	.0022	.0021	.0021	.0020	.0019
2.7	.0036	.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	.0096	.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	.0328	.0322	.0314	.0307	.0301	.0294
1.7	.0446	.0438	.0427	.0418	.0409	.0401	.0392	.0384	.0375	.0367
1.6	.0548	.0537	.0528	.0518	.0505	.0495	.0485	.0475	.0466	.0455
1.5	.0668	.0655	.0643	.0630	.0618	.0608	.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	.1058	.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	.1940	.1922	.1894	.1867
0.7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2268	.2238	.2208	.2177	.2148
0.6	.2743	.2709	.2678	.2643	.2611	.2578	.2548	.2514	.2483	.2451
0.5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2948	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
0.4	.3448	.3409	.3372	.3338	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
0.3	.3821	.3783	.3746	.3707	.3669	.3632	.3594	.3557	.3520	.3483
0.2	.4207	.4168	.4129	.4090	.4052	.4013	.3974	.3938	.3897	.3859
0.1	.4602	.4562	.4522	.4483	.4443	.4404	.4364	.4326	.4286	.4247
0.0	.5000	.4960	.4920	.4880	.4840	.4801	.4761	.4721	.4681	.4641

Y  $F_{zi} = 0.0022$  . La suma de ambas nos dará la fracción total de piezas fuera de especificación:

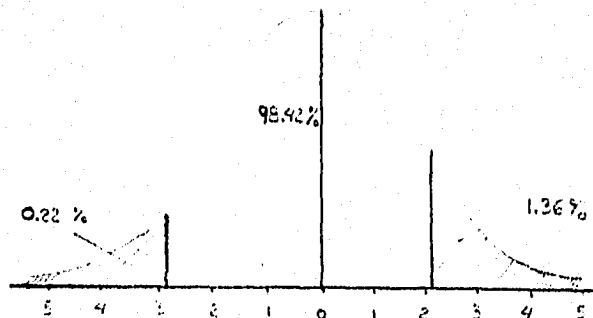
$$F_{zt} = F_{zs} + F_{zi} = 0.0136 + 0.0022 = 0.0158$$

$$F_{zt} = 1.58 \%$$

Tomando en cuenta que un proceso puede ser considerarse hábil cuando el 99.73% de las observaciones están dentro de especificación para  $+ / - 3$  y 99.996 para  $+ / - 4$  ; entonces este proceso no es hábil para ninguno de los dos casos, ya que sólo el 98.42 % de los datos se encuentran dentro de especificación ( $100 - 1.58 = 98.42 \%$  ).

Ver figura A de piezas en el área bajo la curva en la página siguiente.

El porcentaje obtenido de piezas dentro de especificación se le llama NIVEL DE CALIDAD:



- % de piezas en el área bajo la curva -

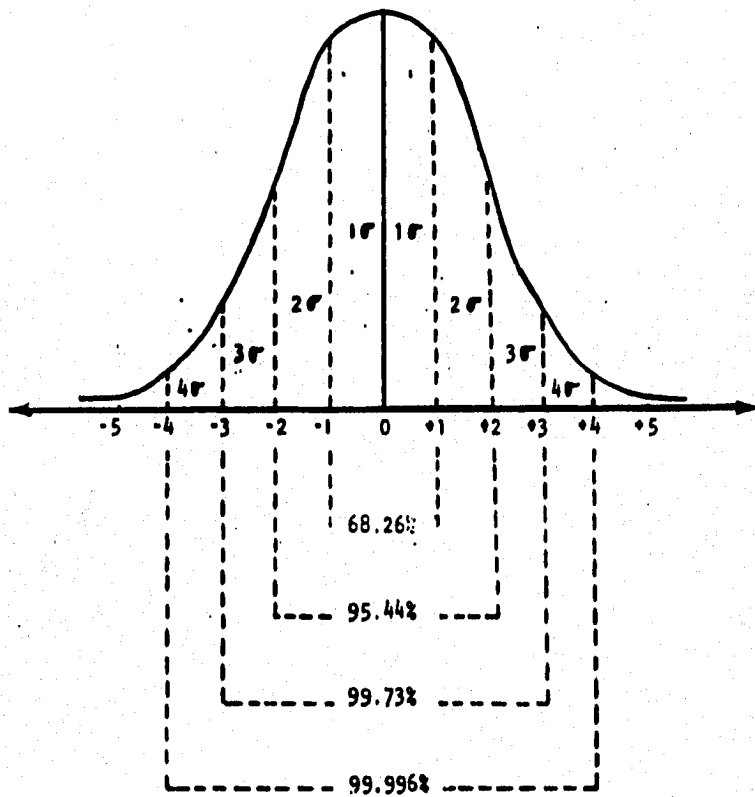


Fig. A



Pasos para evaluar la habilidad de un proceso.

Paso 1. Defina la herramienta estadística a utilizar para recolectar los datos ( Histograma o Gráfica de Control ).

Paso 2. Calcule el promedio de proceso  $\bar{\bar{X}}$ .

Paso 3. Calcule la desviación estandar del proceso.

- En el caso de las gráficas de control, y dado que la variación de una pieza a otra se refleja en el rango del subgrupo, la estimación de la desviación estandar está basada en el promedio de rangos (R) calculado en la gráfica de control mediante la siguiente fórmula:

$$\sigma = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

• Donde;  $\bar{R}$  es el promedio de los rangos de los subgrupos y;  $d_2$  es una constante que cambia en función del tamaño de muestra, según se indica en las tablas de ctes. para cada tipo de gráfica de control.

- En el caso de los histogramas, el cálculo de la desviación estandar se hará conforme lo explicado en la parte correspondiente a Estadística Básica.

Paso 4. Calcule la habilidad potencial:  $C_p$

Paso 5. Calcule la habilidad real:  $C_{pk}$  ( $Z_s$  y  $Z_i$ , Gráfiqúe)

Paso 6. Calcule la fracción de piezas defectuosas.

$$P_{zt} = P_{Zs} + P_{Zi} \quad \text{.Elabore la gráfica}$$

### 3.I. Gráficas de Control.

- . Las gráficas de control son gráficas poligonales que nos permiten observar a través del tiempo como se está comportando nuestro proceso. De que manera podemos observar en que momento exactamente está ocurriendo una falla, o predecir un comportamiento futuro.

Entre otras cosas las gráficas de control nos permiten:

1. Incrementar la cantidad de productos aceptables a través del proceso.
  2. Las gráficas de control proporcionan un lenguaje común para comunicarse sobre el comportamiento de un proceso; entre los diferentes turnos, entre las líneas de producción, (supervisor operario) y las actividades de soporte (mantenimiento, control de producción, calidad, etc.)
  3. Las gráficas de control, al distinguir entre las causas comunes y causas especiales de variación, dan una buena indicación de cuando un problema puede ser corregido localmente y cuando requiere una acción en la que deban participar otros niveles de la organización. Esto minimiza la confusión y costo excesivo que se deriva de problemas no resueltos.
- . Las principales gráficas que se utilizan son:

.Gráficas de Control por Variables.

- Gráficas  $\bar{X}$  - R .Promedios y Rangos.
- Gráficas  $\widehat{X}$  - R .Medianas y Rangos
- Gráficas X - R .Lecturas individuales

.Gráficas de Control por Atributos.

- Gráficas p
- Gráficas np
- Gráficas c
- Gráficas u

.A continuación se describe la metodología para elaborar e interpretar estas gráficas de control.

### (3.3). Gráficas por variables.

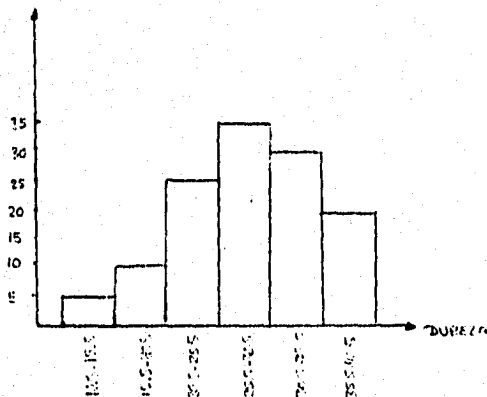
.Las gráficas por variables son aquellas que se utilizan para controlar el comportamiento en proceso de Características Medibles; Es decir, aquellas que se pueden medir.

Por ejemplo: diámetros, longitudes, pesos, alturas, espesores, temperaturas, etc.

.Las gráficas por variables se prefieren sobre los histogramas cuando:

- Se requiere un control mas estrecho sobre el proceso.
- Debido a que se requiere medir una menor cantidad de piezas para tomar decisiones confiables; el período de tiempo entre la producción de las piezas y la acción correctiva se va acortando de manera significativa.

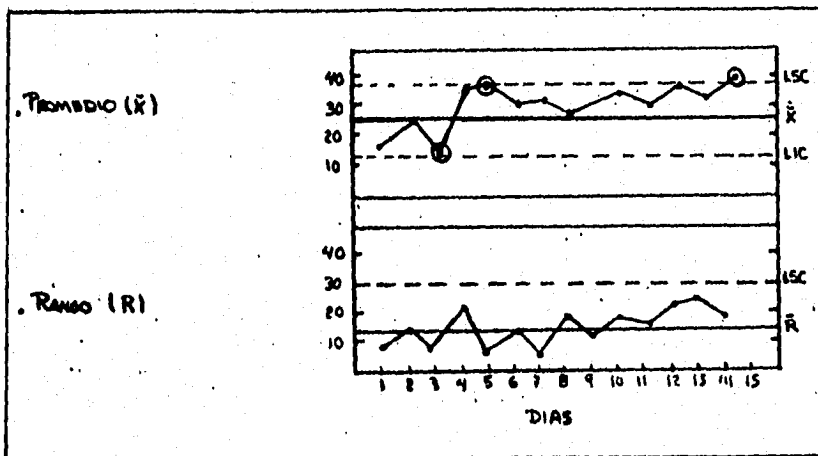
Por ejemplo, si graficamos la dureza con la que es producida una pieza, obtendríamos los siguientes datos:



Con el sólo hecho de ver los datos que se muestran en el Histograma anterior, no podríamos saber cuál es su tendencia o a partir de cuándo comenzaron a "cargarse" hacia un lado en particular.

La única manera de saber si un proceso es estable y predecible es a través de las Gráficas de Control.

Tomando como base los mismos datos del Histograma anterior, - podemos construir una gráfica indicando el valor diario promedio ( $\bar{X}$ ) de la dureza y el rango (R) obtenido.



Esta gráfica muestra que los valores de los promedios eran bajos al inicio, pero que mostraban una tendencia "elevarse" - con el tiempo; no hubieramos conocido esto sólo viendo el histograma. En otras palabras, fuimos capaces de obtener información adicional al ver el movimiento o la variación de los datos a través del tiempo.

La siguiente pregunta sería: ¿Cuáles valores de los mostrados en esta gráfica son normales y cuáles son anormales? Para esto trazamos líneas LÍMITES sobre la gráfica y una línea que nos muestre el promedio del total de nuestras lecturas. Esto nos permitirá apreciar la dispersión de los datos con respecto a dichas líneas, y así saber cuando se presenta una situación anormal en el proceso. A estas líneas se les llama LÍMITES DE CONTROL.

### LÍMITES DE CONTROL

Los Límites de Control son líneas que se trazan sobre los puntos graficados (promedios y rangos) en una Gráfica de Control y nos indican la variación máxima que puede tener un proceso bajo las condiciones prevalecientes.

Bajo dichas condiciones, ningún punto graficado (promedio o rango) deberá estar fuera de dichos límites de control o tener un comportamiento anormal dentro de ellos. Cuando dicho comportamiento es normal y se puede predecir, entonces el proceso está en Control Estadístico.

Esto sin embargo no quiere decir que el proceso en sí esté bien o sea hábil, ya que inclusive los puntos graficados y los mismos Límites de Control pueden estar por fuera de los Límites de Especificación. Esto quiere decir que existen Causas Comunes para cuya solución se necesita de la intervención de personas que puedan tomar decisiones sobre el sistema de producción.

Por otra parte, el hecho de que los límites de control nos muestren la variación que es capaz de dar el proceso no quiere decir que ya no se pueda hacer nada por disminuirla. Las acciones encaminadas a reducir la variación deben ser permanentes.

Para determinar los límites de control se utilizan constantes calculadas a partir de la desviación estandar y del tamaño de muestra de los subgrupos en las gráficas de control.

Para los histogramas, los límites de control se calculan a  $\pm 3$  del promedio. En ambos casos, se calcula un límite superior de control (LSC) y un límite inferior de control (LIC). A partir del promedio del proceso.

## Gráficas de control $\bar{X}$ -R

Las gráficas de control  $\bar{X}$ -R son gráficas por variables en las que se grafica, de acuerdo a la frecuencia que se haya determinado con anterioridad, por una parte el promedio de cada subgrupo y por otra (aunque en forma paralela) su rango correspondiente.

A continuación se describen los pasos para elaborarla:

**Paso I. Seleccione la frecuencia y el tamaño de la muestra.**

- Para un estudio inicial, las muestras (subgrupos) deben estar formados de 2 a 10 piezas producidas en forma consecutiva; de esta manera se tendrá la seguridad que fueron producidas bajo, las mismas condiciones.

Por experiencia, se recomienda que el tamaño de la muestra sea de 5 piezas, ya que con menos de 5 se puede perder sensibilidad en la gráfica para detectar problemas, y con más de 5 obtenemos poca información adicional.

Durante un estudio inicial, los subgrupos pueden ser tomados consecutivamente o, a intervalos cortos para detectar si el proceso puede cambiar o mostrar inconsistencia en periodos cortos de tiempo. Por lo regular se utiliza un intervalo de 1 a 2 horas, ya que mas frecuentemente puede representar demasiado tiempo invertido y mas costo (si la prueba es destructiva), y menos frecuente, pueden perderse eventos importantes y no habrá una pronta retroalimentación al proceso.



Cuando el proceso es estable, o cuando fue lograda una mejora significativa, la frecuencia y el tamaño de muestra pueden ser ser modificados.

Paso 2. Calcule el promedio  $\bar{X}$  y el Rango R de cada subgrupo.

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{n}$$

$$R = V_M - v_m$$

Paso 3. Calcule el promedio del proceso  $\bar{\bar{X}}$   
 Calcule el rango promedio  $\bar{R}$

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

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K}$$

- Donde K es el numero de subgrupos, y  $\bar{X}_1$  y  $R_1$  son el promedio y el rango del primer subgrupo,  $\bar{X}_2$  y  $R_2$  son del segundo subgrupo, etc.

Paso 4. Calcule los límites de control.

- Para el cálculo de los límites de control se utilizan las siguientes formulas:

$$LSC_x = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R}$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_x = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R}$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

- Donde  $A_2, D_4, D_3$ , son constantes que varían según el tamaño de la muestra.

- A continuación se indican valores de dichas constantes para diferentes tamaños de muestra.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D4	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D3	-	-	-	-	-	0.08	0.14	0.18	0.22
A2	1.88	1.02	0.73	0.58	0.48	0.42	0.37	0.34	0.31

- Los límites de control deben recalcularse al terminarse cada gráfica o antes si los valores han cambiado significativamente. Si los datos mas o menos son similares a lo largo de la gráfica, los límites anteriores pueden continuarse; en caso contrario deberán ser modificados.

Paso 5. Seleccione la escala de valores y trace los límites de control así como los promedios.

- Para un estudio inicial y a fin de poder registrar todas las posibles variaciones del proceso, la escala de valores puede contemplar los límites de especificación, desde el inferior - hasta el superior, tanto para la gráfica de promedios como para la de rangos. Una vez que se hayan reunido suficientes datos (25 a 30) subgrupos. Deberán calcularse límites de control y la escala de valores deberá modificarse conforme a dichos límites.
- Otra manera consiste en elaborar un histograma (con 30 lecturas como mínimo) de piezas producidas en forma consecutiva y bajo las mismas condiciones de operación y calcular los límites de control a  $\pm 3\bar{V}$  del promedio que se obtenga. Dichos límites de control se trazarán en la escala de valores de la gráfica de control y se modificarán posteriormente cuando en la gráfica de control se tengan reunidos suficientes subgrupos.
- Independientemente de la forma en que se obtengan dichos límites de control, al trazar la escala de valores y los propios límites se deberá contemplar lo siguiente:

- A) . Utilizar aproximadamente el 30% del rayado (del LIC al LSC)
- B) . Utilizar números enteros para subdividir el rayado.
- C) . El promedio del proceso (promedio de promedios) deberá estar localizado lo más que se pueda al centro del rayado.
- D) . Los límites de control deberán trazar-se con líneas discontinuas (preferentemente de color), y el promedio con una línea continua.

. Para la gráfica de rangos, solo aplican los incisos A), B), y D); ya que por las formulas que se utilizan para calcularlos, el rango promedio no necesariamente estara al centro de los límites de control.

. Ver gráfica no I en la cual se observa como van distribuidos los distintos pasos y la aplicación de estos pasos para una operación específica dentro del control del proceso por medio de variables.



### Paso 5. Análisis e interpretación de datos.

- Para analizar la gráfica de control se debe tomar en cuenta al mismo tiempo, tanto el promedio como el rango obtenido. El promedio nos indica donde está ubicado el promedio del proceso (en ese momento) con respecto a los demás promedios de los subgrupos anteriores (¿se mantiene?) (¿ha aumentado?) (¿ha disminuido?), y esto con respecto a los límites de control. (¿está dentro de los límites?).
- A su vez el rango nos indica la variación o diferencia que existe entre las lecturas de ese subgrupo. El promedio de este subgrupo puede coincidir con el promedio del proceso, pero la variación entre sus datos puede ser grande. Por el contrario, el promedio de este subgrupo puede ser diferente al de los subgrupos anteriores, pero la variación entre sus datos pudo haber disminuido. Esta es una condición de mejora que debe identificarse.
- En general, podemos identificar ocho tipos de comportamiento más comunes que se presentan en cualquier gráfica de control.

## . Análisis e interpretación de gráficas de control.

### - Modelos de comportamiento -

#### 1. Puntos fuera de los límites de control.

La presencia de uno o más puntos fuera de los límites de control es evidencia de una inconsistencia en el proceso. La variación de los puntos dentro de los límites de control es debida a causas comunes (fallas del sistema). Cuando se presenten puntos fuera de los límites de control se deben a causas especiales, como: rotura o desgaste excesivo de herramienta, falla de la corriente eléctrica, error de medición, entre otros.

#### 2. Tendencias.

Cuando 6 o más puntos consecutivos se presentan con valores crecientes (tendencia ascendente) o decrecientes (tendencia descendente).

En estos casos, a diferencia de los puntos fuera de control, la falla ocurre por un desgaste paulatino de los elementos del proceso, como son: desgaste de herramienta, aumento o disminución de temperatura, cansancio del operador, etc..

Una tendencia no debe continuar o llegar cerca de los límites de control (aunque no tenga los 6 puntos), ya que el siguiente punto podría caer fuera de los límites de control.

#### 3. Adhesión a los límites de control.

Si uno de cada tres puntos graficados o una tercera parte del total se encuentra cerca del LSC ó LIC, entonces existe adhesión a los límites.

Para saber si existe adhesión a los límites, divida la distancia del promedio al LSC y del promedio al LIC en tres partes iguales. Si los puntos graficados caen dentro del área cercana a los límites de control entonces habrá adhesión.

La Adhesión a los Límites de Control se puede deber a: cambio de máquina, cambio de materia prima con diferente especificación, cambio de operario (con menor o mayor experiencia), cambio en el método de trabajo, entre otras.

#### 4. Adhesión a la Línea Media.

Si 6 o más puntos (50% de los puntos graficados) caen dentro de las dos zonas inmediatas a la línea media, entonces existe adhesión. En teoría esto refleja una condición de mejora que debe identificarse y tratar de repetirla. En caso contrario, debería verificarse que los datos registrados sean correctos, ya que pudieron haberse falseado o registrados erróneamente.

#### 5. Corrida.

Si 6 o más puntos consecutivos se encuentran por arriba o por debajo de la línea media, entonces existió una corrida. Las Causas por las que se puede presentar una corrida son similares a las de las Adhesiones a los Límites de Control, pero en grado menor.

#### 6. Cambios Bruscos de Nivel.

Son resultados de un proceso inestable, con variación excesiva causada por dos o más causas. En este caso, los puntos graficados no siguen un patrón uniforme de comportamiento.



### 7. Ciclos o períodos.

- Son puntos que aumentan o disminuyen en forma uniforme y en períodos de tiempos mas o menos iguales. Sus causas pueden ser cambios bruscos de herramienta por desgaste, cambios de turno, etc.

### 8. Proceso en control estadístico.

• Un proceso en control estadístico es aquel en que los puntos graficados se disminuyen uniformemente por arriba y por abajo de la línea media, siempre dentro de los límites de control.

• Todos los tipos de comportamiento anormales deberán ser identificados de la siguiente manera:

- Encerrar en un círculo cualquier tipo de comportamiento anormal que se detecte.
- Al mismo tiempo, en la bitacora de la gráfica deberá indicarse lo siguiente:
  - Fecha y hora en que se presento el comportamiento anormal.
  - Nombre de la persona que lo detecto.
  - Tipo de comportamiento.
  - Causas que lo originaron (si se conocen)
  - Acciones que se realizaron para corregir la falla o quien lo corrigio.
  - Disposición de el material defectuoso (si lo hay).

Los comentarios anteriores podrán y deberán ser aplicados por el supervisor, procesistas, ingenieros de calidad o cualquier otra persona que pueda ayudar a identificar y/o corregir la falla. Ver tabla no I . Donde se detallan estos 6 puntos.

Paso 7. Calcule la habilidad del proceso.

- La habilidad del proceso deberá ser calculada según el procedimiento indicado en la sección correspondiente (ver pag ) En este caso, únicamente se debe considerar la forma para calcular la desviación estandar.

$$\sqrt{V} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

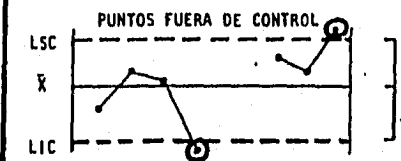
- Donde  $d_2$  depende del tamaño de muestra  $n$  de los subgrupos.

<u>n</u>	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u><math>d_2</math></u>	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.08

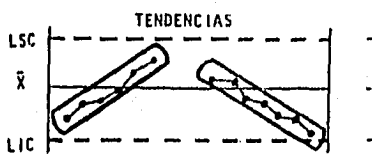
TABLA I

ANÁLISIS E INTERPRETACION DE GRAFICAS DE CONTROL

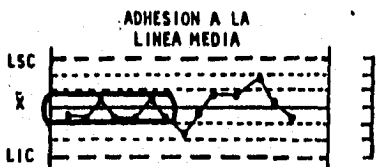
MODELOS DE COMPORTAMIENTO



Uno o más puntos por arriba del LSC o por abajo del LIC



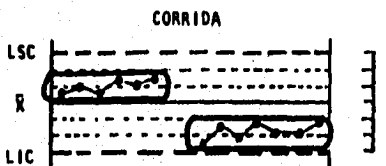
Seis o más puntos hacia arriba o hacia abajo en forma consecutiva.



Seis o más puntos en forma consecutiva cerca de la Línea Media (más del 60% de los puntos graficados)



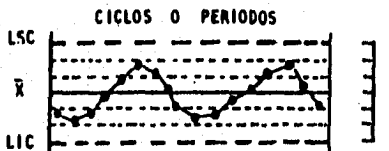
Tres o más puntos cerca del LSC o del LIC (más del 30% de los puntos graficados)



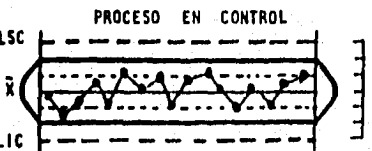
Seis o más puntos en forma consecutiva por arriba o por abajo de la Línea Media



Proceso inestable, con variación excesiva. Los puntos no siguen un patrón uniforme de comportamiento.



Puntos que aumentan o disminuyen en forma uniforme, más o menos en iguales periodos de tiempo.



Puntos distribuidos uniformemente por arriba y por abajo de la Línea Media.

. Gráfica de lecturas individuales.

En algunos casos, es necesario que se utilice una gráfica de lecturas individuales en vez de una de promedios y rangos. Esto sucedería cuando, las mediciones sean muy costosas (pruebas destructivas), o cuando las características a medir en cualquier punto del tiempo es relativamente homogénea (el pH de una solución química), o cuando la variación del proceso ha disminuido notablemente de tal manera que ya no requiera un control tan estrecho. En estos casos, gráficas de control de lecturas individuales deben ser construidas.

En general, el procedimiento para elaborar este tipo de gráficas es el mismo que para las gráficas  $\bar{X}$ -R, con las excepciones siguientes:

- a) Cálculo del rango. En este caso como es una sola lectura, el rango será la diferencia entre el dato actual con respecto al inmediato anterior. La primera lectura entonces no tendrá rango y el rango promedio será :

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + \dots + R_K}{K - 1}$$

- b) Cálculo de los límites de control.

$$\begin{aligned} LSC_x &= \bar{X} + E_2 \bar{R} & LSC &= D_1 \bar{R} \\ LIC_x &= \bar{X} - E_2 \bar{R} & LIC &= D_2 \bar{R} \end{aligned}$$

. La tabla de constantes es la siguiente:

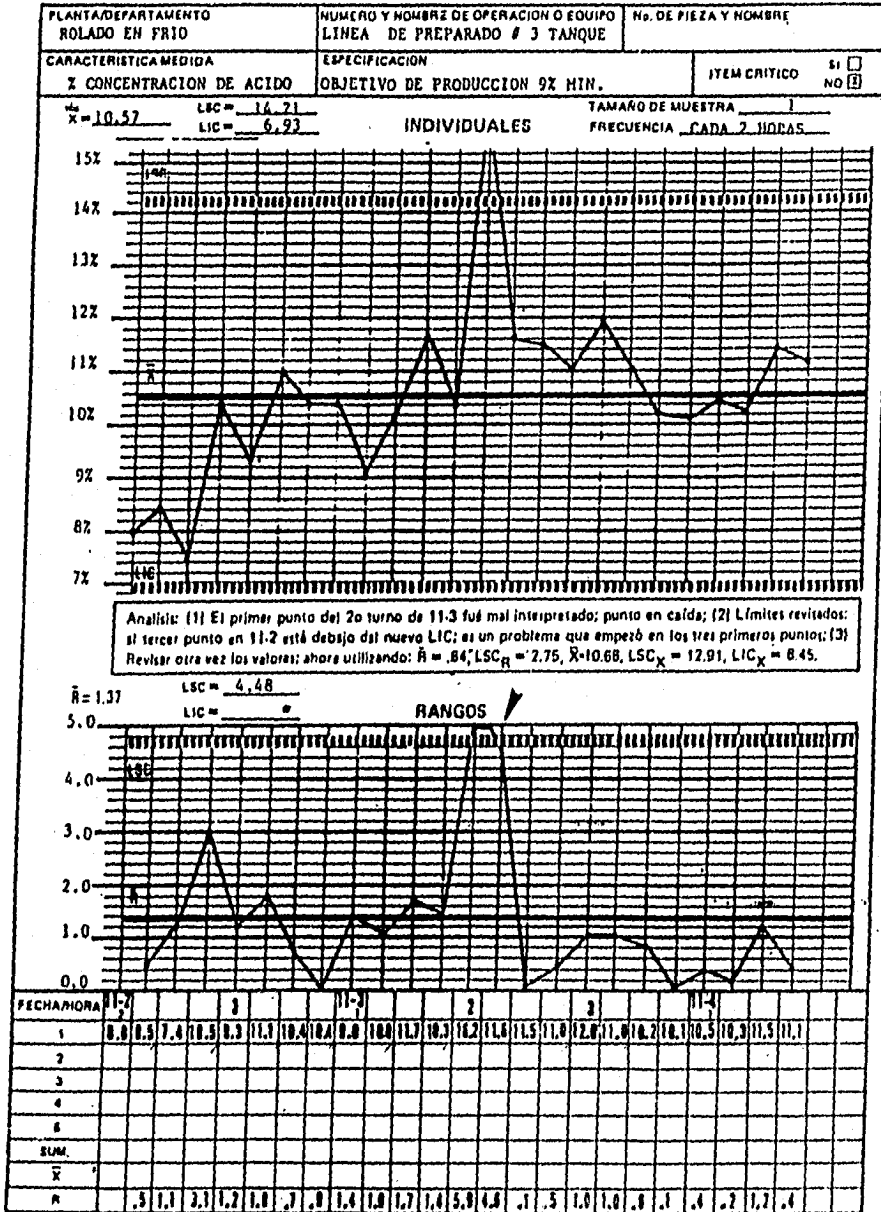
n	E
2	2.66
3	3.27
4	-
5	1.13

c) Interpretación.

- Las gráficas de lecturas individuales no son tan sensibles a los cambios como las gráficas  $\bar{X}$ -R; por tanto, deben ser interpretadas cuidadosamente si la distribución no es muy simétrica.
- Las gráficas por lecturas individuales no segregan la repetibilidad pieza a pieza de proceso. Por esta razón en muchas aplicaciones es más conveniente usar una gráfica  $\bar{X}$ -R con tamaños de muestra menor.
- Debido a que solamente existe una lectura por grupo, los valores del  $\bar{x}$  y la  $\bar{v}$  pueden tener una variabilidad sustancial hasta que el número de subgrupos sea mayor o igual a 100.
- La gráfica representativa de este tipo de control se observa en la gráfica no 2 siguiente, ya en una operación específica y aplicada a un proceso en estudio.

GRAFICA DE CONTROL POR VARIABLES  
CONTROL DE PROCESO No 2

73



Gráfica de medianas.

• Las gráficas de mediana ( $\tilde{X}-R$ ) son alternantes a las  $\bar{X}-R$ . Proporcionan conclusiones similares pero tienen algunas ventajas:

- a) Son más fáciles de usar y no requieren cálculos día con día estas pueden ayudar a incrementar o iniciar la aceptación a nivel planta (operario) del uso de gráficas de control.
- b) Se pueden usar en vez de una  $\bar{X}-R$  cuando a través de ésta se ha demostrado una disminución en la variabilidad de los procesos, pero no se desea disminuir el tamaño de la muestra.

• Los pasos para la elaboración e interpretación son los mismos que para las  $\bar{X}-R$ , con la excepción siguiente.

I. Cálculo de límites de control.

$$LSC_{\tilde{X}} = \bar{X} + \tilde{A}_2 R$$

$$LSC_R = D_4 \bar{R}$$

$$LIC_{\tilde{X}} = \bar{X} - \tilde{A}_2 R$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R}$$

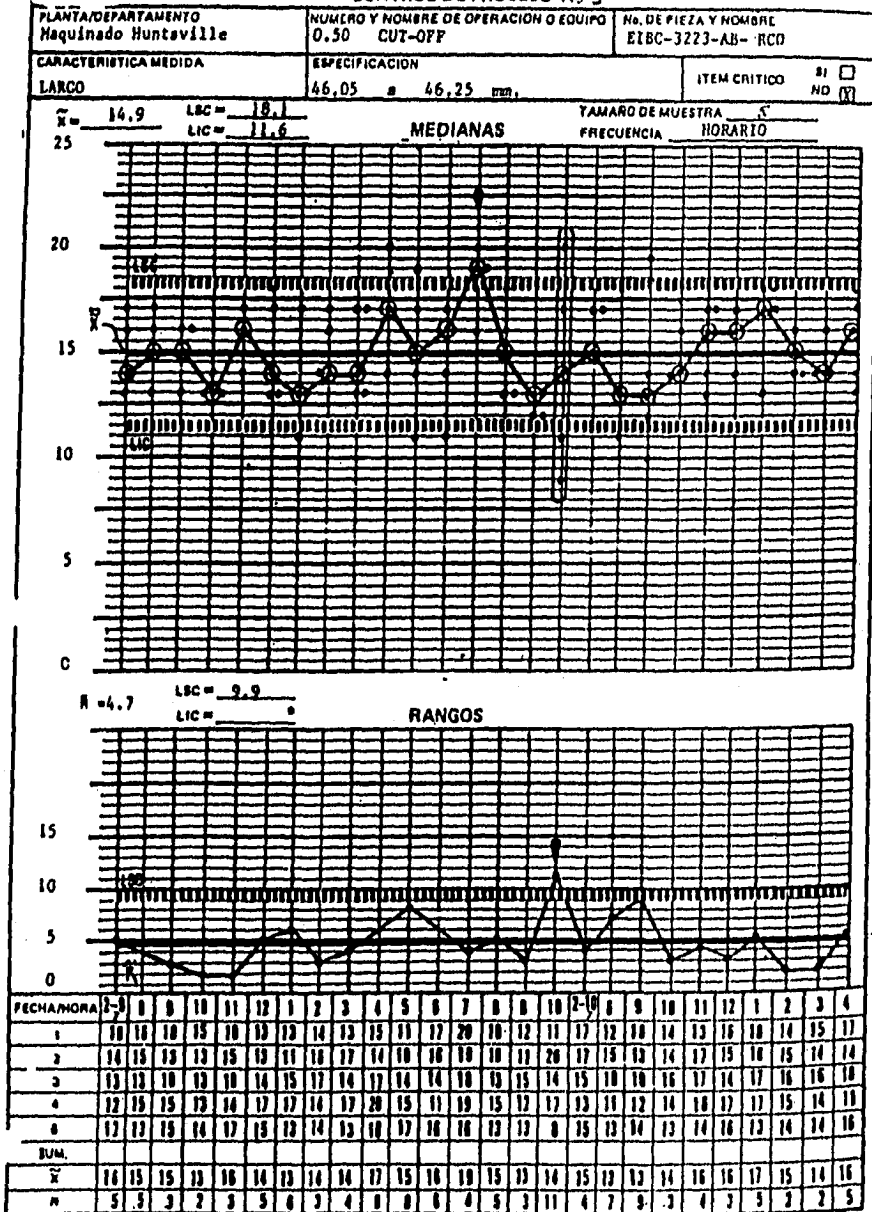
II. Tabla de constantes.

n	2	3	4	5	6	7	8	9	10
D	3.27	2.57	2.28	2.11	2.00	1.92	1.86	1.82	1.78
D	-	-	-	-	-	0.03	0.14	0.18	0.22
A	1.88	1.19	0.80	0.69	0.59	0.51	0.43	0.41	0.36
d	1.13	1.69	2.06	2.33	2.53	2.70	2.85	2.97	3.03

Ver tabla de resultados y gráfica no 3. Página siguiente.

GRAFICA DE CONTROL PDR VARIABLES  
CONTROL DE PROCESO No 3

75





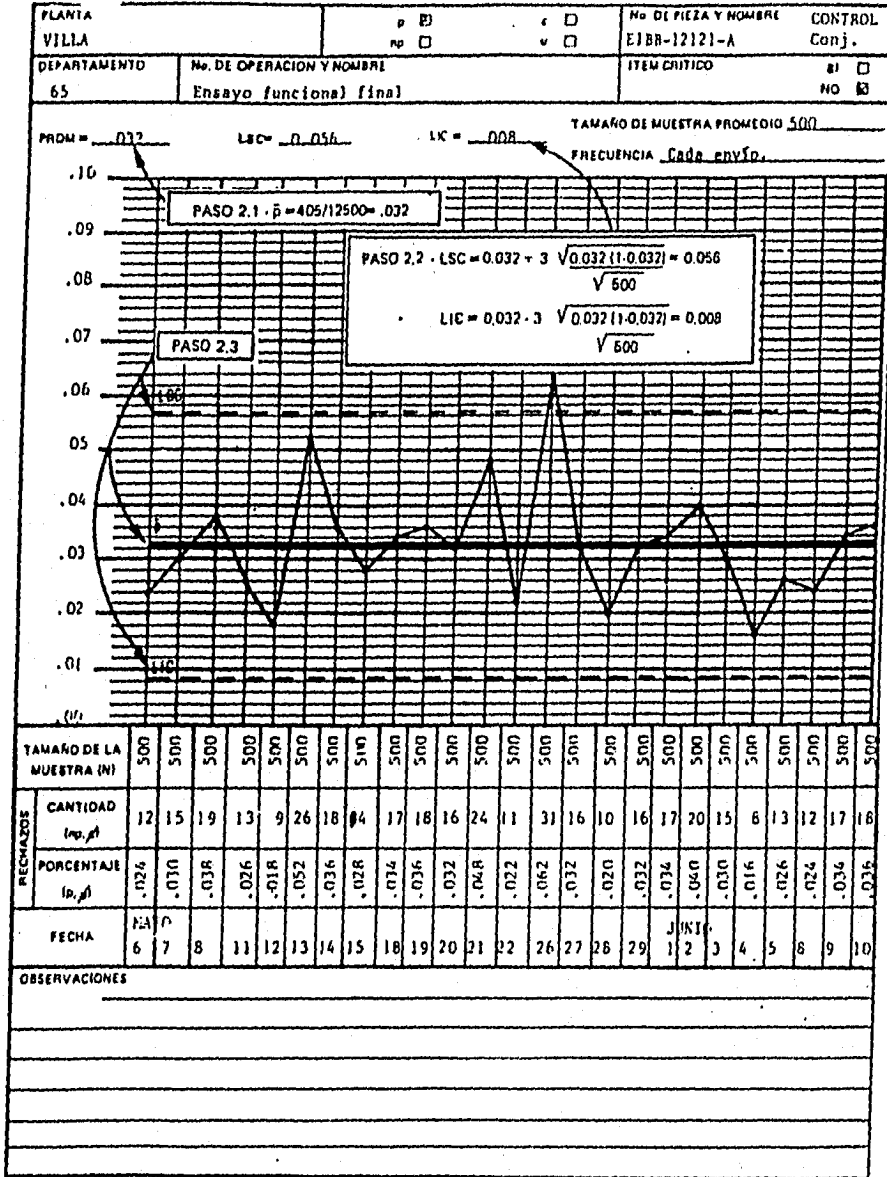
### 3.4. Gráficas por Atributos.

- . Se utilizan para controlar aquellas características que no se pueden medir.
- . Los datos por atributos tienen solo dos posibilidades (bueno - malo) (pasa - no pasa). Sin embargo, aunque la presencia o falta de etiqueta de un o en un sitio requerido, el chisporroteo de soldadura sobre una superficie que debe estar completamente limpia, etc. No pueden ser medidos.
- . Los criterios de aceptación al utilizar una gráfica por atributos deben estar claramente definidos. Por ejemplo, si queremos medir claramente, a través de una gráfica por atributos si la superficie de una placa está libre de suciedad o no, necesitaremos definir claramente que es suciedad y si todos los involucrados en la inspección están de acuerdo con la definición.
- . Existen cuatro tipos de gráficas por atributos:
  - a) Gráfica p. Para porcentajes de unidades defectuosas.  
(para tamaños no necesariamente constantes de muestra)
  - b) Gráfica np. Para número de unidades defectuosas.  
(para tamaños de muestra constantes)
  - c) Gráfica c. Para número de defectos.  
(para tamaños de muestras constantes)
  - d) Gráfica u. Para número de defectos por unidad.  
(para tamaños de muestra no necesariamente constantes)

#### A) Gráfica p.

- La gráfica p mide el porcentaje de unidades defectuosas en el proceso. Se puede referir a muestras de 50 piezas, tomadas cada tres horas; 100% de la producción, etc.  
Se basa en la evaluación de una característica (¿ se instaló la pieza requerida?) o de muchas características (¿ se encontró algo mal al verificar la instalación eléctrica?).  
Es importante en este caso, que cada pieza que se verifique se registre como aceptable o defectuosa. Aunque una pieza tenga varios defectos específicos, se registrará solo una vez como defectuosa.
- En la gráfica no. 4, se presenta un gráfico característico de atributos p. Como se observa las características a seguir tienen una secuencia de valores dados por la muestra y el tamaño de la misma.
- El registro y la identificación es importante para un mejor control de este tipo de seguimiento a unidades defectuosas.
- A continuación se describen los pasos para su construcción mas en detalle.

GRÁFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS No. 4



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

## PASO 1 - Obtención de Datos

### 1.1. Seleccione la Frecuencia y el Tamaño de la Muestra

Es muy importante establecer la frecuencia de los subgrupos (horaria, diaria, semanal) y la cantidad a controlar (del 100% a una muestra). Los intervalos cortos entre tomas de muestras permitirán una rápida retroalimentación al proceso ante la presencia de problemas. Los tamaños de muestra grandes permiten evaluaciones más estables del desarrollo del proceso y son más sensibles a pequeños cambios en el promedio del mismo. Los tamaños de muestra son generalmente iguales entre períodos pero no tiene porqué darse esta situación. Si son iguales, mejor (dentro de más o menos el 25% del promedio).

### 1.2. Calcule el Porcentaje Defectuoso (p) del Subgrupo

Registre la siguiente información para cada subgrupo:

El número de partes inspeccionadas - n

El número de partes defectuosas - np

A partir de estos datos, calcule la fracción defectuosa definida de la forma siguiente:  $p = \frac{np}{n}$

Estos datos deben registrarse en forma 301h para al menos 10 y preferiblemente 25 o más subgrupos, como base de un análisis inicial. Cuando se dispone de datos históricos recientes, estos podrán utilizarse para acelerar la fase inicial del estudio.

### 1.3. Seleccione las Escalas para las Gráficas de Control

La fracción o porcentaje defectuoso debe indicarse en la escala vertical de la gráfica y los subgrupos (horas, días, - etc.) en la escala horizontal. La escala vertical debe extenderse desde cero hasta alrededor de  $1\frac{1}{2}$  a 2 veces el valor máximo de la fracción defectuosa medida durante la etapa inicial del estudio.

### 1.4. Grafique los Valores del Porcentaje Defectuoso de los Subgrupos

Grafique los valores de  $p$  de cada subgrupo. Es útil unir los puntos graficados con líneas para visualizar mejor los patrones o tendencias.

A medida que grafique los puntos, analícelos brevemente para evaluar si son razonables. Si hay algún punto substancialmente más alto o más bajo que los otros, confirme que los cálculos sean correctos.

## PASO 2 - Cálculo de los Límites de Control

### 2.1 Calcule el Porcentaje Defectuoso Promedio del Proceso ( $\bar{p}$ )

Calcule el porcentaje defectuoso promedio para los k subgrupos del período en estudio:

$$\bar{p} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$

donde  $np_1, np_2, \dots$  son los números de partes defectuosas y  $n_1, n_2, \dots$  son el número de partes inspeccionadas en cada subgrupo.

### 2.2 Calcule los Límites de Control Superior e Inferior (LSC, LIC)

Los límites de control se establecen a partir del promedio del proceso más o menos una tolerancia para la variación promedio esperada, en función del tamaño de muestra. Calcule los límites de control superior e inferior para los k subgrupos del período en estudio en base a las fórmulas siguientes:

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

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

donde  $\bar{n}$  es el tamaño de muestra promedio.

NOTA: Cuando  $\bar{p}$  es pequeño y/o  $\bar{n}$  es pequeño, el límite de control inferior puede resultar negativo. En estos casos no existe límite de control inferior dado que aunque el valor de  $p = 0$ , para un subgrupo en particular, este valor estará dentro de la variación aleatoria posible.

2.3 Indique el promedio del proceso y los límites de control en la gráfica.

- Indique el promedio del proceso ( $\bar{p}$ ) con una línea horizontal continua.
- Indique los límites de control (LSC, LIC) con líneas horizontales discontinuas.

NOTA: El cálculo de los límites de control indicado previamente tiene validez cuando los tamaños de muestras son iguales (como en el caso de muestreo controlado) o cuando los tamaños de los subgrupos no varían en más o menos el 25% con respecto a la muestra promedio (típico de condiciones reales de producción).

Los límites de control una vez que los datos históricos muestran un desarrollo consistente dentro de dichos límites, se transforman en límites de control de referencia para futuros análisis.

**- Interpretación de la Habilidad del Proceso.**

Una vez corregido los problemas que afectan al control del proceso (las causas especiales fueron identificadas, analizadas, corregidas para prevenir su repetición) la gráfica de control reflejara la habilidad del proceso.

**- Calcule la Habilidad del Proceso.**

- Para la gráfica p, la habilidad del proceso se refleja a través del promedio de los subgrupos, calculando en base a todos los puntos que están bajo control. Esto puede ser expresado también como el porcentaje que está dentro de especificaciones  $(1 - \bar{p})$ .

del ejemplo  $\bar{p} = 0.0312 = 3.12\%$

$$(1 - \bar{p}) = 1.0000 - 0.0312 = .9688 = 96.88\%$$

Por lo que la habilidad de este proceso es igual a 96.88% es decir, es capaz de producir el 96.88% de piezas OK. sin embargo, este valor (96.88%) no nos dice nada si no lo comparamos contra un valor objetivo o limite.

Para Ford un proceso es hábil a  $\pm 3$  o si  $(1-p) > 99.73\%$  y es hábil a  $\pm 4$  o si:

$$(1 - \bar{p}) > 99.994\%$$



Por lo que en este ejemplo, este proceso (96.88% de piezas --- OK) no es hábil ni a  $\pm 3\sigma$  (99.73%) ni a  $\pm 4\sigma$  (99.994%).

- Para una estimación preliminar de la habilidad del proceso, utilice datos históricos, pero excluye los puntos asociados con causas especiales (puntos fuera de control).

- Para un estudio formal de habilidad del proceso deberán buscarse nuevos datos 25 períodos o más de acuerdo a las condiciones del proceso, en los que todos los puntos se encuentren bajo control. El promedio del proceso  $\bar{\bar{x}}$ , en este caso, es la mejor estimación de la habilidad actual del proceso.

B) Gráfica np.

- La gráfica np mide la cantidad de unidades defectuosas en una muestra inspeccionada. La gráfica np es parecida a la p con la única diferencia de que se registra la cantidad de unidades defectuosas en lugar de su porcentaje en la muestra. La gráfica p y np son adecuadas para las mismas situaciones. Las instrucciones para elaborar la gráfica np son casi iguales a las de la gráfica p, con las siguientes excepciones:

Paso 1. Obtención de datos.

- Los tamaños de muestras inspeccionadas deben ser iguales y además lo suficientemente grandes para permitir la aparición de varios defectos en cada uno de ellas. En la práctica los tamaños de la muestra suelen ser mayores de 50.
- Registre y grafique el número de unidades defectuosas de cada subgrupo (np).

Paso 2. Cálculo de los límites de control

- Calcule el promedio de unidades defectuosas del proceso (np).

$$\bar{np} = \frac{np_1 + np_2 + \dots + np_k}{k}$$

- . Donde  $np_1, np_2, \dots$  representan la cantidad de unidades defectuosas en cada uno de los k subgrupos.

- Calcule los límites de control superior e inferior.

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

$$LIC_{np} = \bar{np} - 3 \sqrt{\frac{\bar{np} (1 - \bar{np})}{n}}$$

. Donde n es el tamaño de la muestra.

**Paso 3. Interpretación del control del proceso.**

. La interpretación del control del proceso en una gráfica np es igual a la descrita en la gráfica p.

**Paso 4. Interpretación de la habilidad de el proceso.**

. La habilidad del proceso es np, la cual representa el promedio de piezas defectuosas en una muestra de tamaño fijo n.

. Esto también puede ser expresado como porcentaje aprobado - de piezas:  $\frac{n - np}{n} \times 100$

n

. Ejemplo de este tipo de gráfica en detalle se puede observar en la gráfica de la página siguiente; gráfica no 5.

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS No 5

87

PLANTA FABRICANTES METALICOS		<input type="checkbox"/> P <input checked="" type="checkbox"/> NP		<input type="checkbox"/> S <input checked="" type="checkbox"/> NS		No. DE PIEZA Y NOMBRE E2EB-12868-AA Carcasa Conjunto																				
DEPARTAMENTO SOLDADURA	No. DE OPERACION Y NOMBRE SOLDADURA DE PUNTO-BAJOKEDIDA					ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>																				
PROM = 4.04		LSC = 9.87		LIC = -		TAMARO DE MUESTRA PROMEDIO 62 Sold.																				
						FRECUENCIA 1 Carcasa c/2 Hrs.																				
TAMARO DE LA MUESTRA (n)	62																									
RECHAZOS	CANTIDAD (no. p)	2	5	4	3	3	6	5	0	7	5	4	1	2	3	6	3	8	4	4	4	6	4	2	3	7
	PORCENTAJE (p. p)																									
FECHA	3-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
OBSERVACIONES								$\bar{np} = 101 / 25 = 4.04$ $LSC, LIC = 4.04 \pm 3 \sqrt{4.04(1 - 4.04 / 62)} = 9.87, -$ Promedio de piezas O.K. = 62 - 4.04 = 57.96																		

### C) Gráfica c.

- . La gráfica c mide el número de defectos (discrepancias) en un lote inspeccionado (a diferencia del número de unidades defectuosas de las gráficas np). La gráfica c requiere tamaños de muestra o tamaños de material inspeccionado constante.

Esta gráfica se aplica principalmente en dos tipos de situaciones:

1. Donde las discrepancias se distribuyen a través de un flujo más o menos continuo del producto (defectos en un rollo de vinil de 'x' metros, burbujas en un parabrisas o puntos con aislante delgado en un conductor), donde se pueda expresar el promedio o la relación (ejem: defectos por cada 100 metros, cuadrados de tela).
  - 2). Donde los defectos provenientes de diferentes fuentes -- (líneas, operaciones) pueden encontrarse en una unidad inspeccionada (los defectos en una estación de inspección de línea donde cada vehículo o componente puede tener uno o más defectos potenciales dentro de un patrón de variación más amplio).
- . La forma de elaborar una gráfica c es similar a la gráfica p, con las siguientes excepciones:

#### Paso I. Obtención de datos.

- Los tamaños de muestra inspeccionados (número de unidades, área de tela, longitud de un cable, etc.) deben ser constantes de manera que los valores graficados de c reflejen los cambios en el desarrollo de la calidad.

$c$  : representa la ocurrencia de defectos.

- Registre y grafique el numero de defectos de cada subgrupo

Paso 2. Calculo de los límites de control.

- Calcule el número de defectos promedio del proceso ( $\bar{c}$ ):

$$\bar{c} = \frac{c_1 + c_2 + \dots + c_k}{k}$$

Donde  $c_1, c_2$  representan la cantidad de defectos en cada uno de los subgrupos.

- Calcule los límites de control.

$$LSC_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}}$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}}$$

Paso 3. Interpretación del control del proceso.

. La interpretación del control del proceso en una gráfica  $c$  es igual a la descrita en la gráfica  $p$ .

Paso 4. Interpretación de la habilidad del proceso.

. La habilidad del proceso es  $c$ , el número de defectos promedio en una muestra de tamaño fijo,  $n$ .

. Ejemplo de una grafica se presenta en la página siguiente.

81  
GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS No. 6

90

PLANTA CORTE Y COSTURA		p <input type="checkbox"/> np <input type="checkbox"/>	c <input type="checkbox"/> nc <input type="checkbox"/>	No. DE PIEZA Y NOMBRE Tela cubierta asiento
DEPARTAMENTO Cortado	No. DE OPERACION Y NOMBRE Inspección visual-	Defectos por Rollo.		ITEM CRITICO SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>
PROM = <u>7.56</u>		LSC = <u>15.81</u>		LIC = <u>          </u>
		TAMARO DE MUESTRA PROMEDIO <u>Rollo</u>		
		FRECUENCIA <u>Cada Rollo.</u>		

TAMARO DE LA MUESTRA (n)	1 →																									
RECHAZOS	CANTIDAD (p. u)	9	15	11	8	17	11	5	11	13	7	10	12	4	3	7	2	3	3	6	2	7	9	1	5	8
	PORCENTAJE (p. u)																									
FECHA		11-9					11-10				11-16					11-17					11-18					11-19
		1	2	3	4	5	1	2	3	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3

**OBSERVACIONES** Paso 2.- Cálculo de los límites de Control  $\bar{c} = 189 / 25 = 7.56$   
 $LSC, LIC = 7.56 + 3\sqrt{7.56} = 15.81, -$

Tendencia hacia abajo o cambio durante el día 16 Nov.; ingreso de nuevo(s) lote(s) de material por rollos?; nuevo inspector o procedimiento de inspección?

#### D) Gráfica u.

. La gráfica mide la cantidad de defectos (discrepancias) por unidad de inspección en subgrupos cuyos tamaños pueden ser variables. Es similar a la gráfica c, con la diferencia de que la cantidad de defectos se expresa sobre una base unitaria. Las gráficas c y u son adecuadas para las mismas situaciones, pero deberá utilizarse la gráfica "u" si :

- . la muestra incluye más de una unidad.
- . el tamaño de muestra varía entre subgrupos.

. Las instrucciones para la elaboración de la gráfica "u" son similares a las de la gráfica "p", con las siguientes excepciones:

#### Paso I. Obtención de datos.

- El tamaño de la muestra puede variar entre subgrupos. El cálculo de los límites de control se simplifica en la medida en que la variación de los subgrupos no exceda el 25% del tamaño de la muestra promedio.
- Registre y grafique los defectos por unidad de cada subgrupo (u).

$u = \frac{c}{n}$  .Donde c, es la cantidad de defectos encontrados.  
n, es el tamaño de la muestra (número de unidades inspeccionadas).



Paso 2. Cálculo de los límites de control.

- Calcule la cantidad de defectos promedio por unidad del proceso ( $\bar{u}$ ).

$$\bar{u} = \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_k}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}$$

- Donde  $C_1$ ,  $C_2$ , y  $n_1$ ,  $n_2$  representan las cantidades de defectos y tamaño de muestra de cada uno de los  $k$  subgrupos.

- Calcule los límites de control ( $LSC$ ,  $LIC$ ).

$$LSC_u = \bar{u} + 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

$$LIC_u = \bar{u} - 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

- Donde  $\bar{n}$  es el tamaño de muestra promedio.

- Cuando el tamaño del subgrupo excede en 25% por encima o por debajo de la muestra promedio y el punto graficado correspondiente esta cerca del límite de control del proceso deberán recalcularse los límites de control como sigue:

$$LSC_u \text{ o } LIC_u = \bar{u} \pm 3 \sqrt{\frac{\bar{u}}{\bar{n}}}$$

- Donde  $\bar{u}$  es el promedio del proceso y  $\bar{n}$  el tamaño de muestra (cantidad de unidades de inspección) del subgrupo considerado.

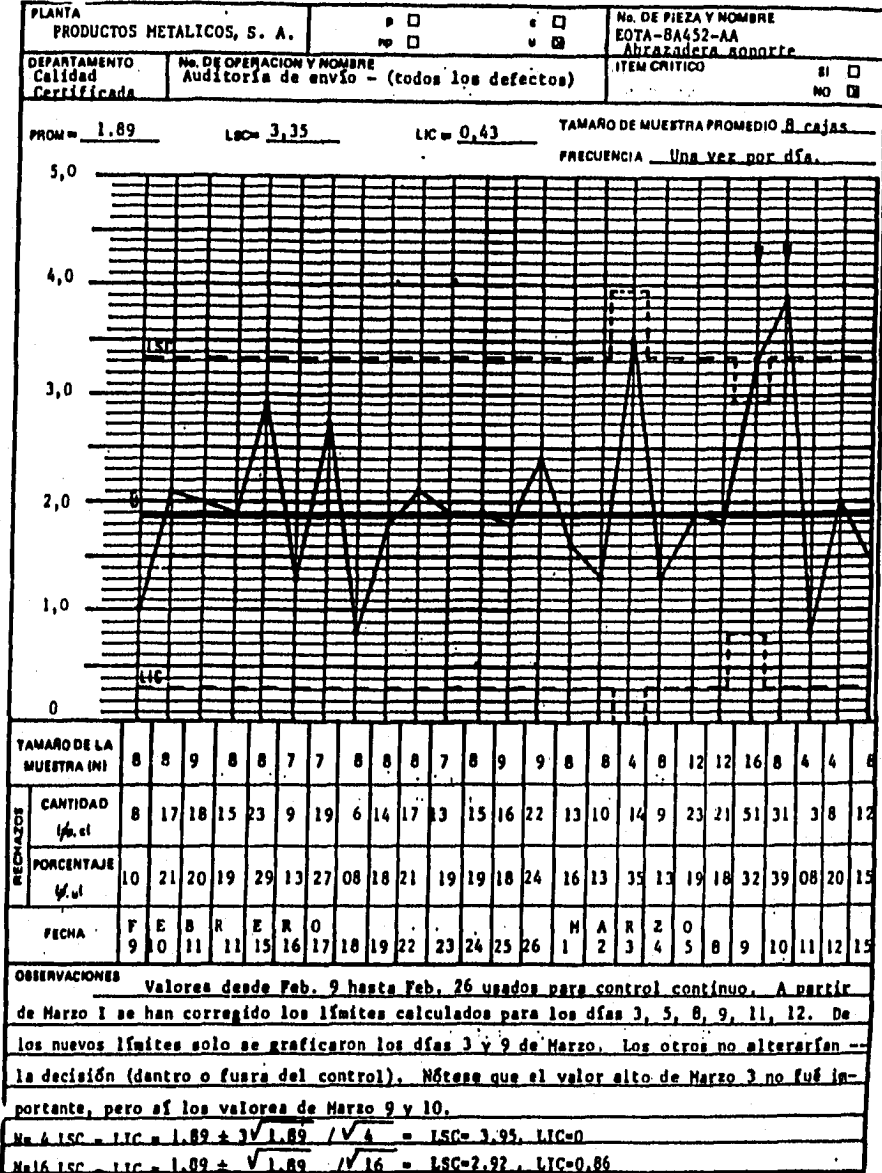
**Paso 3. Interpretación del control del proceso.**

- La interpretación del control del proceso en una gráfica  $u$  es igual a la descrita en las gráficas  $p$ .

**Paso 4. Interpretación de la habilidad del proceso.**

- La habilidad del proceso  $u$ , es el número promedio de defectos por unidad.
- . Una representación de este tipo de gráficas se muestra en el gráfico no 7, de la página siguiente.

GRAFICA DE CONTROL POR ATRIBUTOS No 7



### 3.5. Diagrama de Pareto.

- Un primer paso en el análisis de problemas consiste en construir un diagrama de Pareto. Este diagrama es aplicable en todo fenómeno que resulta en la intervención de varias causas o factores.
- Un diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada en cuanto a magnitud y/o importancia, la frecuencia de la ocurrencia de las distintas causas de un problema.

La elaboración de este diagrama se basa en el principio de Pareto que dice:

EN LA MAYORÍA DE LOS CASOS,  
EL 80% DE UN PROBLEMA  
ES GENERADO POR  
EL 20% DE LAS CAUSAS.

Por tanto, si se concentra la atención primeramente en ese 20% se asegura resolver el problema en un 80%. El diagrama de Pareto indica cual causa del fenómeno debe atacarse primero, en términos de su contribución al problema.

#### Pasos para Elaborar un Diagrama de Pareto.

- Primero. Determinar la característica, problema o defecto a estudiar; así como el período de tiempo que abarcará dicho estudio y la cantidad de datos analizados o tamaño de muestra: N.

**Segundo.** Recolectar los datos sobre la ocurrencia de cada causa o tipo de defecto, ordenándolos de mayor a menor, según su frecuencia de aparición. Estos datos se anotarán en la Tabla de Registro (DEFECTOS / CANTIDAD); y se sumará el total de defectos encontrados.

**Tercero.** Calcular PORCENTAJE ABSOLUTO de defectos, con respecto al total de artículos o casos inspeccionados N para cada uno de los factores o defectos considerados.

$$\% \text{ Absoluto} = \frac{\text{Cantidad de cada defecto}}{\text{Total Inspeccionado}} \times 100$$

**Quarto.** Calcular el PORCENTAJE RELATIVO para cada uno de los factores o tipo de defectos, con respecto a la suma total de defectos encontrados.

$$\% \text{ Relativo} = \frac{\text{Cantidad de cada defecto}}{\text{Total de defectos}} \times 100$$

**Quinto.** Calcular el PORCENTAJE RELATIVO ACUMULADO sumando cada uno de los Porcentajes Relativos de cada tipo de defecto.

**Sexto.** Elaborar la Gráfica de Pareto:

a) Se traza el eje horizontal y dos ejes verticales. El eje horizontal se divide de acuerdo al número de DEFECTOS considerados. El orden de dichos defectos, deberá ser de izquierda a derecha, según la magnitud de cada uno de ellos.

El eje vertical derecho, se divide de 0% a 100%, y ésta escala nos va a servir para graficar los PORCENTAJES RELATIVOS de cada defecto.

En el eje vertical izquierdo, se anotan las CANTIDADES de cada tipo de defecto, siempre en relación con el Porcentaje Relativo correspondiente.

b) Se construye la gráfica de Barras correspondientes a cada tipo de defecto. La altura de las barras representa la ocurrencia del defecto según su Porcentaje Relativo. El ancho de las barras depende del ancho de cada división.

En este caso, la altura de cada barra y el orden en que aparecen nos indican la participación (% Relativo) de cada defecto al total de defectos encontrados; así como el orden (Prioridad) en que deberán considerarse para corregirlos.

c) Se grafica el Porcentaje Relativo Acumulado a través de una curva que parte de cero (en el extremo izquierdo de cada barra) y que va uniendo los puntos que relacionan el extremo derecho de la barra de cada tipo de defecto. La curva acumulativa deberá concluir en el 100%.

# DIAGRAMA DE PARETO

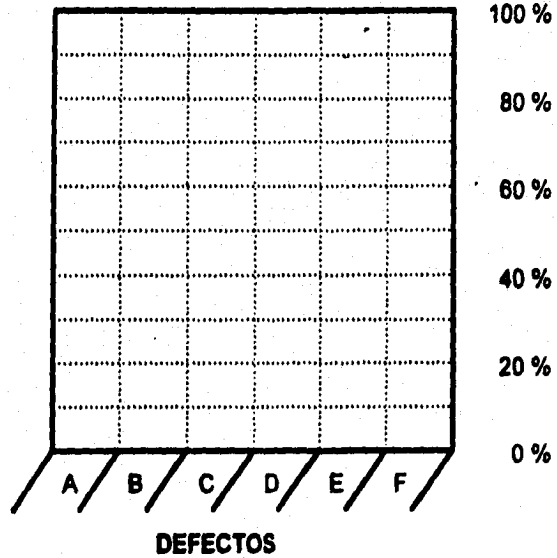
DESCRIPCION DEL PROBLEMA: \_\_\_\_\_

AREA: \_\_\_\_\_ MODELO: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_ CANTIDAD: \_\_\_\_\_

**TABLA DE REGISTRO**

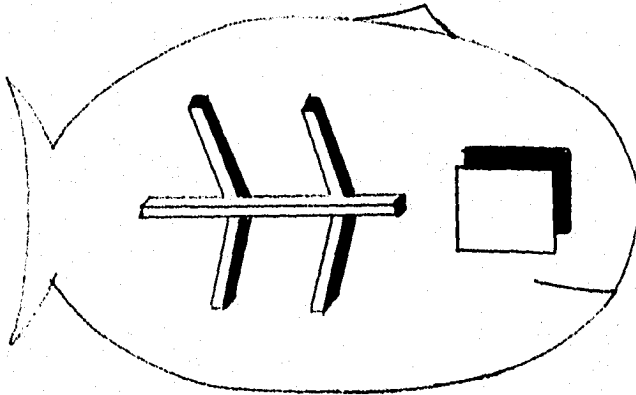
COD.	DEFECTOS	CANTIDAD	% ABSOLUTO	% RELATIVO	% RELATI. ACUM.
A					
B					
C					
D					
E					
F					
	<b>TOTALES</b>				

**GRAFICA**



### 3.6. Diagrama de Causa - Efecto.

- El diagrama de causa-efecto, o diagrama de Ishikawa (por ser creado por el Dr. Kauro Ishikawa), o diagrama de espina de -- pescado (por su parecido con el esqueleto de un pez), es una herramienta sencilla pero muy poderosa que nos ayuda en la elaboración y análisis, solución de problemas en la identificación de las causas potenciales y en el planteamiento de alternativas de solución.



- A través del diagrama podemos identificar y asignar causas potenciales que originan un problema en particular pudiendo descomponer estas causas en subcausas y a su vez en subcausas.
- El diagrama hace énfasis, como causas principales de la variación en cualquier proceso y que nos generan problemas en las 5 Ms, que manejan; Mano de obra, materia prima, métodos y procedimientos, medio ambiente, maquinaria y equipo.



#### **.MATERIA PRIMA**

Estas pueden diferir en su composición, especialmente si se obtienen de diferentes proveedores.

#### **.MAQUINARIA Y EQUIPO**

Aunque aparentemente las máquinas estén funcionando del mismo modo, la dispersión puede sugerir diferencias en el ajuste o debido al hecho de que unas máquinas operan en su forma óptima sólo una parte del tiempo.

#### **.METODOS Y PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO**

En apariencia se pueden estar siguiendo los mismos métodos de trabajo, pero generalmente existen diferencias debidas principalmente a percepciones personales de cada uno de los diferentes operadores.

#### **.MANO DE OBRA**

Las aptitudes (capacitación y adiestramiento) y las actitudes (estado de ánimo) de los operadores y demás personal relacionado con el sistema de producción pueden afectar los resultados de una operación en particular.

#### **.MEDIO AMBIENTE**

Las altas o bajas temperaturas pueden afectar un proceso si no están controladas.

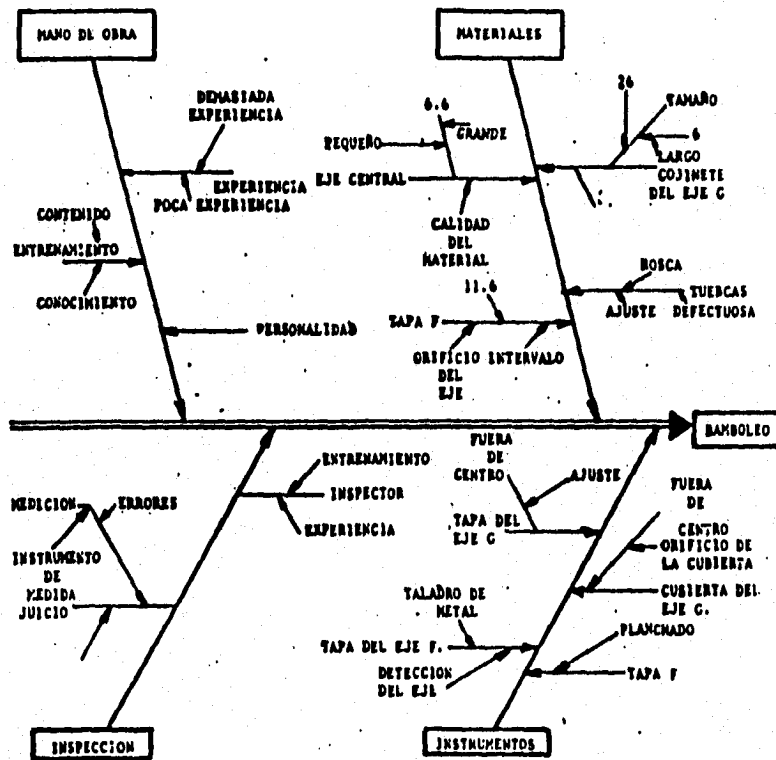


Diagrama de Causa y Efecto para el bamboleo de la máquina. (Análisis de dispersión).

## Funciones y uso de las Herramientas Estadísticas.

• Las herramientas estadísticas básicas para el control de los procesos y solución de problemas no tienen un orden de aplicación predeterminado. Realmente puede ser utilizada en cualquier momento y para algún caso en particular.

• En general se pueden resumir en las siguientes aplicaciones:

- Encontrar y detectar problemas:

Un problema se presenta cuando existe una desviación entre lo que debiere ser y lo que es. Cuando la causa de esta desviación es desconocida, entonces estamos ante un problema. Las gráficas de control, los histogramas y las hojas de verificación son de gran utilidad para encontrar ese problema.

- Reducir áreas de problemas y cuantificarlos:

El diagrama de pareto y el histograma, por lo general, nos sirven para cuantificar los problemas y sus causas, y concentrarnos en los vitales.

- Dar seguridad sobre si las causas detectadas son verdaderas o no:

El diagrama causa efecto, nos permite analizar y seleccionar las causas potenciales. Posteriormente se deben generar datos para confirmar si realmente la causa seleccionada es la causa real del problema.

- Confirmar el efecto de la mejora.

Se debe usar la misma técnica o herramienta con que se detecto o planteo el problema con el proposito de observar realmente la mejora.

Serie ISO 9000. (NMX-CC Norma Mexicana.)

**Objetivo.** Estructurar y organizar las empresas bajo una serie de normas y estándares. Dirigidos hacia el reconocimiento general de calidad.

- La Organización Internacional para la Estandarización (ISO por sus siglas en inglés). se creó en 1945 con el fin de facilitar el comercio mundial. ISO 9000 es un estándar o norma de calidad, reconocido internacionalmente para organizaciones de manufactura y servicio.

- Casi todos los países industrializados del mundo han adoptado el estándar de calidad ISO 9000. El registro ISO 9000 demuestra al mundo el compromiso que se adquiere para proporcionar productos y servicios de calidad, también sirve de soporte para preparar nuestros procesos y productos para los mercados mundiales.

A continuación se señalan los 20 requerimientos que integran la norma de calidad ISO 9000 y los requerimientos específicos de control para una estructura centrada bajo el sistema administrativo de calidad y organización.

Apartados de la serie ISO 9001.

**1. Responsabilidad gerencial.**

- Establecer políticas y objetivos de calidad.
- Asegurar que los objetivos y políticas de calidad sean entendidos e implementados.
- Establecer una estructura organizacional adecuada.
- Proporcionar los recursos adecuados.
- Revisar el sistema de calidad a intervalos definidos.
- Asegurar que el sistema de calidad sea efectivo.

**2. Sistema de calidad.**

- Establecer sistemas que aseguren la calidad de productos y servicios.
- Preparación de un manual de calidad para documentar los sistemas de calidad.
- Documentación de la planeación avanzada de la calidad.

**3. Revisión de contratos.**

- Revisión y programación de órdenes.
- Verificación de coligos
- Resolución de problemas con la especificación de órdenes.

**4. Control de diseño.**

- Definición de las responsabilidades en la organización.
- Documentación y aprobación de cambios en ingeniería.

5. Control de documentos y datos.

- Revisión y aprobación de documentos y registros antes de publicarlos.
- Mantenimiento de la lista maestra incluyendo fecha de revisión y distribución.
- Distribución a todas las áreas que lo soliciten.
- Soló, la actividad originadora puede generar cambios a los documentos.
- Retirar de la circulación documentos obsoletos.
- Identificar los documentos obsoletos cuando se requiera - tenerlos.

6. Abastecimientos.

- Asegurar que los productos adquiridos sean los requeridos por la planta.
- Mantener registros de calidad de los proveedores aprobados.

7. Control de productos proporcionados por el cliente.

- Asegurar su control y almacenamiento, así como reportar la pérdida o daño de los mismos.

-

8. Identificación del producto y rastreo.

- Establecer los medios para identificar el producto desde - la recepción, el proceso y la entrega.
- Mantener los registros requeridos.

#### 9. Control del proceso.

- Planeación y manejo del proceso de producción.
- Documentación de las instrucciones de trabajo y de inspección.
- Proporcionar un ambiente de trabajo adecuado y seguro.
- Monitoreo del desarrollo del proceso de producción.
- Proporcionar el criterio para el desarrollo del trabajo.
- Mantenimiento al equipo de producción y las instalaciones.

#### 10. Inspección y prueba.

- Verificación de que los productos recibidos y en proceso estén conforme a los requerimientos.
- Efectuar la inspección final y pruebas a los productos terminados.
- Confirmación de que todas las inspecciones requeridas se hayan llevado a cabo.
- Mantenimiento de registros y pruebas a los productos.

#### 11. Control de equipo de inspección, medición, y prueba.

- Establecer programas y procedimientos de calibración de equipo.
- Efectuar calibraciones de acuerdo al programa.
- Certificar la calibración contra estándares.
- Verificación de la precisión.
- Mantenimiento de los registros.



**12. Estado de inspección y prueba.**

- Identificación de productos no conformes
- Asegurar el uso y envío únicamente de productos conformes.

**13. Control de productos no conformes. (discrepancias).**

- Evitar el envío de productos no conformes.
- Retrabajo, reparación o desecho de productos no conformes documentados.
- Reinscripción de productos reparados y/o retrabajados.

**14. Acciones correctivas y preventivas.**

- Establecer procedimientos para acciones correctivas y preventivas.
- Investigar quejas de clientes.
- Confirmar que las acciones correctivas y preventivas sean efectivas.

**15. Manejo y almacenaje, empaque, conservación y entrega.**

- Prevención de daño o deterioro del producto.
- Proporcionar áreas específicas de almacenamiento.

**16. Control de registros de calidad.**

- Recolección y archivo.
- Protección contra deterioro.
- Retención de registros, según sea requerido.

17. Auditorias internas de calidad.

- Asegurar que el sistema de calidad funciona conforme a lo planeado.
- Programación periódica. (base regular de tiempo).
- Documentación de las fallas en el sistema y acciones correctivas.
- Imparcialidad en el proceso de auditoria.

18. Entrenamiento.

- Identificar necesidades de entrenamiento.
- Proporcionar el entrenamiento requerido.
- Mantener los registros de entrenamiento.
- Evaluar la efectividad del entrenamiento.

19. Servicio.

- Establecer procedimientos de servicio para desempeñar, verificar y reportar el servicio a las actividades de manufactura, ingeniería y diseño.

20. Técnicas estadísticas.

- Identificar la necesidad de estas técnicas requeridas por el establecimiento y control de la habilidad del proceso.
- Mantener los procedimientos para controlar el uso de la estadística.



# ISO - 9000

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
G. Gral.	D		D											✓			✓	D		D
Prod.	✓	D	✓	D	D		D	D	D	D	✓	D	D	D	D	D	✓	✓	D	D
Caí.	✓	D	✓	D	D	D	D	D	✓	D	D	D	D	D		D	D	D	D	D
ingria.	✓	D	✓	D	D	D	✓	D	✓	D	D		D	D		D	✓	✓	D	D
Manto.	✓	D			✓			D	✓		D			✓		D	✓	✓		D
Proy.	✓	✓			✓				✓					✓			✓	✓		D
R. H.	✓	✓							✓					✓			✓	D		D
Abast.	✓			D		D	✓	D	✓	D		D	D	D	D	D	✓	✓		D
Contr.	✓		D											✓			✓	✓		D
Ventas	✓		D											✓			✓	✓	D	D

**D - Responsabilidad directa**  
**✓ - Participación en el sistema**

## Conclusiones.

Como se observa la estructura interna de una empresa es muy importante para su desarrollo natural. Ahora, los planes de competitividad a futuro y de permanencia en el mercado, traen consigo cambios en toda la administración.

La mentalidad administrativa y directiva se dirige hoy hacia lo llamado como mejora continua y calidad total.

La creación de procedimientos y la asignación de recursos para la mejora de la calidad, son esenciales si se desea un crecimiento uniforme y planeado en todos los niveles.

Por lo que tomando este enfoque actual de innovación y actualización en los negocios industriales. Se elaboran una serie de documentos y controles dirigidos hacia un solo fin, la superación y prevención a tiempo de los problemas.

Así, con estructuras firmes y dirigidas, se respalda cada una de las etapas de transformación y elaboración de él o, los productos y servicios. Generando con buena calidad satisfacción al cliente y mostrando esa calidad con fundamentos, físicos y escritos.

Por esto se hace incipiente en el conocimiento de la organización estructurada, tomando como referencia a el Dr. W Edward Deming.

Filosofías como esta, nos proporcionan una serie de pasos - que nos dan la pauta a seguir, en la administración global de la industria.

Delegando responsabilidades, la proyección actual de las em presas, nos guía hacia la calidad total. Incluyendo a su vez a todos los integrantes de la organización, para una mejor administración; dando parte especial de todo, al trabajador con recursos bien definidos por la alta gerencia.

Este enfoque de la calidad continua, es tomada como una herr amienta para controlar tanto, internamente como externamente, los distintos sectores constituyentes de la industria.

Las reglas estadísticas nos muestran también, los altibajos de una buena o mala calidad, de una buena o mala administrac ión, por medio de gráficos; que enseñan el comportamiento - de una planta productiva registrando datos, analizados por medio de auditorías, internas o externas.

Así entonces, la normalización trae consigo una estructura organizacional con delineamientos abiertos para adecuarse a cualquiera que fuese la labor industrial, en sus procesos o servicios.

Crea y delega responsabilidades y funciones concretas. Ha-- cia un logro común, en las organizaciones; mejor calidad y - mayor aceptación en el mercado.

Lo expuesto anteriormente son formulas de trabajo, que al - adoptarse con los procesos y a la administración dan mayor realce y lleva a la industria hacia una proyección mas ló- gica en un futuro presente y posteriormente un futuro mejor

**Bibliografía.**

- . Normas ISO 9000 1994  
Normas Mexicanas 1995
  
- . Control de Calidad Industrial  
Duncan Acheson J.  
Ed. Alfaomega 1990
  
- . Calidad, Productividad y Competitividad.  
W. Edward Deming.  
Ed. Diaz de Santos.
  
- . La Calidad no cuesta  
Philip Crosby  
Ed. CECSA
  
- . Manual de Metodos y Procedimientos.  
Hayes Wells  
Ing. Axel Ballesteros.
  
- . Control Estadístico del Proceso.  
Kelsey Hayes
  
- . Probabilidad y Estadística para Ingenieros  
Hansen Bertrand  
Ed. Diaz Santos.