

79  
2ej



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
CUAUTITLAN

**"CALIDAD EN LAS ORGANIZACIONES"  
(EMPRESAS E INSTITUCIONES)**

**"TECNICAS PARA EL CONTROL  
ESTADISTICO DEL PROCESO"**

**TRABAJO DE SEMINARIO**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
**INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA**  
P R E S E N T A :  
**SAUL SOLIS PEREZ**

ASESOR: ING. JUAN RAFAEL GARIBAY BERMUDEZ.

CUAUTITLAN IZCALLI, EDO. DE MEXICO.

270067

1999.

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

Todo el material contenido en esta tesis 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 MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

DE N. A. M.  
FACULTAD DE ESTUDIOS  
PROFESIONALES CUAUTITLAN

DR. JUAN ANTONIO MONTARAZ CRESPO  
DIRECTOR DE LA FES-CUAUTITLAN  
PRESENTE.

DEPARTAMENTO DE  
EXAMENES PROFESIONALES

AT'N: Q. MA. DEL CARMEN GARCIA MIJARES

Jefe del Departamento de Exámenes  
Profesionales de la FES-C.

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

Calidad en las Organizaciones (Empresas e Instituciones).  
Técnicas para el Control Estadístico del Proceso.

que presenta el pasante: Solís Pérez Saúl.

con número de cuenta: 8528464 -3 para obtener el Título de:  
Ingeniero Mecánico Electricista.

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

ATENTAMENTE.

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Edo. de México, a 16 de Diciembre de 1998.

MODULO:	PROFESOR:
<u>I y III</u>	<u>Ing. Juan de la Cruz Hernández Zaudido.</u>
<u>II</u>	<u>Ing. Juan Rafael Garibay Bermúdez.</u>
<u>IV</u>	<u>Ing. Julio Moisés Sánchez Barrera.</u>

FIRMA:

*[Firma manuscrita]*

EN AGRADECIMIENTO .

A MIS PADRES :

LIC. SAUL SOLIS MARTINEZ.

SRA. AGUSTINA PEREZ HERNANDEZ.

QUIENES CON SU EJEMPLO ME INICULARON EL AMOR AL ESTUDIO,  
LOS VALORES MORALES Y EL ESPIRITU DE LUCHA PARA LOGRAR LAS METAS DESEADAS.

A MI HERMANA :

EDNA SOLIS PEREZ

POR LA COMPRESION Y AYOYO QUE ME BRINDASTE, ESPERANDO  
QUE MIS ESFUERZOS TE SIRVAN DE EJEMPLO.

EN AGRADECIMIENTO :

A MIS MAESTROS Y A LA FACULTAD DE ESTUDIOS  
SUPERIORES CUAUTITLAN, DE QUIENES APRENDI A TENER FE Y CONFIANZA EN  
MI MISMO.

A LOS INGENIEROS :

ING. JUAN RAFAEL CARIBAY BERMUDEZ.  
ING. JUAN DE LA CRUZ HERNANDEZ ZAMUDIO.  
ING. JUAN CONTRERAS ESPINOSA.  
ING. JULIO MOISES SANCHEZ BARRERA

POR SU VALIDA AYUDA Y ORIENTACION EN LA ELABORACION DE  
ESTE TRABAJO

A MIS FAMILIARES , AMIGOS Y COMPAÑEROS CON GRAN AFECIO.

## INDICE

PROLOGO .....	3
INTRODUCCION .....	4
CAPTULO I .....	6
GENERALIDADES	
1.1 Politica de Calidad .....	6
1.2 Objetivos .....	6
1.3 Beneficios .....	6
CAPTULO II .....	8
CONCEPTOS IMPORTANTES	
2.1 Que es la Calidad? .....	8
2.2 Calidad en el Servicio al Cliente .....	9
CAPTULO III .....	10
NORMAS DE CERTIFICACION ISO 9000	
3.1 Que son las normas NMK - CC / ISO 9000? .....	10
3.2 Contenido de los niveles de la serie NMK -CC / ISO 9000 .....	11
CAPTULO IV .....	14
TECNICAS PARA EL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO	
4.1 Que es la Estadística ? .....	14
4.2 Prevención contra detección .....	15

4.3 Diagrama de Pareto .....	18
4.4 Variación .....	23
4.5 Gráficas de Control .....	24
4.6 Gráficas de Control por Variables .....	25
4.7 Diagrama Causa - Efecto .....	38
4.8 Control por Atributos (Definiciones) .....	39
CONCLUSIONES .....	41
BIBLIOGRAFIA .....	42
ANEXO .....	43

## PROLOGO.

Hoy mas que nunca,nuestro país necesita ser más eficiente en todos los aspectos, para poder crecer en una proporción tal, que se asegure el futuro de toda la población.

Actualmente se vive un mundo donde la competencia internacional es cada vez más cerrada - y dónde definitivamente, solo aquellos países que aprovechen al máximo sus recursos, podrán asegurar a su población un nivel decoroso de vida.

Uno de los campos más importantes, dónde necesitamos y podemos ser más eficientes es, sin duda, en nuestros sistemas de CONTROL DE CALIDAD.

Para poder entender la gran importancia, que tienen dichos sistemas, en el desarrollo - óptimo de los recursos humanos y máximo aprovechamiento de los recursos materiales, se debe mencionar que básicamente " Sin Calidad no hay Visión."

Entendiendo por Calidad, a la eliminación de fallas directas e indirectas que se inciden al desarrollar una actividad; ya sea de trabajo o de recreación.



## INTRODUCCION.

En la actualidad la Calidad no debe ser considerada como la responsabilidad de una sola persona o de una sola área, sino más bien como una tarea que todos deben compartir.

La responsabilidad por la calidad se inicia en el momento en que se definen las necesidades de calidad del cliente y continúa hasta que el producto terminado está en manos de un cliente satisfecho.

Se es capaz de producir servicios o productos de calidad gracias al proceso de control que se aplica a todas las etapas de gestación del producto y a todas las funciones de la empresa.

El proceso de control parte de la veracidad de la información ,diagnóstica en la relación causa-efecto de esa información,se adelanta a tiempo para avisar la tendencia en caso de no controlarla, pero sobre todo es proceso de toma de decisiones,ejecución y revisión de las mismas y además si la decisión funciona, por lo tanto no es solo un manejo de información y alto nivel de conciencia.

El control estadístico del proceso en la actualidad es un instrumento importante en la solución de problemas, identificación de oportunidades de mejoramiento y prevención de defectos en lugar de detectar los errores después de haberlos cometido.

La característica de los procesos es la variabilidad , la ciencia de la variabilidad es la estadística la cual cumple dos funciones: es un idioma o lenguaje y es un método para captar, descubrir, medir, analizar, y pronosticar los procesos.

El control estadístico del proceso no es el control, pero sí el instrumento. El control de calidad recopila y vuelve a recopilar información, la clasifica y prioriza, no busca culpables ni hechos, busca datos, no impresiones sino causas, verifica y vuelve a verificar la acción correctiva. Estandariza y eleva a categoría de herramienta estadística a la "hoja de control", - sabe que sólo se puede automatizar si antes se domina manualmente la operación.

El Control Estadístico del Proceso es modesto y deja para otros las innovaciones espectaculares de tecnología y establece la cultura del esfuerzo oculto y sostenido de la mejora continua. El CEP se convierte así en la escuela que permite a las empresas introducirse por sus propios pasos en el Control Total de Calidad.

El objetivo es hacer resaltar la importancia que tiene el Control Estadístico del Proceso, sus técnicas y aplicaciones, que proporcionan la información necesaria para desarrollar las labores con cantidad y calidad suficiente.

## CAPITULO I. GENERALIDADES

### 1.1 POLITICA DE CALIDAD.

NUESTRO COMPROMISO ES SATISFACER LAS NECESIDADES DE NUESTROS CLIENTES MEDIANTE LA IMPLANTACION DE UN SISTEMA DE CALIDAD BASADO EN LAS -  
NORMAS ISO 9000.

---

### 1.2 OBJETIVOS.

- \* CONOCER LAS TECNICAS PARA CONOCER EL PROCESO Y CONTROLARLO ESTADISTICAMENTE.
  - \* PRATICAR CON LAS TECNICAS DEL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.
  - \* APLICAR ESTAS TECNICAS EN SITUACIONES REALES DE NUESTRO TRABAJO.
  - \* MEJORAR NUESTRA HABILIDAD EN EL ANALISIS Y COMPORTAMIENTO DEL PROCESO.
- 

### 1.3 BENEFICIOS.

TODOS LOS INVOLUCRADOS EN EL PROCESO PODREMOS CONOCERLO A FONDO, SEREMOS CAPACES DE CONTROLARLO Y PREDICIR DESVIACIONES, DAREMOS CONTINUIDAD AL PROCESO Y LE PROPORCIONAREMOS A -  
NUESTROS CLIENTES INTERNOS Y/O EXTERNOS UN PRODUCTO SIN DEFECTOS.

NUESTRO CONOCIMIENTO SERA MAYOR Y PODREMOS DARLE APLICACION EN ASPECTOS DE NUESTRA -  
VIDA PERSONAL.

ES IMPORTANTE MENCIONAR QUE AL TOMAR EN CUENTA ESTE PROCESO TENDRAN LA FACULTAD DE -  
TOMAR LA DECISION QUE CONSIDEREN SEA MAS ADECUADA PARA SU CONTROL DE PROCESO AL EN -  
CONTRAR ALGUNA VARIACION.

## CAPTULO I I.

### CONCEPTOS IMPORTANTES.

#### 2.1 Que es la Calidad ?

La definición o el concepto de la palabra calidad a cambiado con el tiempo. Al principio la definición tenia como palabra clave al producto o servicio.

La calidad no sólo representa que el producto o servicio tenga propiedades cualitativas y cuantitativas que requiere el consumidor sino que se tenga un control sobre todo el proceso que involucra la elaboración del mismo, así como cumplir con los requerimientos y especificaciones acordadas con el cliente.

Existen varias definiciones del concepto de calidad, que han sido preparadas por diferentes instituciones, pero debido a la importancia que a escala mundial han alcanzado las normas de certificación (ISO), la definición se unificó y se define como:

#### CALIDAD:

" CONJUNTO DE CARACTERISTICAS DE UN ELEMENTO QUE LE CONFIEREN LA  
APTITUD PARA SATISFACER NECESIDADES EXPLICITAS E IMPLICITAS."

Haciendo un enfoque generalizado, el mejoramiento de la calidad incluye todas las lineas de producción, desde que se reciben los materiales hasta llegar al consumidor final, tomando en cuenta el desarrollo de nuevos diseños del producto y el servicio a futuro.

## 2.2 CALIDAD EN EL SERVICIO AL CLIENTE.

Para que una empresa asegure su futuro en el mercado dependerá indiscutiblemente de la demanda de sus productos, y para eso se tiene que contemplar tres pasos que engloban todas las actividades. El primero de ellos consiste en - desarrollar un producto diseñado para cubrir una necesidad latente,(o, en su caso, crear-la ) e involucra diseño de empaque, encuestas a clientes potenciales, (estudio y analisis de mercado) , etc.

Como segundo paso se pretende lograr un precio competitivo y acorde al producto, incluyendo verificación de precios en el mercado y reducir tanto costos, gastos y desperdicios.

El producto de una empresa puede tener un precio mayor en relación con sus competidores pero es compensado con el servicio que se ofrece en el sentido de mantenimiento, disponibilidad de piezas y atención al cliente.

La implementación de un sistema de calidad genera gastos y costos a todas las áreas de la empresa, cuando tal acción se lleva a cabo en forma correcta, posteriormente éstas erogaciones se convertirán en una inversión. Logrando estimaciones correctas de producción , se reducen y se eliminan retrabajos, rep´rocesos , reinspecciones y reverificaciones, reduciendo devoluciones por parte del cliente. Logrando así importantes disminuciones en gastos y - costos de producción y evitarse así que se rebase la cantidad invertida por la implementación.

Implantar un sistema de calidad es problemático cuando:

- \* No existe una filosofía de mejora continúa.
- \* El sistema de calidad no está debidamente implementado.
- \* No se prevén y corrigen las no conformidades.
- \* No se cumplen las exigencias del cliente.

## CAPITULO I I I.

### 3.1 NORMAS DE CERTIFICACION ISO 9000.

ISO es una organización internacional, no gubernamental, de caracter técnico que tiene como objetivo elaborar normas internacionales con el propósito de mejorar la calidad, la productividad, la comunicación y el comercio.

ISO cuenta con un acervo de normas dentro de las cuales se han destacado las relacionadas con la calidad conocida como serie ISO- 9000.

La serie de normas ISO 9000 está integrada por un conjunto de normas de aseguramiento de calidad que tienen como objetivo definir lineamientos generales para administrar la calidad.

Con base en estas normas es posible desarrollar e implantar un sistema de calidad en la empresa, de tal manera que se asegure y demuestre el cumplimiento continuo de los requisitos del cliente.

La serie de normas ISO-9000 está integrada por seis normas las cuales han sido traducidas por el Comité Técnico Nacional de Normalización de sistemas de Calidad Mexicano.

( COIENSISCAL ), al cual ha preparado y difundido una edición mexicana equivalente a la de ISO. Esta serie de normas mexicanas ha sido publicada en el diario oficial de la federación como Serie NMK-CC con lo cual queda validada por la Dirección General de Normas de SECOFI. Así mismo la Serie NMK-CC cuenta con la aprobación de ISO.

Las organizaciones que cuentan con una certificación en ISO9000 experimentan por lo general un aumento en la aceptación por el cliente, así como reducciones en costos.

Muchas firmas americanas ya sujetas a estándares de sistemas de calidad impuestos por sus principales clientes, encuentran que el mayor efecto de la certificación al estándar ISO9000 está en sus funciones fuera de producción, que tienden a ser ignoradas por los sistemas de calidad basados en la fabricación.

Las empresas se certifican cuando se demuestra que su sistema de calidad cumple con los requisitos de estándar ISO-9000 en cuanto a documentación y eficiencia. La certificación es llevada a cabo por organizaciones acreditadas, generalmente revisando los siguientes puntos:

- \* Revisando el manual de calidad de la empresa para asegurarse que cumple con el estándar.
- \* Realizando una auditoría en el proceso de la empresa para asegurar que el sistema documentado en el manual de calidad está siendo implementado y es efectivo.

Una vez que se obtiene la certificación, la oficina de certificación realiza auditorias al sistema de calidad aproximadamente dos veces al año y observa cambios y evoluciones del sistema de calidad, para asegurarse que continúa cumpliendo con los requisitos del estándar.

El contenido de las normas y la equivalencia entre las normas NMK-CC e ISO-9000 se describen a continuación, así como su contenido básico.

### 3.2 NMK- CC-1/ISO-8402. SISTEMA DE CALIDAD. VOCABULARIO.

Presenta los términos y definiciones usados en la disciplina de la calidad , con el fin de facilitar la comunicación entre especialistas y el uso de las normas de las series NMK-CC/-ISO-9000.

### NMK-CC-2/1/ISO-9000-1. ADMINISTRACION DE LA CALIDAD Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD.



PARTE I: DIRECCIONES PARA SELECCION Y USO.

Esta norma tiene como objetivo establecer la relación entre los diversos conceptos de calidad, así como definir los criterios de uso de las normas NMK-CC-3/ISO-9001, NMK-CC-4/ISO-9002, NMK-CC-5/ISO 9003 y NMK-CC-6/ISO -9004.

NMK-CC-3/ISO-9001. SISTEMAS DE CALIDAD.

MODELO DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD PARA EL DISEÑO, PROYECTO, FABRICACION, INSTALACION Y SERVICIO.

Esta norma establece los requisitos de calidad que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad en una empresa que necesita demostrar su capacidad para diseñar, fabricar, instalar y dar servicio a un producto.

NMK-CC-4/ISO-9002. SISTEMAS DE CALIDAD.

MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE CALIDAD APLICABLE A LA FABRICACION E INSTALACION.

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad de una empresa que necesita demostrar su capacidad para fabricar e instalar su producto.

NMK-CC-5/ISO-9003. MODELO PARA EL ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD PARA LA INSPECCION Y PRUEBAS FINALES.

Esta norma establece los requisitos que debe cumplir contractualmente el sistema de calidad de una empresa que necesita demostrar su capacidad para efectuar inspección y pruebas finales.

NMX-CC-6/ISO-9004. ADMINISTRACION DE CALIDAD Y ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE CALIDAD.

DIRECTRICES GENERALES / ISO-9004-1.

Esta norma describe los elementos que conforman un sistema de calidad para que la empresa los analice, seleccione los más adecuados a su organización y los implante como un sistema de calidad interno.

## CAPITULO I V.

### TECNICAS PARA EL CONTROL ESTADISTICO DEL PROCESO.

Antes de conocer cuales son los PROCESOS ESTADISTICOS, es muy importante definir lo que es la ESTADISTICA.

#### 4.1 ESTADISTICA.

Todos tenemos una idea de lo que es, pues utilizamos en forma espontánea sus procedimientos.

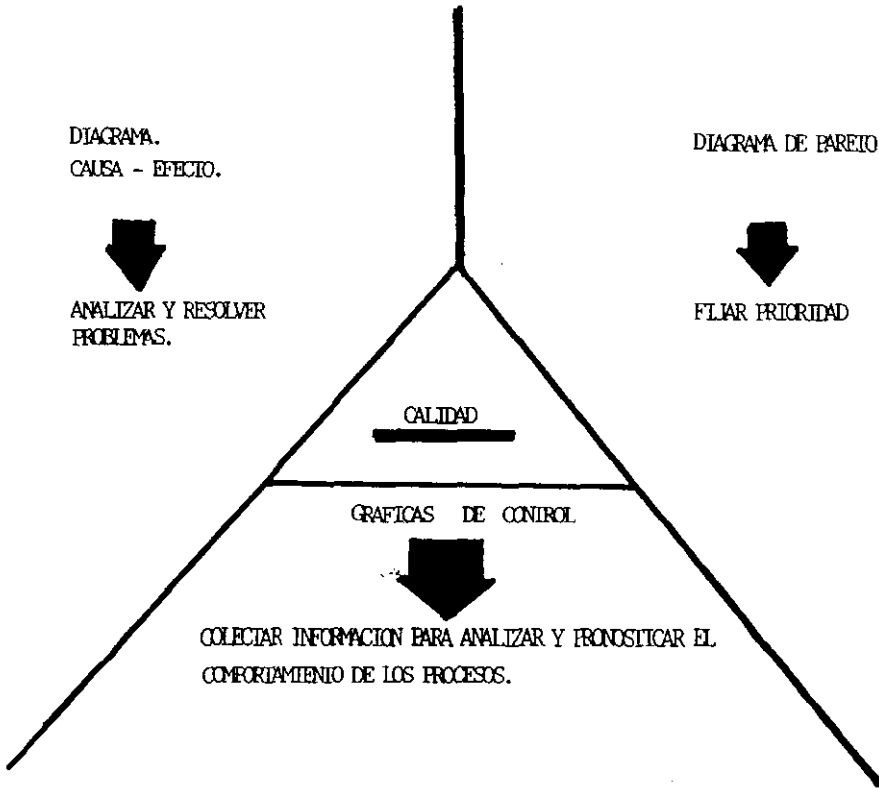
La estadística es la ciencia que se ocupa de recopilar, organizar, representar, analizar, - extraer y generalizar la información contenida en un conjunto de datos .

Llamemos " POBLACION " estadística al conjunto de todos los datos sobre los que versan las actividades, de recopilar, organizar, etc. que acabamos de mencionar.

Dado que en la mayoría de los casos resulta poco práctico o incosteable analizar la totalidad de los elementos de que se compone la población estadística, se ha optado por seleccionar unos cuantos de éstos para su estudio . Los elementos seleccionados se denominan " MUESTRA ".

Las técnicas estadísticas, giran alrededor de la calidad, es decir, nos ayudan a mejorar - nuestros procesos y mantenerlos estables para pronosticar su comportamiento.

● PROCESO ESTADISTICO



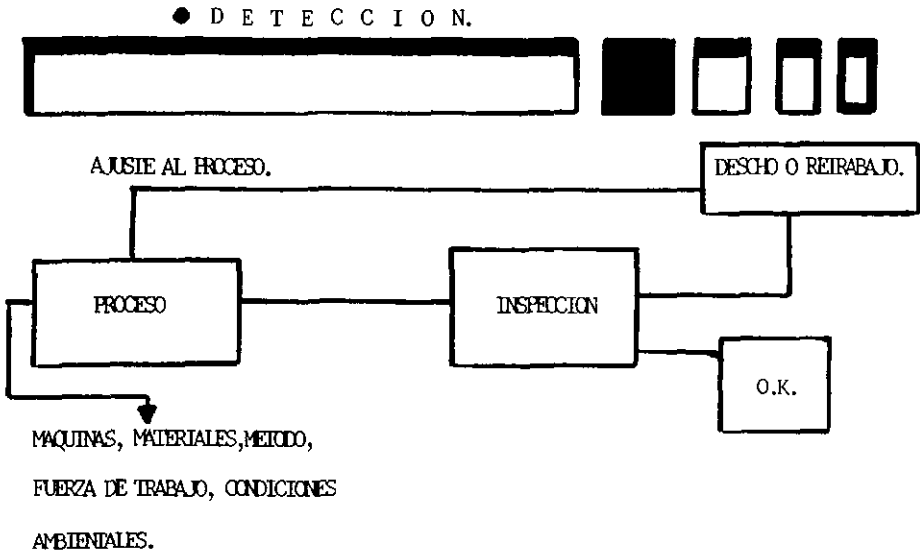
#### 4.2 " PREVENCIÓN CONTRA DETECCIÓN "

Todas las personas inconscientemente PREVENIMOS contratiempos, por ejemplo, en nuestras actividades diarias, antes de salir de casa, en la mañana revisamos si traemos la cartera, las llaves, la pluma, la credencial, etc., Como podemos observar este tipo de prevenciones que hemos tomado son para evitar probables problemas y pérdida de tiempo.

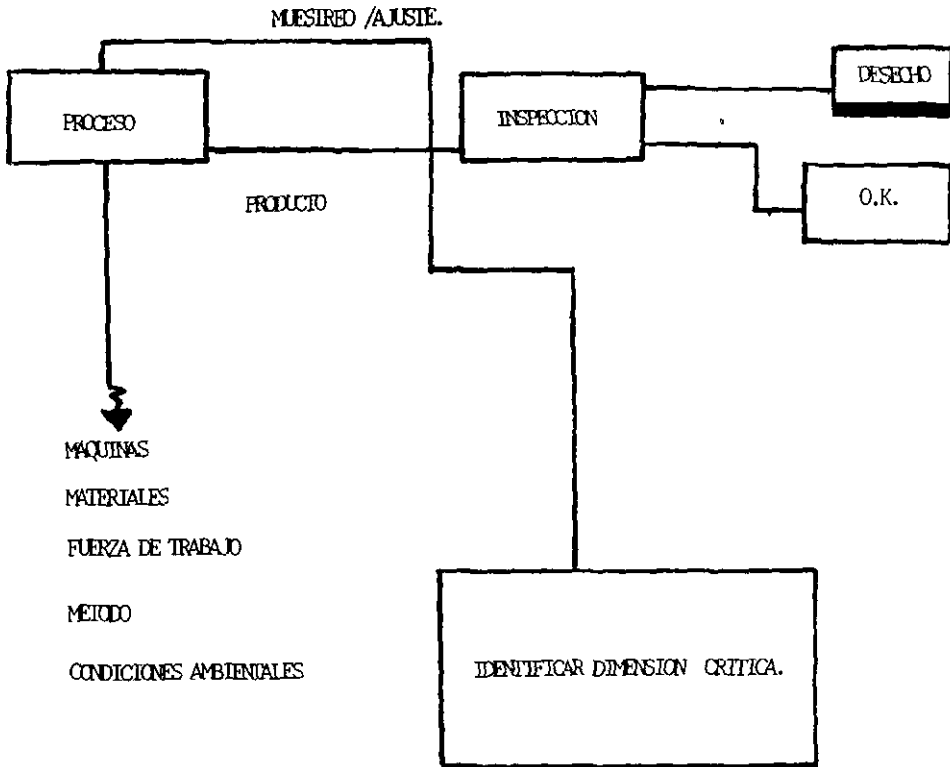
Debido a lo anterior podemos concluir que es mejor PREVENIR que DETECIAR problemas.

A continuación se muestra de manera grafica los conceptos de PREVENCIÓN Y DETECCIÓN aplicados

A un proceso de fabricación.



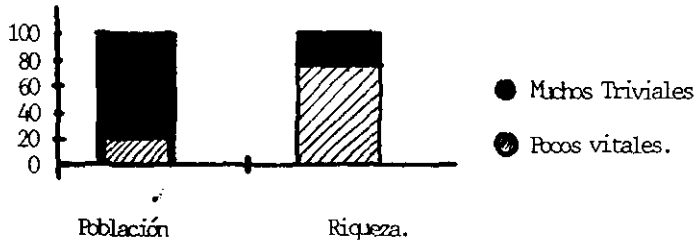
● P R E V E N C I O N



Cuando decimos que: "Hay que asignar prioridades a los problemas según su importancia", cuando hablamos de los componentes críticos, de los cuellos de botella, estamos reconociendo que no todas las cosas tienen la misma importancia, que hay unos pocos VITALES ( lo más importante) y muchos triviales ( lo menos importante ).

Rues bien, la asignación de prioridades a sido conocida desde hace mucho tiempo, pero desafortunadamente se ha manejado sin darnos cuenta del enorme valor que encierra como herramienta de análisis, como base en la toma de decisiones, como criterio para efectuar una delegación adecuada, en fin, convertir las cosas difíciles en cosas sencillas, hacer posible lo que parece imposible y en general, aumentar la eficacia de las decisiones, con todos los beneficios que esto pueda implicar.

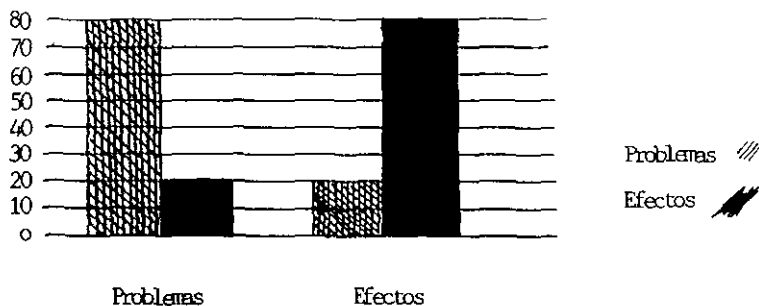
Fué precisamente Wilfredo Pareto, economista italiano del siglo XIX, que dedicó gran parte de su vida para analizar como estaba repartida la riqueza en la población. Al finalizar sus estudios encontro que el 80% de la riqueza estaba repartida en el 20% de la población, de una manera grafica se puede representar así.



El descubrimiento que realizó Pareto es lo que conocemos ahora como el Diagrama que lleva su nombre o la teoría del 80-20 y dice:

" Si hacemos una lista de todas las cosas que contribuyen en la obtención o aparición de cualquier efecto que nos interese analizar, ordenandolas de mayor a menor según la magnitud de la contribución de cada una, encontraremos que la importancia relativa de las primeras es tan grande en comparación con las últimas que aproximadamente el 20% de ellas son responsables del 80% del efecto total y el 80% restante de las causas son responsables solamente del 20% restante del efecto".

Para entender mejor el diagrama de Pareto, de la representación anterior cambiamos población por problemas y riqueza por efectos, nos queda:



Para usar el diagrama de Pareto debemos seguir la secuencia que a continuación se describe:

El diagrama de Pareto es un sistema o proceso que nos permite identificar las situaciones de preocupación de acuerdo a su orden de importancia. Además debemos asegurarnos que lo más importante recibe la atención adecuada en tiempo y recursos. Se realiza de acuerdo a la siguiente secuencia.

- \* Fijar un periodo de tiempo para la recolección de información .
- \* Listar los problemas de calidad del período y acomodarlos en orden decreciente.
- \* Determinar la frecuencia con que se presenta el problema (Frecuencia Absoluta).
- \* Calcular la frecuencia relativa o el porcentaje relativo ( Es el porcentaje de cada una de las frecuencias absolutas).
- \* Calcular el porcentaje relativo acumulado.
- \* Elaboración de la grafica.

Para que el Diagrama de Pareto quede más entendido se manejará a continuación la secuencia anterior.



EJEMPLO:

Con objeto de mejorar la calidad de sus productos, una fabrica realizó una encuesta con sus clientes, encontrando los siguientes problemas importantes.

Bobinas vendidas de junio de 1995 a Julio de 1995: 129,140.

PROBLEMA DEFECTO	BOBINAS CASOS / FRECUENCIA.
Mal embobinado	35
Bobina rota	342
Irregularidad en diámetros	95
Inconsistencia en resistencia de hilo	59
Diferencia de tono	235
Identificación inadecuada	25

Como se puede observar, hasta el momento se han cubierto los tres primeros pasos en la secuencia de elaboración del diagrama de pareto que son:

- \* Fijar un periodo de tiempo para la colección de información.
- \* Listar los problemas de Calidad del periodo.
- \* Determinar la frecuencia con que se presenta el problema.

El siguiente paso a la secuencia, es calcular el porcentaje relativo pero antes es necesario listar los problemas de calidad de mayor a menor frecuencia como se muestra:

- 1.- Bobina rota.
- 2.- Diferencia de tono.
- 3.- Irregularidad en diámetros.
- 4.- Inconsistencia en resistencia o hilo.
- 5.- Mal embobinado.
- 6.- Identificación inadecuada.

Para calcular el porcentaje relativo, vamos a usar la siguiente formula:

$$\% \text{ RELATIVO} = n/d \times 100$$

Donde:

n= Frecuencia de cada problema/defecto.

d= Frecuencia total.

CALCULOS.

Frecuencia Total (d).

d= 342+235+95+59+35+25= 791

d= 791.

Con el dato de "d" podemos ir calculando el porcentaje relativo para cada uno de los problemas, así pues tendremos:

% Relativo (bobina rota)=	$342/791 \times 100 = 43.24\%$
" (Diferencia de tono)=	$235/791 \times 100 = 29.71\%$
" (Irregularidad en- diametros	= $95/791 \times 100 = 12.01\%$
" (mal embobinado)	= $35/791 \times 100 = 4.42\%$
" (identificación inadecuada)	= $25/791 \times 100 = 3.16\%$

Ya calculados los porcentajes relativos, éstos se van anotando en una tabla como sigue:

PROBLEMAS / DEFECTO	FRECUENCIA CASOS (n)	% RELATIVO
Bobina rota	342	43.24
Diferencia de tono	235	29.71
Irregularidad en diametros	95	12.01
Inconsistencia en resistencia o hilo	59	7.46
Mal embobinado	35	4.42
Identificación inadecuada	25	3.16

$$d = 791$$

El siguiente punto dentro de la secuencia es calcular el porcentaje relativo acumulado. Para esto, lo que vamos a hacer es sumar los porcentajes relativos de cada problema/defecto, de la manera siguiente:

Ejemplo: Se suma A + B y así sucesivamente.

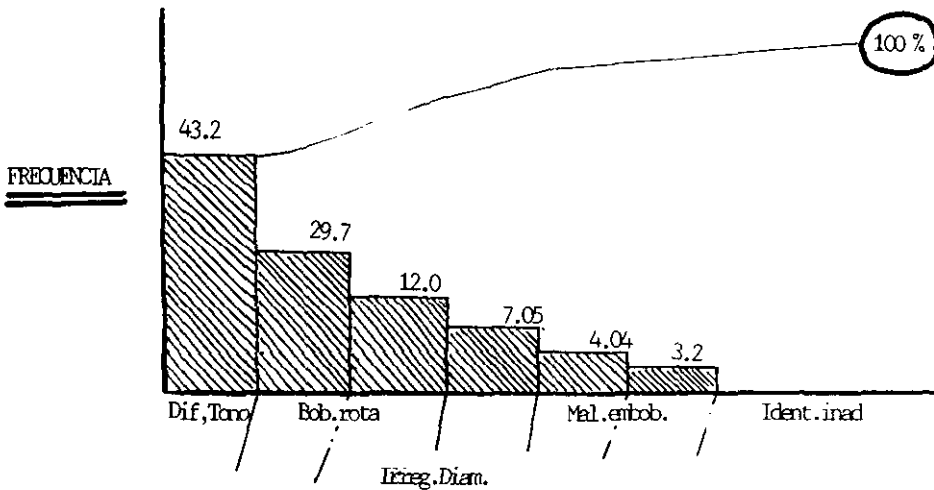
PROBLEMA/DEFECTO	FRECUENCIA CASOS (n)	% RELATIVO	% RELATIVO ACUMULATIVO.
Bobina rota	342	A 43.24	43.24
Diferencia de tono	235	B 29.71	72.95
Irregularidad en diámetros	95	12.01	84.96
Inconsistencia en resistencia o hilo	59	7.46	92.42
Mal embobinado	35	4.42	96.84
Identificación inadecuada	25	3.16	100.00

$$n = 791.$$

Como último paso corresponde a la elaboración de la gráfica. Este diagrama de Pareto es importante debido a que nos proporciona de forma fácil y objetiva el problema o defecto que debemos analizar y estudiar primero, y que porcentaje representa al solucionarlo.

Los puntos que se deben seguir en la elaboración de un Pareto son los siguientes:

- 1.- Determinar la escala (Dependiendo del tamaño que se quiera).
- 2.- Listar los problemas en la parte inferior, ordenándolos de mayor a menor.
- 3.- Trazar las barras de cada uno de los problemas en porcentaje relativo.
- 4.- Trazar el porcentaje relativo acumulado mediante una línea.

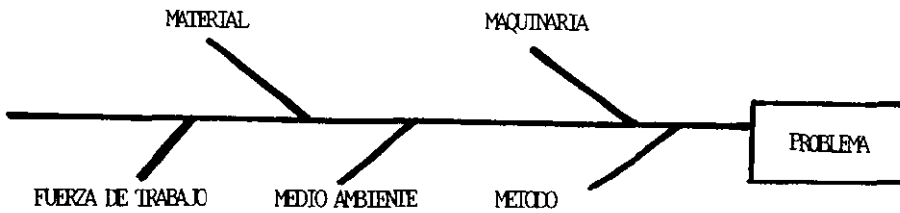


Incons.resist.

Es la diferencia que existe de un objeto a otro de la misma naturaleza ( piezas, bobinas-hilos ,etc..).

Ya que en un proceso existen diferentes fuentes que provocan la variación siendo algunas de estas atribuibles a :

- \* La maquinaria.
- \* El material empleado.
- \* El método utilizado.
- \* La fuerza de trabajo.
- \* El medio ambiente.



Una herramienta importante en el control de calidad estadístico es la gráfica de control. A pesar de la aparente simplicidad de la gráfica de control, muchas personas encuentran que su uso exige un punto de vista completamente nuevo.

Uno de los propósitos de éste trabajo es explicar éste punto de vista con cierto detalle. Brevemente expresado es el siguiente: " La calidad medida de un producto manufacturado, está siempre sujeta a una cierta cantidad de variación como resultado del azar ". Algún " sistema de causa especial " estable es inherente a cualquier esquema particular de inspección y producción. La variación dentro de éste patrón estable, es inevitable. Las razones de las variaciones externas a éste, pueden ser descubiertas y corregidas.

El poder de las gráficas de control recae en la posibilidad de separar estas causas asignables de la variación de calidad. Esto hace posible el diagnóstico y la corrección de muchos problemas de producción y a menudo lleva mejoras considerables en la calidad del producto y a la reducción de el desperdicio y reprocesado.

Además al identificar algunas de las causas de variación de calidad como variaciones casuales-inevitables, la gráfica de control indica cuando dejar sólo a un proceso y en ésta forma evitar ajustes frecuentes innecesarios, que tienden a incrementar la avriabilidad del proceso más bién que ha disminuirla.

Las gráficas que serán usadas en el control estadístico del proceso, serán por :  
VARIABLE Y POR ATRIBUOS.

VARIABLES Y ATRIBUOS. - Una distinción importante en el lenguaje técnico de la estadística, es la que existe entre VARIABLES Y ATRIBUOS.

Quando se lleva un registro sobre una medida real de una característica de calidad, tal como una dimensión expresada en milímetros, dureza de piezas en unidades Brinell, temperaturas de operación en grados centigrados, resistencia a la compresión en PSI ,etc... Se dice que la calidad se expresa por variables.

Quando un registro muestra solamente el numero de artículos que se conforman y el numero de artículos que dejan de conformarse con cualquier requerimiento especificado se dice que es un registro por ATRIBUOS.

Es un medio de colección de datos y representación del comportamiento de un proceso. Nos permite visualizar el comportamiento del proceso y predecirlo o pronosticarlo. Se realiza de acuerdo a la siguiente secuencia:

- \*Recolección de datos.
- \*Cálculo de Rangos. ( R )
- \*Cálculo de Promedios (  $\bar{x}$  )
- \*Cálculo de Rango Promedio (  $\bar{R}$  )
- \*Cálculo de Promedio de Promedios (  $\bar{\bar{x}}$  ).
- \*Cálculo de los límites de control por Rango y Promedio.
- \*Elaboración de gráficas.
- \*Interpretación.

#### " COLECCION DE DATOS "

Son las lecturas o valores obtenidos de la verificación o inspección de piezas de un proceso- se las conoce como gráficas X-R.

Se hace por subgrupos de piezas producidas consecutivamente, para conseguir condiciones similares de producción..

#### PERIODO DE COLECCION DE DATOS.

Se recomienda de 30 minutos a 2 horas, ya que :

- a) Menos de 30 minutos    -- consume mucho tiempo.
  - b) Más de 2 horas        -- se pierden incidentes\* no usuales.
- \* INCIDENTES COMD:
- Cambios en el proceso.
  - Paros de línea.
  - Descompostura de equipo.

La forma de representar la colección de datos en la gráfica X-R, se muestra a continuación.

FECHA / HORA	A	B	C
X1	4	8	10
X2	5	2	10
X3	3	1	8
X4	7	6	9
X5	3	7	9
SUMA			
$\bar{X}$			
R			

### " CALCULO DE RANGOS "

Es la diferencia del valor mayor y menor de un subgrupo. Por lo tanto, se obtiene un valor de rango para cada subgrupo.

Este cálculo nos ayuda a visualizar las variaciones en el proceso, Se calcula de la forma sig:

$$\text{RANGO} = \text{VALOR MAYOR} - \text{VALOR MENOR}$$

$$R = x_{\text{mayor}} - x_{\text{menor}}$$

Por ejemplo, empleando los valores de la hoja anterior donde se muestra la colección de datos para el subgrupo "A" el rango será:

$$x_{\text{mayor}} = 7$$

$$x_{\text{menor}} = 3$$

Sustituyendo valores en la fórmula, tenemos:

$$R = 7 - 3 = 4$$

El valor que se va obteniendo de cada uno de los subgrupos se registra en la grafica X-R de la siguiente manera:

FECHA / HORA	A	B	C
X1	4	8	10
X2	5	2	10
X3	3	1	8
X4	7	6	9
X5	3	7	9
SUMA			
X			
R	4	7	2

" CALCULO DE PROMEDIOS "

También se llama : "  $\bar{x}$  testada " o "  $\bar{x}$  media "

Es el promedio obtenido de las lecturas de un subgrupo.

Los valores que se obtengan serán los que se representarán en la gráfica.

Empleando la siguiente fórmula:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5}{n}$$

Donde :  $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5$  , son los valores obtenidos en cada subgrupo.

La forma en que se representa el valor de  $x$ , en la gráfica es la siguiente:

Ejemplo del subgrupo " A ".

$$\bar{x} = \frac{4 + 5 + 3 + 7 + 3}{5} = \frac{22}{5}$$

$$\bar{x} = 4.4$$

(suma de las 5 lecturas) entre el número de lecturas del subgrupo.

Ejemplo del subgrupo " B ".

$$\bar{x} = \frac{8 + 2 + 1 + 6 + 7}{5} = \frac{24}{5}$$

$$\bar{x} = 4.8$$

Una vez calculados los promedios de los subgrupos se completa la tabla de la siguiente manera :



FECHA / HORA	A	B	C
X1	4	8	10
X2	5	2	10
X3	3	1	8
X4	7	6	9
X5	3	7	9
SUMA	22	24	46
X	4.4	4.8	9.2
R	4	7	2

" CALCULO DEL RANCO PROMEDIO "

También se llama  $\bar{R}$  testada.

Es el promedio de los rangos de los subgrupos. Para esto empleamos la siguiente fórmula:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n}{n}$$

Donde ;

$R_1, R_2, R_3, R_4, \dots, R_n$  es el valor del rango obtenido en cada subgrupo.

"n" es el número de subgrupos.

En la colección de datos que se muestra a continuación "n" es igual a 25 por que se tienen 25 subgrupos. por lo tanto, sustituyendo en la fórmula que se tiene para calcular R las lecturas o valores que se tienen, quedaría de la siguiente manera:

$$\bar{R} = \frac{2+2+1+1+1+2+2+1+1+3+2+2+2+4+3+2+0+2+2+1+3+1+1+3+1}{25}$$

$$\bar{R} = \frac{45}{25}$$

$$\bar{R} = 1.8$$

FECHA HORA																									
1	9	7	9	9	9	8	8	9	9	8	7	8	10	11	10	10	9	8	8	9	10	8	9	8	8
2	8	9	8	8	9	8	8	8	9	7	9	8	10	10	8	10	9	7	8	9	9	9	8	7	7
3	7	9	9	9	9	7	7	9	10	7	9	7	9	8	10	10	9	9	8	9	8	8	9	10	7
4	9	9	8	9	8	7	7	9	10	10	7	7	8	7	8	8	9	9	9	9	9	8	9	8	7
5	8	9	9	9	8	6	6	8	10	8	7	6	9	10	7	8	9	9	7	10	7	8	9	7	8
suma																									
X																									
R	2	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2	2	2	4	3	2	0	2	2	1	3	1	1	3	1

" CALCULO DEL PROMEDIO DE PROMEDIOS "      $(\bar{\bar{X}})$

Es el promedio de los promedios calculados ( $\bar{X}$ ) en cada uno de los subgrupos. Para ésto empleamos la siguiente formula:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{\bar{X}_1 + \bar{X}_2 + \bar{X}_3 + \dots + \bar{X}_n}{n}$$

Donde :  $\bar{X}_1, \bar{X}_2, \bar{X}_3, \dots, \bar{X}_n$  es el promedio de cada subgrupo.  
n = El numero de subgrupos.

Sustituyendo los promedios de cada subgrupo en la fórmula queda:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{8.2 + 8.6 + 8.6 + 8.8 + 8.6 + 7.2 + 8.6 + 9.6 + \dots + 7.4}{25} = \frac{210.6}{25}$$

$$\bar{\bar{X}} = 8.42$$

Fecha Hora																									
1	9	7	9	9	9	8	8	9	9	8	7	8	10	11	10	10	9	8	8	9	10	8	9	8	8
2	8	9	8	8	9	8	8	8	9	7	9	8	10	10	8	10	9	7	8	9	9	9	8	7	7
3	7	9	9	9	9	7	7	9	10	7	9	7	9	8	10	10	9	9	8	9	8	8	9	10	7
4	9	9	8	9	8	7	7	9	10	10	7	7	8	7	8	8	9	9	9	9	9	8	9	8	7
5	8	9	9	9	8	6	6	8	10	8	7	6	9	10	7	8	9	9	7	10	7	8	9	7	8
SUMA	41	43	43	44	43	36	36	43	48	40	39	36	46	46	43	46	45	42	40	46	43	41	44	42	37
X	8.2	8.6	8.6	8.8	8.6	7.2	7.2	8.6	9.6	8.0	7.8	7.2	9.2	9.2	8.6	9.2	9.0	8.4	8.0	9.2	8.6	8.2	8.8	8.4	7.4
R	2	2	1	1	1	2	2	1	1	3	2	2	2	4	3	2	0	2	2	1	3	1	1	3	1

" CALCULO DE LOS LIMITES DE CONTROL PARA  
RANGO Y PROMEDIOS "

Es la representación de la variación que puede esperarse en un proceso, permitiéndonos interpretar el comportamiento del proceso.

Empleando la siguiente fórmula:

Para Rangos:

$$L.S.C r = D4 \bar{R}$$

$$L.I.C r = D3 R$$

Para Promedios :

$$L.S.Cx = \bar{X} + A2\bar{R}$$

$$L.I.Cx = \bar{X} - A2\bar{R}$$

Donde:

L.S.C = Límite Superior de Control.

L.I.C. = Límite Inferior de Control.

X = Es el Promedio de Rangos.

D4, D3, A2 son factores de ajuste o corrección.

El valor de los factores de ajuste dependen del número de lecturas o valores de un subgrupo.

Continuando con el ejemplo, se calcularán los límites de control para Rangos y Promedios.

Concentrando la información que hasta el momento llevamos:

$$\bar{X} = 8.42$$

$$\bar{R} = 1.80$$

$$A2 = 0.58 \quad \text{Para } n = 5$$

$$D4 = 2.11 \quad \text{Para } n = 5$$

$$D3 = 0.0 \quad \text{Para } n = 5$$

Para los valores de los factores de ajuste ver ANEXO I.

Los valores anteriores se deben sustituir en las fórmulas correspondientes para Rangos y Promedios respectivamente.

Para Rangos:

$$L.S.C r = D4\bar{R} = 2.11 \times 1.80 = 3.80$$

$$L.I.C r = D3\bar{R} = 0 \times 1.80 = 0$$

Para Promedios :

$$\text{L.S.C } x = \bar{\bar{X}} + A\bar{2}R = 8.42 + ( 0.58 \times 1.80 ) = 9.46$$

$$\text{L.I.C } x = \bar{\bar{X}} - A\bar{2}R = 8.42 - ( 0.58 \times 1.80 ) = 7.38$$

Hasta el momento los puntos que se han cumplido de las gráficas de control por variable X - R son:

- \* Colección de Datos.
- \* Cálculo de Rangos.
- \* Cálculo de Promedios.
- \* Cálculo de R , X.
- \* Cálculo de los límites de control.

Antes de pasar a la interpretación, todos los datos deben ser gráficos empleando las siguientes recomendaciones para la selección de escala.

Selección de Escala:

Para promedios:

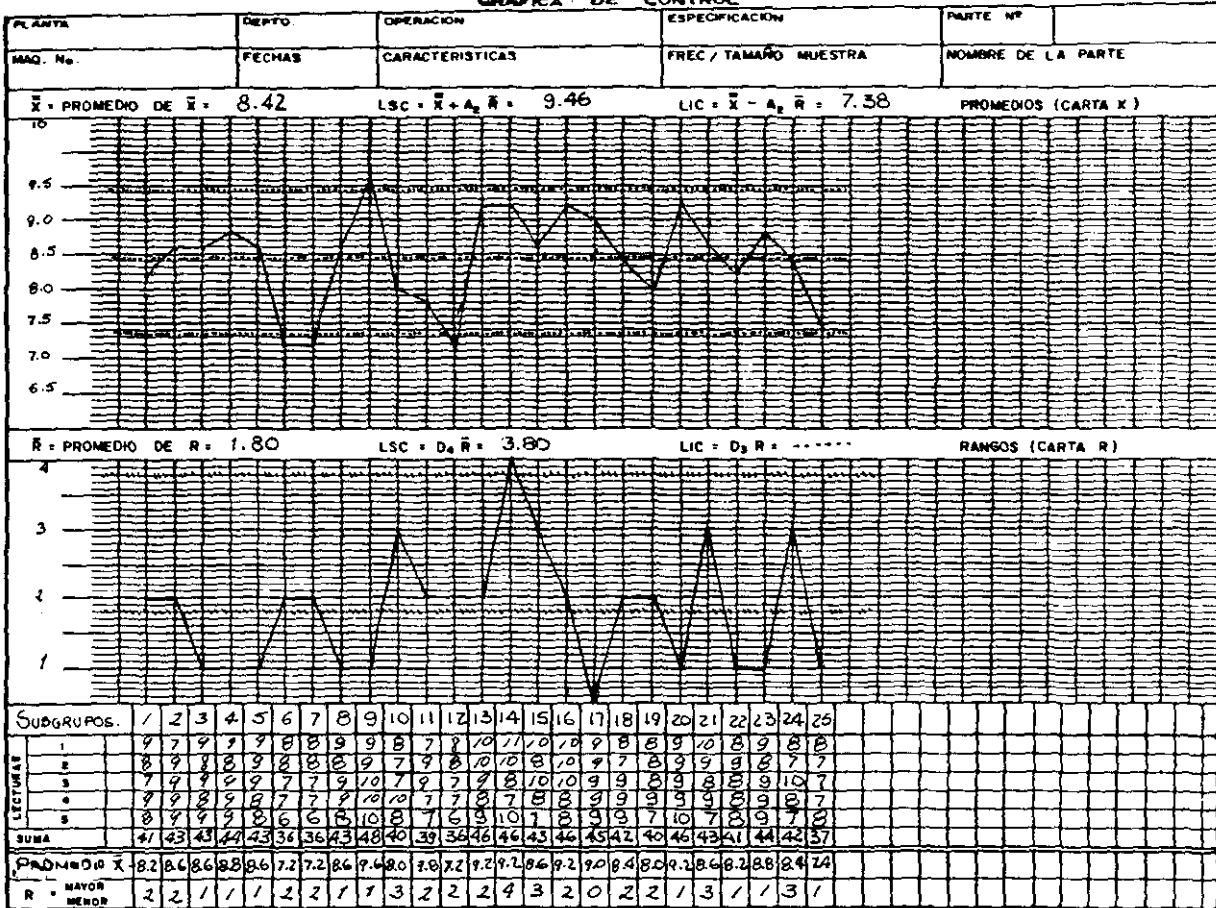
- La X mayor de todos los subgrupos se multiplica por 1.5 o 2.0
- La X mayor menos la X menor y el resultado que se obtenga se divide entre 1.5 o 2.0.

Para Rangos:

El rango mayor obtenido se multiplica por 1,5 o 2.0 aproximadamente.

A continuación se muestra la gráfica X - R completa.

GRAFICA DE CONTROL



TI-A-26-04/A

Para tamaños de muestra inferiores a siete no se determina el límite inferior de control para rangos

## INTERPRETACION.

Para identificar las variaciones anormales o normales del proceso.  
Por eso es necesario tomar acciones correctivas y preventivas en el proceso.  
De acuerdo a las siguientes reglas.

- A) Puntos fuera de los límites de control.
- B) Adhesión ( Al centro o a los extremos ).
- C) Series ( Tendencia, Corrida )

## PUNTOS FUERA DE LOS LIMITES DE CONTROL.

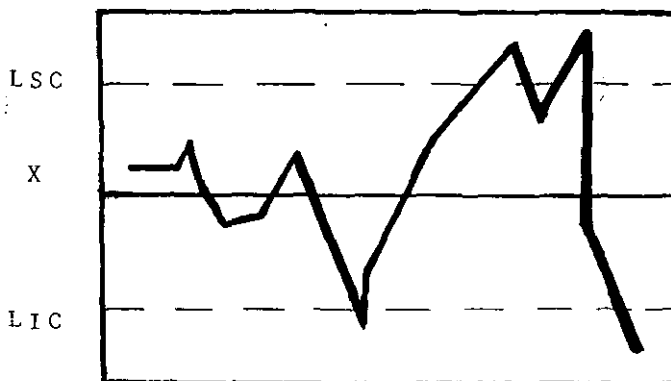
Quando un punto o puntos se encuentran arriba o abajo de los límites de control, se recomienda verificar lo siguiente antes de tomar medidas correctivas en el proceso:

- Los límites de control están mal calculados o los puntos ( que se encuentran fuera de los límites de control ) están mal graficados.
- El sistema de medición ha cambiado ( calibrador , inspector ).
- La variación de pieza a pieza o la dispersión de la distribución ha cambiado.

## DEFINICION.

Distribución: Conjunto de datos concentrados en un lugar delimitado.

Dispersión: Para tener una idea exacta de la forma como se relaciona entre si los datos de un conjunto no es suficiente identificar su tendencia central. Pero si es necesario analizar qué tanto difieren entre sí, esto es que tanta dispersión existe entre ellos.



ADHESION.

Para verificar si existe adhesión al centro o adhesión a los extremos , es necesario dividir en tres partes iguales la distancia que hay del límite superior de control al límite inferior de control.

La división en tercios se realiza de la siguiente forma:

$$\frac{LSC - LIC}{3} = a$$

Tercio Superior = LSC - a  
Tercio Inferior = LIC + a

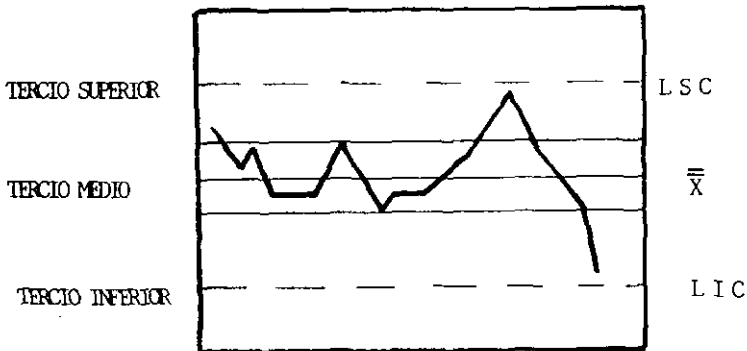
ADHESION AL CENTRO.

Si el 90% de los puntos graficados o más, se encuentran en el tercio medio, se dice que hay adhesión al centro.

De llegarse a presentar la adhesión al centro, es necesario verificar lo siguiente:

- Los límites de control han sido mal calculados o mal graficados ( verificar el cálculo y volver a trazar.
- Los puntos han sido mal calculados o mal graficados.
- Los datos han sido alterados ( las lecturas que se alejan del promedio de promedios fueron alterados u omitidos.

Si después de haberse verificado las condiciones anteriores la adhesión persiste, entonces el proceso muestra una condición favorable, la cual debemos de investigar para mantener el proceso en la misma condición.

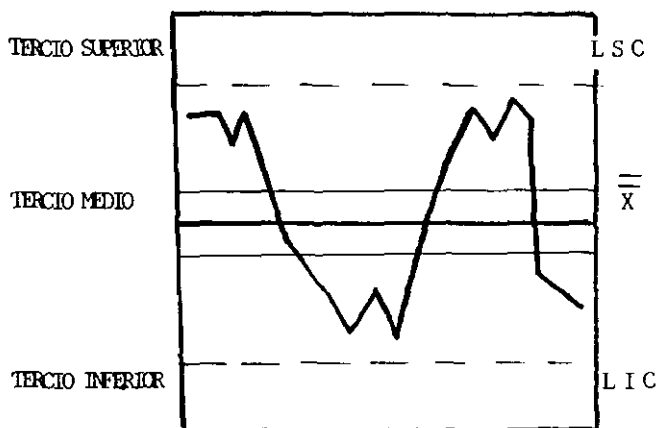


## ADHESION A LOS EXTREMOS.

Si el 60% o más de los puntos gráficos se encuentran dentro de los tercios exteriores, se dice que hay adhesión a los extremos o adhesión a las líneas de control.

De presentarse esta condición es necesario verificar :

- Los límites de control han sido mal calculados o los puntos mal gráficos.
- = El proceso o el método de muestreo es tal, que en los subgrupos se contiene mediciones de dos o más factores diferentes ( material , mezclador etc...).



## SERIE.

Es una sucesión de puntos que indican una tendencia o desplazamiento del proceso para el control estadístico del proceso se tienen identificadas dos tipos de series que son:

### TENDENCIA.

Quando seis puntos consecutivos o más en forma ascendente o descendente se encuentran en la gráfica se dice que hay tendencia.

### CORRIDA.

Quando siete puntos consecutivos o más se encuentran por arriba o por abajo del promedio de promedios se dice que hay una corrida.

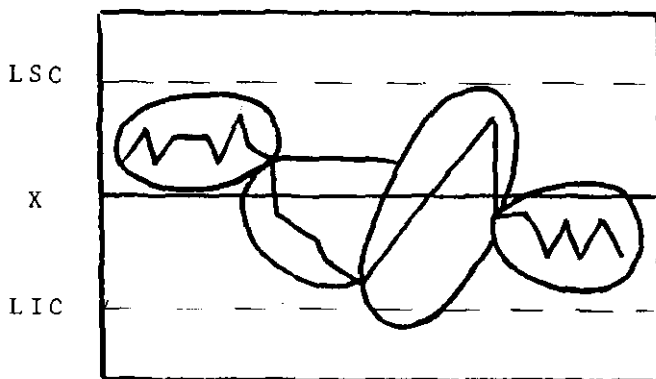


La presencia de una serie significa :

- Mayor dispersión de los resultados, que pueden provenir de una causa irregular ( mal funcionamiento del equipo), un cambio en la distribución de los resultados ( un nuevo lote de material) todos estos problemas requieren una acción correctiva inmediata.
- Un cambio en el sistema de medición ( diferente calibrador o inspector ).

NOTA : La interpretación en las gráficas de rangos se lleva de la misma forma que con la interpretación de promedios solamente cambia el siguiente concepto cuando se maneja ( corrida y Tendencia) por debajo del rango promedio, significa que hay:

- Menor dispersión de los resultados, lo cual es generalmente una buena condición que debe estudiarse para ampliar su aplicación.



Quando se ha interpretado la gráfica y no se encuentran puntos fuera de los límites de control, adhesión a los extremos, series corridas o de tendencia, el proceso está dentro de control estadístico. En caso contrario debemos buscar la causa por la cual el proceso se encuentra fuera de control. Quando se llegue a presentar esta situación, se usará el diagrama causa - efecto con el fin de identificar las causas principales o primordiales que están provocando el problema o defecto.

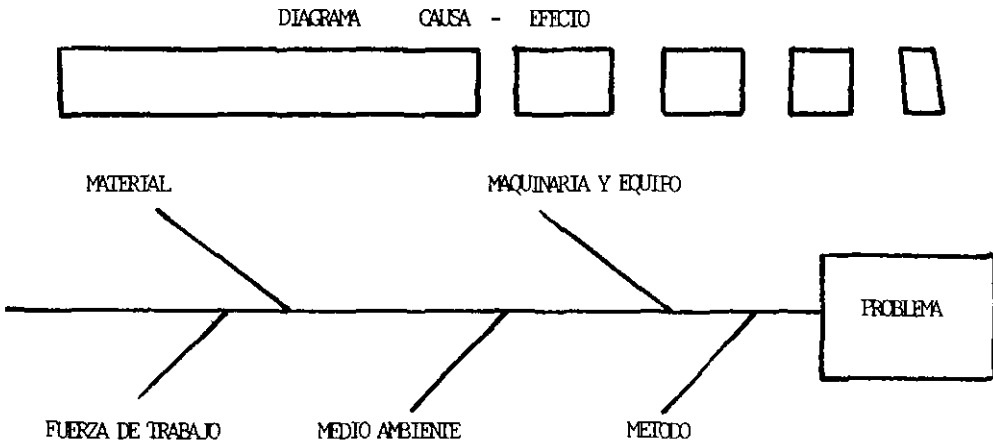
## BENEFICIOS DE LAS GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES O X - R.

- \* Proveen un lenguaje comun de comunicación en el desarrollo de un proceso.
- \* Incrementan la producción de productos dentro de los limites establecidos.
- \* Permiten medir los efectos de las mejoras introducidas.
- \* Mantienen la maquinaria en buenas condiciones de operación mediante un mantenimiento preventivo adecuado através de la observación de las variaciones en proceso. Y ayudan a eleiminar el mantenimiento correctivo.
- \* Establecer un cambio ciclico de herramientas atravez de conocer la duración de éstas en el proceso (vida útil).
- \* Indican la influencia que tienen las fuentes de variación (máquina, material, método, medio ambiente , fuerza de trabajo ) através del tiempo.
- \* Es un sistema de retroinformación inmediata y así mismo nos permite pronosticar el comportamiento del proceso.

Es un sistema que nos permite visualizar las diversas causas que afectan un problema en base a la experiencia, conocimientos, habilidades e inteligencia de cada uno de nosotros. Este diagrama nos ayuda a clasificar y relacionar las causas más probables con el problema.

#### SECUENCIA DE ELABORACION DEL DIAGRAMA CAUSA - EFECTO.

- \* Identificar el problema.
- \* Dibujar el formato.
- \* Buscar las causas probables que están afectando en cada uno de los factores.  
( lluvia de ideas )
- \* Clasificar cada una de las causas en cada factor.
- \* Verificar cada una de las causas probables.
- \* Corregir las causas verdaderas.



Las graficas de control por atributos al igual que las gráficas de control por variables, son de gran utilidad, ya que también nos proporcionan información relevante sobre el comportamiento del proceso. Adicional a esto, los datos por atributos están disponibles siempre que exista una inspección de un producto. Sin embargo, su aplicación es diferente por ejemplo, cuando solo tenemos dos posibilidades Pasa/ no pasa, buena/ mala, presente/ ausente etc.

Dependiendo de la muestra que estamos midiendo o la forma de medir el resultado, existen cuatro tipos de gráficas de control por atributos las cuales son ;

**GRAFICAS DE CONTROL p:** Para proporción de unidades defectuosas. ( Cuando los tamanos de la muestra no son constantes). Este tipo de gráfica permite una gran flexibilidad en el tamaño de la muestra, por lo que es muy util en aquellos procesos en los que el volumen de producción no siempre es constante o cuando la inspección es difícil. Cuando las características a controlar define si una pieza es aceptada o rechazada, lo que puede controlarse es el porcentaje defectuoso y por lo tanto se puede usar una grafica p.

Resumiendo es un medio de colección de datos y representación del comportamiento de un proceso.

**SECUENCIA PARA LA ELABORACION DE GRAFICAS p.**

- \* Recolección de Datos.
- \* Calculo de la proporción defectuosa.
- \* Calculo de la proporción defectuosa promedio.
- \* Calculo de los límites de control.
- \* Elaboración de la gráfica .
- \* Interpretación.

**GRAFICAS DE CONTROL np :** Al igual que la gráfica p , la gráfica np, tiene la misma función - pero en este caso se registra en la grafica la cantidad de unidades defectuosas en lugar del porcentaje defectivo de la muestra. ( cuando los tamanos de la muestra son constantes)

**SECUENCIA PARA LA ELABORACION DE GRAFICAS np.**

- \* Colección de datos.
- \* Calcular el numero de defectos promedio.
- \* Calcular el promedio del tamaño de la muestra .
- \* Calcular los límites de control.
- \* Elaborar la grafica.
- \* Interpretación de la grafica.

GRAFICA DE CONTROL c : Es te tipo de gráfico nos proporciona información del numero de defectos por unidad ( para tamaño de muestra igual a uno ,)

SECUENCIA DE ELABORACION DE GRAFICAS POR ATRIBUITOS c.

- \* Colección de datos.
- \* Calculo del promedio de numero de defectos.
- \* Calcular los límites de control.
- \* Determinar el tamaño de la muestra.
- \* Interpretación de la gráfica.
- \* Habilidad del proceso.

GRAFICA DE CONTROL u : E sta gráfica se utiliza para porcentaje o proporción de defectos. (para tamaño de muestra variable , la muestra es mayor a la unidad. )

SECUENCIA DE ELABORACION DE GRAFICAS POR ATRIBUITOS u.

- \* Colección de datos.
- \* Calculo del promedio de la proporción defectuosa.
- \* Calculo del promedio del tamaño de la muestra.
- \* Calcular los límites de control.
- \* Interpretación de la gráfica.
- \* Habilidad del proceso.

## CONCLUSIONES .

Al saber la importancia que tiene la CALIDAD en el entorno Industrial, Comercial, Social -

Nos damos cuenta que sólo quién aproveche al máximo sus recursos permanecerá en competencia y asegurará su permanencia en el mercado.

Basta con aplicarse a fondo en todos los aspectos relacionados con la CALIDAD y análisis estadísticos de procesos, ya que al conocer, practicar y aplicar las técnicas de estadística, se logra tener una habilidad en el comportamiento del proceso, lográndose así productos con cantidad y CALIDAD aceptables.

Es importante mencionar que sólo produciendo con calidad se logrará la meta de toda empresa que es obtener una certificación en la categoría de su conveniencia.

BIBLIOGRAFIA.

- Eugene L. Grant - Richard S. Leavenworth.  
CONTROL ESTADISTICO DE CALIDAD      CECSA.
- Dale H. Besterfield.  
CONTROL DE CALIDAD      Prentice Hall.
- Albert H. Bowker - Gerald J. Lieberman.  
INGENIERIA ESTADISTICA.      Prentice Hall.
- James R, Evans.  
ADMINISTRACION Y CONTROL DE CALIDAD.      Gpo. Edit. Ibercom.
- Normas Mexicanas    NMK - CC - 1994.

OBSERVACIONES EN LA MUESTRA, n	GRAFICA PARA PROMEDIOS			GRAFICA DE LOS RANGOS						
	FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL			FACTOR PARA LINEA CENTRAL	FACTORES PARA LOS LIMITES DE CONTROL					
	A	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>	D <sub>4</sub>	
2	2.121	1.880	2.659	1.128	0.853	0	3.686	0	3.267	
3	1.732	1.023	1.954	1.693	0.888	0	4.358	0	2.574	
4	1.500	0.729	1.628	2.059	0.880	0	4.698	0	2.282	
5	1.342	0.577	1.427	2.326	0.864	0	4.918	0	2.114	
6	1.225	0.483	1.287	2.534	0.848	0	5.078	0	2.004	
7	1.134	0.419	1.182	2.704	0.833	0.204	5.204	0.076	1.924	
8	1.061	0.373	1.099	2.847	0.820	0.388	5.306	0.136	1.864	
9	1.000	0.337	1.032	2.970	0.808	0.547	5.393	0.184	1.816	
10	0.949	0.308	0.975	3.078	0.797	0.687	5.469	0.223	1.777	
11	0.905	0.285	0.927	3.173	0.787	0.811	5.535	0.256	1.744	
12	0.866	0.266	0.886	3.258	0.778	0.922	5.594	0.283	1.717	
13	0.832	0.249	0.850	3.336	0.770	1.025	5.647	0.307	1.693	
14	0.802	0.235	0.817	3.407	0.763	1.118	5.696	0.328	1.672	
15	0.775	0.223	0.789	3.472	0.756	1.203	5.741	0.347	1.653	
16	0.750	0.212	0.763	3.532	0.750	1.282	5.782	0.363	1.637	
17	0.728	0.203	0.739	3.588	0.744	1.356	5.820	0.378	1.622	
18	0.707	0.194	0.718	3.640	0.739	1.424	5.856	0.391	1.608	
19	0.688	0.187	0.698	3.689	0.734	1.487	5.891	0.403	1.597	
20	0.671	0.180	0.680	3.735	0.729	1.549	5.921	0.415	1.585	