



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---

FACULTAD DE CIENCIAS

APLICACION DEL CONTROL ESTADISTICO EN LA CALIDAD  
DE LOS SERVICIOS.

**T E S I S**

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**M A T E M A T I C A**

**P R E S E N T A :**

**MARIA DE LOURDES HERNANDEZ CAMPOS**



DIRECTOR DE TESIS: MAT. ESTEBAN RUBEN HURTADO CRUZ



2004 FACULTAD DE CIENCIAS  
SECCION ESCOLAR



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  
AVENIDA DE  
MEXICO

**DRA. MARÍA DE LOURDES ESTEVA PERALTA**  
**Jefa de la División de Estudios Profesionales de la**  
**Facultad de Ciencias**  
**Presente**

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo escrito:

Aplicación del Control Estadístico en la Calidad de los Servicios

realizado por María de Lourdes Hernández Campos con número de cuenta 8839602-4

quién cubrió los créditos de la carrera de Matemáticas

Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis  
Propietario

Mat. Esteban Rubén Hurtado Cruz

*Esteban R. Hurtado Cruz*

Propietario

Act. Francisco Sánchez Villarreal

*Francisco Sánchez Villarreal*

Propietario

M. en C. Hugo Villaseñor Hernández

*Hugo Villaseñor Hernández*

Suplente

Act. María del Carmen Durán Rojas

*María del Carmen Durán Rojas*

Suplente

Mat. José Fernando López Yáñez

*José Fernando López Yáñez*

**Consejo Departamental de Matemáticas**

*José Antonio Gómez Ortega*

M. en C. José Antonio Gómez Ortega

44128412841

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a Dios por permitirme llegar hasta aquí y poder ver cumplido un sueño que queda capitalizado en este trabajo.*

*Quiero dedicar este trabajo a mis padres José Luis y Jesús Lidia por la confianza y esfuerzo con el que me han ayudado para lograr esta meta, ya que ha sido un trabajo en equipo. Los quiero mucho Gracias .*

*A mi familia que en todo momento esta presente mis hermanos José Luis y Sonia, tíos y sobrinos.*

*A mi titular Ruben Hurtado por aceptar dirigir este trabajo. Gracias.*

*Al profesor Francisco Sánchez Villarreal por los cursos en que estuve y que para este trabajo y mi empleo han sido de gran ayuda. Gracias.*

*A los profesores Hugo Villaseñor y Fernando López por amistad y disposición para revisar este trabajo así como a la profesora Carmen Duran.*

*Mi muy especial gratitud y respeto a mi amigo y asesor Crisoforo García por el tiempo que le brindo a la dirección de este trabajo que por fin llega a su culminación después de tanto tiempo.*

*A los amigos y compañeros que durante tanto tiempo han estado conmigo dando su apoyo incondicional. Gracias por su cariño y amistad durante tanto tiempo.*

**Espero que todos logren sus metas, no se rindan y mucha suerte para ustedes.**

# APLICACIÓN DEL CONTROL ESTADÍSTICO EN LA CALIDAD EN LOS SERVICIOS

INDICE	pag.
1. Introducción.....	3
2. ¿Qué es el Control de Calidad?	
♦ Definiciones.....	4
♦ Para que sirve.....	4
♦ Que tipos de controles existen?.....	5
♦ Normas Nacionales e Internacionales.....	5
3. Estadística	
♦ Definición de Estadística Descriptiva.....	11
♦ Medidas de Tendencia Central.....	11
♦ Medidas de Dispersión.....	12
♦ Otras definiciones.....	13
4. Muestreo y tipos de Muestreo	
♦ ¿Por qué usar Muestreo?.....	17
♦ Muestreo Aleatorio Simple.....	17
♦ Muestreo Estratificado.....	18
♦ Muestreo Sistemático.....	19
♦ Muestreo por Conglomerados.....	20
♦ Muestreo Doble.....	21
5. Diagramas y Gráficos de Control	
♦ ¿Qué son y para que sirven los diagramas?.....	22
♦ Histogramas.....	24
♦ Diagramas de causa-efecto.....	27
♦ Diagramas de Líneas(Tendencias).....	29
♦ Diagramas de Pareto.....	30
♦ Diagramas de Dispersión.....	33
♦ ¿Qué son los Gráficos de Control?.....	35
♦ Gráfica $\bar{x}$ -R (VALOR PROMEDIO Y RANGO).....	36
♦ Gráfica $\bar{x}$ (VARIABLE DE MEDIDA).....	37
♦ Gráfica $pn$ ( NUMERO DE UNIDADES DEFECTUOSAS).....	38
♦ Gráfica $p$ (FRACCION DE UNIDADES DEFECTUOSAS).....	38

◆ Gráfica $c$ (NUMERO DE DEFECTOS).....	39
◆ Gráfica $u$ (NUMERO DE DEFECTOS POR UNIDAD).....	40
◆ Consideraciones a cerca de los Gráficos de Control.....	42

## 6. Análisis Secuencial (APLICACIÓN)

### DESARROLLO

a) Introducción a la aplicación.....	43
b) Normas utilizadas de acuerdo a la Tabla de Normas de Calidad (ISO-9000) descrita en el capítulo I y síntesis del capítulo V.....	44
c) Encuesta (criterio de calificación de acuerdo a los datos).....	44
d) Comparativo de gráficos.....	46
e) Comentarios acerca de las sugerencias de los usuarios que se deben de tomar en cuenta en el seguimiento de las encuestas que se realizaron en abril del 2003....	57
f) Propuesta de aplicación que ayudará a dar seguimiento a las áreas que lo requieren	60

CONCLUSIONES.....	63
-------------------	----

BIBLIOGRAFIA.....	64
-------------------	----

## I.- INTRODUCCION

Hoy en día el término de calidad no solo es un adjetivo sino que se ha convertido en una característica indispensable en cualquier bien o servicio que se desee adquirir o vender.

En los últimos años ha aumentado el interés que se tiene por parte de los productores así como de los consumidores, en la calidad de los servicios o productos manufacturados. Es deseable mantener cierto nivel de calidad en el servicio o producto terminado, se debe implantar un procedimiento para detectar cualquier desviación que este fuera del nivel o estándar de calidad deseado.

La competitividad de una empresa esta basada en los procedimientos que utilizan para mantener su calidad, es decir, existe un organismo encargado de regular los mecanismos y procesos que intervienen en la calidad de bienes o servicios, mediante normas estándar para todos los países, este organismo es International Organization for Standardization (ISO).

Las normas ISO sugieren identificar y planear las mejoras en las diferentes áreas a modo de poder revisar y evaluar el progreso en las actividades, la forma de la evaluación deberá estar basada en mediciones a través de registros que permitan visualizar la gravedad del problema, dichas mediciones deberán ser referidas a las pérdidas relativas a la calidad, eficiencias del proceso y las perdidas relativas a la sociedad, es decir, **la satisfacción del cliente**, puede estar basada en información de encuestas actuales y potenciales, encuestas de productos y servicios de la competencia, registros de desempeños de productos y servicios, cambio en los ingresos, inspecciones de rutina por parte del personal de servicio, información del personal de ventas y de servicio, así como quejas y demandas de los clientes; en cuanto a **la eficiencia del proceso** la información puede estar basada en la mano de obra, uso de capital y material, produciendo, clasificando, corrigiendo o desechando la salida insatisfactoria del proceso, reajustes del proceso, tiempos de espera, tiempos de los ciclos, desempeño de la entrega, tamaño de los inventarios y medidas estadísticas de capacidad y estabilidad del proceso; y por último **las pérdidas relativas a la sociedad** son aquellas que pueden estar basadas en fallas en la utilización del potencial humano que afecte a la sociedad en general (contaminación, disposición de desperdicios, escasos recursos).

Aquí interviene el fenómeno de **variabilidad** común en todas las mediciones, las tendencias mostradas por las mediciones deberán ser interpretadas estadísticamente.

Las mediciones deberán ser reportadas, registradas y revisadas enviando un análisis a los departamentos involucrados en términos que sean significativos y medibles desde su perspectiva, así mismo sirven para la toma de acciones correctivas y preventivas, en tales acciones se tomarán en cuenta las ventajas y desventajas de cada acción según cada departamento.

## **II- ¿QUÉ ES EL CONTROL DE CALIDAD?**

La calidad es la satisfacción que se espera de un bien o servicio de acuerdo a las necesidades del usuario expresado en el precio y que este disponible lo que hará que los clientes lo adquieran.

En cuanto a la empresa para el logro de esta calidad necesita controlar todas las áreas que intervienen en las características del bien o servicio este control de calidad consiste en el desarrollo, diseño, producción, comercialización de productos y servicios con una eficacia del coste y una utilidad optimas. Todo esto depende de todas las partes que conforman una empresa( alta dirección, oficinas centrales, fabricas, dependencias, departamentos tales como producción, diseño planificación, administración, contabilidad, materiales, almacenes, personal de dichas áreas, etc. Es decir, el control optimo de estas áreas se verá en mayores utilidades para la empresa y la reducción de costos.

El Control de Calidad se emplea sobre todo con los fines siguientes:

- ❖ Estimar las características de un bien o servicio
- ❖ Examinar si se respetan los términos o especificaciones de las normas
- ❖ Preever planes de acción
- ❖ Toma de decisiones a todos niveles

Se aplica a aquellos niveles que deben determinar la calidad deseable en el mercado (bien o servicio).

Además este control de calidad comprende el estudio y control de los factores de variabilidad inherentes a los procesos de fabricación o servicio que afecten a la calidad de los productos o servicios terminados mediante registros.

Los registros nos ayudarán con el propósito de poder comparar estas medidas con las de los patrones o normas establecidos como la interpretación de los datos se hace estadísticamente dentro del Control de Calidad hay una parte llamada Control Estadístico y consiste en medir el resultado de un procedimiento, permitiendo detectar rápidamente la aparición de causas de no-conformidad y eliminarlas.

Por lo que el control estadístico esta involucrado con operaciones, métodos de trabajo, maquinas, materias primas y entorno, que deben ser puestos en marcha para elaborar el producto o servicio, y su capacidad depende a la vez de la manera como ha sido concebido(planeación) y como se administra.

Los controles y su buena interpretación en tiempo real, permiten acciones apropiadas que mantendrán el procedimiento dentro de sus limites normales de funcionamiento.

El aplicar el control estadístico a sus procesos de trabajo, le permite al hombre de empresa, disponer de un instrumento eficaz para obtener ventajas como las siguientes:

1. Podrá conocer con toda exactitud, la naturaleza, volumen, importe, así como la tendencia de las operaciones relevantes que lleve acabo.
2. Podrá contar con la información necesaria para analizar las causas y los efectos que presentan los problemas mas destacados de su operación.
3. Podrá conocer la capacidad de su proceso, para cumplir con las características de calidad requeridas por los clientes.
4. Podrá planear los limites de variabilidad de las medidas, atributos e índices correspondientes a los productos, servicios u operaciones que le interese supervisar, así como también podrá detectar las causas que durante el desarrollo de las actividades; pudiera originar su incumplimiento.

### **Tipos de controles que existen**

**Los tipos de control que se mencionan a continuación están consideradas como herramientas básicas ( no únicas) dentro de las normas ISO actuales.**

- ◆ DIAGRAMAS DE PARETO
- ◆ DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO
- ◆ DIAGRAMA DE LINEAS (TENDENCIAS)
- ◆ HISTOGRAMAS
- ◆ DIAGRAMAS DE DISPERSION
- ◆ GRAFICA  $\bar{x}$ -R (VALOR PROMEDIO Y RANGO)
- ◆ GRAFICA  $\bar{x}$  (VARIABLE DE MEDIDA)
- ◆ GRAFICA  $pn$  ( NUMERO DE UNIDADES DEFECTUOSAS)
- ◆ GRAFICA  $p$  (FRACCION DE UNIDADES DEFECTUOSAS)
- ◆ GRAFICA  $c$  (NUMERO DE DEFECTOS)
- ◆ GRAFICA  $u$  (NUMERO DE DEFECTOS)

Se describirán con más detalle en un capitulo posterior.

### **Normas Nacionales e Internacionales**

#### **Diferencia entre las Normas Nacionales e Internacionales de Calidad**

Las diferencia se encuentra únicamente en el nombre ya que son las mismas.

Con esta aclaración se hablará de las Normas Internacionales (ISO) que establecen las directrices generales de gestión de calidad para una empresa.

El contenido de las normas menciona todos los puntos que deben de cumplir los proveedores, los clientes, los auditores, los terceros, los laboratorios de certificación y en general todos los entes involucrados en el proceso de aseguramiento de calidad, desde el inicio de un proyecto hasta su entrega y servicio al cliente.

A continuación se mencionan algunos de los puntos básicos que incluyen estas normas y que son requeridos para considerar que una empresa está aplicando un sistema para el aseguramiento de calidad, con reconocimiento oficial:

1. Definición de las responsabilidades del cliente
2. Definición de las responsabilidades del proveedor
3. Disposiciones legales
4. Requisitos del sistema de calidad
  - Definición de las políticas de calidad de la empresa
  - Definición de responsabilidades y autoridad
  - Asignación de recursos y personal de verificación
  - Nombramiento del representante de la dirección
  - Establecimiento de la revisión del sistema de calidad por la dirección
5. Establecimiento del sistema de calidad
6. Definición del manual de aseguramiento de la calidad
7. Manual de procedimientos del programa de aseguramiento de la calidad
  - Control de diseño
  - Control de procesos
  - Inspección y pruebas
  - Productos no conformes
  - Acciones correctivas
  - Registros de calidad
  - Auditorías de calidad
  - Técnicas estadísticas
8. Plan de inspección, verificación y pruebas
9. Revisión de contrato
  - Planeación del proyecto y/o diseño
  - Datos iniciales y finales de proyecto y/o diseño
  - Criterios de aceptación
  - Definición precisa de la norma de calidad aplicable al producto o servicio
  - Verificación de los productos o servicios adquiridos
10. Control de procesos
  - ✓ Métodos de trabajo
  - ✓ Características y tolerancias
  - ✓ Puntos de control, prueba e inspección

Dentro de estas normas solo se mencionan los métodos estadísticos a utilizar por parte de los proveedores que deben de cumplir con los requisitos (en cuanto a procedimientos y documentación se refiere) establecidos por Dirección General de Normas (DGN en México que pertenece a la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial) y dejan al libre albedrío del proveedor la selección del método estadístico óptimo de acuerdo a sus necesidades.

Las normas para la aplicación de los estándares estadísticos (como pueden ser especificaciones, tolerancias, métodos de verificación y tamaños de muestra entre otros) para los productos y/o servicios son realizados por la DGN, publicados en el Diario Oficial de la Federación y en las Normas Oficiales Mexicanas.

Dentro de la Norma NOM-CC-6 **“Sistemas de calidad; Gestión de la calidad y elementos de un sistema de calidad, Directrices Generales”** existe un punto en donde se menciona le uso de métodos estadísticos.

Los métodos estadísticos se pueden aplicar en:

- ❖ Análisis de mercado
- ❖ Diseño del producto
- ❖ Especificaciones de fiabilidad, predicciones de durabilidad
- ❖ Estudio de capacidad de los procesos y sus control
- ❖ Determinación de los niveles de calidad/ planes de inspección
- ❖ Análisis de resultados / evaluación de funcionamiento/ análisis de defectos

La siguiente tabla es una “GUIA PARA LA APLICACION DE LAS TECNICAS ESTADISTICAS PARA LA ISO 9001:94”. Esta tabla muestra necesidades que incluyen el uso de datos cuantitativos y la(s) técnicas estadísticas para su soporte.

CLAUSULA DE ISO 9001:94	NECESIDADES	TECNICA ESTADISTICA
4.1 Responsabilidad directiva	<p>Necesidad de evaluar si la política de calidad es implementada.</p> <p>Necesidad de evaluar cuantitativamente el desempeño de la organización contra los objetivos de calidad.</p>	<p>Muestreo</p> <p>Estadística descriptiva, cartas de control, análisis de series de tiempo</p>
4.3 Revisión de contrato	Necesidad de analizar una oferta, contrato u orden para asegurar que se tiene capacidad de cumplir con los requisitos	Análisis de capacidad del proceso, análisis de la medición, muestreo.

<p>4.4 control del diseño</p>	<p>Necesidades de identificar y revisar las entradas al diseño para adecuación y resolver diferencias. Necesidades de evaluar si las salidas del diseño satisfacen los requisitos de entrada.</p> <p>Necesidades de identificar las características críticas del diseño.</p> <p>Necesidad de asegurar que el diseño cumple durante la verificación con los requisitos establecidos.</p> <p>Necesidad de asegurar que el producto diseñado cumple con los requisitos del usuario.</p>	<p>Análisis de la medición, análisis de habilidad del proceso, análisis de la fiabilidad, tolerancia estadística, estadística descriptiva, pruebas de hipótesis, muestreo</p> <p>Análisis de regresión, análisis de fiabilidad, simulación, diseño de experimentos, pruebas de hipótesis, análisis de la medición.</p> <p>Análisis de regresión, análisis de fiabilidad, muestreo, pruebas de hipótesis, simulación.</p>
<p>4.6 Compras</p>	<p>Necesidades de evaluar a los proveedores en base a su habilidad para cumplir con requisitos</p> <p>Necesidad de describir y resumir el desempeño de los proveedores</p>	<p>Estadística descriptiva, pruebas de hipótesis, análisis de capacidad del proceso, muestreo.</p> <p>Estadística descriptiva</p>
<p>4.9 Control del proceso</p>	<p>Necesidad de monitorear y controlar los parámetros apropiados del proceso y las características del producto.</p> <p>Necesidades de aprobar procesos y equipos.</p> <p>Necesidad de mantenimiento adecuado al equipo del proceso.</p>	<p>Estadística descriptiva, diseño de experimentos, análisis de regresión, muestreo, cartas de control, análisis del proceso.</p> <p>Estadística descriptiva, análisis de la capacidad del procesos, simulación</p>

4.10 Inspección y prueba	<p>Necesidad de especificar las actividades de inspección y prueba.</p> <p>Necesidad de verificar que el producto a la recepción, en proceso y final es conforme a los requisitos especificados.</p>	<p>Pruebas de hipótesis, muestreo.</p> <p>Estadística descriptiva, pruebas de hipótesis, análisis de fiabilidad, muestreo.</p>
4.11 control de equipo de inspección, medición y prueba	<p>Necesidad de evaluar la capacidad de la inspección y prueba.</p> <p>Necesidad de definir el proceso de calibración.</p>	<p>Estadística descriptiva, análisis de medición, análisis de capacidad del proceso, cartas de control estadístico.</p>
4.14 Acciones correctivas y preventivas	<p>Necesidad de evaluar la efectividad del manejo de quejas de clientes y reportes de producto no conforme.</p> <p>Necesidad de evaluar la causa de las no conformidades.</p> <p>Necesidad de detectar un problema potencial y evaluar la efectividad de una acción preventiva.</p>	<p>Estadística descriptiva, muestreo.</p> <p>Estadística descriptiva, análisis de regresión, muestreo, cartas de control</p> <p>Estadística descriptiva, análisis de regresión, análisis de series de tiempo.</p>
4.15 Manejo, almacenamiento, empaque, preservación y entrega	<p>Necesidad de evaluar el deterioro del producto en almacén y determinar el intervalo apropiado de evaluación.</p> <p>Necesidad de evaluar la conformidad del empaque.</p>	<p>Estadística descriptiva, pruebas de hipótesis, muestreo, análisis de series de tiempo.</p> <p>Estadística descriptiva, análisis de la capacidad del proceso, muestreo, cartas de control.</p>

4.17 Auditorías internas de calidad	Necesidad potencial de muestrear al planear y conducir la auditoría. Necesidad de resumir los datos y verificar la efectividad.	Estadística descriptiva
4.19 Servicio	Necesidad de verificar que el servicio cumple con los requisitos especificados	Estadística descriptiva, muestreo.

Se requiere que después de un análisis actual de la empresa se realicen mejoras en cada departamento así como la introducción de tecnología, capacitación a todo personal que lo requiera a fin de disminuir los errores humanos y técnicos que para la empresa representan pérdidas, en ocasiones muchas de ellas considerables.

Enfatizando que el reconocimiento y estimulación del sector humano es clave para el desarrollo y compromiso del empleado con la empresa, por lo tanto el estímulo que reciba se vera reflejado en su trabajo. A su vez la educación y capacitación del personal será pieza clave del compromiso que tiene la empresa con sus empleados y es requisito indispensable dentro de las normas de calidad verificar este punto.

La mejora continua esta basada en la satisfacción del cliente hacia el bien o servicio ofrecido, para saber el grado de satisfacción del cliente nos ayudamos de los métodos y técnicas estadísticas disponibles en las normas ISO. Los métodos estadísticos requiere del conocimiento de las medidas de tendencia central, utilizadas en los procedimientos de la captura de datos o bien desde su recolección, haciendo un repaso de los tipos de muestro que se podrían utilizar según sea el caso.

Como las normas establecen un patrón general para esta mejora, muchas veces es necesario capacitar al personal en todo lo que se refiere a desempeñar bien su trabajo.

### III.- ESTADISTICA

**Definición de estadística:** La estadística se define como un conjunto de métodos para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre.

#### Estadística descriptiva e Inferencia Estadística

**Estadística descriptiva:** Métodos que se utilizan para ordenar, resumir o expresar de algún modo las características de un conjunto de números.

Los problemas descriptivos se refieren a la presentación de conjuntos de observaciones de manera que se puedan comprender e interpretar, las características numéricas empleadas para describir los números reciben el nombre de valores estadísticos.

**Estadística descriptiva:** Se refiere a los procedimientos para resumir y presentar datos cuantitativos de tal manera que se revelen las características de la distribución de datos. Las características de los datos que son típicamente de interés son su tendencia central y su dispersión. La información que provee la estadística descriptiva puede acompañarse de una gran variedad de gráficos que incluyen por ejemplo gráficos de pie, barras, histogramas y otros.

**Inferencia estadística:** Realización de generalizaciones, predicciones o conclusiones acerca de las características de la población a partir de las características de la muestra extraída de la población.

Los problemas inferenciales son los que comprenden generalizaciones inductivas, esto es, a partir de una muestra puesta a prueba hasta el todo del cual se obtuvo la muestra, la inferencia estadística permite conseguir la máxima cantidad de información exacta de una prueba dada, en otras palabras el empleo de valores estadísticos hace más eficientes las pruebas.

#### Medidas de tendencia central

**Medidas de tendencia central:** El término posición central puede referirse a la **media, mediana y moda**, cada una de estas medidas es apropiada para ciertos propósitos descriptivos, pero resulta completamente inadecuada para otros. Estas medidas descriptivas resumen los datos en forma cuantitativa.

**Media aritmética o promedio:** Definida como la suma de los datos entre el número de datos.

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

**Mediana :** Es el valor de la observación que esta en medio del total de las observaciones, es decir, si el número de observaciones es impar, digamos  $2m+1$  la

mediana es (m+1)-ésimo valor, en cambio si es par digamos 2m los valores de en medio serán el m-ésimo y el m+1-ésimo y su media aritmética será la mediana.

**Moda:** Este es el valor de la variable que se repite con más frecuencia.

Desde luego una distribución quizá tenga más de una moda, es decir, tal vez haya varios intervalos de clase que contengan el mismo número máximo de observaciones, una distribución de frecuencias de tal tipo se llama multimodal.

Notesé que la moda puede ser una inadecuada medida de tendencia central, porque el valor que se presenta con mayor frecuencia no siempre esta en el centro de los datos.

### Medidas de dispersión

Para tener una mejor idea del comportamiento de un conjunto de datos y de su interrelación será necesario conocer el grado de dispersión de éstos con respecto al valor central. Las medidas de dispersión más comunes para un conjunto de datos son el rango, la varianza y la desviación estándar.

**Rango:** Será la diferencia entre el valor mayor y el valor menor del subgrupo.

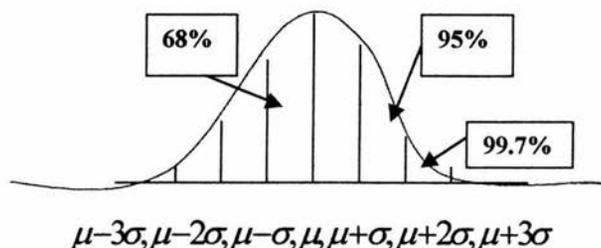
**Varianza:** La varianza de las observaciones  $x_1, x_2, \dots, x_n$  es, en esencia, el promedio del cuadrado de las distancias entre cada observación y la media del conjunto de observaciones y se denota por

$$s^2 = \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 / n - 1$$

**Desviación estándar:** es la raíz cuadrada positiva de la varianza y se denota por

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

A continuación se presentan gráficamente los intervalos que se utilizan con más frecuencia con desviaciones estándar, es decir, estamos refiriéndonos a  $\mu \pm \sigma, \mu \pm 2\sigma, \mu \pm 3\sigma$  que son cerca del 68%, 95% y 99.7% del área bajo la curva respectivamente.



## Otras definiciones

**Proporción:** Una proporción de muestra se define como  $x/n$ , donde  $x$  es el número de veces que ha ocurrido un evento en  $n$  ensayos, esta proporción se podrá ver también como un porcentaje o una probabilidad.

Además la media de la distribución binomial es

$$\mu = np$$

Y la desviación estándar es

$$\sigma = \sqrt{np(1-p)}$$

Y la cantidad  $\sqrt{\frac{p(1-p)}{n}}$  se le llama error estándar de una proporción

El intervalo de confianza es

$$\frac{x}{n} - z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\frac{x}{n}(1-\frac{x}{n})}{n}} < p < \frac{x}{n} + z_{\frac{\alpha}{2}} \sqrt{\frac{\frac{x}{n}(1-\frac{x}{n})}{n}}$$

## Pruebas de hipótesis

Una hipótesis estadística es una afirmación o conjetura acerca del parámetro, o parámetros, de una población; también nos puede interesar el tipo o naturaleza, de la población.

La **hipótesis nula denotada por  $H_0$**  es una conjetura a comprobar, a fin de saber cuando rechazar una hipótesis nula debemos formular una **hipótesis alternativa denotada por  $H_a$**

Para demostrar hipótesis y construir criterios de decisión estadísticos se procederá de acuerdo a los siguientes cinco pasos:

- 1) **Se formula una hipótesis nula y una hipótesis alternativa apropiada que se acepte cuando se deba despreciar la hipótesis nula.**

- 2) Se especifica la probabilidad del error de tipo I ; si es posible, se desea o es necesario, también se puede hacer algunas especificaciones acerca de las probabilidades de errores de tipo II en relación con alternativas específicas. De acuerdo al siguiente cuadro.

		Acepte $H_0$	Rechace $H_0$
$H_0$	es verdadera	Decisión correcta	Error tipo I
$H_0$	es falsa	Error tipo II	Decisión correcta

- 3) Con base en la distribución de muestreo de una estadística apropiada y la elección del nivel de significado, se contruye un criterio de demostración de la hipótesis nula contra la alternativa dada.
- 4) Se calcula el valor de la estadística a partir de los datos sobre la cual se basará la decisión.
- 5) Se decide si se rechaza la hipótesis nula, si se acepta o se reserva el juicio.

### Diferencia de proporciones y varianzas

Sean

$\hat{P}_S$  : proporción estimada para sept - 2002

$\hat{P}_A$  : proporción estimada para abr - 2003

Las hipótesis son

$$H_0 : P_S = P_A \quad \text{vs} \quad H_1 : P_S > P_A$$

suponemos que

$$H_0 : P_S - P_A = 0 \quad \text{y} \quad H_1 : P_S - P_A > 0$$

ya que el tamaño de muestra es grande  $n=63$

es decir

$$P_S \sim N\left(\hat{P}_S, \frac{\hat{P}_S(1-\hat{P}_S)}{n_S}\right) \quad \text{Y} \quad P_A \sim N\left(\hat{P}_A, \frac{\hat{P}_A(1-\hat{P}_A)}{n_A}\right)$$

Por lo tanto la diferencia también se distribuye como una normal

$$d = P_S - P_A \sim N\left(\hat{P}_S - \hat{P}_A, \frac{\hat{P}_S(1-\hat{P}_S)}{n_S} + \frac{\hat{P}_A(1-\hat{P}_A)}{n_A}\right)$$

Supongamos  $H_0 : P_S - P_A = 0$

$$\frac{(\hat{P}_S - \hat{P}_A) - (P_S - P_A)}{\sqrt{\frac{\hat{P}_S(1-\hat{P}_S)}{n_S} + \frac{\hat{P}_A(1-\hat{P}_A)}{n_A}}} \sim N(0,1)$$

Supongamos  $H_0 : P_S - P_A = 0$

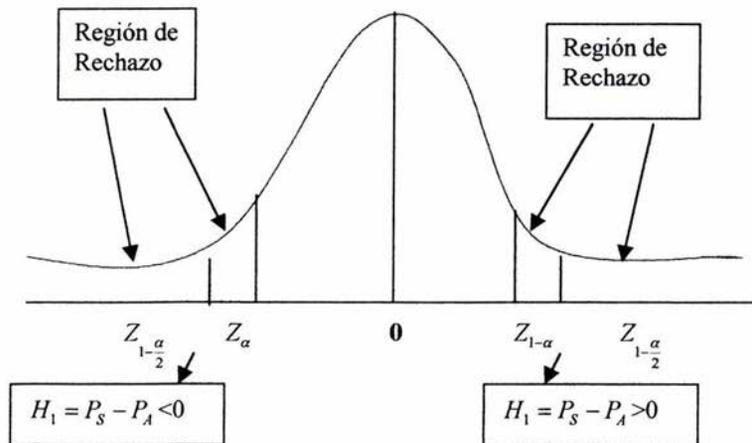
Sustituyendo tenemos  $Z_0 = \frac{\hat{P}_S - \hat{P}_A}{\sqrt{\frac{\hat{P}_S(1-\hat{P}_S)}{n_S} + \frac{\hat{P}_A(1-\hat{P}_A)}{n_A}}}$  valor crítico

### HIPOTESIS

$$H_0 : P_S = P_A \quad \text{vs} \quad \begin{aligned} H_1 &= P_S - P_A > 0 \\ H_1 &= P_S - P_A < 0 \\ H_1 &= P_S - P_A \neq 0 \end{aligned}$$

Criterio de rechazo

**Rechazo  $H_0$  si:**  $Z_0 > Z_{1-\alpha}$   
 $Z_0 < Z_\alpha$   
 $|Z_0| > Z_{1-\frac{\alpha}{2}}$  (bilateral)



## Variación

Sean

$$H_0: \sigma_S^2 = \sigma_A^2 \quad \text{vs} \quad H_1: \sigma_S^2 \neq \sigma_A^2$$

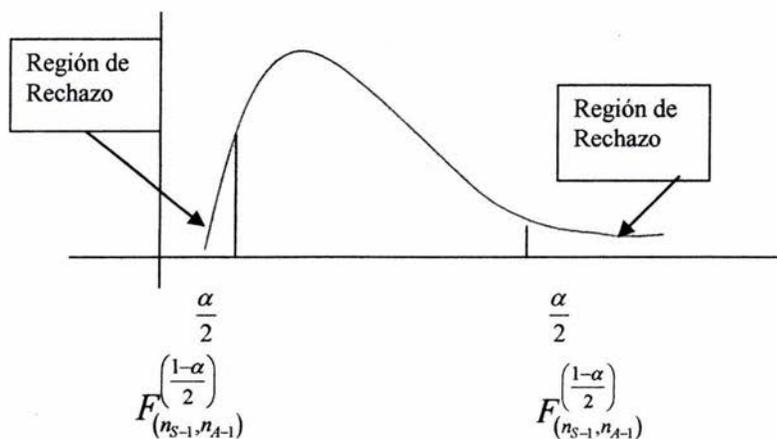
$$\hat{\sigma}_S^2 = \frac{\hat{P}_S(1-\hat{P}_S)}{n_S} \quad \text{y} \quad \hat{\sigma}_A^2 = \frac{\hat{P}_A(1-\hat{P}_A)}{n_A}$$

$$\text{Sea } F_0 = \frac{\hat{\sigma}_S^2}{\hat{\sigma}_A^2} \approx 1 \quad \text{con} \quad F_{\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)}(n_{S-1}, n_{A-1})$$

## Criterio de Rechazo

$$\text{Rechazo } H_0 \text{ si: } F_0 > F_{\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)}(n_{S-1}, n_{A-1})$$

$$\text{o } F_0 < F_{\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)}(n_{S-1}, n_{A-1})$$



## **IV.-MUESTREO Y TIPOS DE MUESTREO**

### **Para que un muestreo**

Los métodos de muestreo tienen bases firmes en la teoría estadística y en la de probabilidades. De aquí pueden hacerse estimaciones confiables y eficaces de una estadística requerida seleccionando cuidadosamente una muestra de una población entera, por supuesto siempre y cuando una gran proporción de los miembros de la muestra aporten la información requerida. Así pues se mide o consideran las propiedades de una muestra con el objeto de estimar las características de todos los elementos (población) de los cuales se extrajo la muestra.

Se recurre al muestreo, porque rara vez es posible someter a prueba a la población total, especialmente si se emplean pruebas que requieren elevados costos o mucho esfuerzo.

De tal manera que la muestra debe ser representativa de la población a partir de la que se obtiene y por lo tanto, se debe extraer de manera aleatoria, lo que significa que cada elemento o miembro de la población tiene la misma oportunidad de salir en cada ensayo. La forma como esto se lleva a cabo en la práctica depende del problema de que se trate y no olvidar que se requiere de un factor de aleatoriedad.

### **Tipos de muestreo**

#### **Muestreo Aleatorio Simple**

El muestreo aleatorio simple es un método de selección que genera muestras simples al azar. Consisten en la selección de  $n$  unidades (elementos de la muestra) sacadas de entre  $N$  unidades (elementos de la población) ( $Nn$ ), de tal manera que cada una de las muestras tiene la misma oportunidad de ser escogida. Todos los elementos de la población tienen la misma posibilidad de ser escogidos para constituir la muestra y la selección de cada uno de ellos es independiente a los restantes.

En la práctica la muestra simple al azar se obtiene unidad por unidad a través de tabla de números aleatorios, generándolos por medio de una calculadora o microcomputadora, o sacándolos de una urna donde estén mezclados perfectamente.

La selección de la muestra presenta dos modalidades:

1. Muestra seleccionada con reemplazo

En la que los elementos elegidos se reintegran a la población y donde el concepto de independencia de selección es interpretado en la forma usual, esto es, la elección de

cada elemento en particular en una extracción no ejerce influencia en las posibilidades de elección en cualquier otra selección. Esto significa que si se estuviera utilizando una urna para la selección de la muestra y se sacara un número, se ve que número es y se reintegraría a la urna antes de realizar la siguiente extracción.

## 2. Muestra seleccionada sin reemplazo.

En la que los elementos seleccionados se retienen y donde el concepto de independencia de selección se entiende como que la elección de cada unidad particular en una extracción no ejerce influencia en las posibilidades de elección en cualquier otra, excepto que la misma unidad no puede ser extraída dos veces. Esto significa que si estuviera usando una urna para la selección de la muestra cada vez que se sacara un número, se vería el número y se dejaría fuera de la urna para las extracciones siguientes.

Los casos en los que se recomienda la utilización del muestreo aleatorio simple son:

- ❖ Si la población no es grande y si es relativamente barato y fácil encontrar las unidades de muestreo.
- ❖ Para poblaciones grandes concentradas en un área pequeña.

### **Muestreo Estratificado**

En el muestreo estratificado, la población de  $N$  unidades se divide en subpoblaciones de  $N_1, N_2, \dots, N_m$  unidades, respectivamente. Estas subpoblaciones no tienen elementos en común y juntas forman la totalidad de la población, por lo que  $N_1 + N_2 + \dots + N_m = N$

Esto quiere decir cuando los elementos del universo son bastante diferentes entre sí, los estratos están compuestos por aquellos elementos más parecidos.

Todos aquellos elementos de la población muy grandes deben tomarse 100% para la muestra, es decir, todos ellos sin excepción forman parte de la muestra, de los elementos medianos pueden tomarse, por ejemplo, al 50% y los elementos pequeños pueden tomarse, por ejemplo al 5%; esto quiere decir que es lógico suponer que el total del universo está formada en su mayor parte por la suma de los elementos mayores, y que los elementos muy pequeños contribuyen en una parte mínima a la formación de este total.

Si se toma una muestra simple aleatoria de cada estrato, el procedimiento completo se conoce como muestreo estratificado aleatorio.

Una vez obtenida la información para cada estrato, esta se une para hacer inferencia sobre el total de la población.

Las principales razones para estratificar son las siguientes:

1. Si se desea que la información con cierta precisión en algunas subdivisiones de la población, es aconsejable tratar cada subdivisión como una población por si sola.
2. Los problemas para sacar la muestra pueden diferir marcadamente en diferentes partes de la población, por ejemplo, si se va a realizar un estudio sobre el sistema educativo en escuelas, estas se pueden estratificar de acuerdo a si son publicas o privadas y a su localización.
3. La estratificación puede dar lugar a una ganancia en la precisión de los estimadores de las características de toda la población. Es posible dividir una población heterogénea en subpoblaciones cada una de las cuales es internamente homogénea. Si cada uno de los estratos es homogéneo, en el sentido de que las medidas varían muy poco de una unidad a otra, se puede tener un estimador muy preciso de cualquiera de las características de los estratos derivados de una muestra pequeña en cada uno de ellos. Estos estimadores se pueden combinar en un estimador preciso de toda la población.

### **Muestreo Sistemático**

El muestreo sistemático es quizá el procedimiento de recolección que se conoce más ampliamente, consiste en tomar cada unidad  $k$ -ésima de muestreo después de un arranque aleatorio.

Este método de muestreo es a simple vista bastante similar al muestreo aleatorio simple. Suponga que  $N$  unidades de la población se enumeran de 1 hasta  $N$  en algún orden.

Para seleccionar una muestra de  $n$  unidades, se toma una unidad al azar de las primeras  $k$  unidades ( $k = N/n$ ) y de ahí en adelante cada  $k$ -ésima unidad.

Las ventajas aparentes de este método son:

- a) Es más fácil obtener la muestra y a menudo más fácil ejecutarlo sin errores. Esta es una ventaja particular cuando el muestreo se hace en un trabajo de campo.

b) Produce fácilmente una muestra proporcional, si se aprovecha el hecho de que la muestra se reparte uniformemente en la población mediante un ordenamiento correspondiente a esta última.

El muestreo sistemático se usa en algunos casos, por las siguientes razones:

1. Poblaciones en las cuales la numeración de las unidades es efectivamente aleatoria, en este caso la técnica es equivalente al muestreo aleatorio simple. Por ejemplo, se quiere obtener una muestra de empleados de una compañía, se utiliza como marco de muestreo la nómina, en la cual los empleados aparecen ordenados en orden alfabético, en este caso el muestreo sistemático es equivalente al aleatorio simple.
2. Poblaciones ordenadas, esto es, poblaciones en donde los elementos están ordenados en magnitud, de acuerdo con un esquema. Por ejemplo, se quiere obtener una muestra de estudiantes de una escuela, se va utilizar un listado en el que los alumnos aparecen ordenados por grado en orden alfabético, el utilizar el muestreo sistemático nos garantizara tener alumnos de todos los grados.
3. En las poblaciones periódicas en donde los elementos tienen variación cíclica. Por ejemplo, se quiere obtener una muestra de vegetación en cierta zona, se sabe que las condiciones cambian a lo largo del año de acuerdo a las estaciones, sacar una muestra sistemática con respecto a los meses del año nos va a permitir conocer las diferentes condiciones de la vegetación.

### **Muestreo por Conglomerados**

Hay ocasiones en que las unidades de muestreo consisten en un grupo o conglomerado de elementos.

El muestreo por conglomerados consiste en formar grupos de elementos lo más heterogéneos posible. Es lo contrario del muestreo estratificado, en que cada estrato se forma con los elementos más homogéneos. En este método se toman para la muestra uno o varios de los conglomerados con la condición de que se tomen enteros.

Una de las razones principales para la extensa aplicación del muestreo por conglomerados se presenta cuando, aunque la intención primaria sea usar los elementos como unidades de muestreo, en la realidad se encuentra que no hay una lista confiable de los elementos de la población y, que seria costoso elaborar dicha lista para entender este concepto se explica con el siguiente ejemplo.

Ejemplo: Se quiere aplicar una encuesta a una muestra de la población de una ciudad. Se decide que la vivienda es el lugar donde se puede localizar a la población objeto de la encuesta. No se cuenta con un listado de viviendas de toda la ciudad y elaborarlo llevaría demasiado tiempo y sería muy costoso; se tienen mapas y croquis de la ciudad por manzanas, entonces se seleccionan manzanas y de ahí se entrevista a las personas de todas las viviendas, en este caso la unidad de muestreo es la manzana que es un conglomerado de viviendas y posteriormente dentro de la manzana se selecciona cierto número de viviendas que son las unidades.

Cuando el número de elementos de los conglomerados es diferente (conglomerado de desigual tamaño), una técnica ventajosa consiste en muestrear conglomerados con probabilidades proporcionales a sus tamaños.

Por ejemplo: las manzanas del ejemplo anterior se seleccionan de acuerdo al número de viviendas de cada una, es decir, si una manzana tiene 30 viviendas y otra tiene 180 la probabilidad de salir seleccionada de la primera es mucho menor que la de la segunda, por ser su tamaño respecto a número de viviendas menor. Esto significa que la probabilidad de selección de cada conglomerado dependerá del número de elementos del mismo. Para utilizar este tipo de muestreo es necesario conocer el número de elementos de cada conglomerado es decir el tamaño del conglomerado.

### **Muestreo Doble**

El muestreo doble o en dos fases, se refiere a la subselección de la muestra final a partir de una muestra preseleccionada más grande, que proporciona información para mejorar la selección final.

Por ejemplo en el caso de un lote cuando la calidad de la muestra seleccionada ( $n$ ) parezca insuficiente pero no mala, se puede continuar el examen del lote. Se saca otra muestra de tamaño ( $n'$ ) menor que ( $n$ ) de la primera; si el porcentaje de piezas defectuosas entre las dos muestras ( $n+n'$ ) es inferior al valor límite (% de piezas defectuosas permitidas), se considera que el primer resultado era excepcional y se acepta el lote. En caso contrario, se decide la inspección al 100%. Se ha de hacer observar que la inspección al 100% no es evidentemente posible más que si no lleva consigo la destrucción de las piezas.

El muestreo doble es una solución para los casos en que no se tiene información de la población que se quiere estudiar.

## V.- HERRAMIENTAS ESTADISTICAS

Se utilizan en el control estadístico, para evaluar, corregir y mejorar la calidad de bienes y/o servicios generados en una empresa, para que la misma pueda estar en posibilidad de satisfacer a plenitud, las necesidades de los clientes, éstas tienen mayor aplicación en el campo de los negocios.

### **¿Para que sirven?**

La gráfica de control sirve para llevar un registro continuo de una determinada característica de calidad. Ofrece una imagen del transcurso del proceso.

Una vez concluida una gráfica, se le puede sustituir por una nueva donde la primera se guarda en un archivo de la oficina; también sirve para mejorar la calidad del proceso, para decidir cuando haya que dejar que continúe el proceso, cuando hay que hacerle ajustes y para investigar las causas de una calidad inaceptable.

### **¿Cuáles son?**

La siguiente tabla menciona algunas herramientas y técnicas para iniciar con la mejora de la calidad en la empresa en los llamados círculos de calidad.

HERRAMIENTA Y TÉCNICA	APLICACIÓN
Forma de recolección de los datos	Reunir datos sistemáticamente para obtener una imagen clara de los hechos
<b>HERRAMIENTAS Y TÉCNICAS</b>	<b>PARA DATOS NO NUMERICOS</b>
Diagrama de afinidad	Organizar en grupos un gran número de ideas, opiniones o asuntos acerca de un tema en particular
Benchmarking	Comparar un proceso contra aquellos de reconocido liderazgo para identificar oportunidades para el mejoramiento de la calidad.
Tormenta de ideas	Identificar posibles soluciones a problemas y oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad.
Diagrama de causa y efecto	Analizar y comunicar las relaciones del diagrama de causa y efecto. Facilitar la solución de problemas desde los síntomas hasta la solución de las causas.

Diagrama de flujo	Describir un proceso existente. Diseñar un proceso nuevo.
Diagrama de árbol	Demostrar las relaciones entre un tema y sus elementos.
<b>HERRAMIENTAS Y TECNICAS</b>	<b>PARA DATOS NUMERICOS</b>
Carta de control	Diagnóstico: para evaluar la estabilidad del proceso. Control: determinar cuando un proceso necesitar ser ajustado y cuando necesita ser dejado como esta. Tomar decisiones que permitan enfocar los esfuerzos de mejoramiento.
Histograma	Mostrar el patrón de variación de datos. Comunicar visualmente la información acerca del comportamiento del proceso. Tomar decisiones que permitan enfocar los esfuerzos de mejoramiento
Diagrama de Pareto	Mostrar en orden de importancia, la contribución de cada elemento al efecto total. Dar prioridad a las oportunidades de mejoramiento.
Diagrama de dispersión	Descubrir y confirmar la relación entre dos conjuntos asociados de datos. Confirmar anticipadamente la relación entre dos conjuntos asociados de datos.

Describiremos las características, ventajas y construcción de las siguientes herramientas:

- ◆ HISTOGRAMAS
- ◆ DIAGRAMAS DE CAUSA-EFECTO
- ◆ DIAGRAMA DE LINEAS (TENDENCIAS)
- ◆ DIAGRAMAS DE PARETO
- ◆ DIAGRAMAS DE DISPERSION
- ◆ GRAFICA  $\bar{x}$ -R (VALOR PROMEDIO Y RANGO)
- ◆ GRAFICA  $\bar{x}$  (VARIABLE DE MEDIDA)
- ◆ GRAFICA  $pn$  ( NUMERO DE UNIDADES DEFECTUOSAS)
- ◆ GRAFICA  $p$  (FRACCION DE UNIDADES DEFECTUOSAS)
- ◆ GRAFICA  $c$  (NUMERO DE DEFECTOS)
- ◆ GRAFICA  $u$  (NUMERO DE DEFECTOS)

## HISTOGRAMAS:

La variación es un factor inevitable en la naturaleza de cualquier procedimiento. En este caso es necesario descubrir los hechos reuniendo datos y luego tomamos las decisiones apropiadas con base en ellos, los datos se obtienen mediante la muestra aleatoria de la población, estos datos nos servirán para decidir las acciones de toda la población.

Este método consta de algunas definiciones sobre la distribución de los datos como son:

- ❖ Una distribución agrupada de frecuencias de un conjunto de observaciones en una disposición que muestra la frecuencia de la ocurrencia de los valores de la variable en clases ordenadas.
- ❖ El intervalo a lo largo de la escala de medición, de cada clase ordenada se llama una celda.
- ❖ La frecuencia de cualquier celda es el número de observaciones en esa celda.
- ❖ La frecuencia relativa de cualquier celda es la frecuencia de esa celda dividida entre el número total de observaciones.

## COMO CONSTRUIR HISTOGRAMAS

### Tabla de frecuencias

- ✓ Calcule el rango (R). Obtenga el máximo y el mínimo de los valores observados y calcule R, de la siguiente manera: **el máximo valor – el mínimo valor**
- ✓ El intervalo de clase se determina de manera que el rango, el cual incluye los valores máximo y mínimo, se divida en intervalos de igual amplitud. Para obtener la amplitud del intervalo, divida R por 1,2,5,10,20 o más de manera que obtenga entre 5 y 20 intervalos de clase de igual amplitud. Cuando haya dos posibilidades, use el intervalo de menor amplitud, si el número de valores medidos es de 100 o más, y el intervalo de mayor amplitud, si hay 99 o menos valores observados.
- ✓ Prepare un formato en el cual se puedan registrar la clase, el punto medio las marcas de frecuencia, la frecuencia.
- ✓ Determine los límites de los intervalos de manera que incluyan los valores mínimos y máximos, y escríbalos en la tabla de frecuencia. Primero determine el límite inferior de la primera clase y súmele la amplitud del intervalo para obtener el límite entre la primera y la segunda clase. Cuando lo haga cerciórese de que la primera clase tiene el valor mínimo. Luego siga sumando la amplitud del intervalo al valor previo para obtener el segundo límite, el tercero y así sucesivamente hasta la última clase que incluye el valor máximo.
- ✓ Escriba el punto medio de cada clase y escríbalo en la tabla.

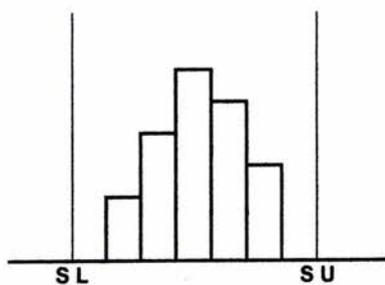
- ✓ Realice el conteo de los valores observados y regístrelos de acuerdo a la clase en donde se encuentran, escriba la frecuencia encontrada y verifique que la suma de las frecuencias es el total de los valores observados
- ✓ Sobre una hoja de papel dibuje los ejes vertical izquierdo y derecho, así como el horizontal, en el vertical izquierdo colocar la escala de frecuencias, en el horizontal los intervalos de clase y en el vertical derecho la frecuencia relativa acumulada(%) donde el total es el 100%
- ✓ Dibuje una línea sobre el histograma para representar la media y dibuje otra línea para representar el límite de especificación, si lo hay.
- ✓ En un espacio en blanco dentro del histograma anote los datos importantes como títulos, periodos, fecha, total de datos, media, desviación estándar.
- ✓ En el caso donde hay límites de especificación se marcarán las líneas para comparar la distribución con la especificación, luego observe si el histograma está localizado razonablemente dentro de los límites.

Tome en cuenta los siguientes casos como referencia para evaluar la población si se tienen límites de especificación y realice los ajuste que sean necesarios de acuerdo con los esquemas al final del párrafo:

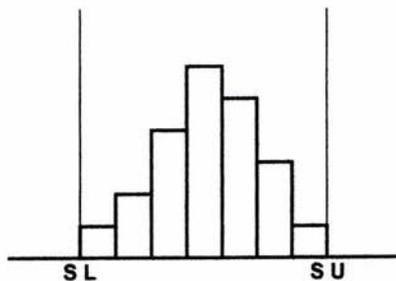
- 1) Lo que se necesita es mantener el estado actual, puesto que el histograma satisface ampliamente la especificación, si los valores están dentro de los límites. **GRAFICO (A)**
- 2) Se satisface la especificación pero no hay margen extra, es decir, los valores están exactamente en los límites, es deseable minimizar la variación. **GRAFICO (B)**
- 3) Cuando hay valores que están por debajo del límite inferior, esto requiere acercar la media al centro de la especificación. **GRAFICO (C)**
- 4) Cuando hay valores que están fuera de los límites superior e inferior, requiere de acciones para reducir la variación. **GRAFICO (D)**
- 5) Cuando hay valores que están fuera de los límites, pero la mayoría están fuera del límite superior, requiere de las acciones antes menciona. **GRAFICO (E)**

## HISTOGRAMAS Y LIMITES DE ESPECIFICACION

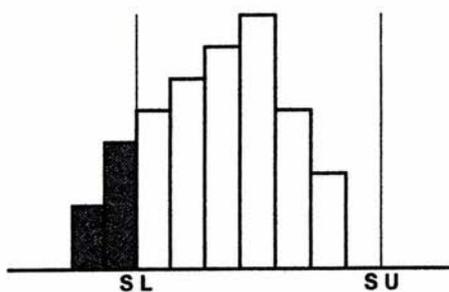
SL= LIMITE INFERIOR SU= LIMITE SUPERIOR



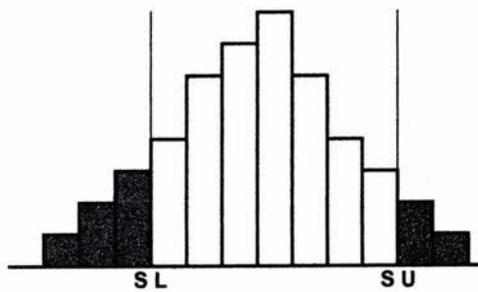
A)



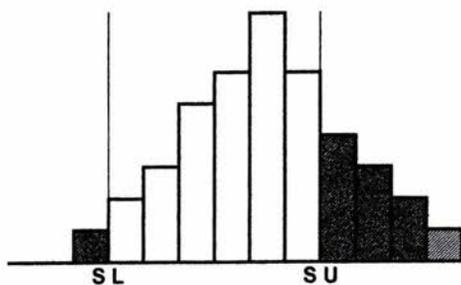
B)



C)



D)



E)

A medida que aumenta el número de datos y los intervalos de clase reducen su amplitud se observa que el histograma tiende a una distribución normal, caracterizada por los parámetros ( $\mu$ ) la media y ( $\sigma$ ) la desviación estándar de la distribución.

Denotada simplemente por  $N(\mu, \sigma^2)$  se desea que la mayor parte de los datos estén dentro de la curva normal (forma de campana).

Esto se obtiene a través de la llamada **regla de 3-sigma**. Mencionados en el capítulo III en las medidas de dispersión, que sirven como base para determinar los límites de control en un gráfico, significa que estamos considerando una probabilidad del 99.7% ( $\mu \pm 3\sigma$ ) de que los datos caigan dentro de estos límites y despreciar la posibilidad de que algún dato caiga fuera de dichos límites.

Después de que el histograma muestra que sigue una distribución normal, se inicia un estudio de **la capacidad del proceso**, esto para saber si el proceso puede o no cumplir las especificaciones, para hacer dicha evaluación es útil usar **Cp (índice de capacidad del proceso)** definido por

$$Cp = \frac{LEs - LEi}{6S}$$

LEs = LIMITE DE ESPECIFICACION SUPERIOR  
LEi = LIMITE DE ESPECIFICACION INFERIOR  
S = DESVIACION ESTANDAR

Dado el resultado la evaluación del proceso es como sigue:

- |                       |               |
|-----------------------|---------------|
| 1) $1.33 < Cp$        | satisfactorio |
| 2) $1.00 < Cp < 1.33$ | adecuado      |
| 3) $Cp < 1.00$        | inadecuado    |

#### DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO:

Este diagrama conocido también como “espina de pescado” o diagrama de las cinco “M”, se utiliza generalmente en las reuniones de los círculos de calidad, en las que el personal de la empresa establece las causas que pueden provocar un determinado problema, se clasifican dentro de cinco categorías básicas que son los materiales, mano de obra, maquinaria y herramientas, métodos de trabajo y medio ambiente.

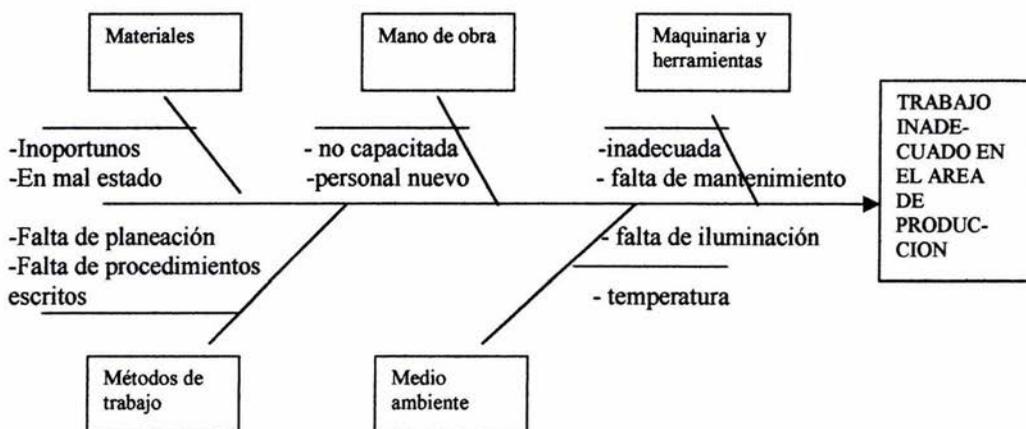
Elaboración del diagrama de causa-efecto

- ✓ Describa el defecto o atributo de calidad
- ✓ Escoja una característica de calidad y escríbala en el lado derecho de una hoja de papel, dibuje de izquierda a derecha la línea de la espina dorsal y encierre la

característica en un cuadrado. Enseguida, escriba las causas primarias que afectan a la característica de calidad, en forma de grandes huesos, encerrados también en cuadrados.

- ✓ Escriba las causas (causas primarias, secundarias, terciarias)
- ✓ Asigne la importancia de cada factor y marque los factores particularmente importantes que parecen tener un efecto significativo sobre la característica de calidad.
- ✓ Registre cualquier información que pueda ser de utilidad, tal como el título, el nombre del producto, el proceso o grupo, la lista de participantes, la fecha, etc.

Observe el siguiente ejemplo.



Con frecuencia puede parecer difícil proceder como se utiliza este enfoque. El mejor método en ese caso es considerar la “variación”, es decir, una variación en efecto puede ser causada por una variación en los factores.

## DIAGRAMA DE LINEAS(TENDENCIAS)

Este tipo de gráfico es el más utilizado y el más sencillo en su elaboración. Este gráfico permite apreciar el sentido de aumento o disminución, que tienen los datos contenidos en el mismo, a través del transcurso del tiempo.

Puede ser utilizado en todas las áreas de la empresa, para mostrar la tendencia de las actividades sujetas a control, con lo que los funcionarios y/o directivos de la misma,

podrán disponer de la información necesaria para evaluar su desempeño y hacer los ajustes pertinentes al respecto.

## CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE LINEAS

✓ **Decida que problemas se van a investigar y como recoger los datos**

- a) Decida que problemas se van a investigar.
- b) Los datos que va a necesitar los puede clasificar por día, semana, mes o cualquier otro tipo de periodo de tiempo.
- c) Procure tener una o varias variables para su análisis.

✓ **Dibuje un eje verticales y un eje horizontal**

### Ejes

- a) Eje vertical izquierdo. Marque este eje con la escala de unidades a revisar o en el caso de servicio las fallas continuas del personal.
- b) Eje horizontal. La escala (uniforme) de periodo de tiempo utilizado.

✓ Una los puntos con líneas rectas y coloque un distintivo por cada punto, sobre todo si utiliza más de una variable

✓ **Escriba en el diagrama cualquier información necesaria.**

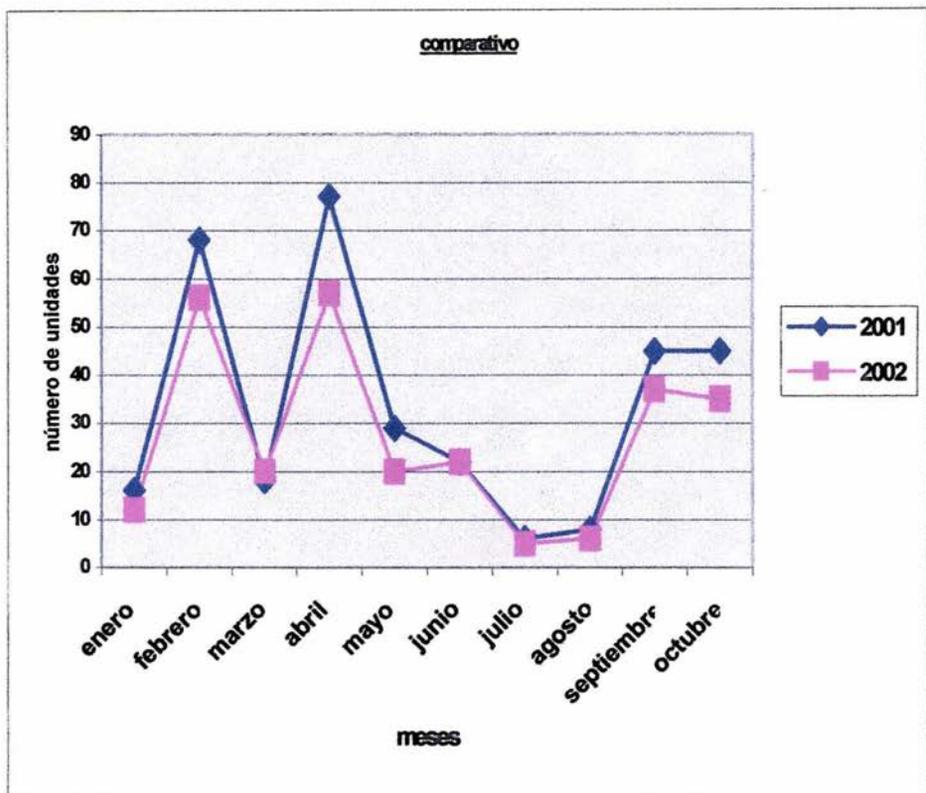
a) Información sobre el diagrama

Título, cifras significativas, unidades, nombre del dibujante, etc.

b) información sobre los datos

Período de tiempo, tema y lugar de investigación, número total de datos, etc.

Observe el siguiente diagrama



La utilidad en el uso de este gráfico, estriba en que se pueden mostrar combinaciones de datos relacionados entre si, correspondientes a las diversas áreas de la empresa, con objeto de determinar el grado de coordinación existente entre ambas, para en su caso tomar las medidas necesarias para mejorar su funcionamiento, tomando en cuenta que la base de un sistema de calidad total, es que todas las áreas de la empresa actuen en forma coordinada para lograr un mismo objetivo, alcanzar la productividad requerida.

#### **Diagrama de Pareto:**

V.PARETO economista italiano demostró mediante una fórmula que la distribución del ingreso es desigual, en tanto unos años más tarde el economista M.C.LORENZ expuso una teoría similar por medio de diagramas estos dos estudios indicaban que una proporción muy grande del ingreso está en manos de muy pocas personas. Mientras tanto en el área del control de calidad JURAN aplicó los diagramas de LORENZ como fórmula para clasificar los problemas de calidad en problemas graves y no graves, llamando a este método Análisis de Pareto donde la mayoría de los defectos y sus costos se debían a pequeñas causas.

Se utiliza para mostrar gráficamente la importancia que tiene cada uno de los asuntos o problemas sujetos a estudio, es decir, cuando los problemas de calidad se

presentan como pérdidas (productos defectuosos y sus costos). El uso de este diagrama permite distinguir entre las características más importantes de un suceso y las menos importantes. Ya que es muy importante observar el patrón de distribución de la pérdida donde los problemas se catalogan por causas y fenómenos.

Las causas se atribuyen principalmente a:

- ◆ Operario: turno, grupo, edad, experiencia, destreza.
- ◆ Máquina: máquinas, equipo, herramientas, organizaciones, modelos.
- ◆ Materia prima: productor, planta, lote, clase.
- ◆ Método operacional: condiciones, órdenes, disposiciones, métodos.

Los fenómenos se atribuyen principalmente a:

- ◆ Calidad: defectos, faltas, fracasos, quejas, devoluciones, reparaciones.
- ◆ Costo: magnitud de las pérdidas y gastos.
- ◆ Entrega: escasez de inventarios, demoras en pagos y entregas.
- ◆ Seguridad: accidentes, errores, interrupciones.

## CONSTRUCCION DEL DIAGRAMA DE PARETO

- ✓ **Decida que problemas se van a investigar y como recoger los datos**
- a) Decida que problemas se van a investigar y cómo recoger los datos, es decir, los problemas de los cuales se quiere saber como serían objetos defectuosos, pérdidas en términos monetarios, ocurrencia de accidentes.
- b) Los datos que va a necesitar y cómo clasificarlos, es decir, por tipo de defecto, localización, proceso. Coloque los problemas que se presentan con poca frecuencia en el apartado OTROS.
- c) Defina el método de recolección de los datos y el período de duración de la recolección.
- ✓ **Diseñe una tabla de conteo de datos, con espacio suficiente para registrar los totales**
- ✓ **Elabore una tabla de datos para el diagrama de Pareto con la lista de los defectos (problemas), los totales individuales, los totales acumulados, la composición porcentual y los porcentajes acumulados.**
- ✓ **Organice los items por orden de cantidad de mayor a menor y llenen la tabla de datos. El ítem (otros) debe ubicarse en el último renglón, independientemente de su magnitud.**
- ✓ **Dibuje dos ejes verticales y un eje horizontal**

## Ejes

- 1) Eje vertical izquierdo. Marque este eje con una escala desde 0 hasta el total general.
- 2) Eje vertical derecho. Marque este eje con una escala de 0% hasta 100%
- 3) Eje horizontal. Divida este eje en un número de intervalos igual al número de ítems clasificados.

- ✓ **Construya un diagrama de barras con los totales de cada ítem**
- ✓ **Dibuje la curva acumulada (curva de Pareto)**

Marque los valores acumulados (total acumulado o porcentaje acumulado) en la parte superior, al lado derecho de los intervalos de cada ítem y conecte los puntos con una línea continua.

- ✓ **Escriba en el diagrama cualquier información necesaria.**

### d) Información sobre el diagrama

Título, cifras significativas, unidades, nombre del dibujante, etc.

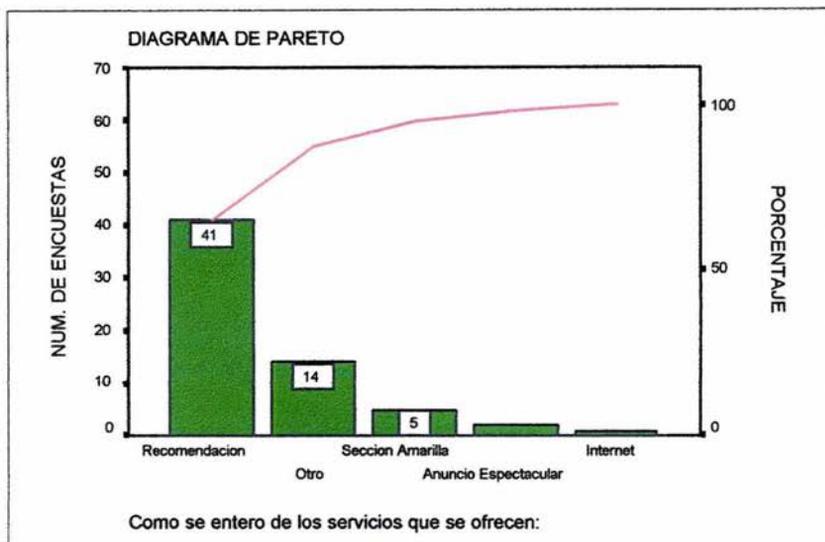
### e) información sobre los datos

Período de tiempo, tema y lugar de investigación , número total de datos, etc.

Este diagrama constituye una herramienta muy eficaz para la administración de la calidad, dado que permite orientar la planeación, control y mejora de la misma, sobre los aspectos que por su relevancia, pueden influir sobre la calidad de los bienes y/o servicios que genera la empresa.

Observe el siguiente ejemplo

Tipo de publicidad	Número de encuestados	Total acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Recomendación	41	41	0.64	0.64
Otros (impresa, volantes)	14	55	0.22	0.86
Seccion amarilla	5	60	0.08	0.94
Espectacular	3	63	0.05	0.98
internet	1	64	0.02	1.00



## DIAGRAMAS DE DISPERSION

Cuando se requiere estudiar la relación de correspondencia entre dos variables se utilizan estos diagramas.

Las variables pueden estudiarse de la siguiente forma:

- 1) Una característica de calidad y un factor que la afecta
- 2) Dos características de calidad relacionadas
- 3) Dos factores relacionados con una sola característica de calidad

## COMO ELABORAR UN DIAGRAMA DE DISPERSION

- ✓ De las variables a estudiar, reúna pares de datos cuyas relaciones se desea verificar y organice esta información en una tabla, es aconsejable tener por lo menos 30 pares de datos.
- ✓ Encuentre los valores mínimo y máximo de las variables  $x$  y  $y$ . Decida las escalas que va a usar en los ejes vertical y horizontal de manera que ambas longitudes sean aproximadamente iguales, lo cual hará que el diagrama sea más fácil de leer. Trate de mantener la división en cada eje entre 3 y 10 utilizando números redondos para facilitar la lectura. Cuando las variables sean un factor y una característica, use el eje horizontal ( $x$ ) para el factor y el eje vertical ( $Y$ ) para la característica de la calidad.

- ✓ Registre los datos en el gráfico. Cuando se obtengan los mismos valores en diferentes observaciones, muestre estos puntos haciendo círculos concéntricos o registre el segundo punto muy cerca del primero.
- ✓ Registre todos los aspectos que sean de utilidad, verifique que esta información la pueda comprender cualquier persona de un vistazo, incluya quién realizó el diagrama, además de:
  - a) Título del diagrama
  - b) Período de tiempo
  - c) Número de pares de datos
  - d) Título y unidades de cada eje
  - e) Nombre de la persona que realizó el diagrama, etc.

Para comprender la fuerza de la relación en términos cuantitativos es útil calcular el coeficiente de correlación de la siguiente manera:

$$r = \frac{S(xy)}{\sqrt{S(xx) \cdot S(yy)}} \quad \text{donde}$$

desviación estándar  $S(xx)$   
 desviación estándar  $S(yy)$   
 covarianza  $S(xy)$

El coeficiente de correlación se encuentra en el rango de  $-1 < r < 1$ , si el valor se acerca a  $-1$  existe una correlación negativa caso contrario es una correlación positiva si se acerca a  $1$ , cuando  $r$  se acerca a cero la correlación tiende a ser nula. Por otro lado si el cálculo del coeficiente de correlación es distinto de estos valores ha ocurrido un error de operaciones. El cálculo del coeficiente de correlación y el diagrama dan paso al llamado **análisis correlacional**.

Cuando dos variables tienen una correlación de acuerdo a su diagrama y coeficiente, necesitamos encontrar los parámetros adecuados para controlar dichas variables ya que una dependerá de la otra, esta relación entre las variables se llama **análisis de regresión**.

Supongamos que dicha relación es lineal entonces tiene la forma  $y = \alpha + \beta x$ ; donde  $(y)$  es la variable dependiente y  $(x)$  la variable independiente, así mismo  $\alpha$  es una **constante** y  $\beta$  se llama **coeficiente de regresión**.

La forma cuantitativa de captar la relación esta mediante el siguiente cálculo.

Sea  $(X_i, Y_i)$  ( $1 < i < n$ ) un conjunto de  $n$  pares de datos observados. Sea  $\hat{\alpha}$  y  $\hat{\beta}$  el valor estimado de  $\alpha$  y  $\beta$ ; sea  $e_i = y_i - (\hat{\alpha} + \hat{\beta}x_i)$  ( $1 < i < n$ )

Por medio del método de mínimos cuadrados se obtienen  $\alpha$  y  $\beta$  como los valores que minimizan  $\sum e_i^2$ , la suma de los residuos.

El cálculo es el siguiente:

- ✓ Obtenga  $\bar{x}, \bar{y}$  de los datos.
- ✓ Calcule  $S(xx)$  y  $S(yy)$
- ✓ El valor de  $\hat{\beta} = \frac{S(xx)}{S(yy)}$  y el de  $\hat{\alpha} = \bar{y} - \hat{\beta}\bar{x}$

Los valores de  $\alpha$  y  $\beta$  obtenidos hacen la suma de cuadrados de los residuos mínima.

## GRAFICOS DE CONTROL

Las gráficas o gráficos de control son herramientas de medidas de la capacidad del procedimiento y permiten detectar rápidamente las causas llamadas asignables de variaciones (generalmente causados por la aplicación de ciertos estándares o por la aplicación de estándares inapropiados), entonces el gráfico debe señalar lo antes posible cuando el proceso este fuera de control y cuando este seguro de que el proceso esta bajo control cualquier alteración podrá considerarse como falsa señal.

Una gráfica de control consiste en una línea central, un par de límites de control, uno de ellos colocado por encima de la línea central y otro por debajo además de unos valores característicos registrados en la gráfica que representan el estado del proceso, estos valores determinan si el proceso esta bajo control o fuera de control según la posición que ocupen dentro de la gráfica.

Además de las causas asignables se encuentran las causas debidas al azar (que están fuera de nuestro control).

Para hacer una gráfica de control es necesario estimar la variación debida al azar, para esto se dividen los datos en subgrupos de modo que la variación dentro del subgrupo puede considerarse aproximadamente la misma que la variación por causas debidas al azar.

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

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

de donde la desviación estándar es la variación debida al azar.

Hay dos tipos de gráficas de control, uno para valores continuos (también conocidas como gráficos de variables) y otra para valores discretos (también conocidos como gráficos de atributos).

VALOR CARACTERISTICO	NOMBRE
Valor continuo (variables)	Gráfica x-R (valor promedio y rango) Gráfica x (variable de medida)
Valor discreto (atributos)	Gráfica pn (número de unidades defectuosas) Gráfica p (fracción de unidades defectuosas) Gráfica c (número de defectos) Gráfica u (número de defectos por unidad)

LAS GRAFICAS PARA CONTROLAR VARIABLES PROPORCIONAN LA SIGUIENTE INFORMACION:

1. **Para mejorar la calidad.** El contar con una gráfica de control es una técnica excelente para lograr la mejora de la calidad.
2. **Para definir la capacidad del proceso.** Durante el ciclo del mejoramiento de la calidad, la gráfica de control indicará que ya no es posible mejorar más si no se esta dispuesto a hacer una inversión para tal objetivo.

### GRAFICA $\bar{X}$ -R

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

### COMO ELABORAR EL GRAFICO $\bar{X}$ -R

- ✓ Recoja aproximadamente 100 datos, divídalos en 20 o 25 subgrupos con 4 o 5 cada uno, haciéndolos uniformes dentro del subgrupo; regístrelos en una hoja de datos, cuando no hay razones técnicas para hacer subgrupos, divida los datos en el orden que se obtuvieron.

- ✓ Calcule el promedio  $\bar{x}$  para cada subgrupo
- ✓ Calcule el promedio bruto ( $\bar{\bar{x}}$ ) dividiendo el total de los promedios entre el número de subgrupos
- ✓ Calcule el rango de cada subgrupo (máximo –mínimo de los valores)
- ✓ Calcule el promedio de los rangos (total de rangos entre número de subgrupos)
- ✓ Calcule las líneas de control para la gráfica (x) y la gráfica R con las siguientes fórmulas

LIMITES PARA  $\bar{X}$

$$LC_s = \bar{\bar{x}} + A_2 \bar{R}$$

$$LC = \bar{\bar{x}}$$

$$LC_l = \bar{\bar{x}} - A_2 \bar{R}$$

LIMITES PARA R

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

$$LC = \bar{R}$$

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

Utilice la siguiente tabla de coeficientes

TAMAÑO DEL SUBGRUPO	GRAFICA $\bar{X}$		GRAFICA R	
(n)	$A_2$	$D_3$	$D_4$	$d_2$
2	1.880	-	3.267	1.128
3	1.023	-	2.575	1.693
4	0.729	-	2.282	2.059
5	0.577	-	2.115	2.326
6	0.483	-	2.004	2.534
7	0.419	0.076	1.924	2.704
8	0.373	0.136	1.864	2.847
9	0.337	0.184	1.816	2.970
10	0.308	0.223	1.777	3.078

## GRAFICA X

Cuando los datos de un proceso se registran durante intervalos largos o los grupos de datos no son efectivos, se gráfica cada dato individualmente y esa gráfica puede usarse como gráfica de control.

Debido a que no hay subgrupo el valor de R no puede calcularse, se usa el rango móvil  $R_s$  de datos sucesivos para el cálculo de los límites de control de X.

## COMO ELABORAR EL GRAFICO X

- ✓ Prepare una hoja de papel cuadriculado y marque el eje vertical de la izquierda con los valores de la media de ( $\bar{x}$ ) y del rango  $R$ , en el eje horizontal el número de subgrupos. Para el eje vertical escoja una escala tal que los límites de control superior e inferior queden a una distancia de 2 a 3 cm uno del otro, dibuje una línea sólida para la línea central y líneas punteadas para los límites.
- ✓ Registre los valores de  $\bar{x}$  y  $R$  de cada subgrupo sobre la misma línea vertical en el orden del número del subgrupo. Marque en el número del subgrupo sobre la línea horizontal a intervalos iguales, utilice dos marcas diferentes una para cada gráfico con el fin de no confundir los datos al registrarlos y enciérrelos en un círculo si se localizan fuera de los límites de control.
- ✓ Escriba el tamaño del subgrupo ( $n$ ) en el extremo superior izquierdo de la gráfica, incluya datos relevantes como nombre de proceso, producto o servicio, periodo de tiempo, método de medición, condiciones de trabajo, etc.

LIMITES PARA X

$$LC_s = \bar{x} + 2.66\bar{R}_s$$

$$LC = \bar{x}$$

$$LC_I = \bar{x} - 2.66\bar{R}_s$$

## GRAFICO ( pn ) y ( p )

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

**El procedimiento de construcción es el mismo salvo por el cálculo de los límites.**

## CONSTRUCCION DE LOS GRAFICOS pn y p

- ✓ Tome una muestra y clasifique la calidad del producto o servicio en unidades que llenen o no los requisitos, según el estándar de inspección. En este caso tome una muestra de tamaño tal que la mayoría de los subgrupos tengan entre 1 y 5 unidades defectuosas y recoja de 20 a 25 subgrupos
- ✓ Calcule la fracción promedio ( $\bar{p}$  barra) dividiendo el número total de unidades defectuosas de cada subgrupo por el número total de muestras

$$\bar{p} = \frac{\sum pn}{kn}$$

con pn= número de unidades defectuosas

k= numero de subgrupos

n= tamaño del subgrupo

- ✓ Calcule las líneas de control para pn

$$LC_s = \bar{p}n + 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})} \quad LC = \bar{p}n \quad LC_l = \bar{p}n - 3\sqrt{\bar{p}n(1-\bar{p})}$$

- ✓ Calcule las líneas de control para p

$$LC_s = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}} \quad LC = \bar{p} \quad LC_l = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- ✓ Marque el eje horizontal con el número de subgrupos y el eje vertical con el número de unidades defectuosas, dibuje una línea sólida para la línea central y líneas discontinuas para los límites; luego registre el número de unidades defectuosas de cada subgrupo.

Es pertinente no tomar en consideración los datos provenientes de causas especiales, para que su estructura este más de acuerdo con el comportamiento normal del proceso, para complementar la información antes expuesta es necesario conocer la **habilidad del proceso** para determinar la capacidad que se tiene de cumplir con las especificaciones del cliente. En el gráfico p esta habilidad esta dada por  $(1-p)$  que esta incluida en los límites de control.

**Los siguientes gráficos de atributos se conocen como de no conformidades**

### GRAFICA C

También conocida como gráfica para control de índices es una forma complementaria a los gráficos de atributos son utilizados para el control y mejoramiento de los procesos de fabricación y que también se pueden ser aplicados a los procesos administrativos.

Los índices representan acontecimientos que se presentan en un área de oportunidades por ejemplo;

1. Número de facturas no cobradas en un mes
2. Número de devoluciones de clientes en una quincena
3. Número de clientes visitados en una semana
4. Número de errores semanales
5. Número de documentos no entregados a tiempo por semana

En los casos antes mencionados, los índices están representados por el número de eventos y el área de oportunidades por el espacio de tiempo o la longitud de la producción correspondiente.

## CONSTRUCCION DE LA GRAFICA C

El procedimiento para construir una gráfica c es el siguiente; si se desconoce la cantidad de no conformidades,  $c_0$ , habrá que calcularla recopilando datos, calculando los límites de control de intento y obteniendo el cálculo más aproximado.

- ✓ **Seleccione la(s) característica(s) de la calidad.** Consiste en definir para que se va a utilizar la gráfica de control, en el caso de servicios se puede emplear para controlar el desempeño de:
  - a) Un operario
  - b) Un centro laboral
  - c) Un departamento
  - d) Un turno
  - e) Una planta
  - f) Una compañía

La manera en como se emplee la gráfica de control deberá orientarse a asegurar la obtención del mayor beneficio al mínimo costo.

- ✓ **Defina el tamaño del subgrupo y el método.** El tamaño de la gráfica c es el de una unidad inspeccionada. El método empleado para obtener la muestra puede ser por auditoría o directamente de la línea de producción por ejemplo un aeroplano, una caja de latas de gaseosas, una gruesa de lapices.
- ✓ **Recopile los datos.** Los datos se recopilan mediante el número de no conformidades, 25 es la cantidad mínima de subgrupos necesarios para efectuar los cálculos del límite de control de ensayo.
- ✓ **Calcule la línea central y los límites de control de ensayo.** Las fórmulas para el calculo son las siguientes:

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

$$LC = \bar{c}$$

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

En donde  $\bar{c}$  es el número promedio de no conformidades corresponde a una cantidad de subgrupos, puesto que puede que exista que uno de los límites sea negativo entonces se procede a tomar como cero.

## GRAFICAS U

El tamaño de la unidad (subgrupo) es cualquiera que satisfaga un objetivo determinado, cuando este tamaño es variable se utiliza una gráfica u (número de no conformidades/unidad).

## CONSTRUCCION DE LA GRAFICA U

- ✓ Se recopilan 25 subgrupos
- ✓ Cálculo de la línea central y límites de control de ensayo
- ✓ Cálculo del número patrón o de referencia de no conformidades

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

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

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

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

Donde

c = número de no conformidades de un subgrupo

n = número de unidades inspeccionadas de un subgrupo

u = número de no conformidades/unidad de un subgrupo

$\bar{u}$  = numero\_promedio\_de\_no\_conformidades/unidad\_correspondiente\_de\_varios\_subgrupos

La gráfica u es idéntica en todo a la gráfica c, menos en dos aspectos, uno es la escala, que en el caso de la gráfica u es continua, en tanto que la c es discreta. Lo anterior dota de mayor flexibilidad a la gráfica u dado que el tamaño del subgrupo puede variar. El segundo es el tamaño del subgrupo en el caso de la gráfica c es uno.

Esta gráfica u es limitada debido a que no podemos saber dónde están las no conformidades.

## CONSIDERACIONES ACERCA DE LOS GRAFICOS DE CONTROL

1. **COMO LEER LAS GRAFICAS DE CONTROL.** Lo importante en el control del proceso es captar el estado del proceso de manera precisa leyendo la gráfica de control y tomar las acciones apropiadas cuando se encuentre algo anormal en el proceso. El estado controlado del proceso en el cual el proceso es estable, es decir, el promedio y la variación del proceso no cambian.

Criterios para partir de una gráfica

- ✓ **Fuera de los límites de control**
- ✓ **Racha** (la racha es el estado en el cual los puntos ocurren continuamente en un lado de la línea central y el número de puntos se llama **longitud** de la racha, una longitud de siete puntos en una racha se considera normal, aun si la longitud de la racha esta por debajo de seis, **se consideran anormales los siguientes casos:**
  - a) Al menos 10 de 11 puntos consecutivos ocurren en un mismo lado de la línea central
  - b) Al menos 12 de 14 puntos consecutivos ocurren en un mismo lado de la línea central
  - c) Al menos 16 de 20 puntos consecutivos ocurren en un mismo lado de la línea central
- ✓ **Tendencia** (cuando los puntos forman una curva continua ascendente o descendente, se dice que hay una tendencia)
- ✓ **Acercamiento a los límites de control** (teniendo en cuenta los límites de control de 3 sigma, si 2 de 3 puntos ocurren fuera de las líneas de 2 sigma, el caso se considera anormal.)
- ✓ **Acercamiento a la línea central** (cuando la mayoría de los puntos están dentro de las líneas de 1.5-sigma, esto se debe a la forma inapropiada de hacer los subgrupos, el acercamiento a la línea central no significa un estado de control, sino una mezcla de información de diferentes poblaciones en los subgrupos, lo cual hace que los límites de control sean demasiado amplios. Cuando se presenta esta situación es necesario cambiar la manera de hacer los subgrupos.
- ✓ **Periodicidad** (también es anormal que la curva muestre repetidamente una tendencia ascendente y descendente por casi el mismo intervalo)

## **VI.- APLICACION**

### DESARROLLO

- g) **Introducción a la aplicación.**
- h) **Normas utilizadas de acuerdo a la Tabla de Normas de Calidad (ISO-9000) descrita en el capítulo I y síntesis del capítulo V**
- i) **Encuesta (criterio de calificación de acuerdo a los datos)**
- j) **Comparativo de gráficos**
- k) **Comentarios acerca de las sugerencias de los usuarios que se deben de tomar encuesta en el seguimiento de las encuestas que se realizaron en abril del 2003.**
- l) **Propuesta de aplicación que ayudará a dar seguimiento a las áreas que lo requieren**

#### **1. Introducción a la aplicación.**

En esta aplicación la Compañía por motivos de identidad la llamaremos Albercas y Asociados cuenta actualmente con 13 escuelas, distribuidas de la siguiente manera 8 en el área metropolitana y 3 en provincia, de acuerdo a su ubicación cada una tiene una población diferente.

En esta aplicación estaremos trabajando con los datos de Albercas y Asociados dedicada a la enseñanza de la natación, dicha compañía realizaba hasta el año 2002 una encuesta anual para saber la situación general de los servicios que ofrece a los usuarios que va desde como se entero de la escuela hasta el boletín informativo que emite, pasando por una evaluación al instructor de la clase, el director y asistentes de caja, recepción, así como instalaciones que incluyen una boutique.

En el 2003 se hace una modificación la cual establece que las encuesta serán cada 3 o 4 meses, esto lo decide la presidencia y dirección debido a que los registros que se llevan mensualmente de inscritos van en descenso, por consiguiente los ingresos obtenidos también han caído.

Además se menciona que no hay manuales de procedimientos en consecuencia no hay capacitación y las mejoras en cualquier área o departamento se hacen pausadas y no hay seguimiento, se cometen errores en la información que reciben tanto los departamentos del corporativo como de las escuelas, añadiendo que desde su creación se han manejado independientes en la forma de dirigir y administrar cada escuela, ya que ellos solo reciben el informe final, debido a su crecimiento es difícil modificar los hábitos y esto dificulta la elaboración de reportes y requieren mayor tiempo para su entrega, esto se traduce en que la información no llegue a tiempo o la hayan enviado mal.

Esto se ha mencionado ya que como se mostrara las encuestas reflejan las deficiencias de la misma compañía.

## **2. Normas utilizadas de acuerdo a la Tabla de Normas de Calidad (ISO-9000) descrita en el capítulo I y síntesis del capítulo V**

La norma a utilizar es la 4.19 referente al servicio y su verificación mediante muestreo y estadística descriptiva e inferencial, la herramienta a utilizar diagrama de barras y pruebas de hipótesis.

El propósito es observar la situación del servicio y verificar su funcionamiento a través del diagrama de barras según las circunstancias en las cuales se aplicaron las encuestas y verificar los porcentajes mediante las pruebas de hipótesis.

A continuación se describen el desarrollo y circunstancias del proceso

## **3. Encuesta (criterio de calificación de acuerdo a los datos)**

El área de supervisión general se encarga de diseñar, aplicar, codificar y realizar el reporte mediante gráficas los resultados de las encuestas, cabe mencionar que el seguimiento es mínimo y sólo en aspectos que la compañía considera importantes se puede notar una mejora en el servicio, cuando todos los aspectos son importantes para la calidad del servicio.

Los datos que nos interesan analizar son precisamente los de estas encuestas, para evaluar de una manera objetiva las necesidades de los usuarios y tal vez como prueba piloto un proceso para que evaluar los avances y de alguna manera tener información para hacer acciones preventivas y no correctivas dependiendo de las áreas en cuestión.

La población que se desea encuestar es la que corresponde a los padres de bebés y niños debido a que en ellos se concentra un alto índice de ingresos. Además se tomaron las siguientes consideraciones acerca de esta población a parte de tomar en cuenta los ingresos:

- ✓ Se consideran que los ingresos son constantes, es decir existen menos variaciones que en adultos natación, así como en las demás disciplinas que tienen más afluencia en temporadas vacacionales o promociones
- ✓ También se considera casi constante ya que por cada bebé en un 80% de los casos es una sola mamá, es decir el otro 20% llevan 2 o más niños o familiares.
- ✓ Son los padres de familia los que perciben los servicios que ofrece la escuela y los que pueden emitir su opinión acerca de la calidad de dichos servicios.
- ✓ Es a través de esta calificación que da el usuario que se pueden tratar de satisfacer los requerimientos de un determinado servicio o mejorarlo para bien de toda la institución
- ✓ Aunque algunos de estos requerimientos son muy difíciles de satisfacer en el corto plazo y otros imposibles.

- ✓ El tamaño de muestra se calculo utilizando los datos realizados en el 2001(no se tenía procedimiento confiable para este cálculo)
- ✓ Se considero el mismo tamaño de muestra del 2002 para el 2003 según se observa en el siguiente cuadro.

### ENCUESTAS

SEPTIEMBRE 2002	N	TAMAÑO DE MUESTRA	%	2001	2002	2003
				Encuestas aplicadas	Encuestas Aplicadas	Encuestas aplicadas
ORIENTE	537	171	32	270	180	180
SUR	207	75	36	100	79	79
SUR	403	127	32	120	133	133
EDO. MEXICO	488	164	34	167	172	172
NORTE	300	108	36	130	113	113
SUR	167	48	29	50	50	50
EDO. MEXICO	338	108	32	113	113	113
				<b>950</b>	<b>841</b>	<b>841</b>

El porcentaje que representa el tamaño de muestra del 2002 varía entre 29 y 36% dependiendo del caso que se trate, debido a que no se sabía si se podrían obtener todas las encuestas requeridas, además se aumenta un 5% debido a la no-respuesta, es decir las causas sobre las que el encuestador no tiene control, como podrían ser que el usuario se lleve la encuesta, que sólo se conteste una parte de la encuesta, que mutile o maltrate la encuesta, etc.

Las encuestas se aplicaron bajo las siguientes circunstancias:

1. Las encuestas se aplicaron durante 2 días (incluye un día par un impar) ejemplo: lunes y martes
2. Lo anterior se debe a que los horarios están distribuidos de la siguiente manera:

#### PARA BEBES

LU-MI-VI (30 MIN)

MA-JU (45 MIN)

VI-SA (45 MIN)

#### PARA NIÑOS

LU-MI-VI, MA-JU, VI-SA (1 HR)

Estos horarios se aplican a partir de las 10:00 a 18:30 hrs máximo ya que en algunas los horarios de equipos y pre-equipos comienzan antes.

La encuesta aplicada tiene como objetivo identificar las deficiencias en las diferentes áreas de cada escuela.

Se desea que con estos datos se realicen mejoras que disminuyan los porcentajes de ineficiencia en las áreas donde se encuentren.

Los resultados que se mostrarán a continuación son las encuestas aplicadas en septiembre-2002 y abril-2003 estos son los mas recientes, además tiene el mismo diseño de encuesta (31 preguntas) ya que las anteriores tenían 21 preguntas.

También se menciona que se harán modificaciones a dicho formato para las que se aplicarán en julio-2003 por lo cual se dificultará una posible comparación.

Esto demuestra que no hay un formato representativo de la información que se desea obtener por parte del usuario o cliente.

Observando las opciones de la encuesta tomamos el siguiente criterio de calificación para cada pregunta y se harán los comentarios oportunos.

La codificación de las respuestas se tomará de la siguiente forma:

1= EXCELENTE, BUENO, SI

0= REGULAR, MALO, MUY MALO, NO, NO LO CONOZCO, NO LO HE REQUERIDO, NO CONTESTO

Lo que nos interesan son las no conformidades en el servicio, las pruebas de hipótesis se mostrarán con el diagrama de barras (propuesta del reporte).

#### **4. Comparativo de gráficos**

Los datos son de la escuela 1 ubicada en el sur del D.F ya que son los más sencillos por ser la más pequeña, por ubicación y por no tener forma de expansión, es decir, es una concesión operativa de instalaciones.

Con estas limitantes se medirán la calidad de los servicios que ofrece.

Se mostrara para cada pregunta, el gráfico que se incluyo en la entrega del reporte a Presidencia, Director General y Director de la escuela del sur para los datos de abril del 2003, un reporte similar se entrego para los datos de septiembre del 2002 por lo cual ya no se incluyen y la propuesta(comparativo en barras de porcentajes) para los datos de septiembre 2002 y abril del 2003.

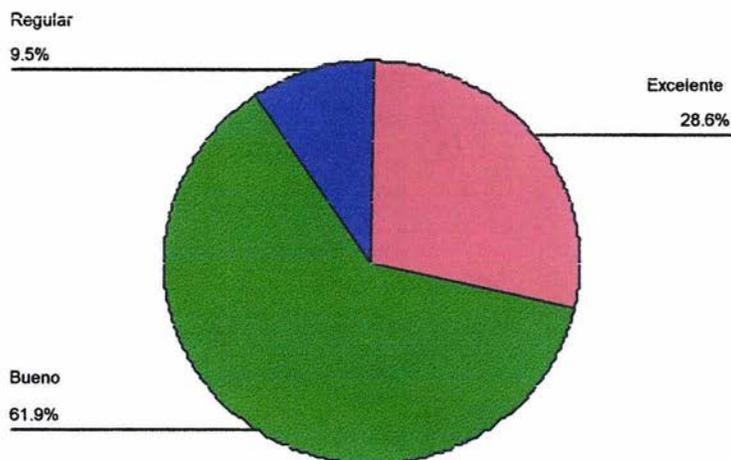
Estas preguntas son:

- a) Considera que el cambio de los instructores de esta escuela es?
- b) Conoce en que nivel esta su hijo?
- c) Conoce los niveles del programa de grupos?
- d) Conoce los niveles del programa para bebes?
- e) Conoce al Director Técnico de ésta escuela?
- f) Conoce al Director General de esta escuela?
- g) Sabe usted del boletín informativo

NOTA: Se ha hecho una pequeña modificación a las preguntas originales de la encuesta. También se exponen comentarios acerca de cada pregunta según lo observado durante la aplicación de las encuestas que no se incluyen en el citado reporte.

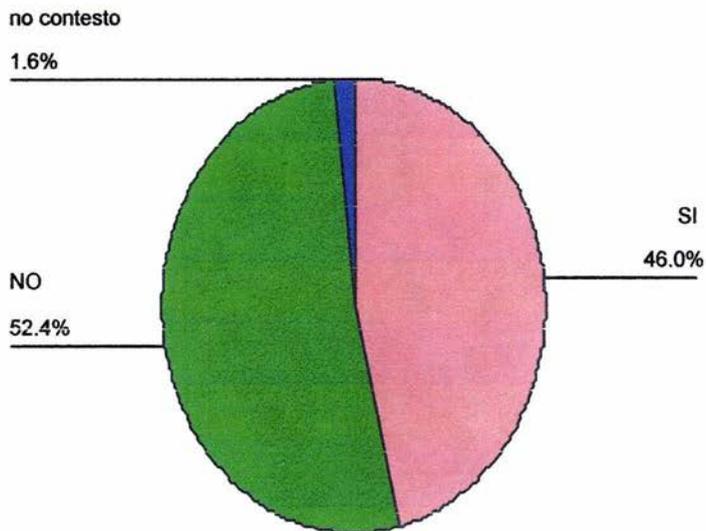
### GRAFICOS DEL REPORTE

Considera que el cambio de los instructores de esta escuela es:



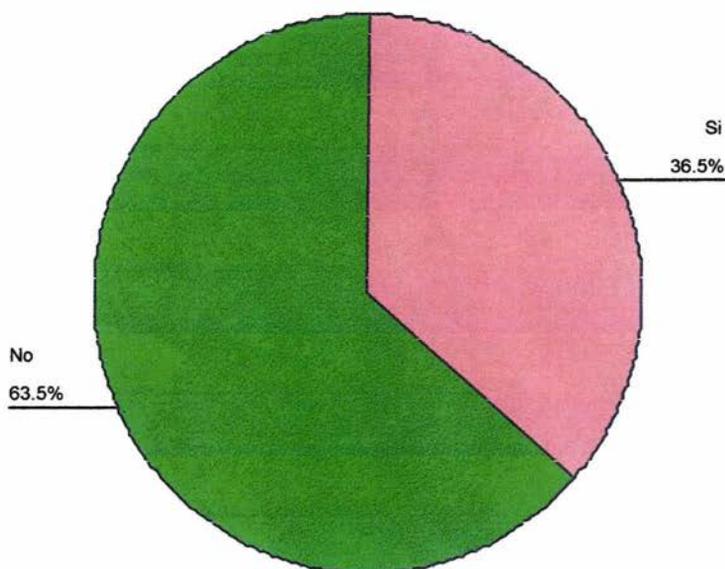
**Durante la aplicación se detecto que el usuario estaba considerando todo el tiempo que llevaba en la anv por lo que al algunos casos, no en todos se les hizo la aclaración acerca de lo que se estaba considerando como rotación de profesores, es decir, 2 o3 instructores por evaluación (una evaluación dura 3 meses)**

## Conoce en que nivel esta su hijo?



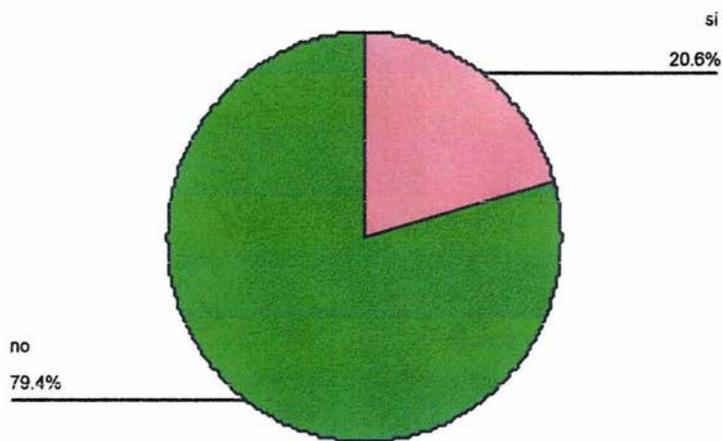
**Se observo que hacia una mayor comunicaci3n del instructor hacia el padre de familia, aunque estos 3ltimos en su mayor3a no les importa mucho ya que lo 3nico que desean es que sus hijos aprendan a nadar.**

Conoce los niveles del programa para niños y jóvenes?



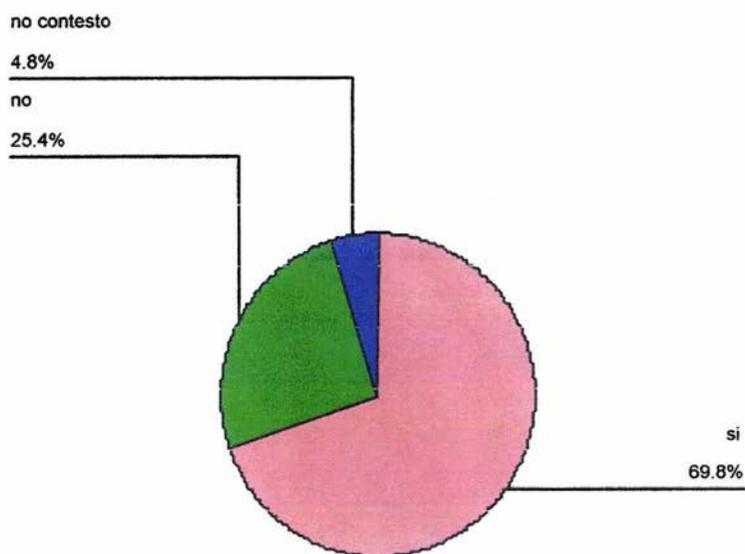
**Ya se mencionó que para los padres de familia a veces no es muy importante el sistema de educación que brinda la Acuática, se debe de insistir en una mayor divulgación (mediante una campaña o carteles alusivos a cada nivel ya que los acrílicos de información a veces no están colocados en una zona donde los usuarios los pueden consultar) estratégica que involucre a todo el personal del área de alberca**

## Conoce los niveles del programa para bebes



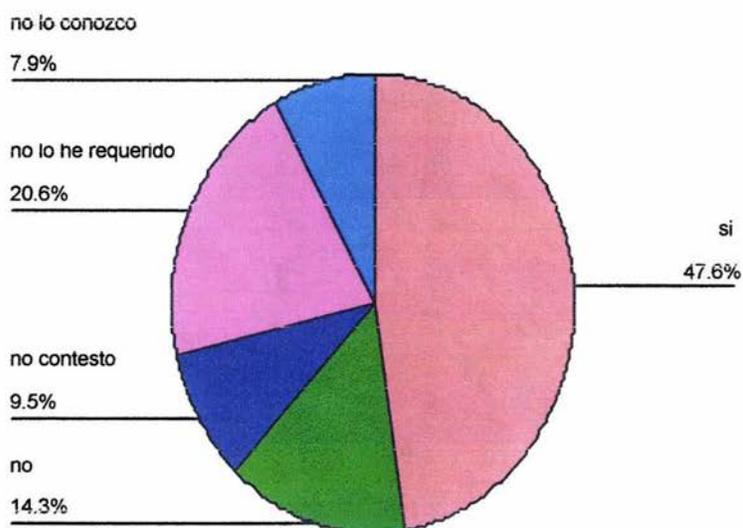
**Aquí se observo que la falta de respuesta se debe en parte a que los padres de familia que llevan a niños pues no les interesa saber sobre la enseñanza para bebes**

## Conoce al Director Tecnico de esta escuela?



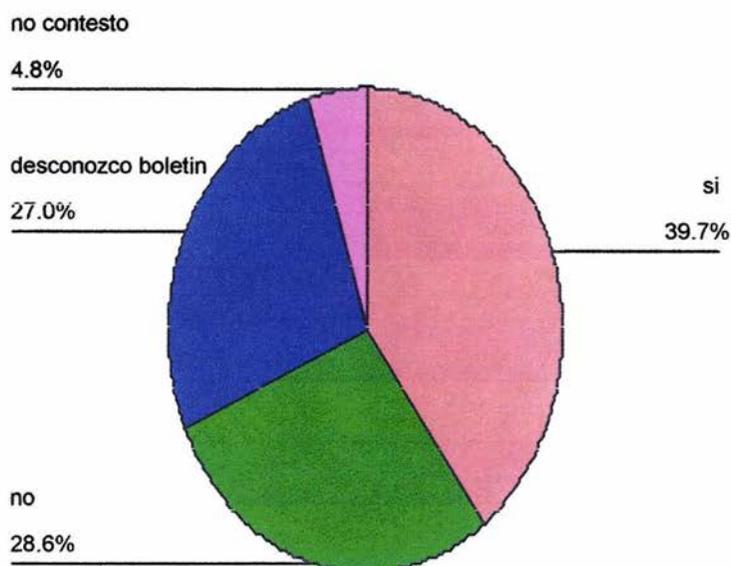
Sucede que el director técnico esta mucho tiempo dentro de la alberca dando clase cuando algún instructor se va, entonces la imagen que tienen los asistentes es de un instructor. Por consiguiente no la conocen por su cargo que ocupa dentro de la Acuática se ha sugerido colocar un pizarrón informativo para que cuando se este dentro de la alberca se le empiece a conocer por su cargo ya que se observo que portar el gafete no es suficiente.

## Conoce al Director General de esta escuela:



**Aquí los usuarios dieron una respuesta muy variada y como el director también se encuentra en la alberca no esta de demás incluir su puesto como el de director técnico.**

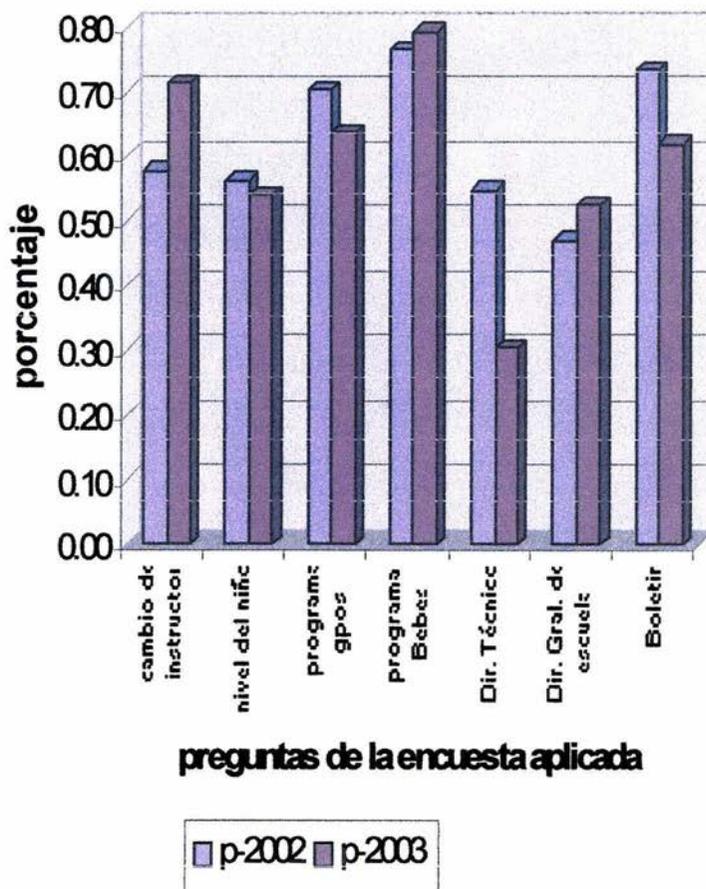
## Sabe usted del boletín informativo?



**La difusión del boletín en esta Acuática se puede realizar mediante la colocación de revisteros en la zona de alberca con el fin de que el usuario lea la información aunque no se lo lleve, ya que se ha detectado la poca funcionalidad al entregar los días de pago o colocados cerca del bebedero de agua.**

PROPUESTA

**Comparativo de las preguntas con más alto índice de inconformidad según las encuestas de sept-2002 y abr-2003**



Se muestra que para una mejor apreciación de los datos, este diagrama de barras refleja el comportamiento del proceso en cuanto a la respuesta del usuario.

Las pruebas de hipótesis son otra herramienta que se utilizó para probar los resultados del gráfico.

Dado que  $n$  es grande las proporciones suelen basarse en la aproximación de la curva normal.

Se considerará un nivel de significación de  $\alpha = 0.05$ ,  $n=63$ , y el porcentaje o proporción particular de las encuestas del 2002-2003 para cada pregunta como lo muestra la siguiente tabla.

preguntas de encuesta	no conformidades encontradas	p-2002 septiembre	p-2003 abril	no conformidades
cambio de instructores.	37	0.58	0.71	45
nivel del niño	36	0.56	0.54	34
programa gpos.	45	0.70	0.63	40
programa Bebés	49	0.77	0.79	50
Dir. Técnico	35	0.55	0.30	19
Dir. Gral. ANV-SJ	30	0.47	0.52	33
Boletín	47	0.73	0.62	39

Se utilizará la diferencia de proporciones (descrita en el capítulo III) puesto que ya tenemos los valores que resultaron de la implementación de las encuestas.

Sean

$\hat{P}_S$ : proporción estimada para sept-2002

$\hat{P}_A$ : proporción estimada para abr-2003

Tamaño de muestra es grande  $n=63$  y consideraremos  $\alpha = 0.05$  es decir deseamos un nivel de confianza del 95%

$$\text{Tenemos } Z_0 = \frac{\hat{P}_S - \hat{P}_A}{\sqrt{\frac{\hat{P}_S(1-\hat{P}_S)}{n_S} + \frac{\hat{P}_A(1-\hat{P}_A)}{n_A}}} \text{ valor crítico}$$

## HIPOTESIS

$$H_0: P_S = P_A \quad \text{vs} \quad \begin{aligned} H_1 &= P_S - P_A > 0 \\ H_1 &= P_S - P_A < 0 \\ H_1 &= P_S - P_A \neq 0 \end{aligned}$$

Criterio de rechazo

$$\text{Rechazo } H_0 \text{ si: } \begin{aligned} Z_0 &> Z_{1-\alpha} \\ Z_0 &< Z_\alpha \\ |Z_0| &> Z_{1-\frac{\alpha}{2}} \end{aligned}$$

Para la variación

$$H_0: \sigma_S^2 = \sigma_A^2 \quad \text{vs} \quad H_1: \sigma_S^2 \neq \sigma_A^2$$

$$\text{Rechazo } H_0 \text{ si: } F_0 > F_{\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)}(n_{S-1}, n_{A-1})$$

$$\bullet F_0 < F_{\left(\frac{1-\alpha}{2}\right)}(n_{S-1}, n_{A-1})$$

A continuación se muestran los cálculos para cada pregunta

### diferencia de proporciones calculo de z0

preguntas de encuesta	ps- estimado	pa- estimado	ps-pa	ps(1- ps)/ns	pa(1- pa)/na	z0	z(tablas)
rotación de prof.	0.58	0.71	-0.13	0.004	0.003	-1.539	0.0630
nivel del niño	0.56	0.54	0.02	0.004	0.004	0.226	0.5871
programa tec.gpos.	0.7	0.63	0.07	0.003	0.004	0.835	0.7967
programa tec. Bebes	0.77	0.79	-0.02	0.003	0.003	-0.271	0.3935
Dir. Técnico	0.55	0.3	0.25	0.004	0.003	2.934	0.9983
Dir. Gral. ANV-SJ	0.47	0.52	-0.05	0.004	0.004	-0.562	0.2877
Boletín	0.73	0.62	0.11	0.003	0.004	1.327	0.9065

### variación

preguntas de encuesta	desv(S)	desv(A)	F0	F(tablas)
rotación de prof.	0.004	0.003	1.333	1.65274
nivel del niño	0.004	0.004	1.000	0.60505
programa tec.gpos.	0.003	0.004	0.750	
programa tec. Bebes	0.003	0.003	1.000	
Dir. Técnico	0.004	0.003	1.333	
Dir. Gral. ANV-SJ	0.004	0.004	1.000	
Boletín	0.003	0.004	0.750	

De acuerdo a los valores expuestos en la tabla de  $z_0$ , ÚNICAMENTE se rechaza la hipótesis nula en la pregunta del Director Técnico. Aquí se debe de aplicar una acción correctiva para disminuir el alza en la proporción.

Para la tabla de la variación se acepta  $F_0$  en todos los casos.

Por lo tanto el comportamiento de opinión dentro de los encuestados para estos periodos son los mismos.

##### **5. Comentarios acerca de las sugerencias de los usuarios que se deben de tomar en cuenta en el seguimiento de las encuestas que se realizaron en abril del 2003.**

**Sugerencias y observaciones de los usuarios, se indica la situación o mejora realizada.**

##### **En cuanto a instalaciones que no es la alberca**

- a) Las instalaciones nos gustan pero los precios parecen elevados comparados con otras escuelas.

*Los precios son parte de la política de la empresa (Dirección General y Presidencia), en cuanto a los usuarios después de contratar el servicio pasado el tiempo se dan cuenta que es justificado de acuerdo a la atención que reciben los miembros y estos comentarios son en general por los nuevos usuarios.*

- b) Los vestidores y baños de mujeres huelen mal, a veces falta jabón, se debe modernizar los vestidores, en las regaderas se encharca el agua y hay mal olor.

*La modernización no se puede hacer por ser una concesión (no se puede hacer ninguna modificación a la estructura), en lo relacionado a la limpieza y*

*mantenimiento se hablo con el personal encargado indicándoles que es su responsabilidad mantener el área en óptimas condiciones, en cuanto al encharcamiento de agua se le dio mantenimiento(destapando la cañería) a esta área.*

c) la cafetería mas parece tienda

*por el tamaño de la acuática el consumo de artículos comestibles y deportivos es mínimo ya que el espacio para esta área es reducido en relación con otras acuáticas*

#### **En cuanto a instructores**

d) Promover el esquema de competencias como motivación y clases alternativas para bebes como futbol, tkd o gimnasia olímpica

*El esquema de competencias esta calendarizado existiendo un periodo de enseñanza para tal motivación y reconocimiento hacia el usuario.*

*1.- tkd se maneja para niños a partir de los tres años y cuando el miembro se quiere incorporar por primera vez pero esta indesiso en cuanto a la adaptación a la actividad se motiva a que tome de 1 a 2 sesiones sin costo en el momento para que el padre de familia reafirme su decisión en cuanto a la misma(estas sesiones se cobrarán al momento de su incorporación)*

*2.- futbol no se tiene por el espacio de las instalaciones*

*3.- gimnasia olímpica no hay.*

e) Falta creatividad, psicología, paciencia y entusiasmo por parte de los instructores, que se preocupen mas por los conocimientos de los alumnos, la calidad de las clases es pobre eso quita continuidad y seguimiento

*Se pondrá mayor énfasis en su capacitación atendiendo estos puntos.*

f) La rotación de los profesores es muy alta

*La rotación se da por deseo de superación de los profesores, más sin embargo salvo a principios de año no a existido tal, esto es una apreciación errónea por parte del usuario por lo anteriormente explicado y dado que para las encuestas se considera que la rotación es de 2 a 3 profesores en un solo periodo de evaluación*

g) Que sean puntuales los profesores,platican mas de lo que enseñan, algunos no reunen los

requisitos para desempeñarse como tales, algunos instructores deben de bajar de peso

*Se realizó junta con el Director de la Acuática y la Directora Técnica para plantear acciones que permitieran corregir la disciplina dentro de la alberca, en referencia a la imagen de los instructores (gorditos), por su complejidad no quiere decir que no sean eficientes en su trabajo.*

#### **En cuanto a la alberca**

- h) Alberca pequeña, algunas veces el agua está fría, es difícil ver la clase cuando hay muchos niños, sería útil contar con un análisis periódico sobre la calidad del agua y la frecuencia con la que ésta se renueva

*Se reitera que como es una concesión no se pueden hacer modificaciones, en cuanto al análisis de la calidad del agua lo realiza la compañía MARTLAB bimestralmente y se coloca el resultado en los murales de la Acuática, en cuanto a la temperatura del agua se encuentra entre 29°C y 30°C y constantemente se realizan los retrolavados.*

#### **En cuanto a eventos**

- i) No saber el criterio de selección de los niños para las exhibiciones, ya que en un año no me han invitado, se tardan demasiado tiempo en aprender(años) y la organización de todos los eventos es pésima,

*Se le dará una difusión continua a cerca de los requisitos para la elección de los bebés que participaran en dichos eventos, en cuanto a la organización de las competencias, la Dirección Técnica y Coordinación mejoraran la presentación y el correcto desarrollo de dichos eventos con el fin de que sean agradables a los asistentes.*

## **6. Propuesta de aplicación que ayudará a dar seguimiento a las áreas que lo requieren.**

Una vez que se realizó el gráfico de control se propone utilizar el siguiente modelo matemático para evaluar las encuestas, mejor aun evaluar cualquier área, empresa o personal administrativo mostrando los datos por supuesto en un gráfico de control (mencionados en capítulos anteriores) según sean las necesidades.

A continuación se describe este modelo:

### **CALIFICACION DE LA CALIDAD**

Hay muchas situaciones en la que es deseable comparar el desempeño de operarios, turnos, plantas o vendedores. Para comparar el desempeño en la calidad se necesita un sistema de calificación para clasificar, ponderar y evaluar las no conformidades.

Las no conformidades y por extensión, las unidades no conformes, se clasifican según su gravedad.

Tenemos tres clases las graves, las importantes y las secundarias.

1. **Las no conformidades graves.** Es aquella que el juicio y la experiencia indican que dará lugar a condiciones peligrosas o riesgosas a las que estarán sujetos aquellas personas que usan o dan mantenimiento al producto o dependen de este, también se refiere a aquella inconformidad que impida el adecuado desempeño del producto.
2. **Las no conformidades importantes.** Es aquella que aunque se determine si es probable que ocasione fallas o que reduzca el valor de uso del producto.
3. **Las no conformidades secundarias.** Es aquella que es poco probable que reduzca el valor de uso del producto. Este tipo de no conformidad por lo general tiene que ver con el aspecto del producto.

Una vez que se define el sistema de clasificación ya se pueden definir los pesos que se asignara a cada clase. Se puede proponer cualquier peso a las calificaciones se considera adecuado una asignación de nueve puntos en el caso de una no conformidad grave, tres puntos para una importante y un punto para una secundaria , dado que una no conformidad importante es tres veces el peso de una secundaria y una grave tiene un peso de tres veces el peso de una importante.

### Calculo de los datos para el Gráfico de control

Se definen las gráficas de control y se procede a la representación de puntos, para saber el número de deméritos por unidad. El demérito por unidad se calcula mediante la fórmula:

$$D = w_c u_c + w_{ma} u_{ma} + w_{mi} u_{mi}$$

Donde

D= demeritos por unidad

$w_c w_{ma} w_{mi}$  = pesos \_ correspondiente \_ a \_ las \_ 3 \_ clases

$u_c u_{ma} u_{mi}$  = número \_ de \_ no \_ conformidades  
por \_ unidad \_ en \_ cada \_ una \_ de \_ las \_  
3 \_ clases

Es decir las clases: grave, importante y secundario. Cuando

$w_c w_{ma} w_{mi} = 9, 3, 1$  \_ respectivamente

la formula es

$$D = 9u_c + 3u_{ma} + 1u_{mi}$$

Los valores de D calculados en la fórmula se consignan den la gráfica para cada subgrupo.

La línea central y los límites de control  $3\sigma$  se obtiene de las fórmulas

$$D_0 = 9u_{0c} + 3u_{0ma} + 1u_{0mi}$$

$$\sigma_{0u} = \sqrt{\frac{9^2 u_{0c} + 3^2 u_{0ma} + 1^2 u_{0mi}}{n}}$$

$$UCL = D_0 + 3\sigma_{0u} \quad LCL = D_0 - \sigma_{0u}$$

De donde  $u_{0c}$ ,  $u_{0ma}$ ,  $u_{0mi}$  representan las no conformidades estándar por unidad correspondientes a las calificaciones grave, importante y secundaria, respectivamente.

Las no conformidades por unidad correspondientes a cada calificación se obtiene dividiendo las no conformidades de cada clase entre total de unidades o servicios inspeccionados.

Las suma de estas las clases nos dirá si esta dentro de los límites de control, hacer el cálculo de los deméritos por día para llenar el gráfico de control y tomar una decisión.

Los sistemas de calificación de la calidad basados en demeritos por unidad son útiles en el control de desempeño y constituyen un elemento importante del SISTEMA DE CALIDAD TOTAL.

Los formatos para la recopilación de los datos se dejan a libre criterio de cada persona, ya que la responsabilidad de su elaboración debe ser de quién este familiarizado con el proceso que se desea monitorear u observar (previa consulta con las personas involucradas en dicho proceso para hacer la unificación de criterios para su aplicación), esto en el caso de que no existan formatos para dicha captura y monitoreo. Después de probar la efectividad de los formatos a través de las pruebas y modificaciones necesarias estos podrán pasar a formar parte de un manual de procedimientos.

## CONCLUSIONES

**El uso de estas técnicas para la toma de decisiones en la empresa se requiere de la disposición de cada representante de departamento junto con su equipo de trabajo elabore un documento especificando las acciones preventivas y correctivas, así como los alcances de su trabajo con otras áreas incluyendo un apartado para los casos que en primera instancia no se habían contemplado por su rara ocurrencia anotando cual fue el procedimiento que se siguió para resolverlo y utilizarlo en futuras ocasiones (manual de procedimientos) el cual será entregado a la dirección para su análisis y aprobación o modificación según se requiera.**

**Se recomienda que exista los departamentos y personal necesarios para no duplicar trabajo, esto incluye de ser posible un área de captura de datos, una de estadística y control de calidad, ya que estas apoyaran de manera significativa el trabajo de toda la empresa.**

## **BIBLIOGRAFIA**

**CONTROL DE CALIDAD**  
**DALE H. BSTERFIELD**  
**ED. PRENTICE HAL**

**LA INSPECCION Y EL CONTROL DE LA CALIDAD**  
**ANTONIO SANCHEZ SANCHEZ**  
**ED. LIMUSA**

**PROBABILIDAD Y ESTADISTICA**  
**APLICACIONES Y METODOS**  
**JORGE C.CANAVOS**  
**ED. MCGRAWN HILL**

**ESTADISTICA APLICADA**  
**(TECNICAS DE LA ESTADISTICA MODERNA, CUANDO Y DONDE APLICARLAS)**  
**BERNARD OSTLE**  
**ED. LIMUSA**

**LA EMPRESA Y LA ESTADISTICA**  
**TOMO II (ESTADISTICA Y GESTION DE LA EMPRESA)**  
**RAYMOND DUMAS**  
**EDICIONES RIALP,S.A.**

**HERRAMIENTAS ESTADISTICAS BASICAS PARA EL MEJORAIENTO DE LA CALIDAD.**  
**HITOSHI KUME**  
**GRUPO EDITORIAL NORMA**

**HERRAMIENTAS Y TECNICAS DE MEJORA I**  
**(MANUAL DEL PARTICIPANTE)**  
**COMPITE, COMITÉ NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, A.C.**

**ESTADISTICAS PARA CALIDAD II**  
**(MANUAL DEL PARTICIPANTE)**  
**COMPITE, COMITÉ NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, A.C.**

**INTERPRETACION DE LA NORMA ISO 9001-2000 COMO CONTRIBUCIÓN AL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD.**  
**(MANUAL DEL PARTICIPANTE)**  
**COMPITE, COMITÉ NACIONAL DE PRODUCTIVIDAD E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA, A.C.**

**APLICACIÓN BASICA DEL CONTROL ESTADISTICO A LA CALIDAD EMPRESARIAL.**  
**BOLETIN 5 COMISION DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD EMPRESARIAL.**  
**IMCP (INSTITUTO MEXICANO DE CONTADORES PUBLICOS,A.C)**

**LA CALIDAD LA HACEMOS TODOS**  
**(GUIA DE CALIDAD TOTAL PARA EMPLEADOS Y TRABAJADORES)**  
**LUIS CASTAÑEDA**  
**ED. PODER**

**CONTROL DE CALIDAD Y ESTADISTICA INDUSTRIAL**  
**ACHESON J.DUNCAN**  
**ED. ALFAOMEGA**