



FACULTAD DE INGENIERÍA UNAM
DIVISIÓN DE EDUCACIÓN CONTINUA

DESARROLLO EMPRESARIAL

DIPLOMADO EN SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD ISO 9001:2000

MODULO VI

***APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA EL
SEGUIMIENTO, MEDICIÓN, ANÁLISIS Y MEJORA DE PROCESOS***

Del 14 de Octubre al 04 de Noviembre de 2006

APUNTES GENERALES

DE-47

Instructora: Lic. Maria del Carmen Martin Piedra
Palacio De Minería
Octubre del 2006

MODULO VI.
**APLICACION DE HERRAMIENTAS BASICAS PARA EL SEGUIMIENTO,
ANALISIS Y MEJORA DE PROCESOS.**

OBJETIVO:

MANEJAR HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA EVALUAR, ANALIZAR Y MEJORAR LOS PROCESOS Y EL SISTEMA DE GESTION DE LA CALIDAD EN UNA ORGANIZACIÓN.

TEMARIO:

1. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA EL SEGUIMIENTO, MEDICION, ANALISIS Y MEJORA

- 1.1 Hoja De verificación o evaluación
- 1.2 Diagrama de Pareto
- 1.3 Diagrama causa efecto
- 1.4 Histogramas
- 1.5 Estratificación
- 1.6 Graficas de control y corridas
- 1.7 Técnica Delphi
- 1.8 Lluvia de ideas
- 1.9 Diagrama de afinidad

2. SEGUIMIENTO, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

- 2.1 Seguimiento y medición de los procesos
- 2.2 Determinación de los métodos de seguimiento y medición
- 2.3 Causas de la variabilidad de los procesos, características y tendencias
- 2.4 Análisis de los procesos
- 2.5 Mejora de los procesos mediante acciones correctivas y preventivas

3. SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PRODUCTO

- 3.1 Determinación de características y criterios de control, de acuerdo a las etapas de producción, almacenamiento y entrega
- 3.2 Identificación del estado del producto y su trazabilidad
- 3.3 Control de producto no conforme
- 3.4 Determinación de datos de la conformidad del producto (tendencias)
- 3.5 Mejora de los productos mediante acciones correctivas y preventivas.

4. DETERMINACIÓN DEL SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

5. MEJORA CONTINUA DE LA EFICACIA DEL SISTEMA

- 5.1 Requisitos de la mejora continua de la NMX-CC-9001-IMNC-2000
- 5.2 Auto evaluación de la madurez del sistema de gestión de calidad

5.3 Mejora continua-proyectos de avance significativo y actividades de mejora continua escalonada.

1. HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA EL SEGUIMIENTO, MEDICION, ANÁLISIS Y MEJORA

1.1 Hoja De verificación o evaluación

Hoja de Verificación o registro es el nombre genérico que se le da a los documentos, listas o formatos utilizados en muchas organizaciones para los siguientes fines.

La hoja de verificación es la hoja que se usa para recolectar datos en un formato lógico, sirve como herramienta de transición entre la recolección de datos y el uso de las técnicas más elaboradas.

Su objetivo primordial es lograr que un jefe de departamento, gerente, un ingeniero de planta, los supervisores o los mismos operarios estén en capacidad de reunir, y organizar datos en un formato tal que les permita un análisis eficiente y fácil.

Los datos recolectados en una hoja de verificación tienen un uso directo en la elaboración de otras gráficas de control de calidad, como la gráfica de control, el histograma, el diagrama de Pareto etc. Además aloja de verificación sirve para lo siguiente:

- ✓ Proporciona un medio para registrar de manera eficiente los datos que servirán de base para subsecuentes análisis
- ✓ Proporciona registros históricos, que ayudan a percibir los cambios en el tiempo
- ✓ Facilita el inicio del pensamiento estadístico
- ✓ Ayuda a traducir las opiniones en hechos y datos
- ✓ Se puede usar para confirmar las normas establecidas
- ✓ Facilita el cumplimiento del trabajo
- ✓ Acelera la detección y resolución de problemas

Objetivos de la hoja de verificación

1. Señalar una secuencia Sistemática para hacer operaciones, observaciones o inspecciones.
2. Facilitar la recolección de datos.
3. Relacionar los pasos o eventos que constituyen un proyecto y proporcionar un medio efectivo para su monitoreo.

TIPOS DE HOJAS DE VERIFICACIÓN

El diseño de hojas de verificación debe facilitar el logro de los objetivos planteados Cuando el grupo de mejora diseñe una de ellas, es importante determinar lo que se quiere obtener de los datos y la manera como estos se vana usar, con el fin de lograr un beneficio óptimo de la información.

Hay tres tipos de hojas de verificación que se pueden emplear en una situación dada:

- Hoja para registro de datos
- Hoja de localización
- Lista de Verificación

Procedimiento de elaboración

A continuación se presenta un modelo de procedimiento para elaborar una hoja de verificación. Usted puede ajustar estos pasos según sus necesidades y condiciones de su ambiente de trabajo, así como al tipo de hoja que requiera.

Por otra parte, en las empresas también existen ya algunas hojas de verificación preestablecidas, las cuales conviene utilizar de manera uniforme para facilitar los análisis.

1. Defina claramente el propósito de la recolección de datos
Identifique los factores más significativos en el problema o área de mejora. No recoja datos por recoger. Asegúrese que la información que se tenga sea utilizada.
2. Decida cómo recolectar los datos
Utilice preguntas qué, dónde, cuando, quién, por qué, cómo y determine responsable, fecha y lugar de la recolección, así como el método de recolección.
3. Estime el total de datos que serán recolectados
El total de datos varía según la situación. Considere si los datos pueden ser recolectados dentro del tiempo especificado
4. Decida el formato de la hoja
Haga un borrador de la hoja procurando que sea de fácil uso. Al mismo tiempo, defina el arreglo de los elementos y los símbolos que se vayan a utilizar. Como veremos en otro capítulo, es necesario estratificar los datos, o sea, clasificarlos u organizarlos con algún criterio, para obtener conclusiones más acertadas.
5. Escriba los datos en la hoja
En caso de variables, defina la unidad de medición, y cerciórese de la certificación de los sistemas de medición; para atributos, defina los símbolos que se van a utilizar.
6. Verifique una vez más su factibilidad de uso
¿Satisface sus objetivos? ¿Es fácil de usar? Actualice el formato de la hoja en caso que sea necesario

A continuación vamos a describir cada uno de los tipos de hojas de verificación

A. HOJA PARA REGISTRO DE DATOS

- Datos por variables

La recolección de datos implica reunir datos acerca de las variables que en una empresa inciden sobre la calidad total, como tiempo de atención a clientes, tiempos de procesos, tiempos de preparación de máquinas, desviación de metas, costo del retrabajo por mes, retardos del personal etc.

Cuando estos datos se quieren medir, se representan en una hoja de verificación para variables, que se asemeja mucho a la de distribución de frecuencias (de hecho es su antecedente)

Ejemplo 1

El tiempo que transcurre desde que un cliente entra a un restaurante hasta que se le pide la orden se considera un parámetro importante en la satisfacción del mismo. La hoja mostrada a continuación registra la distribución de frecuencias de 50 clientes. Notación. *f* denota el número de casos en cada clase, y el conteo se realiza por medio de "tallos" y "ramas"

RESTAURANTE GARCIA'S Suc. Colón

11-Jun-91

Periodo 7:00 - 9:00

Observador: José Barrios

Tiempo (minutos)	Conteo	f
0 - 2.0	— III — III	8
2.0 - 4.0	— III — — III — III	13
4.0 - 6.0	— III — — III — — III —	15
6.0 - 8.0	— III — III	9
8.0 - 10.0	— III —	5
TOTAL		50

Estos datos se pueden presentar después en la forma de una distribución de frecuencias, y pueden graficarse como un histograma.

□ Datos por atributos

La recolección de datos también puede hacerse por atributos, donde se presta atención al tipo y frecuencias de la causa de un problema, por ejemplo, la rotación del personal puede tener como causas: falta de motivación, mejores oportunidades, trabajo poco interesante, malas relaciones con el supervisor o con los compañeros, las mermas pueden deberse a diferentes causas: materia prima defectuosa, fallas de las máquinas, errores de personal, mal manejo, desperdicio necesario. etc. Es decir, a un problema se le atribuyen causas. Puesto que hay muchas causas posibles de un error o falla, la manera lógica de recolectar los datos es determinar el número de productos o servicios disconformes según la lista de causas, o el porcentaje de defectos generados por cada causa. Con esta información, se pueden llevar a cabo acciones para la mejora.

Ejemplo 2

La hoja que aparece abajo fue creada para registrar el tipo de defecto que puede ocurrir en un estado de cuenta de crédito, el registro se lleva a cabo cada mes.

Estados de cuenta JCP

Periodo: Ene-Abr. 1991

Lugar: Zona Noreste

Encargado: Enrique Alonso

TIPO DE ERROR	ENE	FEB	MAR	ABR	Total
cargo diferido	///	////	/	///	11
cargo erróneo	//	///	///	//	12
dirección equivocada		//	///	///	10
nombre/ dirección mal tecleados	/		///		5
Total	6	9	13	10	

B) LISTA DE VERIFICACIÓN

La lista de verificación es una enumeración de elementos dispuestos en orden determinado, secuencia de inspección, pasos secuenciales de un proceso, lista de materiales por orden de uso...

Esta herramienta se utiliza para evitar la omisión de pasos en procedimientos largos o complicados, o para comprobar si está completa una lista de materiales que deben usarse o de actividades que deben cumplirse.

Ejemplo

La siguiente, es una hoja de verificación usada para verificar el estado de cumplimiento con las actividades de un instructor en la impartición de la enseñanza.

Asignatura: Química

Instructor: Juan Pérez

Fecha: 19 de septiembre del 2005

	Cumple	no cumple
Uso de material didáctico	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Programa de estudio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Puntualidad del instructor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Plan de sesión	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Competencia del instructor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

LECTURA Y USO DE LA LISTA DE VERIFICACIÓN

De nada sirve tener mucha información si no se sabe cómo utilizarla. Para leer y utilizar correctamente la hoja de verificación (en cualquiera de sus formas) se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

- ❖ Visualice toda la hoja
Observe los datos obtenidos de manera global, tratando de encontrar una posible concentración de éstos: ¿tienen alguna tendencia? ¿Hay datos anómalos?...Vea las series de tiempo. Trate de encontrar cambios periódicos en los datos, ya sea en una base diaria, semanal.
- ❖ Enlace la hoja de verificación con otras herramientas básicas
A partir de ésta se puede construir un diagrama de Pareto, un histograma y otras. Esta herramienta será de valor si el análisis de los datos conduce a resultados prácticos, por ejemplo, la resolución de un problema o el logro de una mejora.
- ❖ Las Hojas deben cumplir con el objetivo que se definió para su uso
Puesto que hay distintos tipos de hojas, las que usted ha diseñado debe satisfacer el propósito definido.
- ❖ Realice las acciones correctivas tan pronto como sea posible
Los datos y la información recabados deben servir para proseguir el análisis del proceso o producto, con miras a establecer acciones para prevenir que se repitan errores o evitar nuevo.

1.2 Diagrama de Pareto

El primero paso para el análisis y solución de problemas es la elaboración de un Diagrama de Pareto. Esta técnica es aplicable a toda situación que resulte de la intervención de causas o factores diversos.

El Diagrama de Pareto es una gráfica que representa en forma ordenada de acuerdo a su magnitud e importancia, la frecuencia de la ocurrencia de las distintas causas de un problema.

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

En la mayoría de los casos, el 80% de un problema es generado por el 20% de las causas.

Por lo tanto, si se concentra la atención primeramente en ese 20%, se asegurara resolver el problema en un 80%. El Diagrama de Pareto indica cual causa del problema debe atacarse primero, en término de su contribución al incumplimiento.

A continuación se describen los pasos a seguir para la elaboración de un Diagrama de Pareto.

Paso 1. Seleccionar el problema a analizar

Paso 2. Seleccionar la unidad de medida para el análisis

- número de alumnos
- costos
- otra medida de impacto

Paso 3. Seleccionar el período de tiempo que se tomará para el análisis de los datos.

Paso 4. Listar en orden decreciente las causas

Paso 5. Realizar los cálculos de frecuencia acumulada y porcentaje acumulado.

- La frecuencia acumulada se calcula con la frecuencia de cada elemento más el valor anterior.
- El porcentaje acumulado se calcula dividiendo el valor de cada elemento entre la suma de todos los elementos

Paso 6. Hacer los cálculos.

Se construye una tabla donde contenga la frecuencia, la frecuencia acumulada y el porcentaje acumulado

Paso 7. Trazar un plano Cartesiano. El eje vertical es la escala de valores y el horizontal es la de los eventos. Use el extremo derecho como escala porcentual, considerando 0% el cruce con el eje horizontal y 100% la suma de los valores

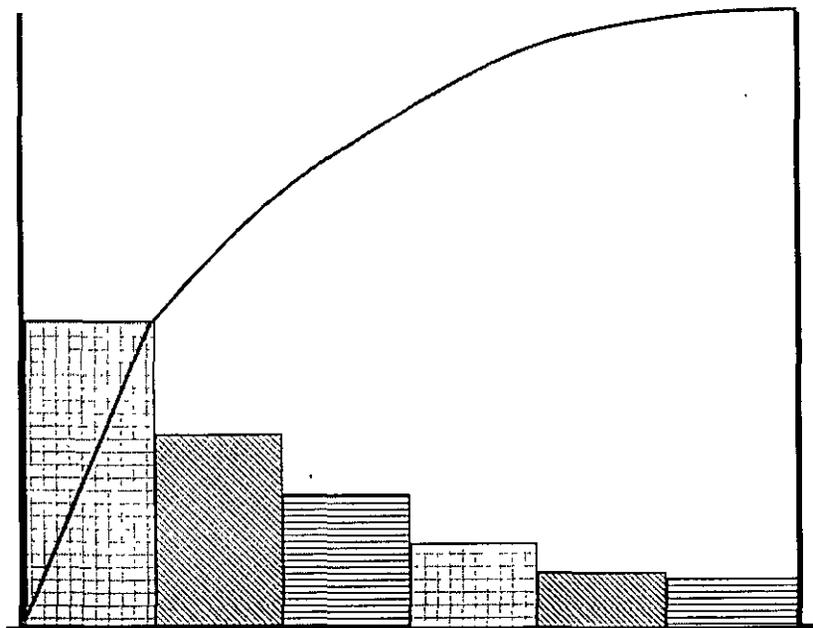
Construya una grafica sobre el eje horizontal con barras correspondiente a cada tipo de defecto o falla. La altura de cada barra representa la ocurrencia del defecto. El ancho de cada barra dependerá de la cantidad de categorías consideradas.

La altura de cada barra y el orden de aparición nos indican la participación de estas en el problema, así como la prioridad en que deberán considerarse para su análisis y corrección.

Grafique el Porcentaje Relativo Acumulado, proyecte una línea paralela al eje horizontal que coincida con el porcentaje relativo acumulado de cada categoría y córtela con la proyección del extremo derecho de cada barra. Una estos puntos partiendo desde la intersección del eje horizontal con el eje vertical izquierdo, debe unir todos los puntos de intersección hasta terminar en la graduación de 100% del eje vertical derecho.

CANTIDADES

PORCENTAJES
%



CATEGORÍAS

Ejemplo

Se desea conocer de las causas de tiempo perdido en la impartición de la capacitación en una empresa X, y determinar los que más incidencia tienen en un trimestre. Para ello se tienen los siguientes datos:

Causas de tiempos perdido	Tiempo perdido (horas)
No hay local acondicionado	46
Falta el docente	10
Tardanza del docente	15
No se tiene el plan de sesión para la impartición de la docencia	20
Fallas eléctricas y mecánicas en los equipos del laboratorio de prácticas	35
No tiene competencia adecuada el docente	50

Paso 1. Seleccionar el problema a analizar

En este caso es determinar la incidencia de las causas de tiempo perdido

Paso 2. Seleccionar la unidad de medida para el análisis

En nuestro caso es el tiempo perdido en horas.

Paso 3. Seleccionar el período de tiempo que se tomará para el análisis de los datos. En nuestro ejemplo consideremos que son el tiempo perdido en un trimestre

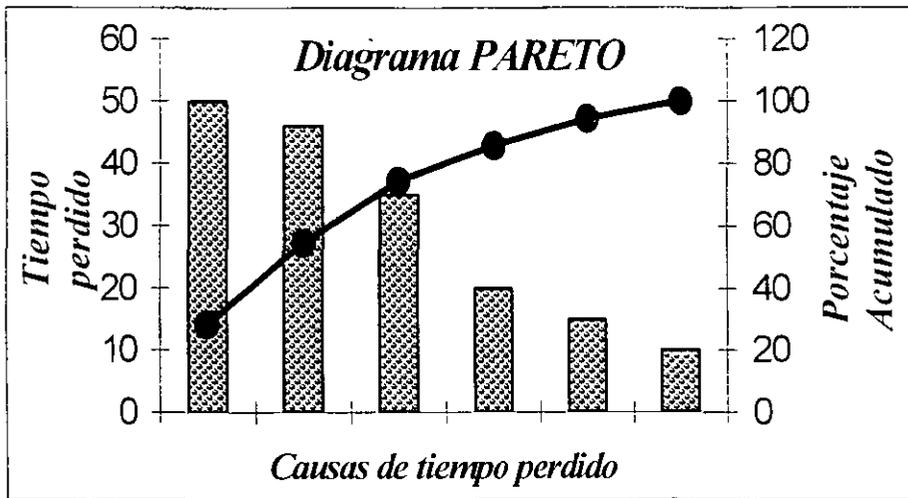
Paso 4. Listar en orden decreciente las causas. Para nuestro ejemplo:

Causas de tiempos perdido	Tiempo perdido (horas)
No tiene competencia adecuada el docente	50
No hay local acondicionado	46
Fallas eléctricas y mecánicas en los equipos del laboratorio de prácticas	35
No se tiene el plan de sesión para la impartición de la docencia	20
Tardanza del docente	15
Falta el docente	10

Paso 5. Hacer los cálculos.

Se construye una tabla donde contenga la frecuencia, la frecuencia acumulada y el porcentaje acumulado

Diagrama de Pareto. Causas de tiempos perdidos en la impartición de la docencia			
causas	Tiempo perdido o frecuencia	frecuencia acumulada	Porcentaje acumulado
No tiene competencia adecuada el docente	50	50	28.4
No hay local acondicionado	46	96	54.5
Fallas eléctricas y mecánicas en los equipos del laboratorio de prácticas	35	131	74.4
No se tiene el plan de sesión para la impartición de la docencia	20	151	85.8
Tardanza del docente	15	166	94.3
Falta el docente	10	176	100.00
total	176		



1.3 Diagrama causa efecto

Este diagrama, también conocido como de espina de pescado o de Ishikawa tiene las siguientes aplicaciones

- Analizar las relaciones de causa – efecto
- Comunicar las relaciones de causa- efecto
- Facilitar la solución de problemas desde los síntomas hasta la solución de las causas.

El diagrama causa-efecto es un diagrama para pensar y representar las relaciones entre un efecto determinado y sus posibles causas.

Las principales causas potenciales se organizan en categorías principales y se ramifican en subcategorías, de manera que el diagrama resultante parezca el esqueleto de un pez.

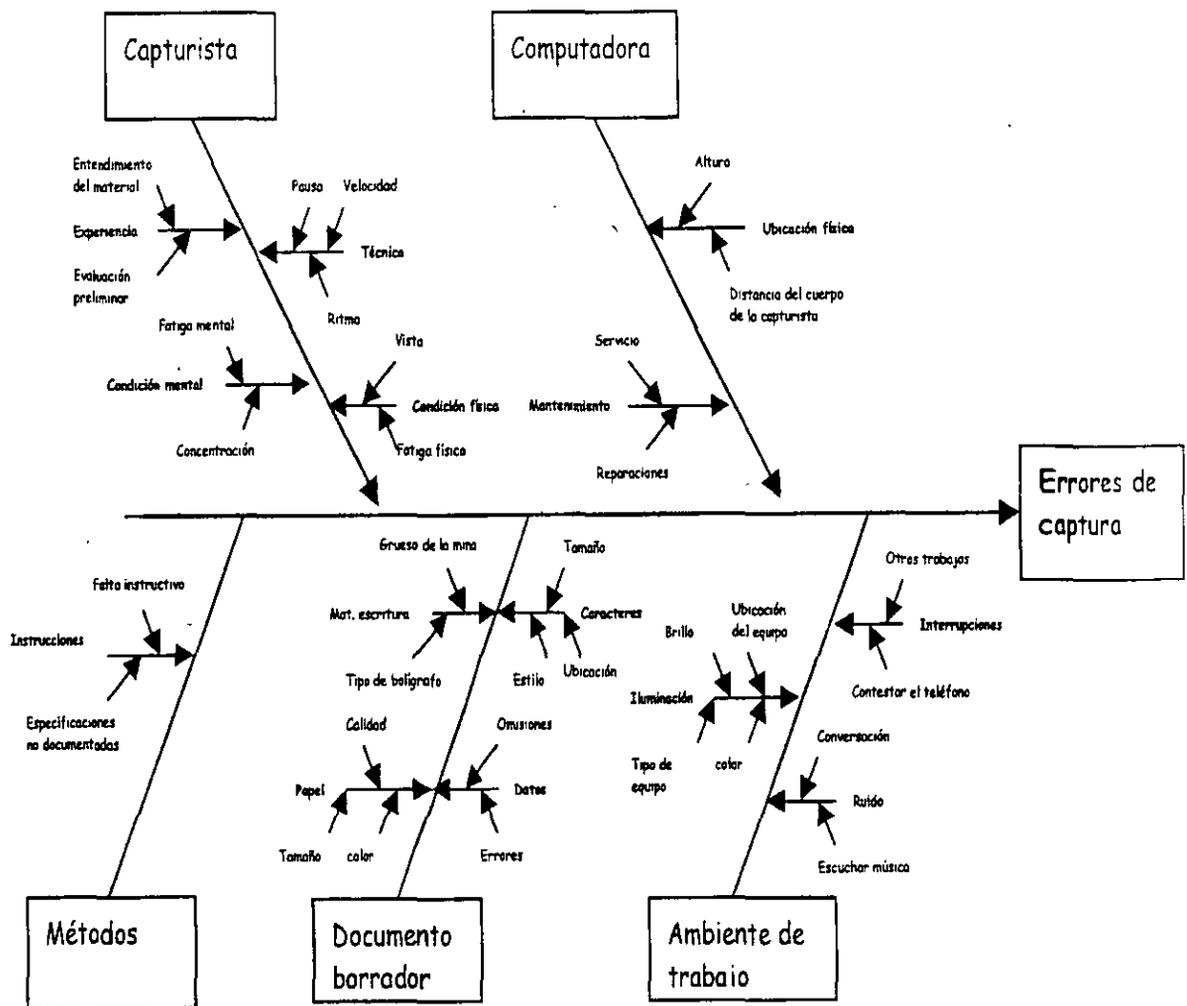
Procedimiento

- (a) Definir el efecto de manera clara y concisa
- (b) Definir las principales categorías de las causas posibles. Los factores que generalmente se consideran son:
 - mano de obra
 - medio ambiente
 - equipo o herramientas
 - materiales
 - mediciones
 - métodos
- (c) El efecto se describirá en un cuadro que se coloca en la parte central derecha del diagrama y las principales categorías se ubican en los extremos del esqueleto.

- (d) Desarrollar el diagrama pensando directamente y escribiendo en todos los siguientes niveles de causas y continuar este procedimiento hacia los niveles de mayor orden. Para que el diagrama quede bien elaborado, se requiere de dos o tres niveles
- (e) Identificar y seleccionar un pequeño número (2 a 5) de las causas de más alto nivel que probablemente tengan mayor influencia en el efecto y requieran de una acción correctiva

El diagrama de causa –efecto generalmente debe ser elaborado por las personas que tengan conocimiento del problema y de sus posibles soluciones, sin embargo puede hacerse por una sola persona que cuente con la experiencia y conocimiento adecuado del proceso

Ejemplo - Posibles causas de los errores de captura de datos



1.4 Histogramas

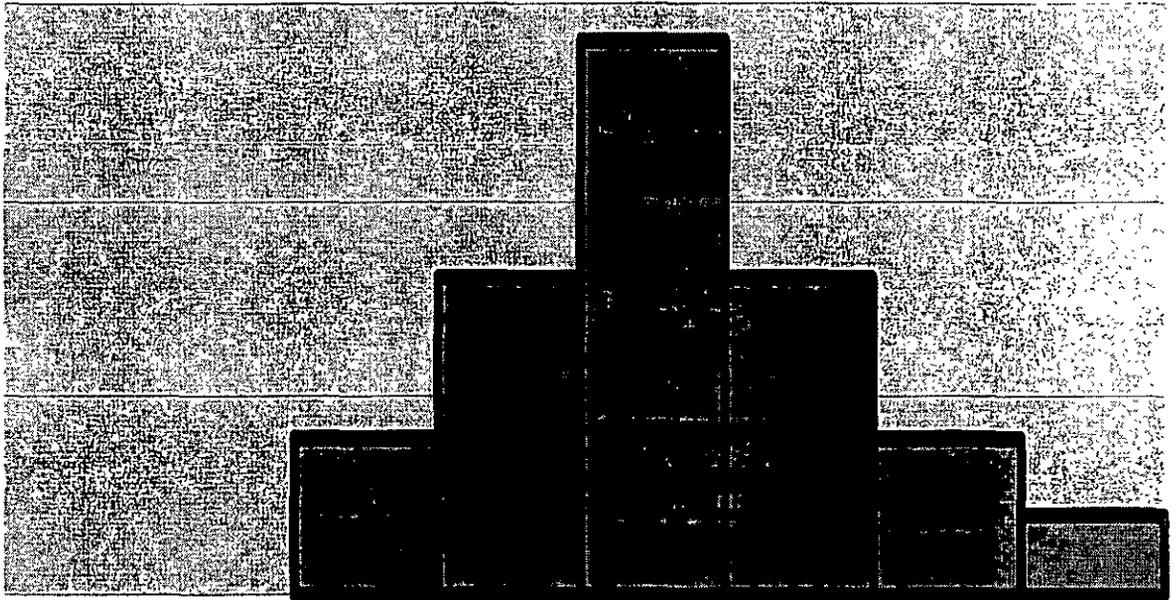
El histograma es una gráfica integrada por un conjunto de barras que representan la frecuencia con la que una serie de datos se distribuye en clases o intervalos determinados, sobre un eje de coordenadas.

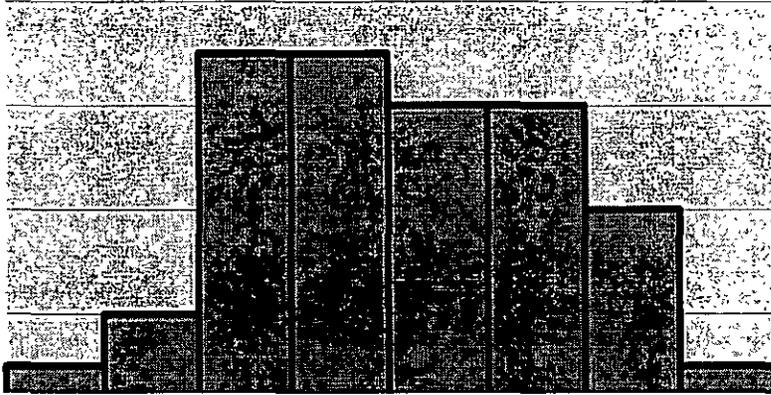
Usos: el histograma es una herramienta estadística que se usa fundamentalmente para:

- Comunicar visualmente la información sobre el comportamiento.
- Mostrar patrones de forma, tendencia central y variabilidad

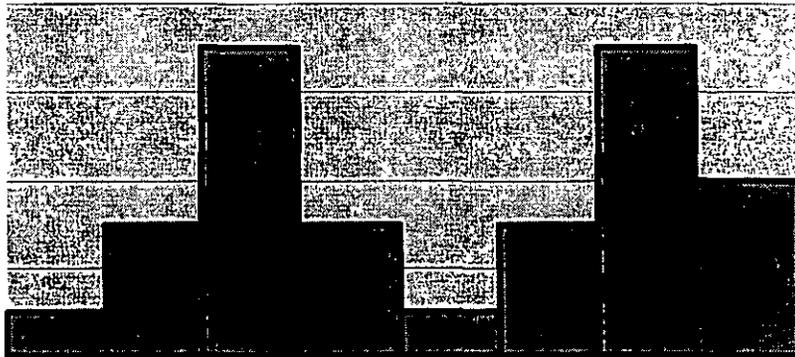
Descripción: los datos se organizan y se exhiben como una serie de rectángulos del mismo ancho y de diferentes alturas. La altura representa el número de valores de datos dentro de un intervalo dado y el ancho representa un intervalo dentro del rango de datos. Las diferentes alturas muestran el patrón de distribución de los datos. Las siguientes figuras muestran tres patrones comunes de variación, los cuales pueden dar la idea del comportamiento del proceso.

Ejemplo de distribución normal: el peso de piezas obtenidas durante su fabricación.





Ejemplo de distribución asimétrica: la distribución de salarios en una empresa.



Ejemplo de distribución doble. Dos tipos diferentes de materia prima

Por ser una representación gráfica el Histograma se considera una fotografía del proceso en un momento determinado. Esta fotografía nos permite observar claramente si nuestro proceso se comporta normalmente o si este cumple consistentemente con la especificaciones del producto / proceso.

La elaboración de un Histograma por tratarse de un estudio estadístico comienza con una recolección de datos hecha en forma correcta.

Paso 1 Recolección de datos

Los valores que se registran deben corresponder realmente a lo que hemos observado, es necesario registrar fielmente los datos.

- Si los datos son continuos es muy importante efectuar la medición con la mayor exactitud posible, esto es con el menor error.

- Se debe cuidar que los instrumentos de medición estén bien calibrados
- Se deben usar adecuadamente los instrumentos de medición
- Si hay errores en la obtención de datos las conclusiones no serán objetivas a pesar de tener muestras representativas y realizar un buen estudio estadístico

Ejemplo:

Se desea analizar los resultados de una encuesta de satisfacción de cliente practicada a 30 estudiantes, acerca de la percepción que tienen sobre la impartición de la enseñanza del maestro x en la asignatura i.e. Los resultados de la encuesta arrojaron los datos siguientes:

87	95	85	87	87	71
86	95	86	84	86	81
93	88	83	90	92	78
93	91	82	73	65	75
80	80	79	74	65	71

Identificar el valor máximo y el valor mínimo de la tabla de recolección de datos.

V. Máximo = 95

V. Mínimo = 65

Cálculo del rango (R) de los datos

Rango R = V. máximo - V. Mínimo

Rango R = 95 - 65 = 30

Rango R = 30

Paso 2 Determinar el número de clases (K)

Se llama clase (K) a cada uno de los subconjuntos en los que se agrupan los datos

Se recomienda el uso de la siguiente tabla para determinar el número de clases que incluirá el polígono de frecuencias en base a la cantidad de datos y con el fin de que la representación de los datos sea lo más clara posible.

Cantidad de datos N

Cantidad de clases K

30 a 50
50 a 100
100 a 250
Mas de 250

5 a 7
6 a 10
7 a 12
de 10 a 20

Número de datos (N) = 30

Número de clases sugeridas de 5 a 7

Para este ejercicio agruparemos los datos en 5 clases, por lo tanto el número de clases $K = 5$

Paso 3 Determinar la Amplitud (A) de cada clase

En base al número seleccionado de clases se determina en que amplitud se escogerán los datos para cada clase.

El cálculo se realiza de la siguiente forma:

Amplitud (A) = Rango R / No. De clases K

En base a los datos de nuestro ejemplo:

Amplitud (A) = $30 / 5 = 6$

Cuando se manejan datos enteros y el resultado del cálculo de la amplitud incluye cifras decimales, estas se suprimen y el resultado se redondea siempre al número entero inmediato superior.

Por lo tanto para nuestro ejemplo:

Amplitud (A) = 6

Paso 4 Determinar los Limites Superior (L_s), Inferior(L_i) y Marca de Clase(X_i)

El Límite Inferior de la primera clase se establece, restando la mitad de la unidad en que se tengan reportados los datos al valor mínimo de los datos reportados.

**Cuando se trabaja con números enteros, la unidad u equivale a 1
Cuando se trabaja con números fraccionarios la unidad u es del mismo orden que las unidades fraccionarias que se manejan.**

**Así, si se trabaja con décimas, la unidad es una décima 0.1
si son centésimas, la unidad es una centésima 0.01
si son milésimas, la unidad es una milésima 0.001
etc.**

Para este ejemplo como trabajamos con números enteros la unidad (u) es 1, El límite inferior de la primera clase es igual a:

$$Li \text{ de } K_1 = Vm - \frac{1}{2}(u) \quad Vm = 65 \quad \frac{1}{2}(1) = 0.5$$

$$Li \text{ } K_1 = 65 - 0.5 = 64.5$$

Y el Límite Superior de la primera clase es igual:

$$Ls \text{ de } K_1 = Li \text{ de } K_1 + A; \quad \text{en nuestro ejemplo el } Li \text{ de } K_1 = 64.5 \text{ y } A = 6$$

$$Ls \text{ } K_1 = 64.5 + 6 = 70.5$$

El Límite Inferior de la segunda clase es el mismo valor que el límite superior de la primera clase y para obtener el límite superior de la segunda clase hay que sumar a este valor el de la amplitud.

$Ls \text{ de } K_1 = 70.5$, este valor es igual al límite inferior de la segunda clase K_2 .

$Ls \text{ de } K_2 = 70.5 + 6 = 76.5$, y así sucesivamente, hasta completar el número de clases determinado previamente, que para nuestro ejemplo es 5.

Cálculo de la Marca de Clase (X_i)

La Marca de Clase es el punto medio entre el límite inferior y el límite superior de cada intervalo de clase.

$$X_i = \frac{Li + Ls}{2}$$

Para nuestro ejemplo:

$$X_i \text{ de la primera clase} = \frac{64.5 + 70.5}{2} = 67.5$$

$$X_i \text{ de la segunda clase} = \frac{70.5 + 76.5}{2} = 73.5,$$

y así sucesivamente.

Completar el cuadro siguiente

Clases K	Límite Inferior	Límite Superior	Marca de Clase
1	64.5	70.5	67.5
2	70.5	76.5	73.5
3			
4			
5			

Paso 5 Conteo de los datos

Establecidos los límites superior e inferior de cada clase se procede a contar los datos que caen dentro de cada una de las clases establecidas.

87	95	85	87	87	71
86	95	86	84	86	81
93	88	83	90	92	78
93	91	82	73	65	75
80	80	79	74	65	71

Completar la siguiente tabla

Clases K	Límite Inferior	Límite Superior	Frecuencias
1	64.5	70.5	2
2	70.5	76.5	
3			
4			
5			

Paso 6 Construcción del histograma

Trace un par de ejes coordenadas (vertical / horizontal)

La línea vertical sirve para indicar la cantidad de datos que integran cada clase; por lo tanto, se gradúa considerando el número de datos que corresponden a cada clase.

La línea horizontal es dividida en el número de clases establecido de acuerdo con la cantidad de datos en estudio. Las barras corresponden a cada clase.

En el extremo izquierdo de la primera barra se anota el límite inferior del primer grupo; en la barra siguiente, el límite superior del primer grupo, cantidad que coincide con el límite inferior de la segunda barra; y así sucesivamente.

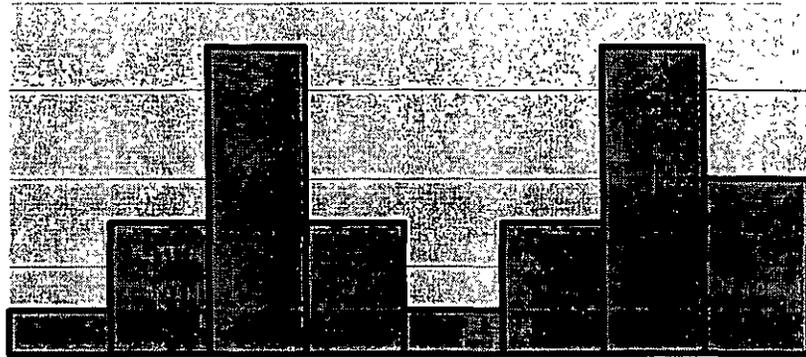
Paso 7 Construcción del polígono de frecuencias

El polígono de frecuencias es la figura que resulta de relacionar entre sí, mediante líneas rectas, las marcas de clase tomando como base el histograma.

El polígono debe de partir de la base; por consiguiente, es necesario añadir una marca de clase antes de la primera barra y otra después de la última barra. Estas

dos nuevas marcas se determinan de acuerdo con las indicaciones dadas en el paso 4.

Ejemplo de distribución asimétrica: la distribución de salarios en una empresa.



Ejemplo de distribución doble. Dos tipos diferentes de materia prima

7.3.1. Procedimiento para la construcción de histogramas de frecuencia

- **Obtener los datos de acuerdo a lo descrito en la recolección de datos.**
- **Determinar el rango de los datos, restando el valor más grande del menor.**
- **Determinar el número de intervalos K, que contendrá el histograma, generalmente se elige entre 6 y 12, de acuerdo al número de datos.**
- **Dividir el rango entre el número de intervalos para determinar el ancho de cada intervalo = amplitud. Es conveniente redondear la amplitud obtenida al inmediato superior expresado en el mismo número de cifras que los datos.**
- **Hacer el conteo de los datos, es decir, determinar su frecuencia absoluta.**
- **Marcar el eje horizontal con la escala de valores de datos.**
- **Marcar el eje vertical con la escala de frecuencias. Puede ser en número o en porcentaje de observaciones.**
- **Dibujar cada barra, en donde la altura es el número o porcentaje de datos dentro de dicho intervalo.**

Ejemplo:

De los siguientes datos, elabore el histograma de frecuencias

10	37	25	38	12	30	19	29
21	36	2	26	28	33	22	20
54	14	43	12	28	35	17	28
16	42	34	22	4	22	33	26
27	7	58	24	24	19	42	49

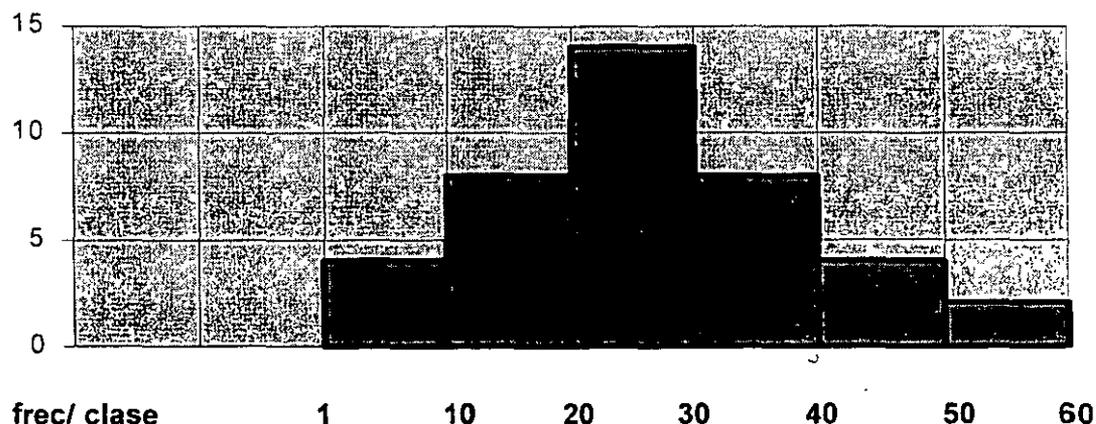
Siguiendo los pasos anteriores:

Los datos estan colectados en la tabla anterior.

Rango=58-2=6

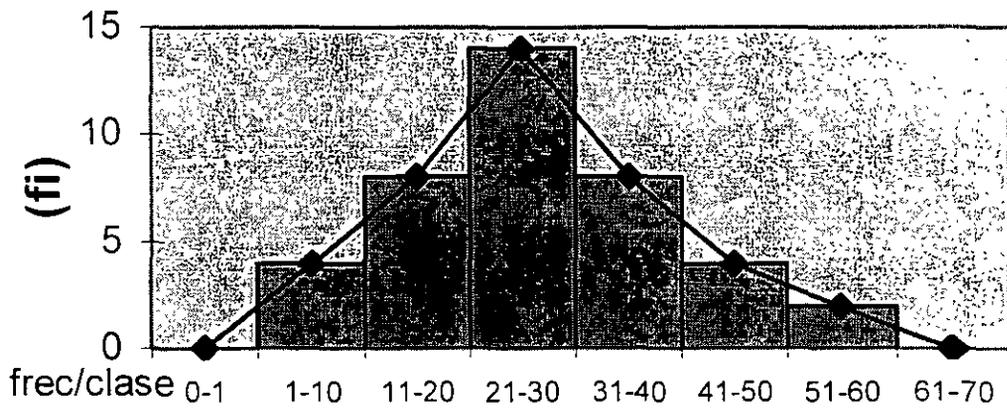
Rango/ intervalos =56 / 6=9.3=amplitud

Se clasifican los datos para saber cuantos se agrupan en cada intervalo. El eje horizontal se marcará de acuerdo a las fronteras de clase. El eje vertical tendrá como valores, las frecuencias de las lecturas, en este caso van desde 1 hasta 14. El dibujo del histograma quedará.

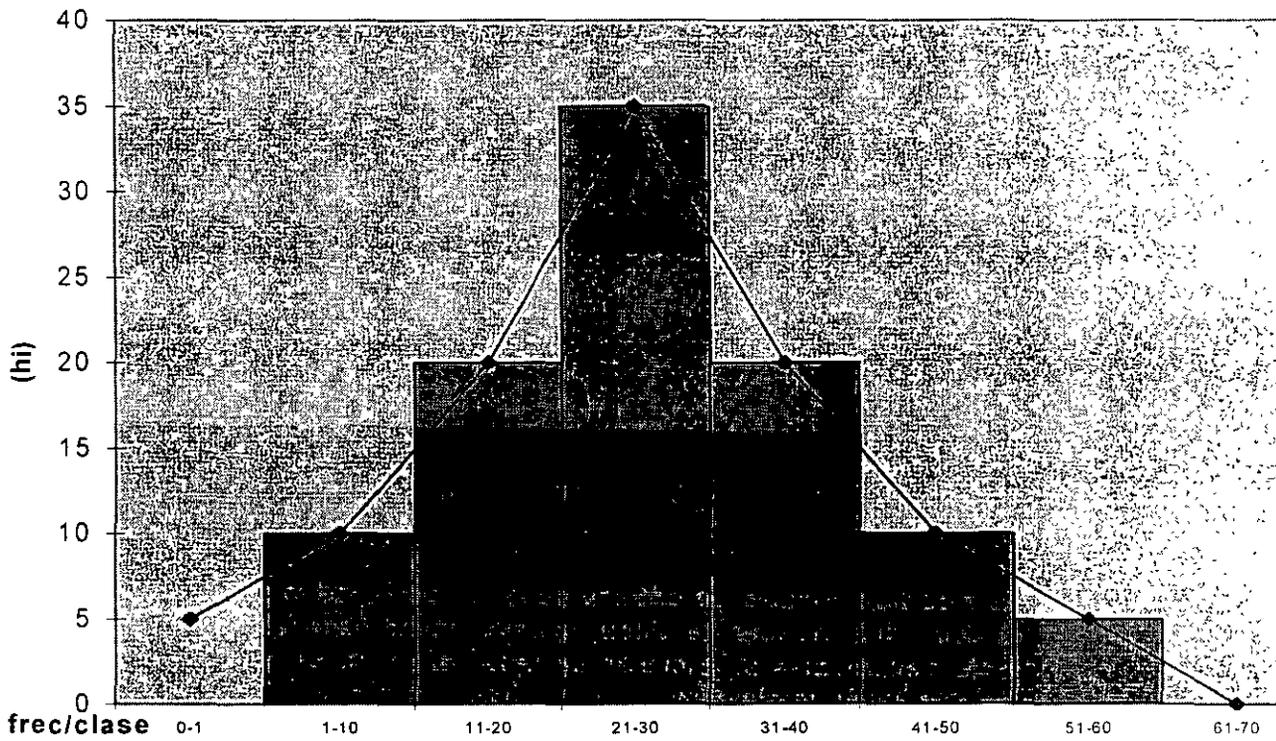


El polígono de frecuencias se obtiene de unir con líneas la parte superior de cada barra, es decir, las marcas de clase, usando como base el histograma. Como el polígono de frecuencias se inicia en la base del eje x, se añaden dos marcas de clase más o se inicia desde cero.

El polígono de frecuencias absolutas (f_i) para nuestro ejemplo quedará:



El polígono de frecuencias relativas queda de la misma forma pero está expresado



en porcentaje:

1.5 Estratificación

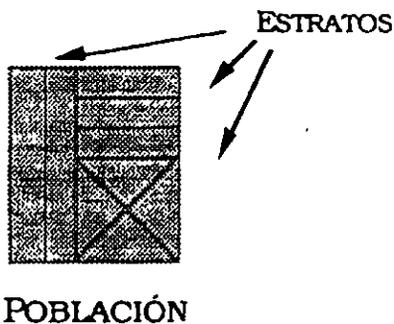
La Estratificación es la clasificación de datos en grupos de características similares con el propósito de comprender mejor la situación y encontrar fácilmente la causa de un problema y confirmar su efecto sobre determinadas características de calidad que pueden ser mejoradas.

El análisis de información puede dificultarse si no se ha hecho una organización previa de ésta. Por ejemplo, no es lo mismo analizar un conjunto de datos generales sobre productividad y tomar decisiones sobre ello, que hacerlo por departamentos o por máquinas.

En aspectos de Control Total de Calidad, cuando se investiga la causa de una falla o la variación excesiva que se presenta en un proceso, se tiene a veces la agrupación de éstos ya sea por tipo de producto, tipo de material, tipo de equipo, método de trabajo o empleado.

La herramienta estadística que contribuye a la solución de este problema es la estratificación.

La **Estratificación** es una clasificación, por afinidad, de los elementos de una población, para analizarlos y poder determinar con más facilidad las causas del comportamiento de alguna característica de calidad. A cada una de las partes de esta clasificación se le llama "estrato".



Se pueden estratificar los datos que se recojan para hacer un análisis detallado a través de herramientas estadísticas como el diagrama de Pareto, el diagrama causa-efecto, el diagrama de dispersión, las hojas de verificación y las gráficas de control.

Como las características están siempre acompañadas por alguna variación, las causas de ésta se detectan más fácilmente cuando los datos se estratifican de acuerdo con los factores de control, es decir, aquellos que se piensa son la principal causa de esa variación.

La estratificación tiene una gran utilidad:

- ❖ Sirve para identificar la causa que tiene mayor influencia en la variación.
- ❖ Permite comprender de manera detallada la estructura de un grupo de datos, lo cual permitirá identificar las causas del problema y llevar a cabo las acciones correctivas convenientes.
- ❖ Permite examinar la diferencia en los valores promedios y la variación entre diferentes estratos, y tomar medidas contra la diferencia que pueda existir.

La estratificación generalmente se hace partiendo de la clasificación de los factores que inciden en un proceso o en un servicio (4M/1H: Máquina, Método, Material, Medio Ambiente y Hombre), y los estratos que se utilicen dependerán de la situación analizada.

Algunos ejemplos que podrían ser aplicables son:

	Capacitación.	Capacitado, no capacitado
	Experiencia:	Sin experiencia, menos de 1 año, De 1 a 3 años...
Hombre	Edad:	Menos de 20 años, de 20 a 30, de 30 a 50, más de 50...
	Sexo:	Hombres, mujeres
	Estado civil:	Soltero, casado, separado...
	Origen:	Local, foráneo...
	Grupos individuales, equipos de trabajo:	A, B, C...
Maquinaria/Equipo	Modelo:	A, B, C...
	Tipo de máquina:	Automática, semiautomática
	Uso diario:	Menos de 1 hora, de 1 a 5 horas, más de 5 horas.
	Productividad:	Capacidad, % de desperdicio..
	Mantenimiento:	Diario, quincenal, mensual...
	Seguridad:	Buena, regular, mala
Método	Edad, tamaño y línea	
	Procedimiento de trabajo	Normal, eventual
	Velocidad de las líneas de producción:	Estándar, con sobrecarga...
	Frecuencia de rotación de personal:	Semanal, quincenal, mensual...
	Programación de la producción:	Por pedido, por lotes, por tiempos de entrega...
		A, B.
	Tipo de almacenamiento:	Manual, computarizada
	Manipulación de datos:	Método A, B, C...
	Seguridad:	
Materia prima /producto	Proveedores:	A, B, C...
	Desempeño de materiales:	MP1, MPZ, CX11...
	Tipo de producto:	Producto AA, producto B12, producto M24...
	Tipo de presentación:	Sencillo, clase especial, austero, sofisticado
Medio ambiente	Adecuación de las instalaciones:	Iluminación, sonido, ventilación, áreas espaciosas...
		Invierno, verano...
	Época:	Corrosivo, húmedo, seco...
	Calidad del aire:	Preocupación por la ecología, pocas restricciones de contaminación
	Entorno ecológico:	Sector comercial, sector popular...
Otros	Entorno económico:	
	Nuevos producto vs. producto anterior	
	Forma de empaque y de	

transporte
 Producto por lotes vs.
 Producción continua...

Ejemplo 1

Se especifica que el número de encuestas diarias que debe hacer una empleada de una agencia de mercadotecnia es de al menos 92. Se tienen 3 empleadas (A, B y C) y se tomó una muestra de 23 mediciones proviniendo 8 de la empleada A, 6 (seis) de la empleada B y 9 de la empleada C.

Los datos que se obtuvieron son los siguientes:

60	75	80	125	65
150	115	120	100	95
60	80	80	55	110
75	90	55	90	
105	95	80	100	

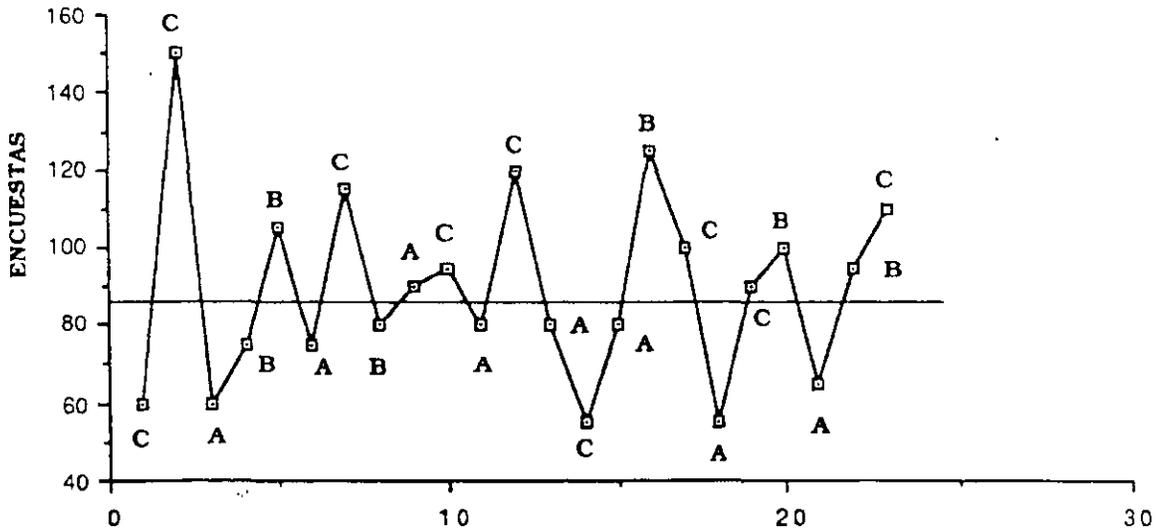
Si calculamos la media de estos 23 datos tenemos:

$$X = \frac{60 + 150 + \dots + 110}{23} = 89.57$$

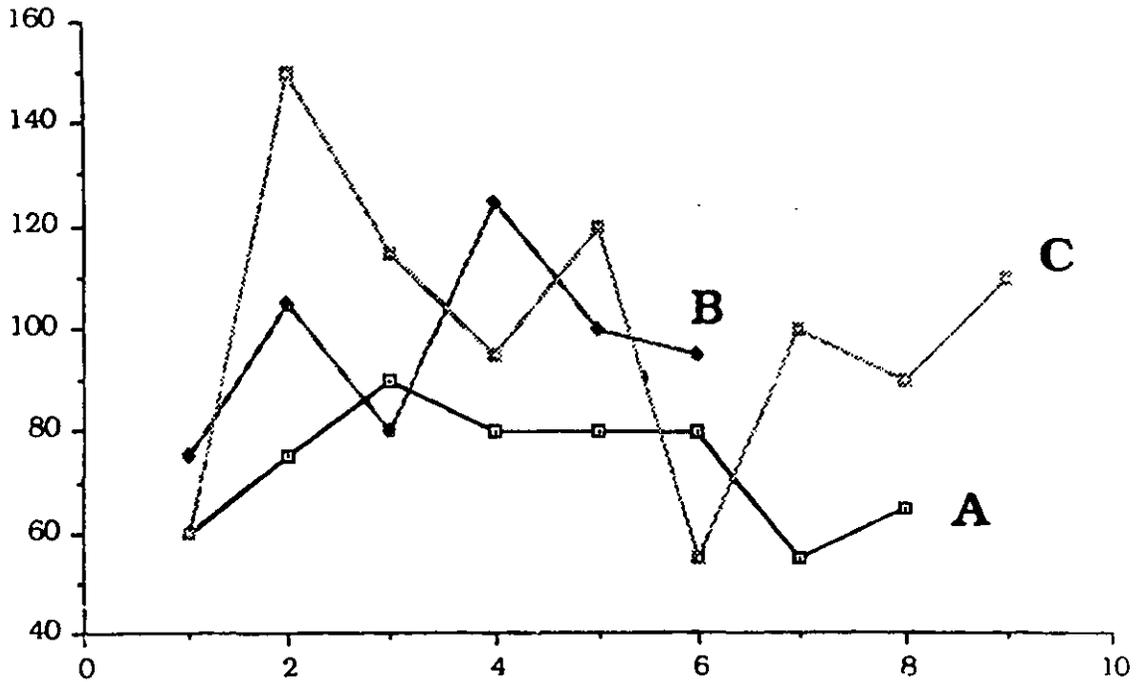
La dispersión está indicada por el rango R = 95

Estratificando los datos conforme a la empleada de la cual fueron tomadas se obtiene:

EMPLEADA	ENCUESTAS	\bar{X}	R
A	60, 75, 90, 80, 80, 80, 55, 65	73.13	35
B	75, 105, 80, 125, 100, 95	96.67	50
C	60, 150, 115, 95, 120, 55, 100, 90, 110	99.44	95



Gráfica de las tres empleadas (sin estratificar).



Gráfica para cada de las tres empleadas (utilizando la estratificación).

Observando las figuras notamos lo siguiente:

- ❖ Al considerar los 23 datos se obtiene un número promedio de encuestas por debajo de lo especificado, puesto que $\bar{X} = 89.57$ y la especificación es de 92, además el rango de estos 23 datos es grande: $R = 95$ (alta variabilidad)
- ❖ Los datos tomados de la empleada A tienen poca variabilidad, $R_A = 35$, pero su media es más baja que la especificada, $\bar{X}_A = 73.13$.
- ❖ Los datos tomados de la empleada B tienen un promedio dentro de lo especificado, $\bar{X}_B = 96.67$, su variabilidad es menor a la de todos los datos pero mayor que la variabilidad que proviene de A ($R_B = 50$).
- ❖ La empleada C es la que presenta el mejor promedio, $\bar{X}_C = 99.44$, pero con una gran variabilidad: $R_C = 95$
- ❖ Como resultado de haber estratificado los datos, nos damos cuenta que los datos tomados de la empleada A son los que presentan menor variabilidad ($R_A = 35\%$), y los datos de la empleada C son los que tienen mayor media ($\bar{X}_C = 99.44\%$). Esto puede sugerir que debemos estudiar las causas que hacen posible que la empleada C obtenga un buen promedio, y también detectar las causas que permiten la poca variabilidad de la empleada A.
- ❖ Detectadas estas causas, deben efectuarse los cambios necesarios en los procesos involucrados en las tres empleadas, buscando que el promedio de las tres sea al menos 99.44% (como en C) y la variabilidad sea a lo más del 35% (como en A)
- ❖ El resultado de estos cambios debe ser tal que, si se vuelve a estratificar al tomar otra muestra, no deberíamos encontrar diferencias significativas en los promedios y en la variabilidad al tomar los datos conjuntamente y por estratos.

1.6 Gráficas de control y corridas

El Dr. Walter Shewhart de los laboratorios Bell, mientras estudiaba los datos de un proceso en 1920, hizo por primera vez la distinción entre variación controlada y no controlada, debido a lo cual ahora podemos distinguir entre causas comunes y causas especiales. El desarrollo de una simple pero poderosa herramienta para distinguir las causas comunes de las especiales – las gráficas de control. Desde entonces, las gráficas de control han sido utilizadas exitosamente en una amplia variedad de situaciones para el control del proceso en muchos países, especialmente en Japón. La experiencia ha demostrado que las gráficas de control efectivamente dirigieron la atención hacia las causas especiales de variación cuando estas aparecen y reflejan la magnitud de la variación debida a causas comunes.

Todos los tipos de gráficas de control tienen dos usos básicos en términos de Shewhart:

- Dan evidencia de si un proceso ha estado operando bajo control estadístico y señalan la presencia de causas especiales de variación que deben ser corregidas en cuanto se presentan.
- Permiten mantener el estado de control estadístico ya que pueden tomarse decisiones con base en el comportamiento del proceso a lo largo del tiempo.

BENEFICIO DE LAS GRAFICAS DE CONTROL

Las Gráficas de Control son herramientas simples y efectivas para lograr el Control Estadístico de Proceso (CEP). Se implementan para que el operario las maneje en su propia área de trabajo y proporcionan información confiable a toda persona relacionada con la operación sobre cuando debieran tomarse ciertas decisiones y cuando no.

Cuando un proceso esta en control estadístico puede predecirse su desempeño respecto a las especificaciones. Por consiguiente, tanto el productor como el cliente pueden contar con niveles consistentes de calidad y ambos pueden mantener estables los costos para lograr esos niveles de calidad.

Una vez que un proceso se encuentra en control estadístico, su comportamiento puede ser mejorado posteriormente reduciendo su variación. A través de los datos de las gráficas de control pueden anticiparse las mejoras que se requieren en el sistema. Estas mejoras en el sistema deberán:

- Incrementar el porcentaje de productos que satisfagan las expectativas de los clientes (mejoras de calidad).
- Disminuir los productos que necesiten retrabajarse o desecharse (mejoras en el costo por unidad producidas).
- Incrementar la cantidad total de productos aceptables a través del proceso (mejoras efectivas en la habilidad).

Las gráficas de control proporcionan un lenguaje común para comunicarse sobre el comportamiento de un proceso entre los diferentes turnos que operan un proceso; entre la línea de producción (supervisor, operario) y las actividades de soporte (mantenimiento, control de materiales, ingeniería de manufactura, aseguramiento de calidad).

Las gráficas de control al distinguir entre las causas especiales y las comunes de variación dan una buena identificación de cuando algún problema debe ser corregido localmente y cuando requiere de una acción en la que deben participar otros niveles de la organización. Esto minimiza la confusión y costo excesivo que se deriva de problemas resueltos.

De acuerdo con las características de calidad a inspeccionar los gráficos de control se clasifican en:

- Gráficos de control por variables.
- Gráficos de control por atributos.

Los gráficos de control por variables se emplean cuando la característica de calidad inspeccionada es medible cuantitativamente. También se le denomina gráfico de control para variables continuas.

Los más conocidos son:

- Gráficos de control de medias o promedios (\bar{x}) y rangos (r)
- Gráficos de control de promedios (\bar{x}) y desviaciones estándar (s)
- Gráficos de control de lecturas individuales y rangos móviles (MR)

Los gráficos de control por atributos se emplean cuando la inspección consiste en apreciar la presencia o ausencia de determinado atributo, tal como uno o más defectos apreciables visualmente o una prueba comparatoria mediante un patrón.

Los más conocidos son:

- Gráficos de control de porcentaje o fracción defectuosa (p)
- Gráficos de control de número de unidades defectuosas (np)
- Gráficos de control de defectos por muestra o área de oportunidad (c)
- Gráficos de control de porcentaje de defectos por área de oportunidad (defectos por unidad) (U)

Las principales gráficas de control que se utilizan son:

GRAFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

- Gráficas X-R
- Gráficas X-S
- Gráficas de lecturas individuales X-MR

Para ambos tipos de gráficas, las más utilizadas son las gráficas X-R y las gráficas p respectivamente y las demás son prácticamente una derivación de estas dos, por lo que estas se explican en mayor detalle.

A continuación se describen las técnicas para elaborar e interpretar estas gráficas de control.

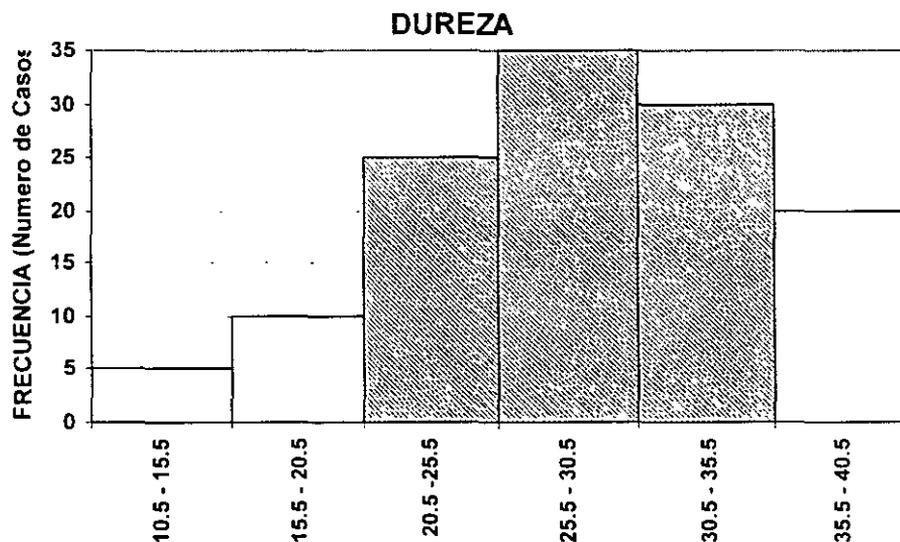
GRÁFICAS DE CONTROL POR VARIABLES

Las gráficas de control por variables son una herramienta poderosa que puede utilizarse cuando se dispone de los resultados de medición de un proceso. El diámetro de un barreno, la acidez o alcalinidad de una sustancia, la dureza de un acero o el torque de un tornillo son ejemplos típicos de su aplicación. Las gráficas de control por variables más conocidas son las gráficas de control X-R

Las gráficas de control por variables son particularmente útiles por las siguientes razones:

- La mayoría de los procesos y sus resultados tiene características que son medibles, por lo que su aplicación potencial es muy amplia.
- Un valor medible (\varnothing 16.45 mm) contiene mas información que una simple afirmación de si-no (por ejemplo "la pieza esta dentro de tolerancia").
- A pesar de que el costo en la medición exacta de una pieza es mayor que el establecer simplemente si la pieza esta bien o no, como se requieren menos piezas para obtener mas información sobre el proceso, en algunos casos los costos totales de inspección pueden ser menores.
- Debido a que se requiere medir una menor cantidad de piezas para tomar decisiones confiables, el periodo de tiempo entre la producción de las piezas y las acciones correctivas puede ser acortado significativamente.

Si graficamos la dureza con que es producida una pieza de acero en nuestro proceso, obtendríamos la siguiente información:

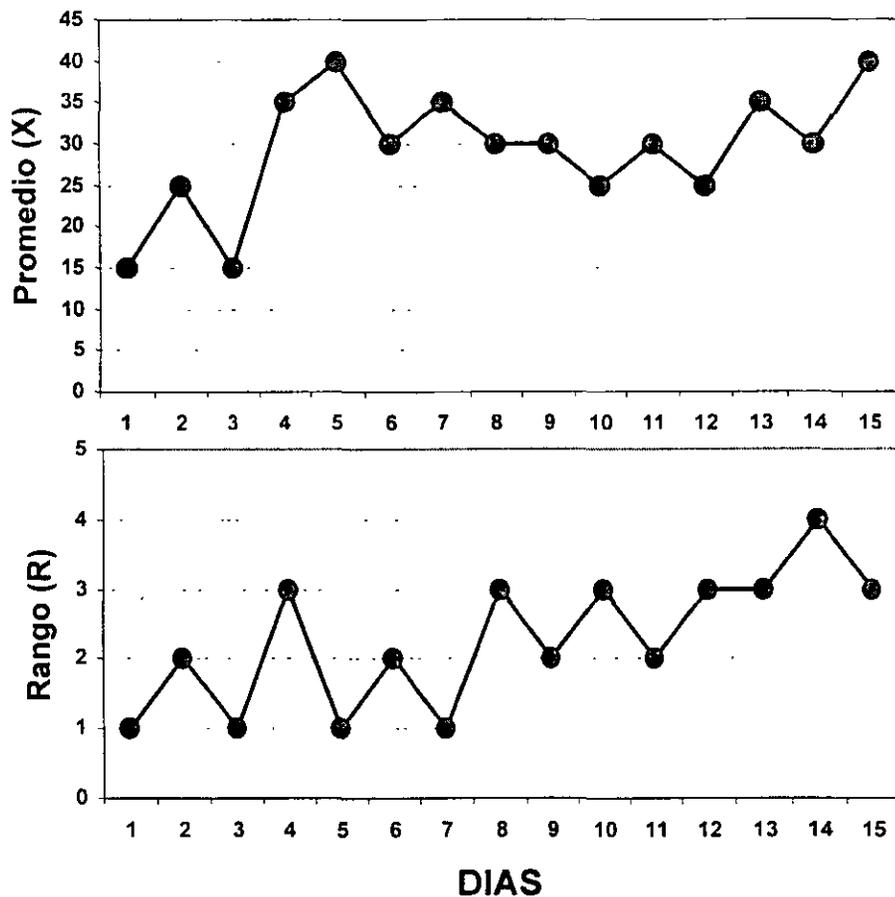


Este tipo de gráfica es conocido estadísticamente como histograma de frecuencias.

Con el solo hecho de ver los datos que se muestran en el histograma anterior ¿podría usted determinar cual es la tendencia del proceso? Y, como consecuencia, ¿podría usted predecir cuales serian los valores futuros en cuanto a la dureza de las piezas?. Es imposible contestar estas preguntas cuando solo se cuenta con un histograma como el mostrado, en el que se indica el número de veces que ocurre cierta dureza según los rangos preestablecidos.

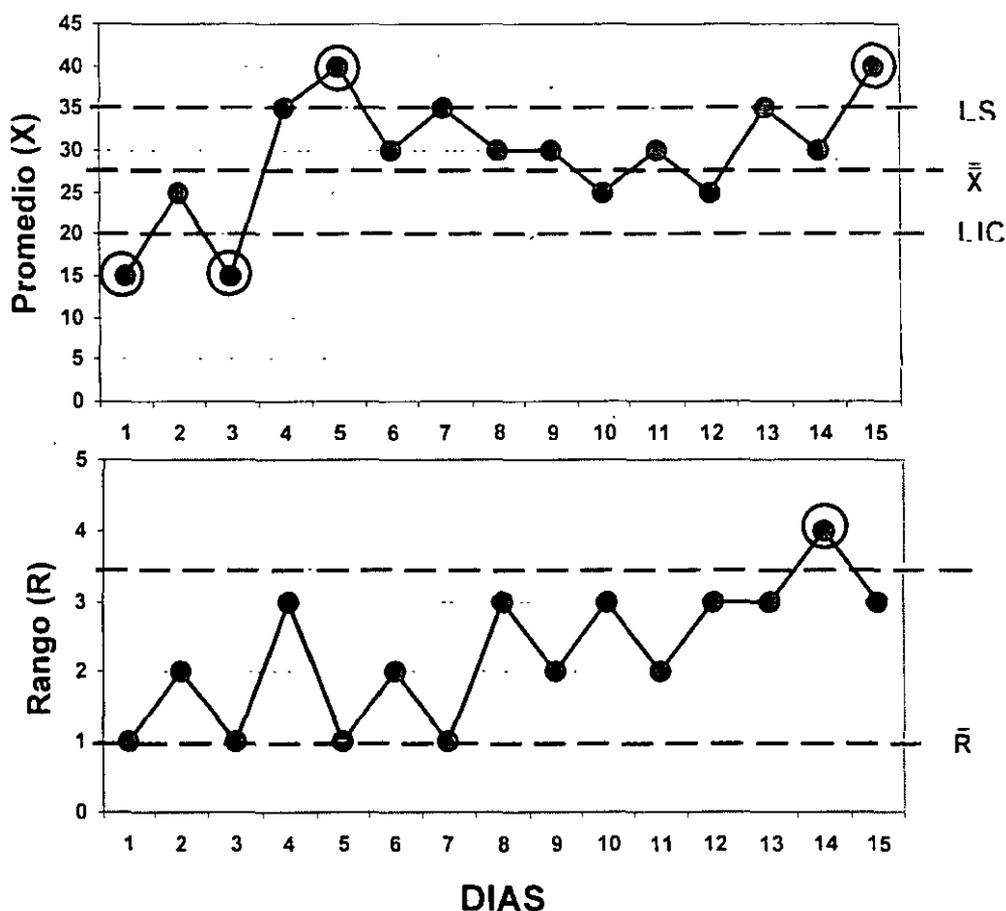
La única manera de saber si un proceso es estable y predecible es a través del registro de la información en las gráficas de control.

Tomando como base los datos anteriores construyamos una gráfica indicando el valor promedio (X) de la dureza y el rango diario(R).



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

La siguiente pregunta sería: ¿ Cuales valores de los mostrados en esta gráfica son normales y cuales anormales?. Para esto tracemos líneas limites sobre las gráficas y una línea que nos muestre el promedio del total de las lecturas, esto nos permitirá apreciar la dispersión o variación de los datos y así sabremos cuando se presenta una situación anormal en el proceso.



En esta gráfica de control podemos ver algunos puntos que son anormales (los circulados), ya que sobrepasan nuestras líneas limite; a partir de estos datos podremos investigar la causa y tomar alguna acción correctiv

ELABORACION DE LAS GRAFICAS DE CONTROL X-R

Media aritmética o promedio: Es el resultado de sumar un conjunto de datos y de dividir esta suma entre el número de datos sumados.

$$\bar{X} = (X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n) / n$$

Donde:

\bar{X} = media aritmética o promedio

X = datos

n = número de datos

La gráfica de control de promedios se elabora del siguiente modo, lo haremos con un ejemplo.

Paso 1. Cálculo de las medias y los rangos de cada subgrupo

Subgrupo	A	B	C	D	Media	Rango
1	25.2	25.0	25.3	25.3	25.20	0.30
2	24.8	24.7	25.2	25.2	24.97	0.50
3	24.7	24.8	25.2	25.2	24.92	0.50
4	25.1	24.9	24.5	24.5	24.87	0.60
5	25.3	25.0	24.7	24.7	25.00	0.60

Paso 2. Cálculo de los promedios de los rangos y las medias.

Rango = Valor Mayor – Valor Menor

Rango Promedio = $\bar{R} = (R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n) / n$

$$\bar{R} = (0.30 + 0.50 + 0.50 + 0.60 + 0.60) / 5 = 0.50$$

$$\text{Media de las medias} = \bar{X} = (25.20 + 24.97 + 24.92 + 24.87 + 25.00) / 5 = 24.99$$

Paso 3. Cálculo de los límites de control para promedios

$$\text{LSC } x = \bar{X} + A_2 \bar{R}$$

$$\text{LSC } x = 24.99 + (0.73) (0.5) = 25.35$$

$$\text{LIC } x = \bar{X} - A_2 \bar{R}$$

$$\text{LIC } x = 24.99 - (0.73) (0.5) = 24.62$$

A₂ se obtiene de tablas según el número de observaciones:

Observaciones en cada subgrupo	Factor A ₂
3	1.02
4	0.73
5	0.58
6	0.48
10	0.31
15	0.22

Como hay 4 observaciones en cada subgrupo, el factor A₂ = 0.73

Paso 4. Cálculo de los límites de control de los rangos

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

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

D₃ y D₄ son constantes que dependen del tamaño de cada subgrupo

Tamaño de cada subgrupo	D ₃	D ₄
3	0	2.57
4	0	2.28
5	0	2.11
6	0	2.00
10	0.22	1.78
15	0.35	1.65

$$LSC_R = D_4 \bar{R} = 2.28 (0.5) = 1.14$$

$$LIC_R = D_3 \bar{R} = 0 (0.5) = 0$$

Paso 5. Graduación de los ejes vertical y horizontal de las dos gráficas (la de promedios y la de rangos)

Paso 6. Trazar los límites de control y los valores medios.

El propósito de la gráfica de control $\bar{X}-\bar{R}$ es obtener información acerca del comportamiento de la variable que se analiza, obtener información para establecer o cambiar especificaciones y/o procedimientos.

El tamaño de la muestra que es óptimo, de acuerdo a la teoría es de 4 a 5 elementos por cada subgrupo.

La frecuencia que sea entre 30 minutos y 2 horas, aunque puede variar de acuerdo al tipo de proceso, complejidad de prueba y costo.

Elaborar la gráfica de control X-R, con los siguientes datos

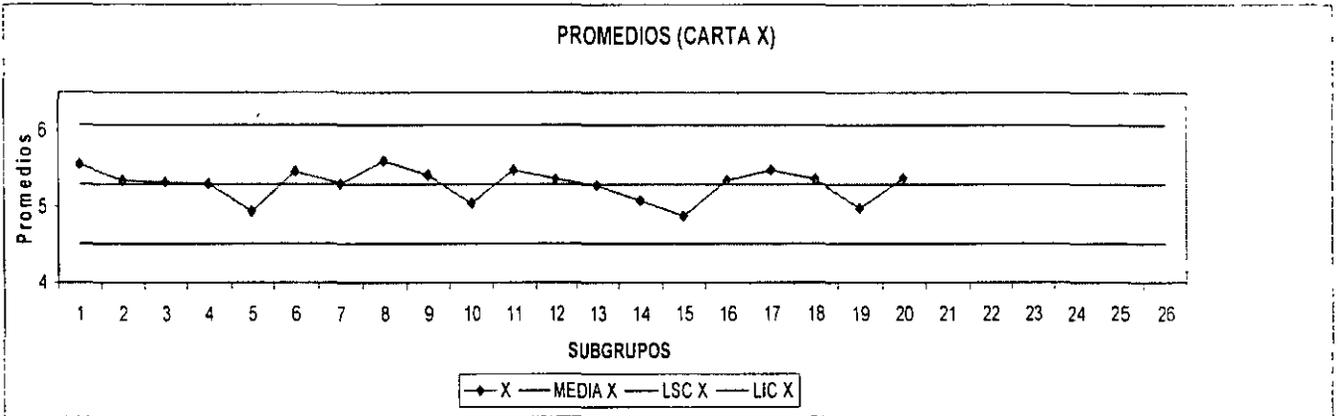
FECHA		04 Dic																			
HORA		11:00	11:30	12:00	12:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	04:00	04:30	05:00	05:30	06:00	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30
LECTURAS	1	5.30	4.40	4.40	4.70	4.40	4.90	5.10	5.20	5.20	3.70	5.20	4.80	4.50	5.00	4.10	5.40	5.10	5.50	5.10	4.70
	2	4.50	4.80	5.30	4.10	4.40	5.10	4.10	5.20	5.40	5.40	5.10	4.30	4.50	5.20	4.40	5.20	5.20	4.80	5.20	5.10
	3	5.10	5.40	4.20	5.20	5.50	4.20	5.50	4.70	5.10	4.40	5.50	5.20	4.70	5.50	5.80	4.50	4.40	4.40	5.00	5.40
	4	4.90	4.80	4.80	5.30	4.10	4.70	4.70	4.90	5.60	5.30	4.70	5.20	5.40	3.50	4.50	4.80	5.10	5.20	3.30	4.50
	5	5.50	4.80	5.40	4.70	3.80	5.90	4.60	5.50	3.30	3.90	4.40	4.80	4.80	3.70	3.30	4.30	5.10	4.40	3.80	4.70

GRAFICA DE CONTROL (X-R)

$X = \text{PROMEDIO DE } X = 4.80$

$LSC = X + A_2 R = 5.57$

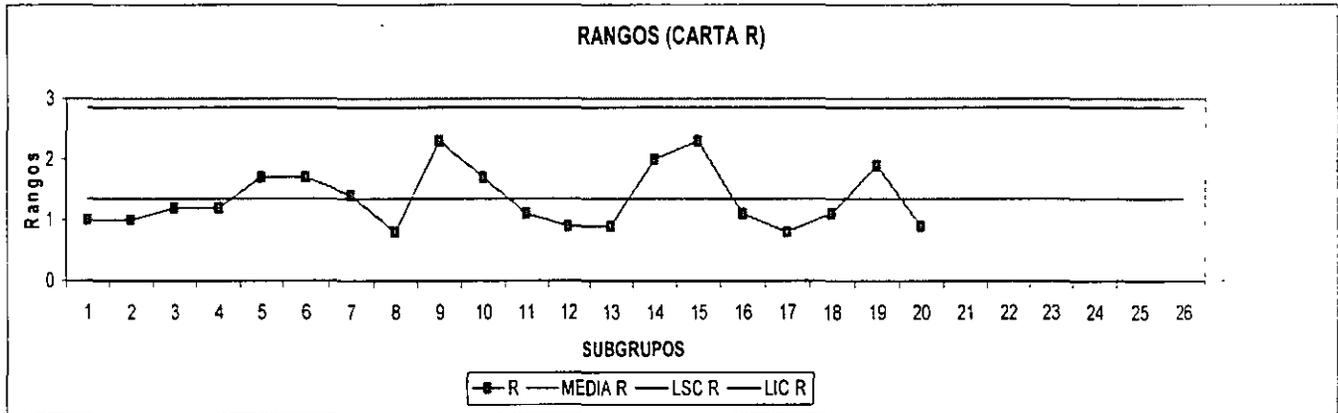
$LIC = X - A_2 R = 4.02$



$R = \text{PROMEDIO DE } R = 1.35$

$LSC = D_4 R = 2.85$

$LIC = D_3 R = 0$



FECHA		04 Dic																																					
HORA		11:00	11:30	12:00	12:30	01:00	01:30	02:00	02:30	03:00	03:30	04:00	04:30	05:00	05:30	06:00	06:30	07:00	07:30	08:00	08:30																		
LECTURAS	1	5.30	4.40	4.40	4.70	4.40	4.90	5.10	5.20	5.20	3.70	5.20	4.80	4.50	5.00	4.10	5.40	5.10	5.50	5.10	4.70																		
	2	4.50	4.80	5.30	4.10	4.40	5.10	4.10	5.20	5.40	5.40	5.10	4.30	4.50	5.20	4.40	5.20	5.20	4.80	5.20	5.10																		
	3	5.10	5.40	4.20	5.20	5.50	4.20	5.50	4.70	5.10	4.40	5.50	5.20	4.70	5.50	5.60	4.50	4.40	4.40	5.00	5.40																		
	4	4.90	4.80	4.80	5.30	4.10	4.70	4.70	4.90	5.60	5.30	4.70	5.20	5.40	3.50	4.50	4.80	5.10	5.20	3.30	4.50																		
	5	5.50	4.80	5.40	4.70	3.80	5.90	4.60	5.50	3.30	3.90	4.40	4.80	4.80	3.70	3.30	4.30	5.10	4.40	3.80	4.70																		
PROMEDIO		5.06	4.84	4.82	4.80	4.44	4.96	4.80	5.10	4.92	4.54	4.98	4.86	4.78	4.58	4.38	4.84	4.98	4.86	4.48	4.88																		
RANGO		1.00	1.00	1.20	1.20	1.70	1.70	1.40	0.80	2.30	1.70	1.10	0.90	0.90	2.00	2.30	1.10	0.80	1.10	1.90	0.90																		

X =	4.80
R =	1.35

TAMANO DE SUBGRUPOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₂	1.880	1.023	0.723	0.577	0.483	0.419	0.373	0.337	0.308
D ₃	0	0	0	0	0	0.076	0.136	0.184	0.223
D ₄	3.267	2.574	2.282	2.114	2.004	1.924	1.864	1.816	1.777

ELABORACIÓN DE GRÁFICAS DE LECTURAS INDIVIDUALES (RANGO MOVIL)

Cuando por motivo de la complejidad o costo de las pruebas o evaluaciones no es factible tomar más de una muestra, es recomendable usar una gráfica de lecturas individuales o también conocida como gráfica de rangos móviles. Es importante para esto que el proceso sea estable o como en el caso de procesos químicos que la muestra sea homogénea y representativa de todo el lote en evaluación.

En general el procedimiento para la elaboración de estas gráficas es el mismo que se sigue para las gráficas X-R, con las siguientes excepciones.

a) Cálculo del rango

En este caso el calculo dependerá del tamaño de muestra n que se considere; como se menciono anteriormente esta gráfica solo requiere de una muestra, pero para fines del calculo del rango se considera a n como el numero de lecturas individuales que serán comparadas para determinar el rango.

Por lo cual si $n = 2$ la formula para el cálculo del rango es:

$$\bar{R} = \frac{R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_K}{K - 1}$$

b) Cálculo de los límites de Control

En este caso se cambiara en la formula para los LSC_X y LIC_X la constante A_2 por la constante E_2 . Para los LSC_R y LIC_R las constantes D_4 y D_3 se mantienen

c) Interpretación

Las gráficas de lecturas individuales son menos sensibles a los cambios por lo tanto deben ser interpretadas detenidamente ya que estas no representan la repetibilidad entre piezas de un proceso, sino la variación entre diferentes lotes de producción.

Ya que solo existe una lectura por subgrupo, el promedio de promedios y la desviación estándar pueden tener una variación sustancial hasta que el número de subgrupos sea mayor o igual a 100.

Ejemplo . Con los siguientes datos de calibre de un material de empaque, elaborar un gráfico X-MR

luestra	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
calibre	175	175	175	176	175	175	175	176	177	175	176	176	175	177	174	175	176	174	174	175

ELABORACIÓN DE GRÁFICAS X-S

Cuando los datos que se toman son de diferentes fuentes, es conveniente someter estos valores a una prueba de homogeneidad para verificar si las fuentes están o no afectadas por causas distintas. Los gráficos X-S constituyen una prueba sencilla de ello.

Mediante este tipo de gráficas podemos obtener información para:

a) Establecer o cambiar especificaciones, o bien para determinar si el proceso dado puede cumplir las especificaciones

b) Establecer o cambiar procedimientos de inspección y de aceptación o ambos

c) Establecer a cambiar los procedimientos de producción. Estos cambios pueden llevar a la eliminación de causas que originan la variación o cambios drásticos en los métodos de producción.

Estos gráficos nos proporcionan una base para la toma de decisiones durante la producción, que puede involucrar cualquier etapa del proceso productivo.

También son utilizados cuando los subgrupos son considerablemente grandes y por tanto mayores a los tamaños de muestra considerados para la aplicación de otros gráficos.

A continuación se enumeran los pasos necesarios para su elaboración:

Paso 1 Seleccione la frecuencia y el tamaño de la muestra.

Paso 2 Calcule el promedio (X) y las desviación estándar (S) de cada subgrupo.

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

Paso 3 Calcule el promedio de promedios (X) el promedio de la desviación estándar (S) Si los tamaños de muestra son diferentes en cada subgrupo para calcular la media de medias y la media de la desviación estándar se deben utilizar las medias ponderadas respectivamente.

$$\bar{X} = \frac{n_1\bar{X}_1 + n_2\bar{X}_2 + n_3\bar{X}_3 + \dots + n_k\bar{X}_k}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}$$

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{n_1S_1^2 + n_2S_2^2 + n_3S_3^2 + \dots + n_kS_k^2}{n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k}}$$

Paso 4 Calcule los límites de Control

Para el cálculo de los Límites de Control se utilizan las siguientes formulas:

$$LSC_x = \bar{X} + A_1 \bar{S}$$

$$LSC_s = B_4 \bar{S}$$

$$LIC_x = \bar{X} - A_1 \bar{S}$$

$$LIC_s = B_3 \bar{S}$$

En donde :

$$A_1 = \frac{3}{\sqrt{n}}$$

$$B_4 = 1 + \frac{3}{\sqrt{2n}}$$

$$B_3 = 1 - \frac{3}{\sqrt{2n}}$$

Paso 5 Seleccione las escalas de los valores, trace los Límites de Control y los Promedios.

Asegúrese de trazar los límites de control y los promedios en cada sección de la grafica X-S de acuerdo con las siguientes recomendaciones:

- Utilizar el 80% aproximadamente del rayado de las secciones de los gráficos (del LIC al LSC).
- El promedio de promedios (promedio del proceso) deberá estar localizado preferentemente al centro del área del gráfico.
- Los Límites de Control deberán trazarse preferentemente con líneas discontinuas en un color diferente al de la Línea de Promedio (línea central), la cual debe trazarse continua.

Paso 6 Análisis e interpretación del Gráfico de Control

En la interpretación de una gráfica X-S deben tomarse en cuenta al mismo tiempo tanto el promedio como la desviación estándar.

Paso 7 Calcule la Habilidad del Proceso

Ejemplo:

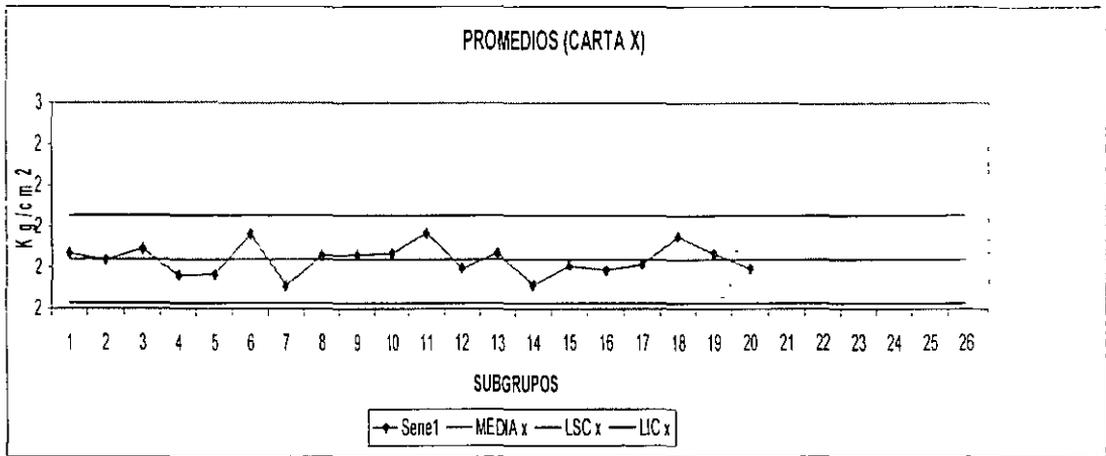
La siguiente tabla proporciona las lecturas efectuadas del espesor(en milésimas de pulgada) de la pintura de ciertas placas metálicas. Esta característica de calidad es crítica para el cliente, de modo que se ha decidido monitorear este proceso mediante una gráfica (\bar{X} -S), en las dos últimas filas se dan los valores de los promedios y las desviaciones estándar.

GRAFICA DE CONTROL (X-S)

\bar{X} = PROMEDIO DE \bar{X} = 2.12

LSC = $\bar{X} + A_3 S$ = 2.227

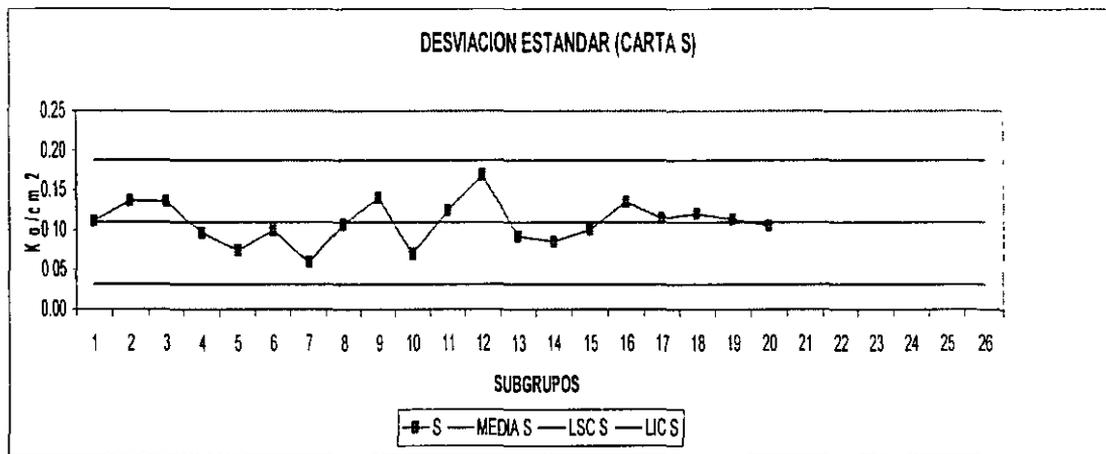
LIC = $\bar{X} - A_3 S$ = 2.013



S = PROMEDIO DE S = 0.11

LSC = $B_4 S$ = 0.188

LIC = $B_4 S$ = 0.031



FECHA																					
MUESTRA		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
LECTURAS	1	2.08	2.14	2.30	2.10	2.05	2.14	2.07	2.06	2.13	2.13	2.24	2.25	2.03	2.08	2.04	1.92	2.12	1.98	2.08	2.22
	2	2.26	2.02	2.10	2.10	2.12	2.22	2.05	2.31	1.90	2.16	2.34	1.91	2.10	1.92	2.14	2.10	2.30	2.30	2.12	2.05
	3	2.13	2.14	2.20	2.15	1.98	2.18	1.97	2.12	2.12	2.12	2.40	1.96	2.24	2.14	2.18	2.13	2.01	2.31	2.11	1.93
	4	1.94	1.94	2.25	1.97	2.12	2.27	2.05	2.18	2.04	2.22	2.26	2.04	2.20	2.20	2.12	2.02	2.20	2.12	2.22	2.08
	5	2.30	2.30	2.05	2.25	2.20	2.17	2.16	2.15	2.40	2.12	2.13	1.83	2.25	2.02	2.00	1.83	2.11	2.06	2.00	2.15
	6	2.15	2.08	1.95	2.12	2.02	2.26	2.02	2.17	2.12	2.07	2.15	2.08	2.03	2.04	2.02	2.17	1.93	2.10	1.95	2.27
	7	2.07	1.94	2.10	2.10	2.19	2.15	2.02	1.86	2.15	2.04	2.08	2.29	2.01	1.94	2.05	2.24	2.02	2.15	2.15	1.95
	8	2.02	2.12	2.15	1.90	2.03	2.07	2.14	2.05	2.01	2.28	2.02	2.42	2.19	2.05	2.34	1.98	2.25	2.35	2.14	2.11
	9	2.22	2.15	2.37	2.04	2.02	2.02	2.07	2.00	2.30	2.12	2.05	2.10	2.13	2.12	2.12	2.34	2.05	2.12	2.28	2.10
	10	2.18	2.36	1.96	2.08	2.09	2.36	2.00	2.26	2.14	2.10	2.18	2.00	2.20	2.06	2.05	2.12	2.10	2.26	2.31	2.10
PROMEDIO		2.14	2.12	2.15	2.06	2.08	2.18	2.06	2.13	2.13	2.14	2.19	2.10	2.14	2.06	2.11	2.10	2.11	2.18	2.14	2.10
S		0.11	0.14	0.14	0.10	0.07	0.10	0.06	0.11	0.14	0.07	0.12	0.17	0.09	0.09	0.10	0.14	0.11	0.12	0.11	0.11

\bar{X} =	2.12
S =	0.11

TAMANO DE SUBGRUPOS	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A ₃	2.659	1.954	1.628	1.427	1.287	1.182	1.099	1.032	0.975
B ₄	0	0	0	0	0.030	0.118	0.185	0.239	0.284
B ₃	3.267	2.568	2.266	2.089	1.970	1.882	1.815	1.761	1.716

GRÁFICAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS

Los gráficos que en este tema se estudiarán, son aquellos en los que se utilizan características de calidad que responden a las siguientes situaciones. Pasa – No pasa, Cumple – No cumple, Bueno – Malo, Presente – Ausente.

Este tipo de gráficos son aplicables a cualquier proceso sean de manufactura o ensamble, además son simples de obtener y fáciles de interpretar.

Tipo de gráficos:

- “p” Porcentaje de unidades defectuosas. El tamaño de muestra puede ser constante o variable.
- “np” Numero de unidades defectuosas. El tamaño de muestra debe ser constante.
- “c” Numero de defectos. El tamaño de la muestra es constante.
- “u” Numero de defectos por unidad. El tamaño de la muestra puede ser variable.

La importancia de las gráficos de control por atributos se basa en los siguientes criterios:

Cuando se requieren datos, la información por atributos es generalmente rápida y fácil de obtener con medios simples (pasa/no pasa).

El uso de gráficos de control por atributos en las áreas clave de control de calidad indicaran cuales son los procesos que requieren un análisis más detallado- incluyendo la posibilidad de utilizar gráficos de control por variables.

Los datos por atributos están disponibles en múltiples formas siempre que exista inspección, listados de reparaciones, materiales rechazados o seleccionados, etc.

ELABORACIÓN DE GRAFICAS p

La gráfica p mide el porcentaje de piezas defectuosas en un proceso, utiliza muestras de tamaño constante o variable según se requiera. En forma particular su aplicación depende de la definición de atributos que puedan verificarse rápidamente, por ejemplo:

Piezas incompletas, piezas manchadas, piezas rotas, rayadas, etc. Para esta gráfica en el caso que una misma pieza presente varios defectos solo debe ser registrada como pieza defectiva sin importar la cantidad de defectos que presente.

A continuación se describen los pasos para la elaboración de gráficas p.

Paso 1 Seleccione la frecuencia y el tamaño de la muestra

Es muy importante establecer la frecuencia con la que se tomara la muestra (por horas, por turnos, por días, etc.) y la cantidad de piezas a verificar, aun y cuando esta técnica permite tamaños de muestra variables es importante que las variaciones en el tamaño de muestra no sean mayores a +/- el 25% de la muestra promedio ya que si esta condición no se cumple se requiere el calculo de limites individuales para estos subgrupos.

Paso 2 Calcule el porcentaje defectuoso p del subgrupo

Para este calculo es necesario registrar en el formato correspondiente el tamaño de la muestra (n) y el numero de partes defectuosas (np). Con esta información se calcula la fracción defectiva p mediante la siguiente formula:

$$p = \frac{np}{n}$$

Paso 3 Grafique los valores del porcentaje defectuoso de cada subgrupo

Grafique los valores de p de cada subgrupo. Debe unir los puntos graficados con líneas continuas para visualizar fácilmente el comportamiento de su gráfica.

Es muy importante que previo a graficar los puntos usted seleccione una distribución adecuada de la escala de su gráfica considerando de 1 ½ a 2 veces el valor máximo del porcentaje defectivo calculado.

Paso 4 Calcule los Limites de Control

Calcule el porcentaje defectivo promedio para los K subgrupos del periodo en estudio. Los Limites de Control se establecen a partir del promedio del proceso (p). Utilice las siguientes formulas:

$$np_1+np_2+np_3+...+np_k$$

$$\bar{p} = \frac{\dots}{n_1+n_2+n_3+\dots+n_k}$$

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

Indique el promedio del proceso (\bar{p}) en la gráfica con una línea horizontal continua de acuerdo con los valores de la escala de la gráfica.

Indique los límites de control (LSCp, LICp) con líneas horizontales discontinuas de acuerdo con los valores de la escala de la gráfica.

Paso 5 Calcule la Habilidad del Proceso

Para la gráfica p, la habilidad del proceso es reflejada por el promedio de los subgrupos, calculado considerando todos los puntos dentro de control. Este puede también ser expresado como el porcentaje de productos dentro de especificación.

De acuerdo con esto la formula para el calculo de habilidad en gráficas p es:

$$100 \times (1 - \bar{p}) \mu \ 99.73$$

lo cual indica que el proceso tiene capacidad de producir el 99.73% o más de productos OK.

Ejemplo: En la inspección final de un producto se decide emplear el gráfico de fracción defectuosa con el fin de disminuir el porcentaje defectuoso promedio de la producción. Para ello se inspeccionaron las características causantes de los defectos críticos tomándose como muestras 300 unidades cada una, en forma sistemática de la producción diaria con los siguientes resultados.

Subgrupo	Tamaño de muestra n	No conformes np	Proporción no conforme p
1	300	2	0.007
2	300	3	0.010
3	300	1	0.003
4	300	6	0.020
5	300	5	0.017
6	300	2	0.007
7	300	16	0.053
8	300	6	0.020
9	300	7	0.023
10	300	5	0.017
11	300	1	0.003
12	300	3	0.010

13	300	9	0.030
14	300	10	0.033
15	300	2	0.007
16	300	11	0.037
17	300	8	0.027
18	300	1	0.003
19	300	6	0.020
20	300	6	0.020
21	300	1	0.003
22	300	3	0.010
23	300	9	0.030
24	300	3	0.010
25	300	12	0.040
Total	7500	138	

Calculo de la línea central y los limites de control

$$\bar{p} = \Sigma np / \Sigma n$$

$$\bar{p} = 138 / 7500 = 0.018$$

$$LSC = \bar{p} + 3 \sqrt{[\bar{p} (1 - \bar{p}) / n]} = 0.018 + 3 \sqrt{[(0.018) (1-0.018) / 300]} = 0.041$$

$$LIC = \bar{p} - 3 \sqrt{[\bar{p} (1 - \bar{p}) / n]} = 0.018 - 3 \sqrt{[(0.018) (1-0.018) / 300]} = 0.005$$

En este caso nos dio un limite de control negativo aunque en la realidad no se pueden tener proporciones de no conformes negativos, por lo que se considera cero.

Se procede a trazar la gráfica

Cálculo de la línea central y los limites de control corregidos

Se puede observar que el subgrupo 7 está fuera de los límites de control, por lo que se buscarían las causas que lo produjeron, corrigiendo la situación. Después de esto se eliminaría el subgrupo 7 y se calcularían los límites de control y la línea central corregida,

$$\bar{p}_{\text{nuevo}} = \Sigma np - npd / (\Sigma n - nd) = (138-16) / (7500-300) = 0.017$$

$$LSC = \bar{p}_o + 3 \sqrt{[\bar{p}_o (1 - \bar{p}_o) / n]} = 0.017 + 3 \sqrt{[0.017 (1-0.017) / 300]} = 0.039$$

$$LIC = \bar{p}_o - 3 \sqrt{[\bar{p}_o (1 - \bar{p}_o) / n]} = 0.017 - 3 \sqrt{[0.017 (1-0.017) / 300]} = -0.005$$

ELABORACIÓN DE GRAFICAS np

La gráfica de control np reporta la cantidad de unidades defectuosas en una muestra inspeccionada y de tamaño constante. La construcción de una gráfica np es similar al proceso de la gráfica p solo que en este caso se reportan directamente las unidades defectuosas.

Procedimiento

1. Colectar los datos.

Se deberán colectar datos por lo menos para 25 subgrupos antes de iniciar con la gráfica. Esto puede hacerse también con datos que ya se tenían anteriormente en bitácoras o registros.

2. Calcular los límites de control y la línea central.

Las fórmulas son las siguientes:

$$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} \qquad LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})}$$

donde:

$$\bar{np} = \frac{\text{Total.de.no.conformes}}{\text{Total.de.subgrupos}} = \frac{\sum NC}{k}$$

y

$$\bar{p} = \frac{\text{Total.de.no.conformes}}{\text{Tamaño.de.la.muestra.por.subgrupo}} = \frac{\sum NC}{n}$$

Una vez calculada la línea central y los límites de control, se comienza a graficar por lo menos 25 subgrupos

La gráfica servirá para definir si el proceso es estable.

Ejemplo: Una empresa de telefonía lleva el control de los fax enviados, y desea conocer cuantos de ellos llegan con fallas cada día. Se tomaron 20 días de referencia y cada día se envió 25 fax. Realizar el gráfico de numero de defectuosos (np) con estos datos.

Día	Tamaño de muestra n	fax con fallas. No conformes np	Proporción no conforme p
1	25	6	0.24
2	25	10	0.40
3	25	3	0.12
4	25	2	0.08
5	25	9	0.36
6	25	7	0.28
7	25	5	0.20
8	25	9	0.36
9	25	7	0.28

10	25	3	0.12
11	25	6	0.24
12	25	1	0.04
13	25	3	0.12
14	25	5	0.20
15	25	3	0.12
16	25	2	0.08
17	25	4	0.16
18	25	7	0.28
19	25	5	0.20
20	25	2	0.08
Total	500	99	

Calculo de la línea central y los límites de control

$$\bar{p} = \Sigma np / \Sigma n$$

$$\bar{p} = 99 / 500 = 0.198$$

$$n\bar{p} = 99 / 20 = 4.95 = 5$$

$$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 5 + 3\sqrt{5(1-0.198)} = 11.007$$

$$LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 5 - 3\sqrt{5(1-0.198)} = 1.007$$

Se procede a trazar la gráfica

Día	Tamaño de muestra n	fax con fallas. No conformes np	Proporción no conforme p
1	25	6	0.24
2	25	10	0.40
3	25	3	0.12
4	25	2	0.08
5	25	9	0.36
6	25	7	0.28
7	25	5	0.20
8	25	9	0.36
9	25	7	0.28
10	25	3	0.12
11	25	6	0.24
12	25	1	0.04
13	25	3	0.12
14	25	5	0.20
15	25	3	0.12
16	25	2	0.08
17	25	4	0.16
18	25	7	0.28
19	25	5	0.20
20	25	2	0.08
Total	500	99	

Calculo de la línea central y los limites de control

$$\bar{p} = \Sigma np / \Sigma n$$

$$\bar{p} = 99 / 500 = 0.198$$

$$n\bar{p} = 99 / 20 = 4.95 = 5$$

$$LSC = n\bar{p} + 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 5 + 3\sqrt{5(1-0.198)} = 11.007$$

$$LIC = n\bar{p} - 3\sqrt{n\bar{p}(1-\bar{p})} = 5 - 3\sqrt{5(1-0.198)} = 1.007$$

Se procede a trazar la gráfica

ELABORACIÓN DE GRAFICAS C

El gráfico c está destinado a registrar la cantidad de defectos detectada en una muestra determinada de productos.

La gráfica hace uso del hecho de que un producto o servicio es aceptable aunque presente cierto número de defectos. Un automóvil por ejemplo, funcione, aunque tenga el parabrisas estropeado o su reloj descompuesto

Algunos objetivos de esta gráfica son:

- Reducir el costo de tener que repetir trabajos
- Informar a los supervisores y a la administración acerca del nivel de calidad
- Determinar que tipo de defectos no son permisibles en un producto o servicio, e informar sobre la probabilidad de ocurrencia de defectos en un área o proceso de trabajo

Los gráficos C y U se justifican cuando se analizan productos físicamente grandes y complicados, como refrigeradores, turbinas, etc. que en general presentan más de un defecto en cada unidad de producto, siendo comúnmente fabricados con una baja razón de producción y arrojan al final no el número de artículos defectuosos, sino el número de defectos debidos al proceso productivo en cada uno de los artículos o muestras.

Las gráficas c deben utilizarse solo cuando el "área de oportunidad de encontrar defectos" permanece constante. Esto es, las muestras deben ser todas de la misma área o cantidad, la cual deberá fijarse de antemano.

Elaboración

El número de atributos en un área de oportunidad se denota con c, y el conjunto de valores sucesivos de c a través del tiempo se utiliza para construir la gráfica

La línea central de la gráfica c es el promedio de los atributos observados y se calcula como:

$$\bar{C} = \frac{\text{Número total de atributos observados}}{\text{Número de áreas de oportunidad}}$$

Es decir:

$$\bar{C} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{k}$$

Los límites de control de la gráfica c están dados por:

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

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

La forma de elaborar una gráfica c es similar a la grafica p, con las siguientes excepciones:

- a) El tamaño de muestra inspeccionada debe ser constante.
- b) Se registra y se grafica el número de defectos de cada subgrupo (c)
- c) La interpretación de la Habilidad del proceso \bar{c} , el numero promedio de defectos en una muestra de tamaño constante, n.

Ejemplo 1

Los siguientes datos muestran los resultados obtenidos al realizar una auditoría de producto terminado en un proceso cuya salida es muy sofisticada

lote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
c	17	16	16	17	17	18	24	19	19	18

lote	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
C	14	15	15	16	20	16	14	16	15	19

Elabore la gráfica c para estos datos ¿Exhibe el proceso una condición de estabilidad estadística?

Respuesta

El total de defectos para los 20 lotes inspeccionados es de 73, de donde la línea central de la gráfica está dada por el número medio de defectos por lote:

$$\bar{c} = \frac{\sum_{i=1}^k C_i}{k} = \frac{73}{20} = 3.65$$

Los límites de control son entonces:

$$LSC_c = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} = 3.65 + 3\sqrt{3.65} = 10.44$$

$$LIC_c = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} = 3.65 - 3\sqrt{3.65} = 0.86$$

Elaborar la gráfica de C

Interpretación

Si solamente están presentes causas comunes de variación, se puede esperar encontrar entre 0.86 y 10.44 defectos por lote.

La gráfica no muestra signos de que el proceso esté fuera de control, estando los puntos cerca de la zona central (un sigma) lo cual habla de la pequeña variabilidad del proceso. Sin embargo, cabe preguntarnos lo siguiente: ¿Es

aceptable tener la cantidad media de defectos por unidad(17.05) para el producto elaborado .la toma de decisiones será por parte de la gerencia en cuanto le convenga o no tener esa cantidad media de defectos por unidad y utilizará técnicas como la de la habilidad del proceso para este fin..

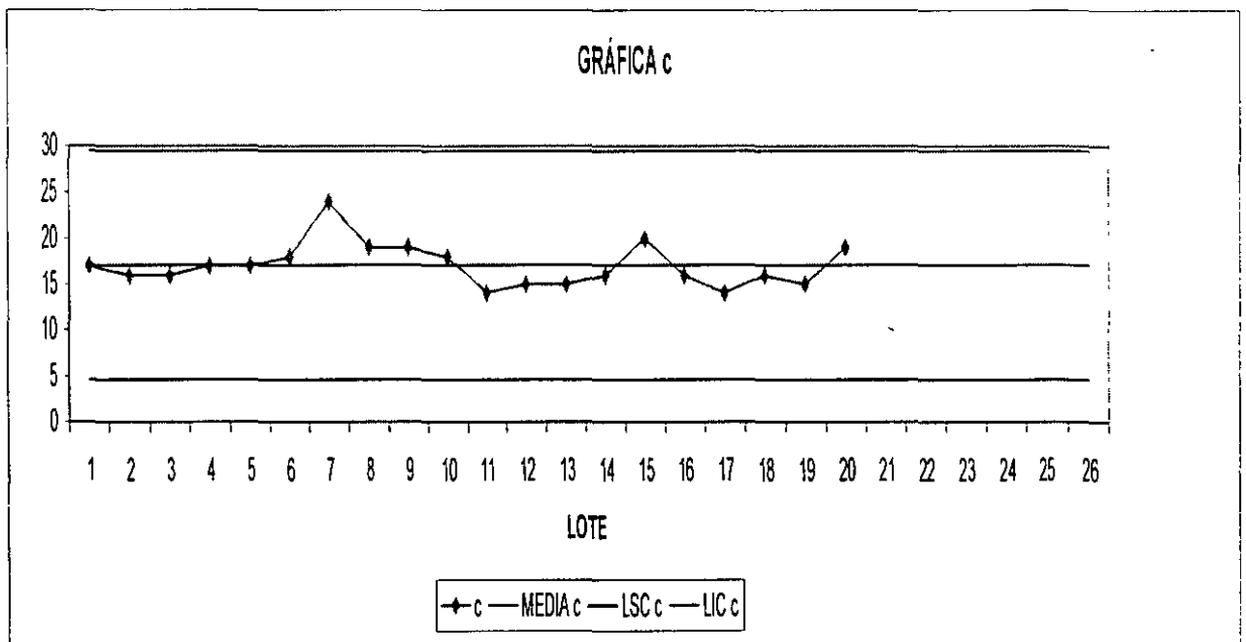
Para asegurar la efectividad del uso futuro de la gráfica, el área de oportunidad deberá mantenerse constante, esto equivale a decir en el caso que nos ocupa que el tamaño de los lotes siempre sea el mismo.

GRAFICA DE CONTROL c

$c = \text{PROMEDIO DE } c = 17.050$

$LSC = c + 3 \text{raiz}(c) = 29.437$

$LIC = c - 3 \text{raiz}(c) = 4.663$



Lote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							Sum
c	17	16	16	17	17	18	24	19	19	18	14	15	15	16	20	16	14	16	15	19							341

ELABORACIÓN DE GRÁFICAS u

La gráfica u mide la cantidad de defectos por unidad de inspección en subgrupos cuyos tamaños pueden ser variables. Las gráficas c y u pueden ser usadas para las mismas situaciones, pero deberá usarse la gráfica u cuando el tamaño de muestra del subgrupo sea mayor a una unidad o si el tamaño de muestra varía entre subgrupos.

La gráfica u es una variación de la gráfica c. Si el área de oportunidad para la ocurrencia de defectos no permanece constante, la gráfica u debe usarse en lugar de la gráfica c, donde cada punto graficado corresponde al valor de:

$$U_i = \frac{C_i}{n_i}$$

Siendo n_i el tamaño del área inspeccionada, y C_i el número de defectos encontrados en esas unidades.

Cuando n es constante, el usuario puede usar ya sea la gráfica u o la gráfica c, pero cuando n varía debe usarse la gráfica u.

La línea central de la gráfica u tiene como ecuación el promedio de defectos por unidad inspeccionada:

$$\bar{u} = \frac{\sum c_i}{\sum n_i}$$

donde c_i es el número de unidades disconformes en cada área de oportunidad y n_i es el número de unidades muestreadas en esa área.

Los límites de control de la gráfica u están dados por:

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

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

donde n se supone constante

Si el tamaño de n varía de muestra a muestra, n_i debe reemplazar a n. Cuando n_i no varía fuertemente, puede usarse en lugar de n el promedio de los tamaños muestrales.

$$\bar{n} = \frac{\sum_{i=1}^k n_i}{k}$$

Una regla sugerida es que este enfoque puede usarse en tanto ningún tamaño muestral individual de muestra difiera por más del 25%.

La gráfica U puede ser usada bajo cada una de las siguientes suposiciones:

- Como sustituto de la gráfica C cuando el tamaño muestral (constante) contiene más de una unidad de inspección y se desea graficar el número de defectos por unidad de inspección.
- Cuando el tamaño muestral varía, de modo que la gráfica c no puede usarse
- Límites variables usando tamaños de muestras individuales
- Límites constantes usando el promedio del tamaño muestral cuando los tamaños no difieren grandemente.

Ejemplo 1

La tabla adjunta muestra los resultados de la inspección de 20 lotes de tres tamaños diferentes: 20, 25 y 40. Elabore la gráfica u para estos datos.

lote	n	c	u	lote	n	c	u
1	20	72	3.6	11	25	47	1.88
2	20	38	1.9	12	25	55	2.2
3	40	76	1.9	13	25	49	1.96
4	25	35	1.4	14	25	62	2.48
5	25	62	2.48	15	25	71	2.84
6	25	81	3.24	16	20	47	2.35
7	40	97	2.42	17	20	41	2.05
8	40	78	1.95	18	20	52	2.6
9	40	103	2.58	19	40	128	3.2
10	40	56	1.4	20	40	84	2.1

Total de n = 1334

Total de c = 580

La ecuación de la línea central es

$$\bar{u} = \frac{\sum c_i}{\sum n_i} = \frac{580}{1334} = 2.30$$

Se calculan enseguida los límites para cada uno de los 3 valores de n:

Para n = 20

$$LSC_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 2.30 + 3\sqrt{\frac{2.30}{20}} = 3.32$$

$$LIC_l = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 2.30 - 3\sqrt{\frac{2.30}{20}} = 1.28$$

Para $n = 25$

$$LSC_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 2.30 + 3\sqrt{\frac{2.30}{25}} = 3.21$$

$$LIC_l = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 2.30 - 3\sqrt{\frac{2.30}{25}} = 1.39$$

Para $n = 40$

$$LSC_u = \bar{u} + 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 2.30 + 3\sqrt{\frac{2.30}{40}} = 3.02$$

$$LIC_l = \bar{u} - 3\sqrt{\frac{\bar{u}}{n}} = 2.30 - 3\sqrt{\frac{2.30}{40}} = 1.58$$

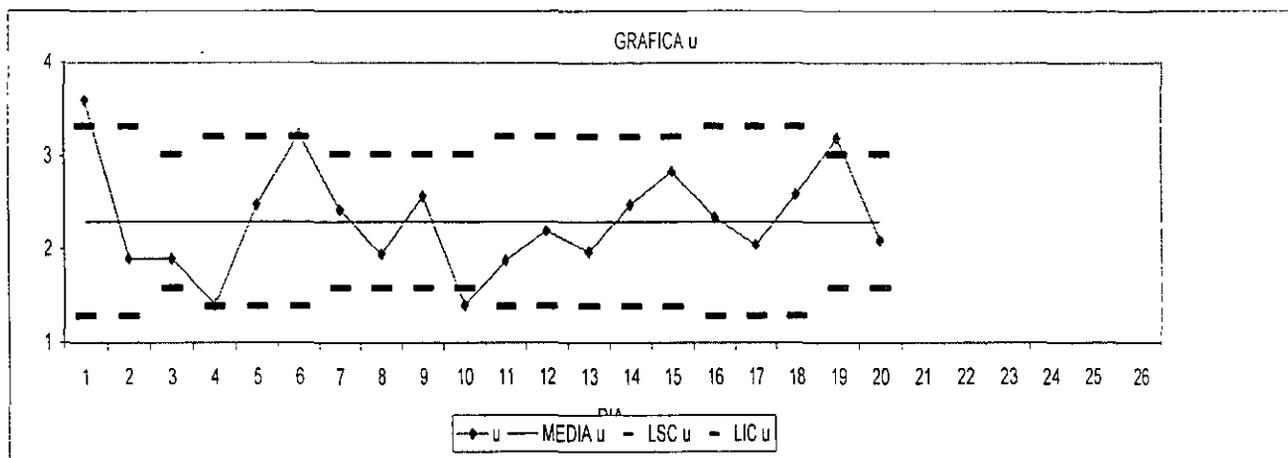
Se elabora la gráfica u

Los lotes 1,6,10 y 19 se encuentran fuera de sus límites de control respectivos, por lo que se tiene que efectuar un estudio acerca de que fue lo que perturbó al sistema.

EJEMPLO DE GRAFICA DE CONTROL u

$$LSC = u + 3 \text{raiz}(u/n)$$

$$LIC = u - 3 \text{raiz}(u/n)$$



Lote	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20							Sum
n	20	20	40	25	25	25	40	40	40	40	25	25	25	25	25	20	20	20	40	40							580
c	72	38	76	35	62	81	97	78	103	56	47	55	49	62	71	47	41	52	128	84							1334
u	3.60	1.90	1.90	1.40	2.48	3.24	2.43	1.95	2.58	1.40	1.88	2.20	1.96	2.48	2.84	2.35	2.05	2.60	3.20	2.10							
LSCu	3.32	3.32	3.02	3.21	3.21	3.21	3.02	3.02	3.02	3.02	3.21	3.21	3.21	3.21	3.21	3.32	3.32	3.32	3.02	3.02							
LICu	1.28	1.28	1.58	1.39	1.39	1.39	1.58	1.58	1.58	1.58	1.39	1.39	1.39	1.39	1.39	1.28	1.28	1.28	1.58	1.58							

u =	2.30
-----	------

Tamaño del lote	20	25	40
LSCu	3.32	3.21	3.02
LICu	1.28	1.39	1.58

1.7 Técnica Delphi

La técnica Delphi consiste en solicitar y comparar múltiples rondas de juicios anónimos de los miembros del equipo sobre una decisión o problema. Cada ronda proporciona a los miembros un resumen acerca de lo que los miembros del equipo dijeron en la ronda anterior y solicita una nueva ronda de comentarios. Al final de tres rondas, su equipo debería arribar a un consenso.

Utilizar este método, cuando:

- Quiera conocer las opiniones de varios miembros del grupo evitando al mismo tiempo el efecto negativo del contacto cara a cara.
- Los miembros del equipo no se encuentran en el mismo lugar físico.
- La decisión requiera que todos los miembros "compren" los resultados y la evolución de dichos resultados.
- Necesite evitar los efectos de algunas personalidades dominantes y la presión entre pares.

(al utilizar esta técnica las respuestas con anónimas)

ETAPAS DE LA TECNICA DELPHI

Etapa 1.- Defina la decisión a tomar o el problema a resolver.

Antes de que los miembros del equipo puedan proveer comentarios, la decisión problema o resultado deseado del proceso necesita ser definidos.

Ejemplo de un resultado definido para esta técnica puede incluir:

El equipo tiene que decidir cuánto de las gratificaciones pagar en este trimestre, cuánto en el próximo trimestre y cómo será distribuida esta gratificación entre los cinco miembros del equipo.

Además de definir la decisión o problema, el equipo necesita ponerse de acuerdo sobre el proceso de instrumentación de la sesión. Por ejemplo, podrían decidir que en la primera ronda, cada miembro contribuirá con cinco ideas; en la segunda ronda, tres; y en la ronda final, solamente dos.

Etapa 2.- El equipo provee los comentarios para la ronda 1.

Los miembros del equipo deberán proveer comunicación escrita. Esto puede ser logrado ya sea durante una reunión o con los integrantes del equipo ubicados en lugares diferentes. En esta primera ronda, cada miembro provee comentarios sin tener ninguna idea acerca de cuál es la opinión de los demás.

Etapa 3.- Resuma los resultados de la ronda 1; solicite comentarios para la ronda 2. Pueden resumirse los resultados de una ronda de alguna de las siguientes maneras:

- Procesándolos para terminar en una sinopsis de los que dijo el equipo como grupo
- Enumerando las respuestas textualmente, sin procesarlas
- Promediando las respuestas.

Etapa 4.- El equipo provee comentarios para la ronda 2.

Solicitar comentarios más específicos en la segunda ronda, ya que el equipo se halla más cercano al consenso.

Por ejemplo, si les pide a los miembros que suministren cinco ideas, o soluciones, en la primera ronda, podrían luego requerirles que mencionen las dos o tres "mejores" en la segunda ronda.

Etapa 5.- Resuma los resultados de la ronda 2; solicite comentarios para la ronda 3. Según lo que resuelva su equipo y la cuestión que se está o polémica, puede no necesitar de una tercera ronda de comentarios de los miembros

Por otro lado, cuando lo que se discute es una cuestión crítica o polémica, puede necesitar más rondas para llegar al consenso del grupo.

Etapa 6.- El equipo provee comentarios para la ronda 3

Si usted desea que esta sea la última ronda de su equipo, hágaselo saber a sus miembros, de modo que estos traten de que los comentarios que provean estén dirigidos a una verdadera decisión conjunta.

Etapa 7.- Resuma los resultados de la ronda 3.

En este punto los comentarios se hallan cercanos al consenso. Y a esta altura los miembros deben tener claridad de la posición del equipo, aunque no haya sido una discusión formal.

Si existen amplias diferencias, el responsable del grupo debería recomendar otro proceso de decisiones.

Etapa 8.- Dé por concluida la sesión.

Distribuya la premisa final entre los miembros del equipo. Haga lo necesario para:

- Comunicar la decisión del equipo a aquellos que resulten afectados por ella
- Desarrollar un plan para llevar cabo la decisión del equipo
- Instrumentar la decisión.
- Celebrar el hecho de que una decisión difícil haya sido adoptada en conjunto.

1.8 Lluvia de ideas

Aplicación: la tormenta de ideas se usa para identificar posibles soluciones a problemas y oportunidades potenciales para el mejoramiento de la calidad.

Descripción: la tormenta de ideas es una herramienta para aprovechar el pensamiento creativo de un equipo de trabajo, el cual deberá generar y aclarar una lista de ideas, problemas y asuntos.

Procedimiento

a) Generación de ideas

Un líder o facilitador revisa las directrices y el propósito de la sesión de tormenta de ideas, después de lo cual los miembros del equipo generarán una lista de ideas. El objetivo es generar la mayor cantidad posible de ideas, sin importar que estas parezcan extrañas.

Las directrices son:

- Que se identifique un facilitador o líder
- Que se establezca claramente el propósito de la sesión
- Que cada miembro del equipo pida la palabra para hablar y diga una sola idea a la vez.
- Si es posible que los miembros del equipo den nuevas ideas sobre las ya expresadas.
- Que las ideas no sean criticadas ni discutidas
- Que las ideas sean registradas en donde todos los miembros la vean.
- Que el proceso continúe hasta que no se generen más ideas.

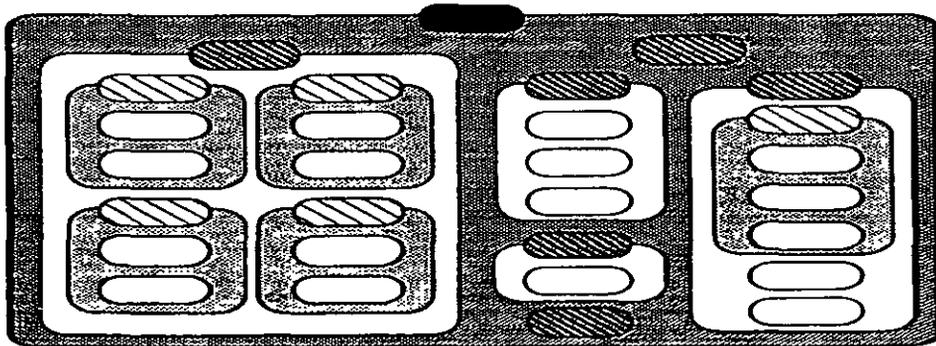
b) Aclaración de ideas

Al ya no generar más ideas, el equipo revisará la lista de ideas para asegurarse que cada uno entienda todas las ideas. La evaluación de las ideas ocurrirá cuando se concluya la sesión de generación de ideas.

1.9 Diagrama de afinidad

Organiza grandes cantidades de información.

El método de diagrama de afinidad está diseñado para encontrar un problema o facilitar la concepción de una idea al integrar datos de lenguaje con afinidad mutua. Más específicamente, esta herramienta expresa los hechos, opiniones, o ideas de un problema caótico o incierto en palabras (datos de lenguaje) e integra estos datos con afinidad, para descubrir un problema, investigar el futuro o concebir una idea. Se utiliza para organizar y categorizar grandes cantidades de información lingüística (ideas, opiniones, experiencias) en base a su función, operación, u otra relación que las identifique. El diagrama de afinidad promueve la creatividad y el descubrimiento. El diagrama de afinidad se origino del Método KJ desarrollado en 1960 por el Dr. Jiro Kawakita (antropólogo) en Japón.



LEYENDA:

	Tópico		Concepto
	Idea General		Idea Específica

Este diagrama organiza grandes cantidades de información agrupando los aspectos de la misma con base en relaciones clave entre ellos. También se le conoce como método KJ.

Propósitos y beneficios

Cuando se emplea un diagrama de afinidad, se organizan las ideas o áreas generales de problemas. Es posible emplear un diagrama de afinidad para adquirir la comprensión de un problema o asunto complejo. Para identificar las causas potenciales de un problema. Al igual que la tormenta de ideas, el diagrama de

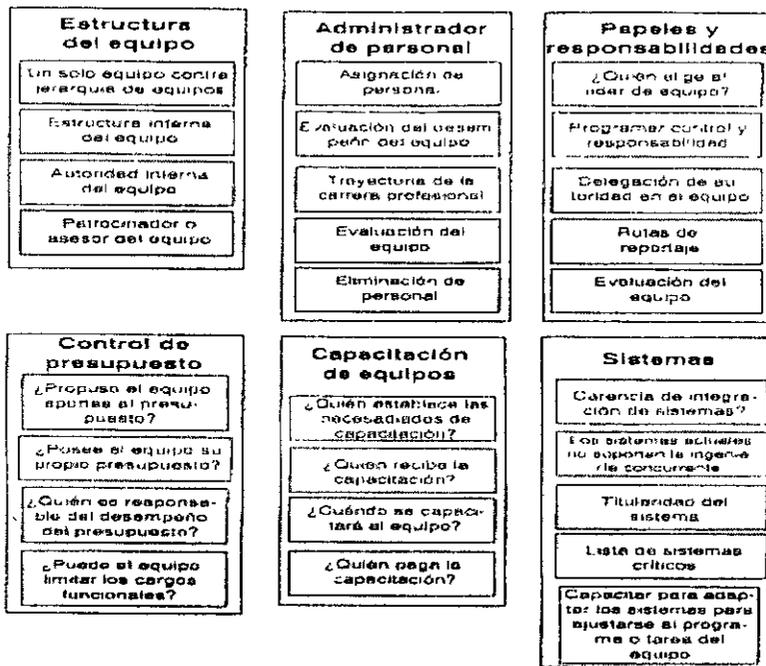
afinidad ayuda a identificar soluciones creativas o no tradicionales a un problema. Además la herramienta ayuda a mejorar el compromiso y apoyo del equipo.

Pasos

- 1) **Reunir el equipo y elegir un líder.** El equipo deberá consistir de 5 o 6 personas, a lo más, que conozcan del asunto o problema a resolver. El líder del equipo deberá ser capaz de proporcionar guía durante el proceso y de desarrollar el diagrama de afinidad.
- 2) **Establecer el asunto o problema a forma de pregunta.** Con el objetivo de invitar a los miembros del equipo a expresar respuestas no sesgadas, no explicar el problema con gran detalle.
- 3) **Realizar una tormenta de ideas respecto al problema o aspecto y registrarlas en fichas de trabajo.** Se deberán seguir las reglas tradicionales de la tormenta de ideas con una sola excepción. Registrar las ideas del equipo en fichas de trabajo o etiquetas autoadheribles utilizando los siguientes lineamientos:
 - ✓ Solo una idea por tarjeta
 - ✓ Máximo siete palabras por tarjeta
 - ✓ Cada tarjeta deberá contener un sustantivo y un verbo
- 4) **Desplegar las tarjetas en una mesa grande o muro**
- 5) **Acomodar las tarjetas en pilas similares o familias.** Las tarjetas similares tienen afinidad mutua. Hacer que el grupo de miembros del equipo agrupen las tarjetas en silencio. Evitar forzar las tarjetas individuales en grupos. Continuar el proceso hasta que las tarjetas dejen de moverse.
- 6) **Crear tarjetas de encabezado.** El líder del grupo lee ahora todas las tarjetas de un agrupamiento y elige la frase que mejor describa el agrupamiento. El líder del grupo escribe esta frase en la parte superior del encabezado. A veces una de las tarjetas del propio agrupamiento captará la idea principal del mismo, usarla como tarjeta del encabezado.
- 7) **Dibujar el diagrama de afinidad:** Trazar un círculo en torno a cada agrupamiento y conectar éste con la tarjeta de encabezado. Discutir la posibilidad de hacer "super agrupamientos". Si se crea uno, entonces hacer una tarjeta de "super encabezado" y colocarla en la parte superior de los agrupamientos con los que se relaciona. Dibujar otro círculo o cuadrado en torno al "super agrupamiento". El diagrama de afinidad queda completo cuando el equipo alcanza el consenso y etiqueta el diagrama con el nombre del equipo y la fecha.
- 8) **Discutir el diagrama de afinidad.** El equipo deberá discutir y estudiar agrupamientos. Cada uno de ellos representará un aspecto importante o componente de un programa.

Ejemplo

Aspectos de la implantación de la Ingeniería Concurrente en la Organización



El diagrama de afinidad del ejemplo muestra los aspectos de la implantación de la ingeniería concurrente en una organización. El equipo agrupó 27 ideas, que surgieron de una sesión de tormenta de ideas, en forma siguiente:

- ✓ Estructura del equipo
- ✓ Administración de personal
- ✓ Papeles y responsabilidades
- ✓ Control de presupuesto
- ✓ Capacitación de equipos
- ✓ Sistema

2. SEGUIMIENTO, MEDICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS

2.1 Seguimiento y medición de los procesos

La Norma ISO 9001:2000 plantea:

- La organización debe aplicar métodos apropiados para el seguimiento, y cuando sea aplicable, la medición de los procesos del SGC. Estos métodos deben demostrar la capacidad de los procesos para alcanzar los resultados planificados.
- Cuando no se alcancen los resultados planificados, deben llevarse a cabo correcciones y acciones correctivas, según sea conveniente, para asegurarse de la conformidad del producto.

2.2 Determinación de los métodos de seguimiento y medición.

Existen varios métodos para llevar a cabo el seguimiento y la medición de los procesos.

a) A través de los indicadores de eficacia y eficiencia establecidos para cada proceso.

Indicadores de procesos

- D Es una medida de desempeño y una herramienta básica para medir el comportamiento de una variable.
- D El indicador debe permitirnos medir de alguna manera lo que describe
- D A veces la medición resulta un proceso bastante directo y sencillo.

Indicador cualitativo

- ¿Su percepción del acabado de nuestro producto es?
 - Excelente.
 - Muy bueno.
 - Bueno.
 - Regular.
 - Malo

Indicador cuantitativo.

Personas que perciben que el acabado de nuestro producto es excelente

Total de personal a quien se aplico la encuesta

Nota.- Expresado en porcentaje

Ejemplos de Indicadores

Satisfacción del cliente

- % de reordenes
- Número de clientes referidos.
- Número de quejas.
- Número de recomendaciones.

- Participación en el mercado.

Confiabilidad

- Número de llamadas de servicio.
- % de fallas de los equipos.

Conformidad

- % de productos devueltos.
- Número de quejas.

Medidas de eficacia

<i>Requerimientos</i>	<i>Especificaciones</i>	<i>Indicador</i>
Entrega oportuna	Entrega a 30 días del pedido	<ul style="list-style-type: none"> • Quejas de clientes por entregas tardías. • Número de entregas tardías. • Tiempo promedio de entrega.

- Se define la eficacia: logro del objetivo del servicio sobre los usuarios del mismo.
 - Control de tuberculosis:

(Número de pacientes curados/ Número de pacientes tratados) x 100

- La eficiencia muestra la relación entre los efectos de un programa o servicio de salud y los gastos correspondientes en recursos e insumos
 - Programa de vacunación.
(Costo del programa/Número de niños vacunados)

b) A través del control estadístico del proceso (CEP)(Gráficas de Control y habilidad de los procesos).

2.3 Causas de la variabilidad de los procesos, características y tendencias

Para cualquier proceso, se pueden identificar y medir indicadores del desempeño del proceso. Estos indicadores se conocerán como *características de calidad*. Para procesos de manufactura, medidas como longitud, ancho, viscosidad, color, temperatura, velocidad, número de accidentes, y porcentaje de material rechazado son ejemplos de tales características. Número de errores en facturación, número de transacciones equivocadas en un banco, tiempo de cobro en un supermercado, frecuencia de reinicios de programas en

procesamiento de datos, y gastos reales son ejemplos de características de calidad en los procesos de servicio. Las características de calidad para la organización como sistema incluyen ausentismo, rotación, costos de garantía, utilidades y participación en el mercado

Todas estas medidas variarán en el tiempo. El análisis de esta variación se usa como base para actuar en el mejoramiento del proceso. Frecuentemente, sin embargo, esta acción es inapropiada o contraproducente porque el personal no tiene la comprensión del concepto de causas comunes de variación contra causas especiales de variación.

Un concepto fundamental necesario para el estudio y mejoramiento de procesos introducido por Shewhart⁶ es que la variación en la salida de un proceso se debe a dos tipos de causas:

Causas comunes: Causas que son inherentes en el proceso a lo largo del tiempo, afectan a todo en que trabaja en el proceso, y afecta a todas las salidas del proceso.

Causas especiales: Causas que no están presentes en el proceso todo el tiempo o que no afectan a todos, pero que surgen debido a circunstancias específicas.

Por ejemplo, el nivel de atención puesto por 50 personas a una conferencia se afecta por causas comunes a todos ellos, como la temperatura de la habitación y la iluminación, el estilo del conferencista, y el tema de la conferencia. Hay otras causas que afectan el nivel de atención de ciertos individuos, tales como falta de sueño, problemas familiares, y la salud. Estas causas surgen por circunstancias específicas.

Un proceso estable se define como:

Proceso Estable: Un proceso en que la variación de las salidas proviene únicamente de causas comunes.

Un proceso estable está en un estado de control estadístico; el sistema de causas permanece esencialmente constante a lo largo del tiempo. Esto no quiere decir que no haya variación en la salida, que la variación sea pequeña, o que los resultados satisfagan los requerimientos del cliente. Un proceso estable implica solamente que la variación es predecible dentro de límites estadísticamente establecidos.

Un proceso inestable se define como:

Proceso Inestable: Un proceso en el que la variación es resultado de ambas causas, comunes y especiales.

Un proceso inestable no es necesariamente uno con variación grande. Significa que la magnitud de la variación en los resultados de un periodo de tiempo al siguiente es impredecible.

Quando las causas especiales se detectan y son eliminadas, un proceso se hace estable.

2.4 Análisis de los procesos

ANEXO 1: Patrones de Variación.

PATRÓN DE VARIACIÓN	DEFINICIÓN	REPRESENTACIÓN GRÁFICA	CAUSAS DE VARIACIÓN	ACCIONES CORRECTIVAS
UN PUNTO FUERA DE CONTROL	La variación se representa por un punto que repentinamente queda fuera de los límites de control (incluye puntos que toquen los límites) y no tiene relación con el comportamiento del proceso.		<ul style="list-style-type: none"> Si el contenido neto promedio de un muestra es menor del contenido neto declarado en la etiqueta, detener el producto y proceder de acuerdo a Control de Producto No Conforme. Arribo de línea al inicio del primer turno. Cambio de operario. Desajuste o fuga del equipo. Ajustes de acuerdo al nivel visual de lectura en el proceso. Falta de o cambio de materia prima directamente no hacer ajustes en la línea y evitar que falle Materia Prima. Error al determinar la medición o al registrar el resultado. Falla inesperada en la máquina o en el equipo de control. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la línea y el operador el modo de trabajo para operar la máquina. Cambio por operario capacitado. Ajustar la línea y el operador. Reparar la falla en la máquina o sustituir el equipo de control. Mantenimiento preventivo. Ajustar la línea y el operador al inicio del primer turno. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar en la máquina o equipo y/o en línea. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Hacer el Cambio por operario capacitado. Ajustar la línea y el operador. Determinar la causa del cambio de MP y hacer la conexión. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Sustituir al operario. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique.
UN CICLO DE 7 PUNTOS	Se presenta cuando 7 puntos se alinean entre la línea central de control y alguno de los límites superior o inferior (no incluye puntos que toquen la línea central de control o alguno de los límites superior o inferior).		<ul style="list-style-type: none"> Cambio de Materia Prima directa. Cambio de Supervisión. Cambio de Materia Prima directa. Cambio turno y/o de operario. Fuga del operario. Cambio de Supervisión. Desajuste o ajuste en la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique.
TENDENCIA DE 7 PUNTOS (Ascendente o Descendente)	Se presenta cuando 7 puntos consecutivos ascendan (A) o descendan (D) en la gráfica de control. Por lo regular cuando se presenta este patrón algún punto toca los límites de control.		<ul style="list-style-type: none"> Cambio de Supervisión. Cambio de Materia Prima directa. Cambio turno y/o de operario. Fuga del operario. Cambio de Supervisión. Desajuste o ajuste en la máquina. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique. Ajustar la línea y el operador. Ajustar la línea y el operador que no realice ajustes al menos que se le indique.

LCS Límite de control superior LCI Límite de control inferior LC Límite central de control

Nota: Las Causas de Variación y las Acciones correctivas no son limitadas.

MANUAL DE INSTRUCCIONES DE TRABAJO

TÍTULO INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL

CÓDIGO	
FECHA REV	Marzo de 2001
No REVISION	0
PAGINA	4 de 6
REFERENCIA	PCC-16
FECHA EMISIÓN	Marzo de 2001

MANUAL DE INSTRUCCIONES DE TRABAJO

TÍTULO INTERPRETACION DE GRÁFICAS DE CONTROL

CÓDIGO	
FECHA REV	Marzo de 2001
Nº REVISION	0
PAGINA	4 de 6
REFERENCIA	PCC-16
FECHA EMISION	Marzo de 2001

ANEXO 1. Patrones de Variación.

PATRON DE VARIACION	DEFINICION	REPRESENTACION GRAFICA	CAUSAS DE VARIACION	ACCIONES CORRECTIVAS
ADHERENCIA DE LOS PUNTOS A LOS LIMITES SUPERIOR O INFERIOR	<p>Este patrón se caracteriza cuando 3 puntos de 7 caen dentro del último tercio del gráfico de control.</p> <p>Para decidir si existe o no una adherencia, trace 4 rectas sobre el gráfico de control, dividiéndolo en tercios, si los puntos caen en el último tercio hacia el límite superior de control o hacia el límite inferior de control, se dice que existe una anomalía en el proceso adherencia a los límites de control.</p>		<p>0 Falta de ajuste de la llenadora en el arranque de la línea al inicio del primer turno, de acuerdo al límite central de control.</p> <p>0 Ajustes constantes de acuerdo al nivel de llenado en el frasco</p> <p>0 Ajustes constantes por falla en la maquinaria o equipo</p> <p>0 Cálculo incorrecto de los límites porque la variación estimada (R.S) no corresponde con la variación natural del proceso</p>	<p>Ajustar la llenadora de acuerdo al límite central de control</p> <p>Ajustar la llenadora e indicar al operario que no realice ajustes al menos que se le indique.</p> <p>Ajustar o cambiar la maquinaria o equipo</p> <p>Recalcular los límites de control con base en la variación natural del proceso y no con datos históricos</p>
ADHERENCIA DE LOS PUNTOS A LA LINEA CENTRAL DE CONTROL	<p>Este patrón se caracteriza cuando la mayoría de los puntos oscilan entre la línea central de control.</p> <p>Para decidir si existe o no una adherencia, trace dos rectas sobre el gráfico de control, una entre la línea central (LC) y el LCS y otra entre la línea central y el LCI. Si la mayoría de los puntos caen dentro de estas dos rectas se dice que existe una anomalía en el proceso.</p>		<p>• Mezcla de mediciones de diferentes poblaciones</p> <p>• Manipulación de resultados. Se grafican solo ajustes en el proceso y no variaciones</p> <p>• Cálculo incorrecto de los límites porque la variación estimada (R.S) no corresponde con la variación natural del proceso</p> <p>✓ Control del proceso. ✓ Buena Supervisión.</p>	<p>Tomar las mediciones del producto en proceso y no en la banda de acumulación.</p> <p>Considerar y registrar a todos los muestreos sin excepción durante la operación y cuando existan variaciones en el proceso</p> <p>Recalcular los límites de control con base en la variación natural del proceso y no con datos históricos.</p> <p>Estas no son Causas de Variación sino que representan la mejora en el control del proceso y el aumento en la Capacidad para producir dentro de especificaciones</p>

Nota: Las causas de variación y las acciones correctivas no son limitativas

LCS Límite de control superior LCI Límite de control inferior LC Límite central de control

ANEXO 1: Patrones de Variación

PATRON DE VARIACION	DEFINICION	REPRESENTACION GRAFICA	CAUSAS DE VARIACION	ACCIONES CORRECTIVAS
UN PUNTO FUERA DE CONTROL	La variación se representa por un punto que repentinamente queda fuera de los límites de control (incluye puntos que toquen los límites) y no tiene relación con el comportamiento del proceso.		<ul style="list-style-type: none"> 0 Cuando el contenido neto promedio de un muestreo se presente por debajo del contenido neto declarado en la etiqueta el producto se detiene y procede de acuerdo a Control de Producto No Conforme. 0 Anomalía de línea al inicio del primer turno. 0 Cambio de operario. 0 Desgaste de fábula del operario. 0 Ajuste de acuerdo al nivel usual de llenado en el frasco. 0 Falta de o cambio de material prima directa. 0 Error al determinar la medición o al registrar el resultado. 0 Falta encerrada en la máquina o en el equipo de control. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la llenadora de acuerdo al límite central de control. Ajustar la llenadora e indicar al nuevo operario el método de llenado para operar la máquina. Cambio por operación casualidad. Ajustar la llenadora y reanudar el trabajo al operario. No hacer ajustes en la llenadora y evitar que falle Material Prima. Verificar la causa error. Si estudio de control tomar medidas para evitar que vuelva a presentarse. Reparar la línea en la máquina o sustituir el equipo de control. Mantenimiento preventivo.
UN CICLO DE 7 PUNTOS	Se presenta cuando 7 puntos se sitúan entre la línea central de control y alguno de los límites superior o inferior (no incluye puntos que toquen la línea central de control o alguno de los límites superior o inferior).		<ul style="list-style-type: none"> 0 Falta de ajuste en la llenadora al arranque de la línea al inicio del primer turno. 0 Ajuste en la llenadora de acuerdo al nivel usual de llenado en el frasco. 0 Desgaste o falla de la maquinaria o equipo. 0 Cambio de turno y/o de Operario. 0 Cambio de Material Prima directo. 0 Cambio de Supervisión. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la llenadora de acuerdo al nivel central de control. Ajustar la llenadora e indicar al nuevo operario que no realize ajustes al menos que se le indique. Ajustar en la maquinaria y equipo o Ajustar la llenadora. Ajustar la llenadora e indicar al nuevo operario que no realize ajustes al menos que se le indique. Ajustar la llenadora. Determinar la causa del cambio de MP y hacer la corrección. Ajustar la llenadora e indicar el modo de operación de llenadora.
TENDENCIA DE 7 PUNTOS (Ascendente ó Descendente)	Se presenta cuando 7 puntos consecutivos ascendente(A) o descendente(D) en la gráfica de control. Por lo regular cuando se presenta este patrón algún punto toca los límites de control.		<ul style="list-style-type: none"> • Cambio de Material Prima directo. • Cambio turno y/o de operario. • Falta del operario. • Cambio de Supervisión. • Desgaste ó ajuste en la maquinaria. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar la llenadora. Ajustar la llenadora e indicar al nuevo operario que no realize ajustes al menos que se le indique. Sustituir al operario. Ajustar la llenadora e indicar el modo de operación de la llenadora. Ajustar la llenadora ó Ajustar de la maquinaria.
ADHERENCIA DE LOS PUNTOS A LOS LÍMITES SUPERIOR O INFERIOR	Este patrón se caracteriza cuando 3 puntos de 7 caen dentro del último tercio del gráfico de control. Para decidir si existe o no una adherencia traza 4 rectas sobre el gráfico de control, dividiéndolo en tercios, si los puntos caen en el último tercio hacia el límite superior de control o hacia el límite inferior de control, se dice que existe una adherencia en el proceso adherencia a los límites de control.		<ul style="list-style-type: none"> 0 Falta de ajuste de la llenadora en el arranque de la línea al inicio del primer turno. 0 Ajuste de acuerdo al nivel de llenado en el frasco. 0 Ajustes constantes por falla en la maquinaria o equipo. 0 Cambio incorrecto de los límites porque la variación estándar (RS) no corresponde con la variación natural del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> Ajustar en la llenadora de acuerdo al límite central de control. Ajustar la llenadora e indicar al nuevo operario que no realize ajustes al menos que se le indique. Ajustar ó cambio de la maquinaria y equipo. Recalcular los límites de control con base en la variación natural del proceso y no con datos históricos.
ADHERENCIA DE LOS PUNTOS A LA LÍNEA CENTRAL DE CONTROL	Este patrón se caracteriza cuando la mayoría de los puntos oscilan entre la línea central de control. Para decidir si existe o no una adherencia, traza dos rectas sobre el gráfico de control, una entre la línea central (LC) y el LCS y otra entre la línea central y el LCI. Si la mayoría de los puntos caen dentro de estas dos rectas se dice que existe una anomalía en el proceso.		<ul style="list-style-type: none"> • Falta en mediciones de diferentes operaciones. • Manipulación de resultados. Se grafican solo ajustes en el proceso y no variaciones. • Cambio incorrecto de los límites porque la variación estándar (RS) no corresponde con la variación natural del proceso. • Control del proceso. • Buena Supervisión. 	<ul style="list-style-type: none"> Tomar las mediciones del producto en proceso y no en la línea de acortamiento. Comprobar y registrar a todos los muestreos en excepción durante la operación y cuando existan variaciones en el proceso. Recalcular los límites de control con base en la variación natural del proceso y no con datos históricos. Estos no son Casos de Variación sino que representan la mejora en el control del proceso y el aumento en la Capacidad del proceso.

LCS Límite de control superior, LCI Límite de control inferior, LC Límite central de control

Nota: Las Acciones correctivas no son limitativas

MANUAL DE INSTRUCCIONES DE TRABAJO
 TÍTULO INTERPRETACIÓN DE GRÁFICAS DE CONTROL.

CODIGO	
FECHA REV	Mayo del 2000
NO REVISIÓN	1
PÁGINA	4 de 5
REFERENCIA	PCCT-6
FECHA EMISIÓN	Febrero del 2000

2.5 Mejora de los procesos mediante acciones correctivas y preventivas

La norma ISO 9001:2000 plantea que la organización debe mejorar continuamente la eficacia de su SGC mediante:

- EL uso de la política de la calidad

- Los objetivos de la calidad
- Resultados de auditorías
- Análisis de datos
- **Acciones correctivas y preventivas**
- Revisión por la dirección

Objetivos que lleven a la mejora de la eficiencia interna y su competitividad (ejemplo: a través de la innovación).

- Establecer la correlación entre estos 3 factores “Objetivos corporativos – necesidades de los clientes – expectativas del mercado”.
- Balancear la necesidad de mejorar la eficiencia interna y la necesidad de progresar con el desempeño externo (aunque los dos están frecuentemente muy relacionados).

La Mejora Estructural de Procesos puede producirse debido a:

- Cambios en el entorno del proceso: cambios en los clientes del proceso y/o de las necesidades de éstos respecto de dicho proceso.
- Cambios organizativos que provocan cambios en las entradas, salidas y límites del proceso.
- Identificación de factores que no habían sido tenidos en cuenta en la estructuración y definición del proceso y que están provocando deficiencias en la estructuración del proceso.
- Identificación de deficiencias en las características de calidad o estándares en las salidas o prestaciones del proceso, o bien de cualquiera de las actividades o recursos que forman parte del mismo.

El procedimiento de revisión o Mejora Estructural de Procesos puede ser representado mediante el siguiente esquema:

1. Mejora de la Definición del Proceso: cambios en la función básica del proceso, en el impacto del proceso en otros procesos o nuevas expectativas del proceso a favor de estrategias o valores de la organización.
2. Revisión y Mejora de los Límites Iniciales, Finales o Intermedios del proceso: cambios en los límites inicial, final o intermedios del proceso.
3. Revisión y Mejora de los Propietarios del Proceso y de sus Responsabilidades.
4. Revisión y Mejora de las Salidas del Proceso: equivale a revisar las características de calidad especificadas para el producto y servicio.
5. Revisión y Mejora de las Actividades del Proceso: equivale a ajustar el propósito, lugar, secuencia, medios humanos y método de cada actividad del proceso, teniendo en cuenta las causas del modo de operar y sus ventajas e inconvenientes respecto a otras alternativas posibles.

6. Revisión y Mejora de las Entradas del Proceso: cada uno de los cambios o ajustes anteriores implica cambios en las necesidades del proceso acerca de los recursos necesarios (entradas).
7. Revisión de los Indicadores del Proceso necesarios cuando se detectan faltas en la información relevante, cuando se modifica la definición o los clientes del proceso o cuando se modifican los puntos críticos para el funcionamiento del proceso.

3. SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DEL PRODUCTO.

3.1 Determinación de características y criterios de control, de acuerdo a las etapas de producción, almacenamiento y entrega.

El requisito 7.1 PLANIFICACIÓN DE LA REALIZACIÓN DEL PRODUCTO de la norma ISO 9001:2000 establece que se debe determinar cuando sea apropiado:

- a) Los objetivos de la calidad
- b) Requisitos para el producto
- c) Establecer procesos
- d) Establecer documentos
- e) Recursos específicos para el producto
- f) Actividades de verificación, validación, seguimiento, inspección y ensayo/prueba para el producto
- g) Criterios para la aceptación del producto.
- h) Los registros que sean necesarios para proporcionar evidencia de que los procesos de realización y el producto resultante cumplen los requisitos.

El requisito 7.2.1 Requisitos relacionados con el producto de la norma establece que se deben determinar:

- Requisitos especificados por el cliente, incluyendo los requisitos para las actividades de entrega y posteriores a la misma.
- Los requisitos no establecidos por el cliente pero necesarios para el uso especificado o para el uso previsto, cuando sea conocido.
- Los requisitos legales y reglamentarios relacionados con el producto, y
- Cualquier requisito adicional determinado por la organización.

7.2.2 Revisar los requisitos antes de comprometerse y Registrar los resultados de la revisión

¿Cómo transformamos en productos los conceptos que tienen el potencial de satisfacer las necesidades del cliente?

¿Cómo seleccionamos el mejor concepto para satisfacer las necesidades del cliente?

¿Cómo seleccionamos los pocos y cruciales parámetros para el diseño entre los cientos de alternativas?

¿Cómo diseñamos un producto que funcione bajo el amplio rango de condiciones que serán encontradas durante la producción real y durante el uso por el cliente?

¿Cómo seleccionamos las mejores condiciones de operación para un proceso de manufactura entre los cientos de posibilidades?

3.2 Identificación del estado del producto y su trazabilidad.

7.5.3 IDENTIFICACIÓN Y TRAZABILIDAD

- Identificar el producto por medios apropiados, a través de toda la realización del producto
- Identificar el estado del producto con respecto a los requisitos de medición y seguimiento
- Cuando la trazabilidad sea un requisito controlar y registrar la identificación única del producto.

3.3 Control de producto no conforme.

La organización debe asegurarse de que el producto que no sea conforme con los requisitos se identifique y controle para prevenir su utilización o entrega no intencional.

- Los controles, las responsabilidades y autoridades relacionadas con el tratamiento del producto no conforme deben estar definidos en un procedimiento documentado
- La organización debe tratar los productos no conformes:
 - Tomando acciones para eliminar la no conformidad detectada
 - Autorizan su uso, liberación o aceptación bajo concesión por una autoridad pertinente y por el cliente
 - Tomando acciones para impedir su uso o aplicación originalmente previsto
- Mantener registros de las no conformidades y acciones tomadas, incluyendo concesiones que se hayan obtenido.
- Cuando se corrige un producto no conforme se debe verificar nuevamente para demostrar su conformidad con los requisitos.
- Si se detecta producto no conforme después de la entrega o cuando se ha comenzado su uso, tomar acciones apropiadas respecto a los efectos de la no conformidad

3.4 Determinación de datos de la conformidad del producto (tendencias)

8.4 ANALISIS DE DATOS

- La organización debe determinar, recopilar y analizar los datos apropiados para demostrar idoneidad y eficacia del SGC y evaluar donde puede realizarse la mejora continua
- Incluir datos de resultados del seguimiento y medición y de otras fuentes.
- Analizar los datos para obtener información sobre:
 - ✿ Satisfacción del cliente
 - ✿ **Conformidad con los requisitos del producto**
 - ✿ Características y tendencias de los procesos y productos
 - ✿ Proveedores

3.5 Mejora de los productos mediante acciones correctivas y preventivas.

8.5.2 ACCIONES CORRECTIVAS

- La organización debe tomar acciones para eliminar la causas de la no conformidad para prevenir que vuelva a ocurrir.
- Deben ser apropiadas a los efectos de las no conformidades encontradas
- Establecer un procedimiento documentado para definir los requisitos para:
 - ✿ Revisar las no conformidades (incluyendo quejas de los clientes)
 - ✿ Determinar las causas de las no conformidades
 - ✿ Evaluar la necesidad de acciones para evitar repetición
 - ✿ Determinar e implementar las acciones necesarias
 - ✿ Registrar los resultados de acciones tomadas
 - ✿ Revisar las acciones correctivas tomadas

8.5.2 ACCIONES PREVENTIVAS

- *La organización debe determinar acciones preventivas para eliminar la causas de la no conformidad potenciales para prevenir su ocurrencia*
- *Deben ser apropiadas al impacto de los efectos de los problemas potenciales*
- *Establecer un procedimiento documentado para:*
 - ✿ *Determinar las no conformidades potenciales y sus causas*
 - ✿ *Evaluar la necesidad de actuar para prevenir la ocurrencia de no conformidades*
 - ✿ *Determinar e implementar las acciones necesarias*
 - ✿ *Registrar los resultados de acciones tomadas*
 - ✿ *Revisar las acciones preventivas tomadas*

4. DETERMINACIÓN DEL SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

¿Cómo transformamos en productos los conceptos que tienen el potencial de satisfacer las necesidades del cliente?

¿Cómo seleccionamos el mejor concepto para satisfacer las necesidades del cliente?

¿Cómo seleccionamos los pocos y cruciales parámetros para el diseño entre los cientos de alternativas?

¿Cómo diseñamos un producto que funcione bajo el amplio rango de condiciones que serán encontradas durante la producción real y durante el uso por el cliente?

¿Cómo seleccionamos las mejores condiciones de operación para un proceso de manufactura entre los cientos de posibilidades?

Proceso de manejo de quejas de los clientes

1. Definiciones

- Queja. Cualquier expresión de insatisfacción hecha a una organización, relativa a sus productos o servicios, o al propio proceso de manejo de quejas, donde se espera explícita o implícitamente una respuesta;
- Quejoso: Persona, organización, o la persona que representa a una entidad o al mismo que hace una queja;
- Política de manejo de quejas: Establecimiento formal por la organización de sus intenciones y principios en relación a su proceso global de manejo de quejas, que provee un marco de referencia para la acción y para el establecimiento de objetivos e indicadores;
- Objetivo del manejo de quejas: Indicadores cuantificables generales que un proceso de manejo de quejas decide lograr, derivadas de la política de manejo de quejas;
- Indicadores de manejo de quejas: Requisitos detallados de desempeño, derivados de los objetivos del manejo de quejas. Conjunto de necesidades a ser cubiertas para lograr tales objetivos;
- Retroalimentación: opiniones, comentarios y expresiones de interés en los productos y servicios o en el proceso de manejo de quejas.

2. Principios Indicadores

Visibilidad. La información acerca de cómo y cuándo quejarse debería hacerse pública a los clientes, al personal y a otras partes interesadas, y debería incluir información acerca del derecho del cliente a quejarse.

Accesibilidad. Un proceso de manejo de quejas debería estar accesible a todos los quejosos y asegurar que la información está prontamente disponible sobre los detalles para presentar y resolver quejas. El proceso de manejo de quejas y la información de soporte debería ser fácilmente comprensible para el usuario y estar en un lenguaje claro. La información y la asistencia para presentar una queja debería estar disponible en los lenguajes en que originalmente se ofrecen los productos y servicios y en formatos alternativos, tales como Braille o cintas de audio para que los quejosos no estén en desventaja.

Responsabilidades. Las quejas deberían ser tratadas con prontitud de acuerdo a su urgencia y con cortesía. Debería mantenerse informados a los quejosos del progreso de su queja a través del proceso de manejo de quejas

Imparcialidad y objetividad. Cada queja debería ser manejada de una manera balanceada a través del proceso de manejo de quejas y se debería ser imparcial tanto con el quejoso como con la organización o persona contra la cual se hace la queja.

Cargos. El acceso al proceso de manejo de quejas debería estar libre de cargos a los quejosos.

Confidencialidad. La información de identificación personal concerniente al cliente o a las quejas debería estar disponible sólo donde sea necesaria dentro de la organización y debería estar debidamente protegida de revelación a menos que el cliente o el quejoso expresamente consintieran a que se revelara.

Enfoque orientado al cliente. Una organización que adopta un enfoque orientado al cliente solicita las quejas e indica el compromiso de resolverlas tanto de palabra como de acción.

Responsabilidad. Una organización debería asegurar que hay un individuo identificado o unidad identificable dentro de la organización que es responsable de e informa sobre las acciones y decisiones de la organización con respecto al manejo de quejas.

Mejora continua. La mejora continua de la calidad de los productos y servicios se facilita a través del proceso de manejo de quejas basado en el cliente y otras retroalimentaciones.

Todo el personal en contacto con los clientes debería:

- ser educado, capacitado o contar con una guía sobre el manejo de quejas;
- cumplir con alguna lista de requisitos determinados por la organización;
- tratar a los clientes con cortesía y pronta respuesta a sus quejas o dirigirse a ellos a través de la persona apropiada;

- ser consciente de sus roles y responsabilidades con relación a las quejas;
- saber qué procedimientos seguir y qué información proporcionar a los quejosos;
- reportar las quejas que tengan un efecto negativo sobre los productos y servicios de la organización, más allá del incidente inmediato que originalmente provocó la queja individualmente.

La información concerniente al proceso de manejo de quejas, tal como folletos o panfletos, debería estar fácilmente disponible a los clientes, quejosos y otras partes interesadas. Tal información debería estar escrita en un lenguaje claro y proveída en formas accesibles a todos los quejosos, incluyendo los discapacitados. Tal información podría dirigirse a:

- Dónde pueden hacerse las quejas;
- Cómo pueden hacerse las quejas;
- Información que debe proveer el quejoso
- Los procesos para manejar quejas;
- Límites de tiempo asociados con las varias etapas en el proceso;
- Las opciones de los quejosos para remediar;
- Cómo pueden obtener retroalimentación los quejosos del estatus de las quejas.

Guía de manejo de quejas

Invite a quejarse – tener un simple signo expuesto o un párrafo, por ejemplo en las facturas de la compañía que diga "Su satisfacción es importante para nosotros, por favor quéjese si usted no está satisfecho – nos gustaría corregirlo" o algo similar;

Colecte y registre la queja

Reconozca la recepción de la queja del cliente. Si no es recibida en persona (una llamada telefónica o e-mail sería suficiente);

Evalúe de la queja por validación, impacto posible y quien es la mejor persona para darle tratamiento.

Resuelva tan pronto como sea práctico – o investigue más sobre la queja y entonces tome una decisión acerca de qué hacer al respecto, y actúe prontamente;

De información al cliente acerca de su intención respecto de la queja, y evalúe su respuesta ¿es posible que la acción los satisfaga? Si la respuesta es **si** entonces actúe rápidamente para tomar la acción razonablemente esperada

por el cliente, relacionada con las mejores prácticas en el medio de su industria. Si la respuesta es no, llame al cliente para que revise la queja y posibilite la oferta de un remedio diferente;

Cuando todo lo posible ha sido hecho en su visión para resolver la queja, llame al cliente y registre la salida, si la queja no es resuelta todavía a satisfacción del cliente, explique y justifique su decisión y entonces debería hacer de su conocimiento algún organismo comercial o gubernamental u ombusman a los que podrían apelar;

Usted debería revisar todas las quejas regularmente – varias revisiones breves y una revisión anual intensiva – para establecer si hay alguna tendencia, o cosas obvias que usted quiera cambiar o enderezar para detener la ocurrencia de las quejas, mejorar el servicio o hacer más feliz al cliente.

5. MEJORA CONTINUA DE LA EFICACIA DEL SISTEMA

5.1 Requisitos de la mejora continua de la NMX-CC-9001-IMNC-2000

La norma ISO 9001.2000 plantea que la organización debe mejorar continuamente la eficacia de su SGC mediante:

- ♦ EL uso de la política de la calidad
- ♦ Los objetivos de la calidad
- ♦ Resultados de auditorías
- ♦ Análisis de datos
- ♦ **Acciones correctivas y preventivas**
- ♦ Revisión por la dirección

¿Cómo iniciar la mejora continua en la Organización?

- ♦ Identificar o revisar los procesos de la organización
- ♦ Identificar, dar seguimiento y reportar el nivel de satisfacción del proceso
- ♦ Identificar oportunidades de mejora del proceso
- ♦ Analizar el costo-beneficio para determinar si una acción de mejora se justifica
- ♦ Considerar los beneficios a corto y largo plazo cuando se tome la decisión
- ♦ Planificar e implementar la mejora

5.2 Auto evaluación de la madurez del sistema de gestión de calidad

¿Qué es una auto evaluación?

Es una evaluación que proporciona opinión o juicio de la eficacia, eficiencia y madurez del SGC, normalmente la realiza la dirección.

¿Cuál es su objetivo?

Proporciona directrices basadas en hechos con respecto a donde invertir los recursos para la mejora y también puede ser útil para medir el progreso frente a los objetivos, y para volver a evaluar la continua relevancia de dichos objetivos.

- ♦ Se puede aplicar al SGC completo, a partes o a un proceso.

- Se puede realizar en un período corto con recursos internos
- Se puede realizar por un equipo de representantes de diversas secciones o una persona con apoyo de la alta dirección.
- Puede ser un medio para identificar las prioridades de las oportunidades de mejora.
- Facilitar la madurez del SGC hacia niveles de desempeño de clase mundial
- La estructura de la auto evaluación es para cada capítulo de la NMX-CC-9004-IMNC en una escala que fluctúa del 1 (sin un sistema formal) al 5 (la mejor clase de desempeño)
- Se puede hacer seguimiento de los resultados a lo largo del tiempo para evaluar la madurez.

5.3 Mejora continua-proyectos de avance significativo y actividades de mejora continua escalonada.

A. "Proyectos de Avance Significativos" incluyen:

- Grandes rediseños a Procesos
- Realizados en forma cruzada por equipos de trabajo fuera de las horas de trabajo
- Deberían ser conducidos de forma eficaz y eficientes usando métodos de ingeniería de proyectos.

B. "Actividades de Mejora Continua escalonadas o progresivas":

- El personal es la mejor fuente de ideas para mejorar
- El personal debería tener la autoridad, soporte técnico y recursos suficientes para implementar las mejoras
- La mejora debería ser controlada para entender sus efectos hacia abajo y hacia arriba.

Cada uno de nosotros, en nuestros programas de asistencia y tratamiento, observa múltiples deficiencias y oportunidades de mejora, respecto a problemas que vienen repitiéndose en nuestra labor diaria o en los balances periódicos de nuestros resultados. Estas deficiencias pueden deberse a que nuestros procesos y actividades no se están desarrollando según lo previsto, lo cual incide negativamente en nuestra eficacia y eficiencia.

En este punto se resume un procedimiento para estructurar y desarrollar un proceso para la mejora continua de problemas de calidad en nuestros programas de tratamiento. Este procedimiento se estructura sistemáticamente para proceder a la identificación, organización y puesta en práctica de soluciones para los problemas de calidad. Además, este procedimiento ayudará a mejorar la comunicación y coordinación, mejorará la visión en conjunto de los procesos de nuestros programas, y permitirán alcanzar mayores niveles de satisfacción e integración de las personas que forman nuestros equipos.

El Proceso de Mejora Continua de Problemas de Calidad puede estructurarse en las siguientes actividades

1. Identificación de Oportunidades de Mejora.
2. Selección de Proyectos de Mejora: Selección de oportunidades para la aplicación de estrategias de resolución de problemas, que tienen un mayor impacto en los resultados y funcionamiento del programa y debe darse prioridad a su solución.
3. Organización de Proyectos de Mejora: Establecimiento de objetivos de mejora, formación del equipo de mejora y asignación de responsabilidades.
4. Desarrollo de Proyectos de Mejora y Solución de Problemas de Calidad: Identificación de las causas más importantes que generan el problema y diseño de la mejor solución
5. Seguimiento del desarrollo de Proyectos de Mejora: Los responsables del programa apoyan al equipo de mejora y monitorizan el proyecto de mejora.
6. Aprobación de Propuestas de Mejora: Los responsables del programa deciden a favor de una de las soluciones presentadas y dotan de recursos para su puesta en práctica.
7. Implantación de las soluciones a los Problemas de Calidad: El equipo de mejora monitoriza el desarrollo de las soluciones propuestas en el programa.
8. Comprobación de los resultados alcanzados: medición de los resultados alcanzados y finalización del proyecto de mejora cuando estos sean satisfactorios.

Estas actividades pueden estructurarse en las siguientes Fases del Proyecto de Mejora:

1. Organización y Planificación del Proyecto de Mejora.

Dado que en muchos de los programas de tratamiento no funcionan sistemáticamente los programas para la Mejora Continuada, todo proyecto de mejora requiere de una planificación previa, en mayor medida si han de intervenir en este proyecto diferentes personas que habrán de actuar según un sistema o criterio diferente a la práctica habitual. Esta planificación requiere de un mínimo de preparación del Proyecto de Mejora Continuada de Problemas de Calidad, que incluye:

- A) Una Decisión de Aceptación del Proyecto: La Dirección asume la necesidad de los cambios en la actuación antes de implantar el nuevo sistema y dota de recursos (en tiempo y formación) a los implicados en el mismo. Esta decisión debe expresarse por escrito, como reflejo de una decisión y compromiso claros.
- B) Selección de Participantes Estables: La Dirección del programa decide la composición del Comité de Mejora, el Líder del proyecto y los posibles asesores o facilitadores de la labor de este equipo.

- C) Formación Inicial Básica: El líder analiza el proyecto de mejora e identifica las claves de las actividades a desarrollar y forma inicialmente al Comité
- D) Programación del Proyecto: ha de seguirse un proceso cíclico compuesto por actividades secuenciadas. El Comité programa, desde el inicio del proyecto, las actividades y plazos para el propio Comité y para el equipo de mejora

2. Dirección y Liderazgo de la Mejora Continua de Problemas de Calidad por parte del Comité de Mejora.

El Comité de Mejora debe realizar una serie de actividades para dirigir la implantación de la Mejora Continuada en el programa.

- A) Identificación de Oportunidades de Mejora. El objetivo es identificar los problemas relevantes del funcionamiento del programa y preceder a su cuantificación. El procedimiento a seguir es el siguiente:
 - a. Preparación del Líder: El Líder estudia y comprende la actividad, analiza su puesta en marcha y establece su programación y los recursos necesarios para la preparación de cada actividad.
 - b. Formación del Comité para la Identificación de Oportunidades de Mejora.
 - c. Desarrollo de la actividad: El objetivo es obtener una lista de oportunidades de mejora que posteriormente será la base para la mejora a corto plazo. El proceso supone las siguientes actividades:
 - i. Identificar las fuentes de información disponibles en el programa: Satisfacción de clientes, funcionamiento de procesos, resultados económicos, competencia (otros programas), satisfacción del personal del programa.
 - ii. Identificación de oportunidades de mejora para cada fuente de información disponible en el programa.
 - iii. Priorizar la relevancia de cada oportunidad de mejora identificada: Selección de los criterios para priorizar tales oportunidades, ponderación de los mismos y utilización de una matriz para valorar dichos criterios en cada oportunidad de mejora.
- B) Selección de Proyectos de Mejora. El objetivo es seleccionar los problemas de calidad idóneos para ser resueltos en un momento

determinado del programa. Los pasos a seguir serán los señalados para la actividad anterior con las letras a y b, junto con las actividades específicas, que en este caso serán:

- a. Clasificación de las Oportunidades de Mejora: Los tipos de problemas existentes pueden ser de varios tipos, según que afecten a una o varias fases del ciclo PDCA. Cada tipo de problemas requiere el uso de métodos y herramientas diferentes
 - b. Caracterización de las Oportunidades de Mejora: Debe valorarse la cronicidad y manejabilidad de los diferentes problemas de calidad.
 - c. Priorización de Problemas de Calidad: Se han de tener en cuenta el impacto, la urgencia, los riesgos y la resistencia al cambio potencial asociados a cada problema.
- C) Organización de Proyectos de Mejora. El objetivo será llegar a formar un Equipo de Mejora con responsabilidades para el análisis y solución de un problema de calidad prioritario para el programa. El desarrollo de las actividades de este proceso implica:
- a. Definición de la Misión del Proyecto de Mejora: Descripción del problema y del objetivo de mejora. La definición y descripción del problema y el objetivo de mejora a resolver debe incluir:
 - i. Una descripción de los síntomas (señal observable de disfunción), de forma específica, observable, medible y "aséptica" (sin especificar causas, "culpables" ni soluciones).
 - ii. Especificación clara del objetivo, de un modo cuantificado y aséptica.
 - b. Selección del Equipo de Mejora. Este punto es crucial y marca el conocimiento del programa a utilizar (creatividad, fiabilidad y eficacia), la actitud ante el proyecto (impulso y ritmo del mismo), la resistencia al cambio y el nivel de prioridad y liderazgo otorgado a la mejora continua. El proceso a seguir es el siguiente:
 - i. Identificar las áreas del programa más directamente relacionadas con el problema (donde se observan los síntomas, en cuyos procesos se pueda estar generando las causas del problema, y aquellas que puedan contribuir al análisis cuantificado, diseño o implantación de la solución). Utilización de diagramas de flujo, etc..
 - ii. Seleccionar el nivel jerárquico que debe integrar el equipo y las personas

adecuadas según el conocimiento directo del problema, tiempo disponible aptitudes para el trabajo en equipo y representatividad. Asignar responsabilidades especiales: coordinación, secretario, etc

- c. Asignación de Responsabilidades al Equipo de Mejora. Asignación "formal" (con autorización para el desarrollo del proyecto), con información completa (objetivos y procedimiento) y por escrito

D) Seguimiento de Proyectos de Mejora. El objetivo es doble: asegurar que el proyecto de mejora se realiza de un modo eficaz y eficiente y ejercer un liderazgo y apoyo a favor de la motivación e integración de los participantes en el proyecto dentro de una dinámica de mejora continuada. El método de seguimiento suele abarcar las siguientes actividades:

- a. Definición del Sistema de Seguimiento a utilizar. Existen diferentes posibilidades para alcanzar la efectividad, eficiencia, motivación e integración. Casi todas se basan en el enfoque constante en los objetivos de mejora, las decisiones tomadas por consenso y basadas en hechos reales contrastados y en datos, la aplicación sistemática de un método de resolución de problemas, una asignación de responsabilidades adecuada, la existencia de recursos adecuados y el apoyo y colaboración de la Dirección.

- b. La ejecución del Seguimiento en si mismo.

- i. Control al Inicio del Proyecto: supervisión de la comprensión del problema y del objetivo de mejora, responsabilidades, método y herramientas.

- ii. Control del Recorrido del Diagnóstico del Proyecto: Supervisión del conocimiento de los síntomas, del análisis cuantificado del síntoma principal, análisis detallado del diagrama de flujo del proceso y sus deficiencias y planteamiento de posibles factores causales y su comprobación mediante análisis pertinentes.

- iii. Control del Recorrido de Solución del Proyecto: Supervisión de las diferentes alternativas de solución para cada posible factor causal, valoración de la alternativa más adecuada, detalle y mecanismos de control existentes en el diseño de la solución, realización de un plan de implantación, asignación de responsabilidades y consecución de los resultados esperados.