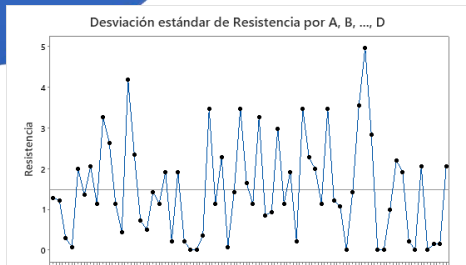


GESTIÓN DE LA CALIDAD

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD



fluctuaciones naturales o aleatorias que ocurren en un proceso o sistema a lo largo del tiempo



Es aquella que ocurre regularmente, lote a lote y es generada naturalmente a causa de la incidencia de las 6 M.

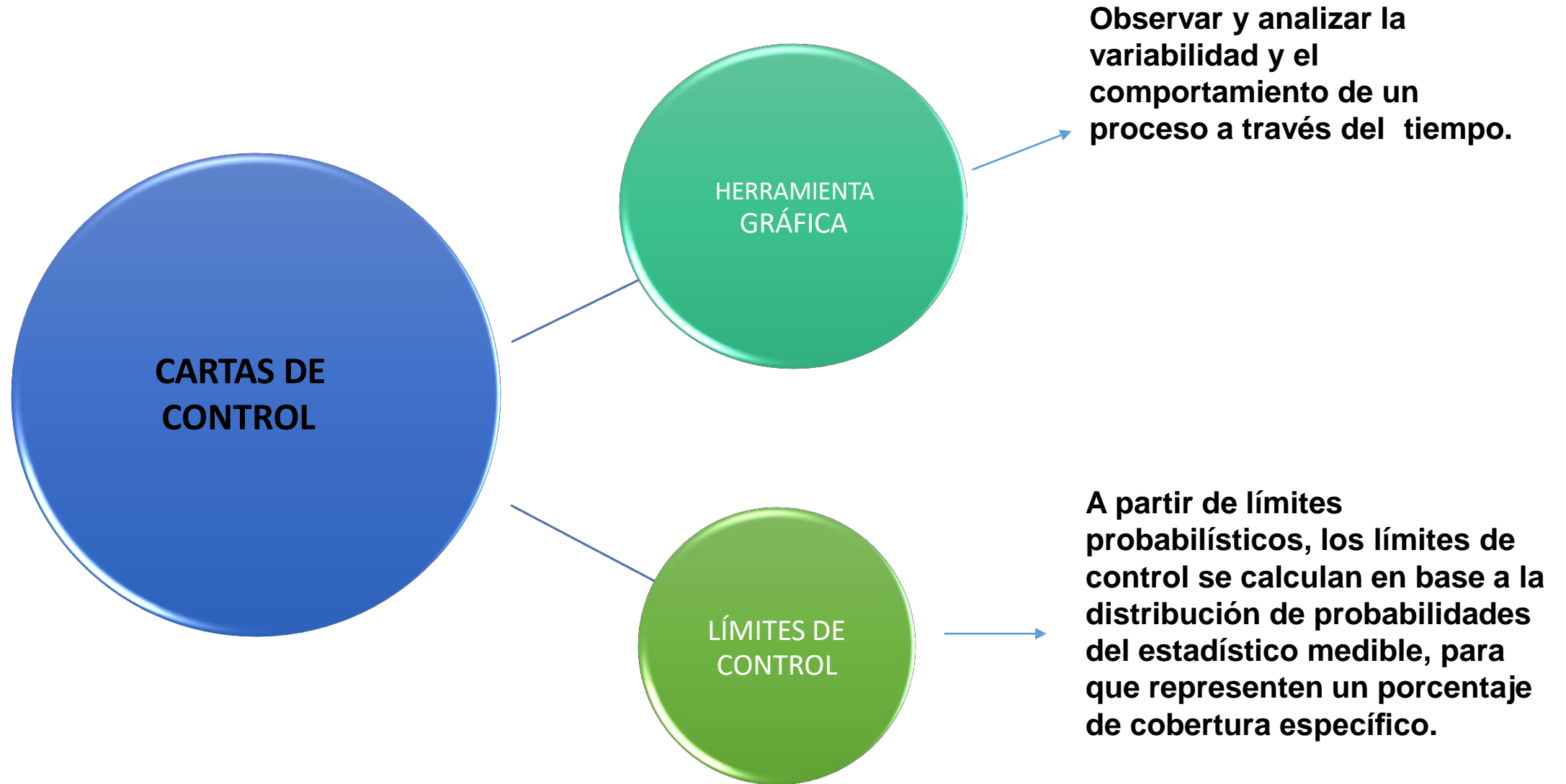
Cambios en metodologías, tecnologías, mano de obra, etc



Situaciones o circunstancias especiales que no se manifiestan de manera permanente en el proceso.

Cuestiones ambientales, cambios en mercados, etc

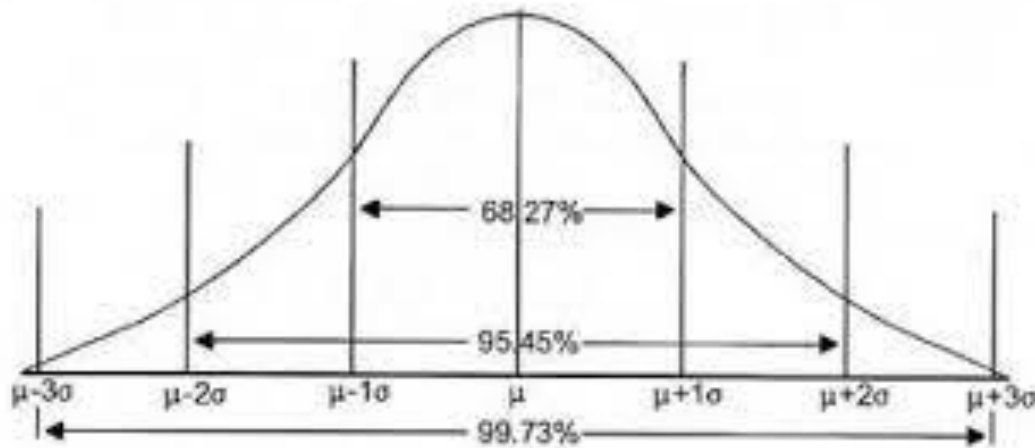
Control Estadístico



Distribución normal

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad \text{CON } -\infty < x < \infty$$

Función de densidad de probabilidad



1. $P(\mu - \sigma < X < \mu + \sigma) = 0.6827$
2. $P(\mu - 2\sigma < X < \mu + 2\sigma) = 0.9545$
3. $P(\mu - 3\sigma < X < \mu + 3\sigma) = 0.9973$
4. $P(X = a) = 0$ para cualquier número a .

x = variable aleatoria normal

μ = media poblacional: promedio de todos los datos del proceso

σ = Desviación estándar del proceso
Refleja la variabilidad del proceso.

\bar{X} = media muestral: promedio aritmético de los datos de la muestra

S = desviación standard muestral: medición de la dispersión en promedio que los datos se alejan de la media muestral

$$S = \sqrt{\frac{(x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2}{n-1}}$$

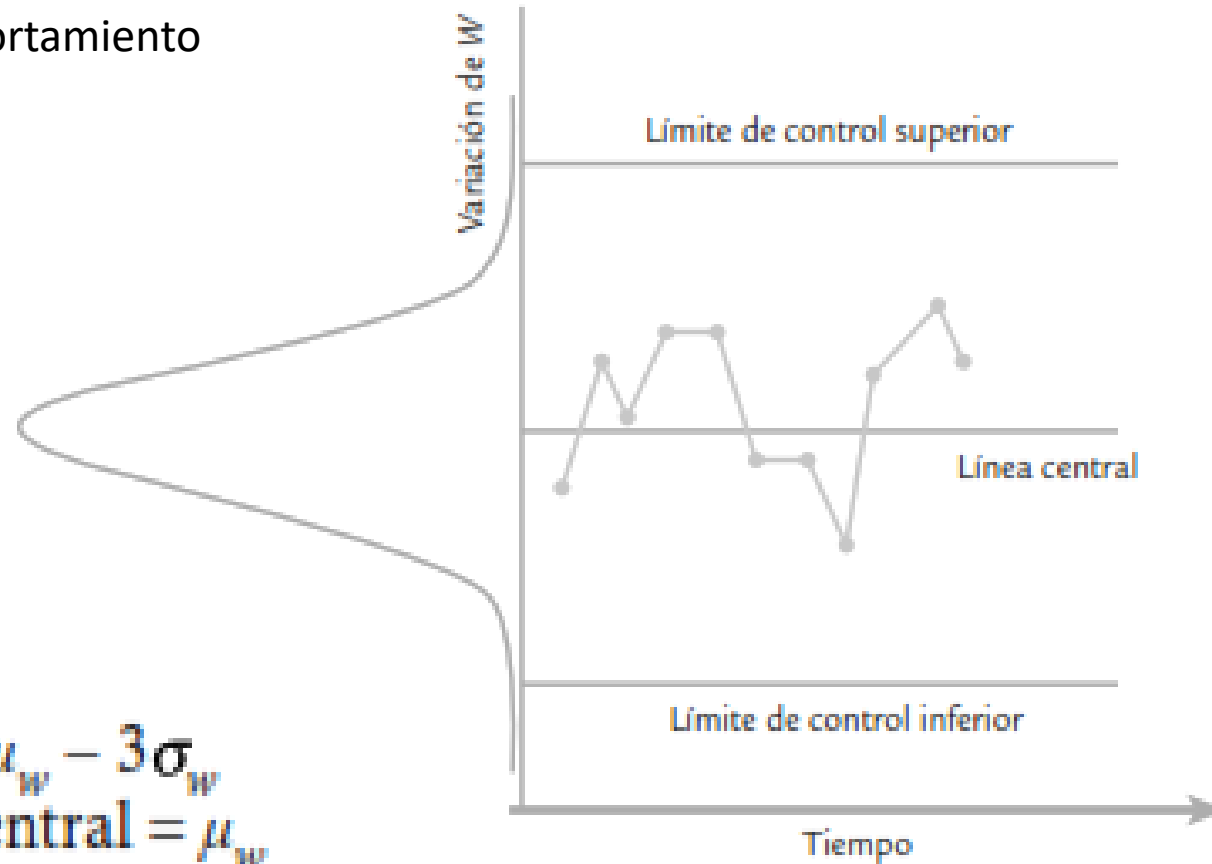
R = Rango (muestral)

Medición de la variabilidad de un conjunto de datos que es resultado de la diferencia entre el dato mayor y el dato menor de la muestra.

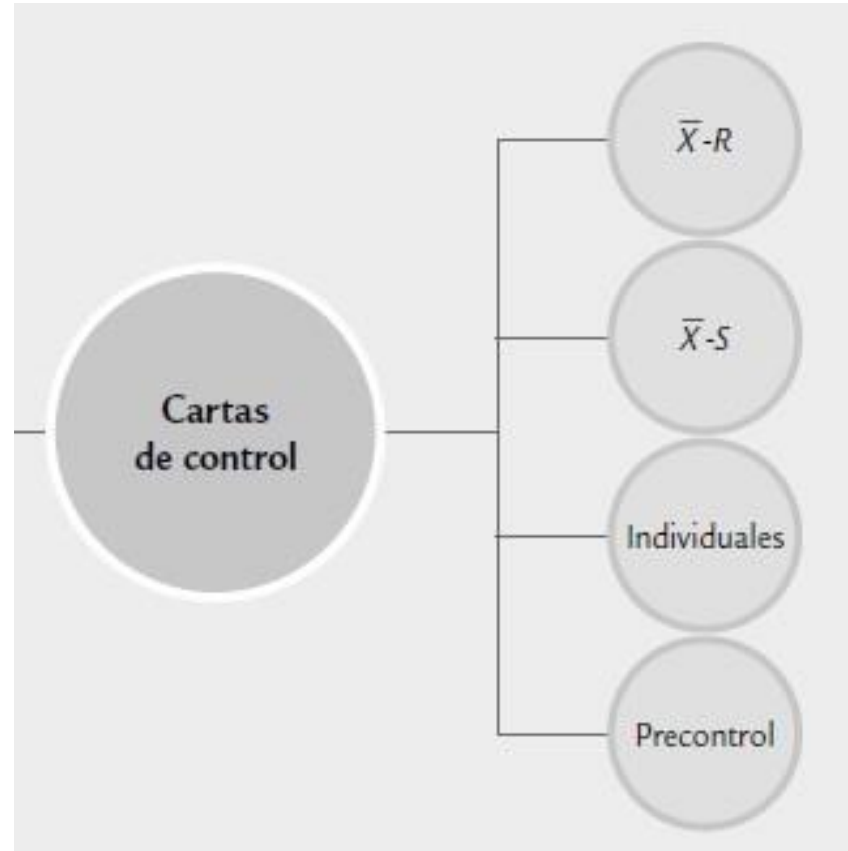
Carta de control

Es una gráfica que sirve para observar y analizar la variabilidad y el comportamiento de un proceso a través del tiempo.

$$LCI = \mu_w - 3\sigma_w$$
$$\text{Línea central} = \mu_w$$
$$LCS = \mu_w + 3\sigma_w$$



CARTAS DE CONTROL POR VARIABLES

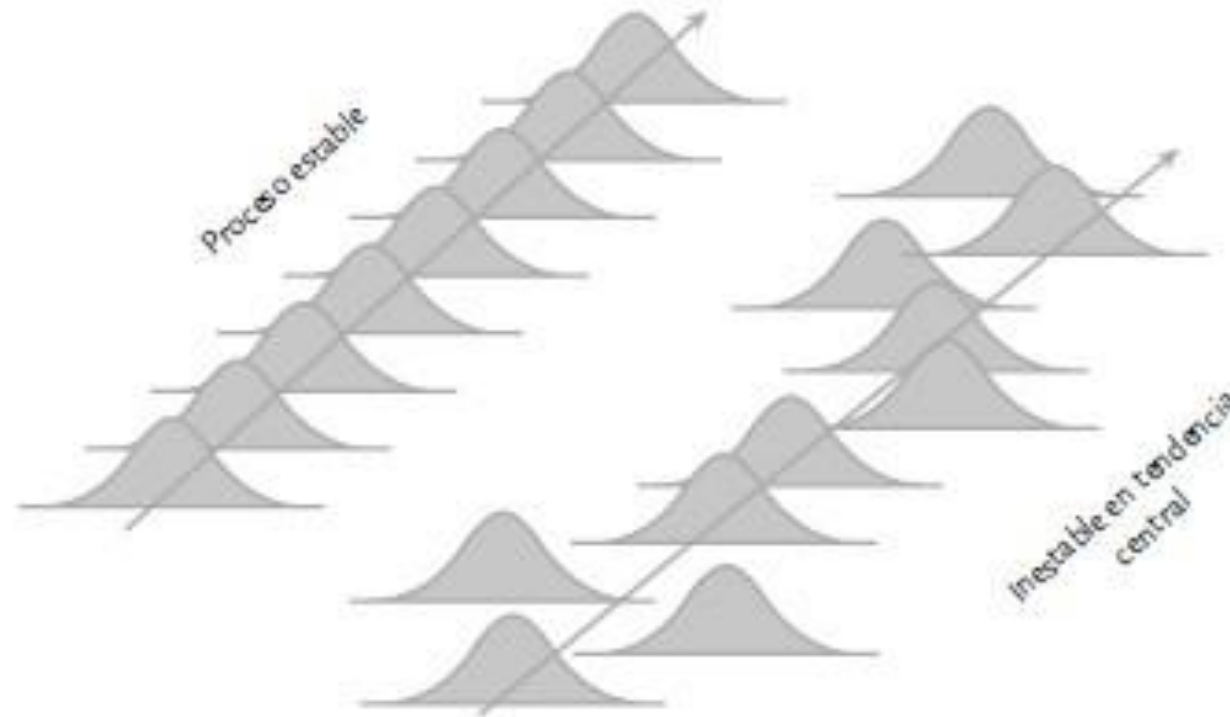


CARTAS DE CONTROL TIPO X-R

CARTAS DE CONTROL PARA SEGUIMIENTO DE VARIABLES **CARTA X**

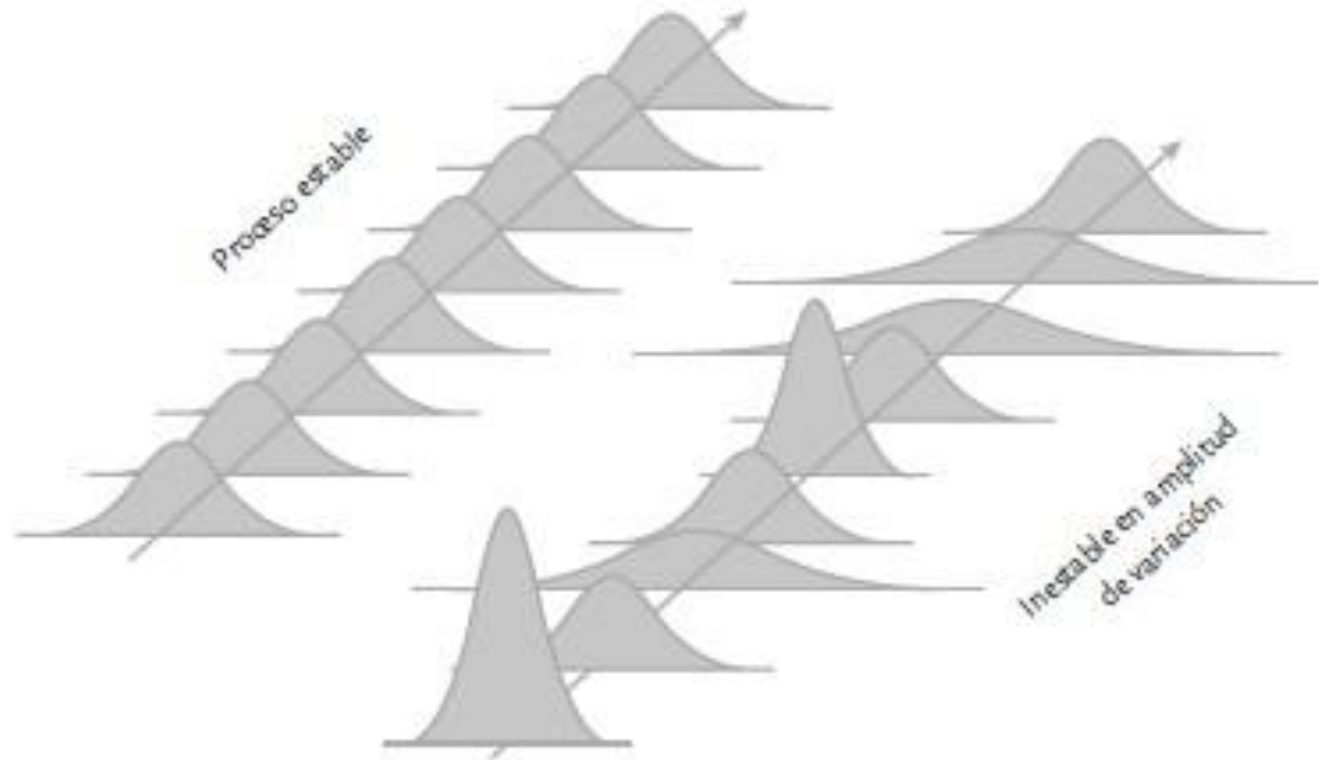
Diagramas para variables que se aplican a procesos masivos, en donde en forma periódica se obtiene un subgrupo de productos, se miden y se calcula la media \bar{X} y el rango R para registrarlos en la carta.

Carta X detecta cambios en la media del proceso



CARTA R

Carta R detecta cambios en la amplitud de la dispersión, aumentando o disminuyendo la variabilidad



La determinación de los límites de control se realiza por la estimación de la media y desviación estándar, según la expresión – ver pág 192 Control estadístico de la Calidad y 6 Sigma-Humberto Pulido

$$\mu_{\bar{x}} \pm 3\sigma_{\bar{x}}$$

$\mu_{\bar{x}}$ = promedio de medias del proceso
 $\sigma_{\bar{x}}$ desviación standard de las medias

Inicialmente se estiman con datos muestrales, siendo \bar{X} la media de los subgrupos y σ desviación standard de las medias

$$\mu_{\bar{x}} = \bar{\bar{X}} \text{ y } \sigma_{\bar{x}} = \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}} \text{ con } \hat{\sigma} = \frac{\bar{R}}{d_2}$$

Como la desviación standard del proceso no se conoce generalmente, se estima la desviación standard de las medias como la dispersión de los rangos de los subgrupos, con esta expresión:

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

R=es la media de los rangos de los subgrupos
 d_2 = constante que depende del tamaño de muestra y subgrupo

$$3\sigma_{\bar{x}} = 3 \left(\frac{\bar{R}/d_2}{\sqrt{n}} \right) = \frac{3}{d_2\sqrt{n}} \bar{R} = A_2\bar{R}$$

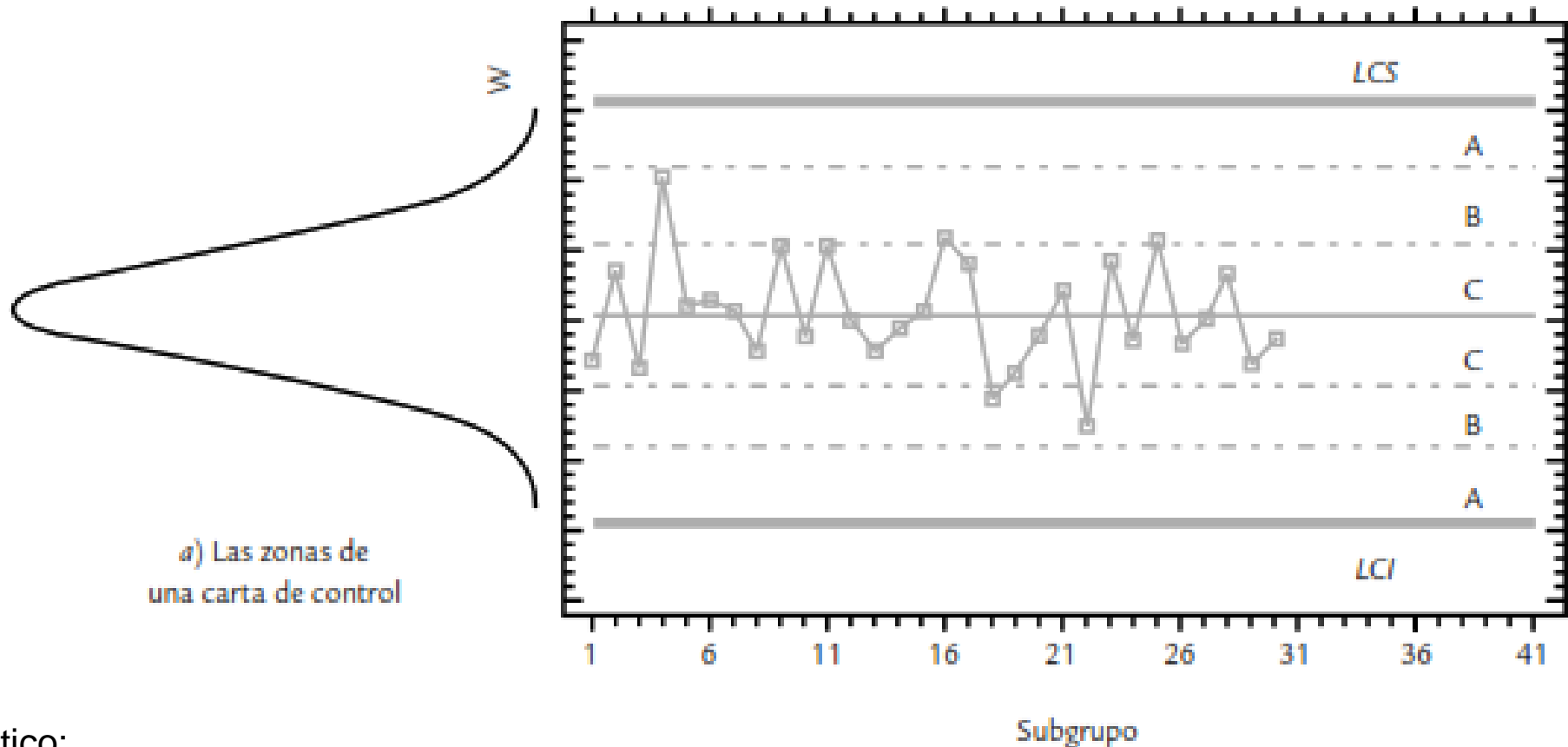
$$LCS = \bar{\bar{X}} + A_2\bar{R}$$

$$\text{Línea central} = \bar{\bar{X}}$$

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

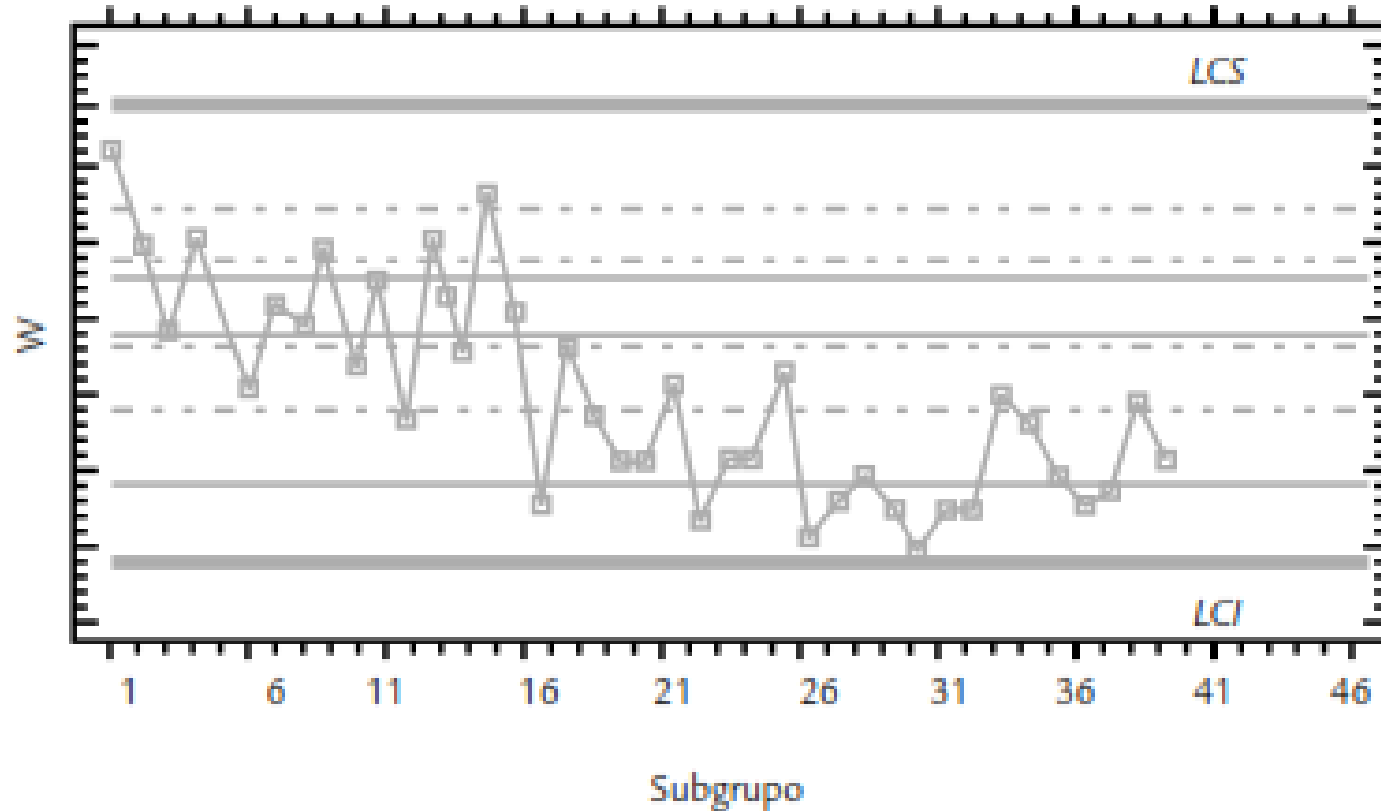
Interpretación de Comportamiento de los datos

Dividir la carta de control en 6 zonas de amplitud similar a la desviación estándar



Control estadístico:
cuando sus puntos caen dentro de los límites de control y varían de manera aleatoria a lo ancho de la carta, con tendencia a caer cerca de la línea central

1° Comportamiento INESTABLE CAMBIO DE NIVEL



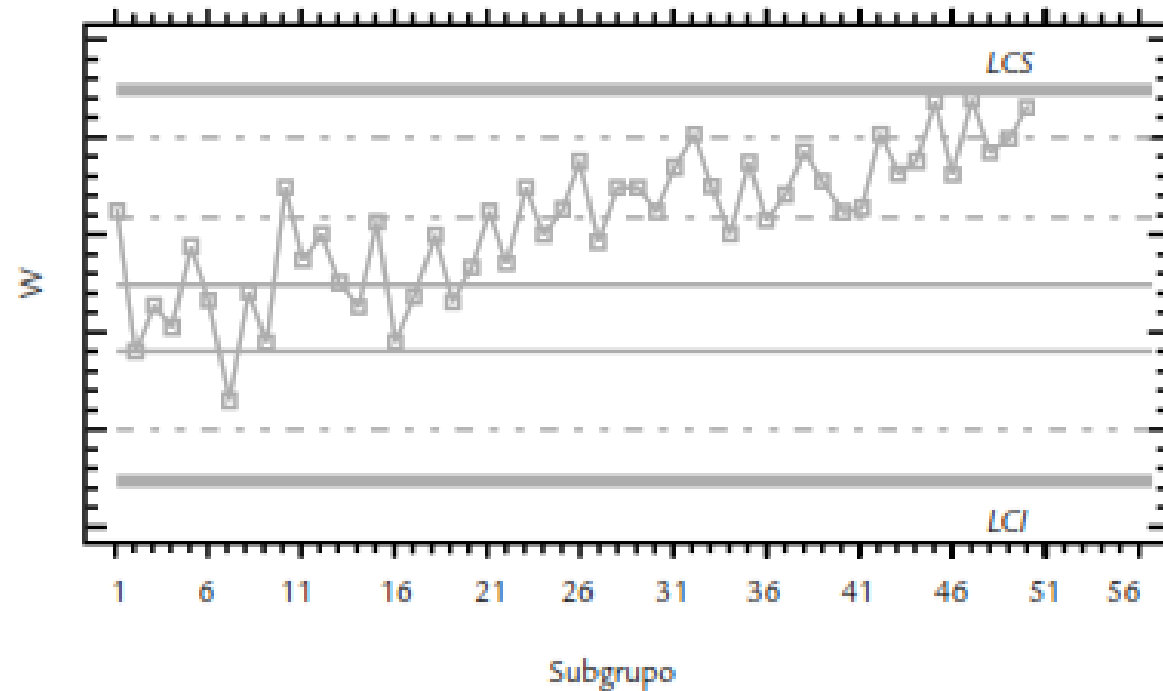
-Representa un cambio en el promedio del proceso o en su variación media
-se detecta cuando uno o más puntos se salen de los límites de control o cuando hay una tendencia constante y clara a que los puntos caigan de un solo lado de la línea central.

- Introducción de nuevos métodos, materiales, tecnologías o mano de obra
- Cambios en métodos de inspección
- Cambio en ambiente de trabajo (+ o -)
- Cambio en el proceso (+ o -)

- Un punto fuera de los límites de control.
- 8 o más puntos consecutivos de un solo lado de la línea central
- Al menos 10 de 11 puntos consecutivos caen de un mismo lado de la línea central.
- Por lo menos 12 de 14 puntos consecutivos se ubican del mismo lado de la línea central

2° Comportamiento Inestable – TENDENCIA

Representan un desplazamiento paulatino del nivel medio de un proceso y se detectan mediante la tendencia de los valores de los puntos consecutivos de la carta a incrementarse o a disminuir

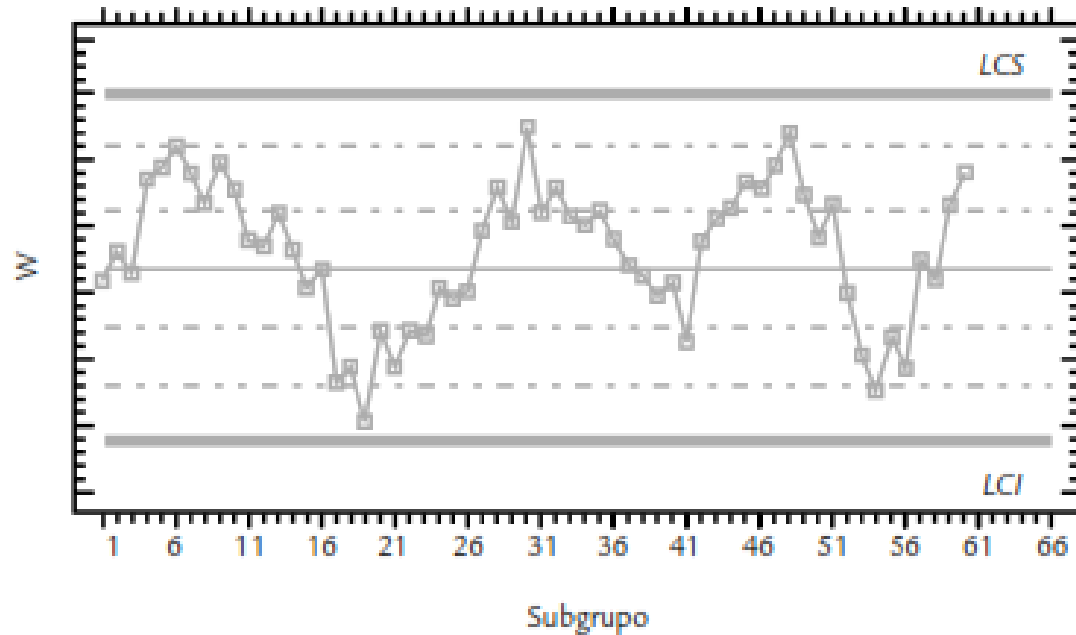


- Deterioro gradual de equipo de producción
- Desgaste de herramientas de corte
- Ensuciamiento de conducciones
- Sobre calentamiento de maquinaria
- Cambios graduales en las condiciones del medio ambiente

- Seis o más puntos consecutivos ascendentes o descendentes
- Un movimiento demasiado largo de puntos hacia arriba o hacia abajo de la carta de control, aunque no todos los puntos se mantengan en ascenso o en descenso

3° Comportamiento Inestable – PERIODICIDAD

Desplazamientos cíclicos de un proceso que son detectados cuando se dan flujos de puntos consecutivos que tienden a crecer y luego se presenta un flujo similar pero de manera descendente en ciclos.

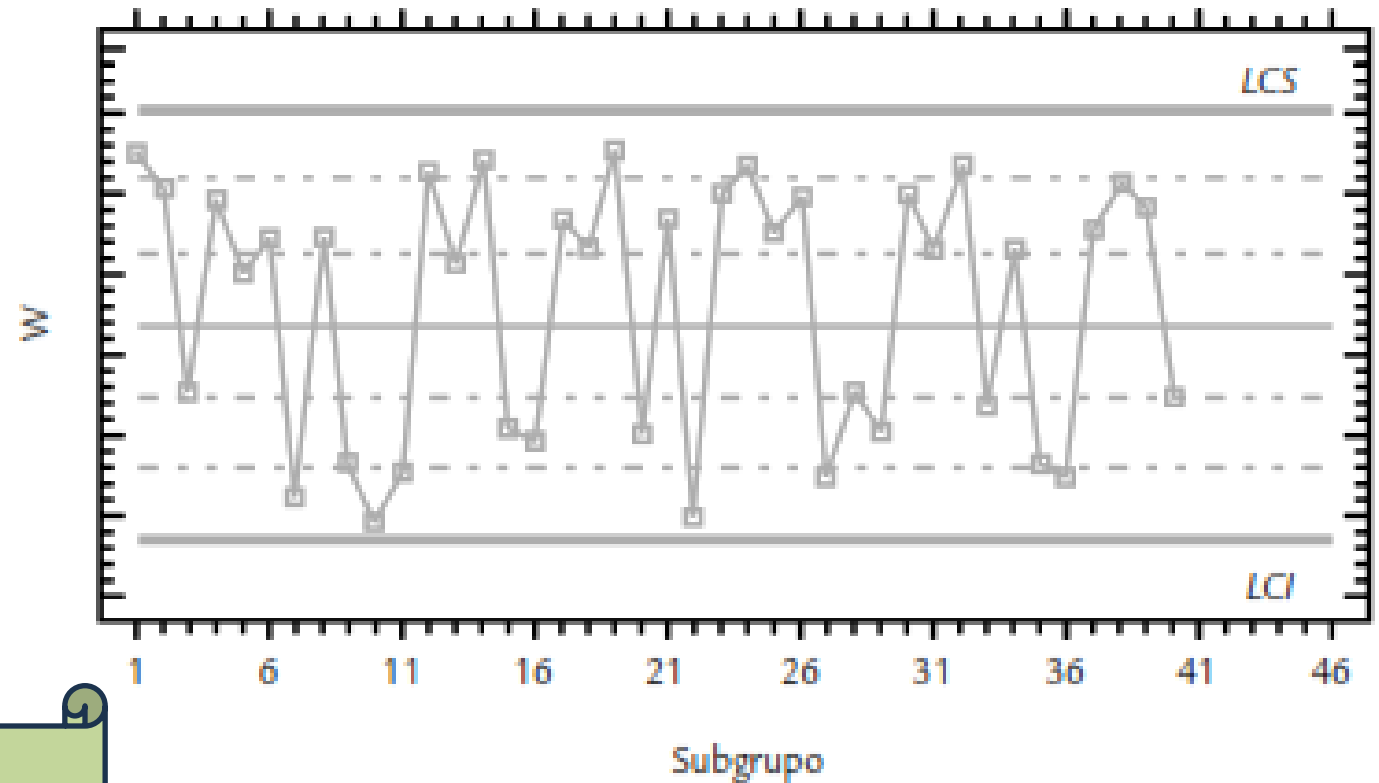


- Cambios periódicos en el ambiente.
- Diferencias en los dispositivos de medición o de prueba que se utilizan en cierto orden.
- Rotación regular de máquinas u operarios
- Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente.

4° Comportamiento Inestable – ALTA VARIABILIDAD

Alta proporción de puntos cerca de los límites de control, en ambos lados de la línea central y pocos o ningún punto en la parte central de la carta

8 puntos consecutivos en ambos lados de la línea central con ninguno en la zona C.

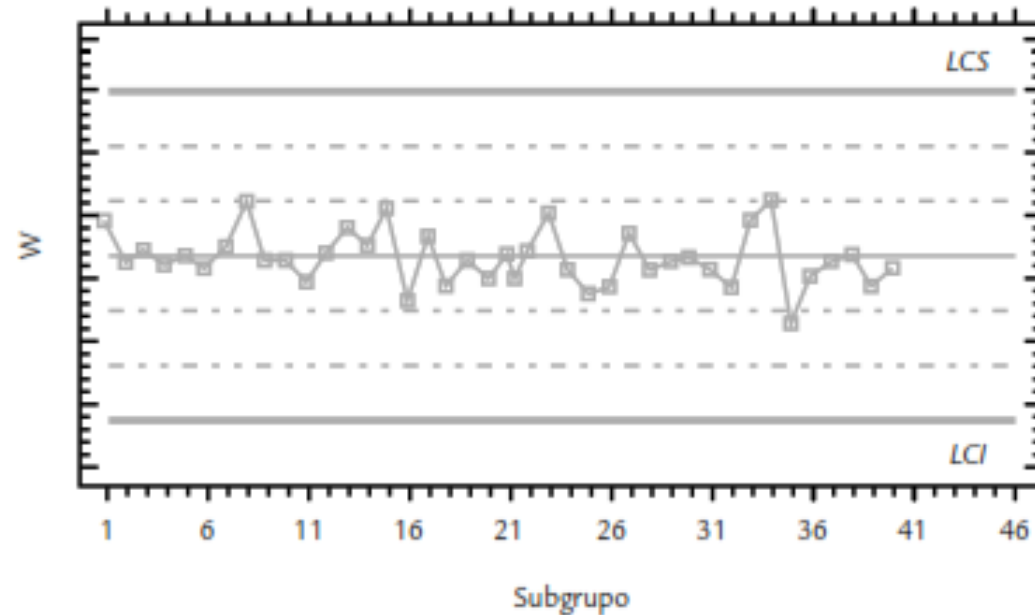


- Sobre control o ajustes innecesarios en el proceso.
- Diferencias sistemáticas en la calidad del material o en los métodos de prueba.

5° Comportamiento Inestable – ESTATIFICACIÓN (POCA VARIABILIDAD)

Todos los puntos se concentran en la parte central de la carta y reflejan poca variabilidad o estatificación

15 puntos consecutivos en la zona C, arriba o abajo de la línea central



- Equivocación en el cálculo de los límites de control.
- Agrupamiento en una misma muestra de datos provenientes de universos con medias bastante diferentes, que al combinarse se compensan unos con otros
- Manipulación de los resultados.
- Carta de control inapropiada para el estadístico graficado. (variable de control mal definida)

CARTAS DE CONTROL POR ATRIBUTOS



CARTAS DE CONTROL TIPO P

- CARTAS DE CONTROL PARA INSPECCIÓN POR ATRIBUTOS
 - NO SON MEDIBLES
 - Determinar p_i , que es la fracción de productos defectuosos en el lote de inspección
 - Se ajusta a una distribución binomial

$$\mu_{P_i} = \bar{p} \text{ y } \sigma_{P_i} = \sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

- n es el tamaño del subgrupo
- P es la proporción de elementos defectuosos en la muestra

CARTAS DE CONTROL TIPO P

- Límites de control

$$\text{Limite de control superior} = LCS = \bar{p} + 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$

$$\text{Línea central} = \bar{p}$$

$$\text{Limite de control inferior} = LCI = \bar{p} - 3\sqrt{\frac{\bar{p}(1-\bar{p})}{n}}$$