

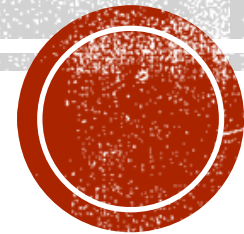
**CURSO**  
**CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD**  
**CÓDIGO 2016317**

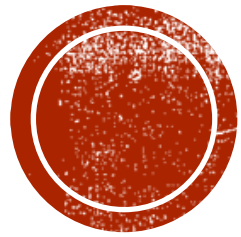
**Carlos Panza Ospino**

Departamento de Estadística

Facultad de Ciencias

Universidad Nacional de Colombia





# INTRODUCCIÓN

Control estadístico de procesos

Concepto de calidad

# CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS

Trata de la aplicación de métodos estadísticos en la resolución de problemas relacionados con la calidad de los productos.

***Productos*** pueden ser bienes manufacturados o servicios prestados.

Se aborda el aspecto formal de calidad (desarrollo de herramientas para evaluar la calidad de los productos) más que a la gestión de la calidad (planeamiento, normatividad).



# CONCEPTO DE CALIDAD

**En términos generales, se asocia la calidad con la conformidad con ciertos estándares**

- ❑ **Estética**. Cómo luce el producto.
- ❑ **Percepción**. Reputación del fabricante.
- ❑ **Desempeño**. El producto realiza ciertas funciones específicas.
- ❑ **Confiabilidad**. Con qué frecuencia falla el producto.
- ❑ **Durabilidad**. Vida útil efectiva del producto.
- ❑ **Facilidad de servicio**. Rapidez y economía en el mantenimiento y reparación del producto.
- ❑ **Características incluidas**. Características adicionales del producto que superan el desempeño básico.



# CONCEPTO FORMAL DE CALIDAD

La **calidad** de un producto es inversamente proporcional a la variabilidad en la producción.

Se asocia aquí la calidad de los productos con una o varias **características** o **variables aleatorias** cuyos parámetros es preciso controlar.

Básicamente, entre menos varíen las características en torno a un valor objetivo, la calidad del producto aumenta.

Luego, el **mejoramiento de la calidad** es la reducción de la variabilidad de los **procesos** de producción o de prestación de servicios.



# PROCESOS

- ❑ **Deming** (1946-1949) define un **proceso** como una red de componentes independientes que trabajan conjuntamente para alcanzar los objetivos propuestos por el sistema completo.
- ❑ **Bissell** (1994) describe un **proceso** como toda actividad que convierte entradas en salidas.



# ÁREAS DEL SPC

## PLANEAMIENTO

Se distinguen dos etapas:

❑ **Diseño del producto.** Se establecen especificaciones de las características o variables de calidad y las regiones de tolerancia.

❑ **Diseño del proceso.** Pautas de producción e identificación de causas potenciales de variabilidad.

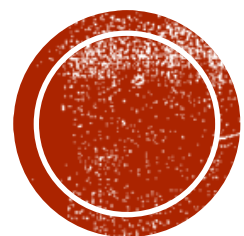
## INSPECCIÓN

Tiene por objeto determinar si un producto satisface los requerimientos de calidad deseados.

Se inspeccionan características de calidad y se las compara con valores previamente establecidos.

Para alcanzar este objetivo se utilizan los **índices de capacidad** y las **cartas de control**.





# **MÉTODOS Y FILOSOFÍA DEL CONTROL ESTADÍSTICO DE PROCESOS**



# CAUSAS DE VARIABILIDAD

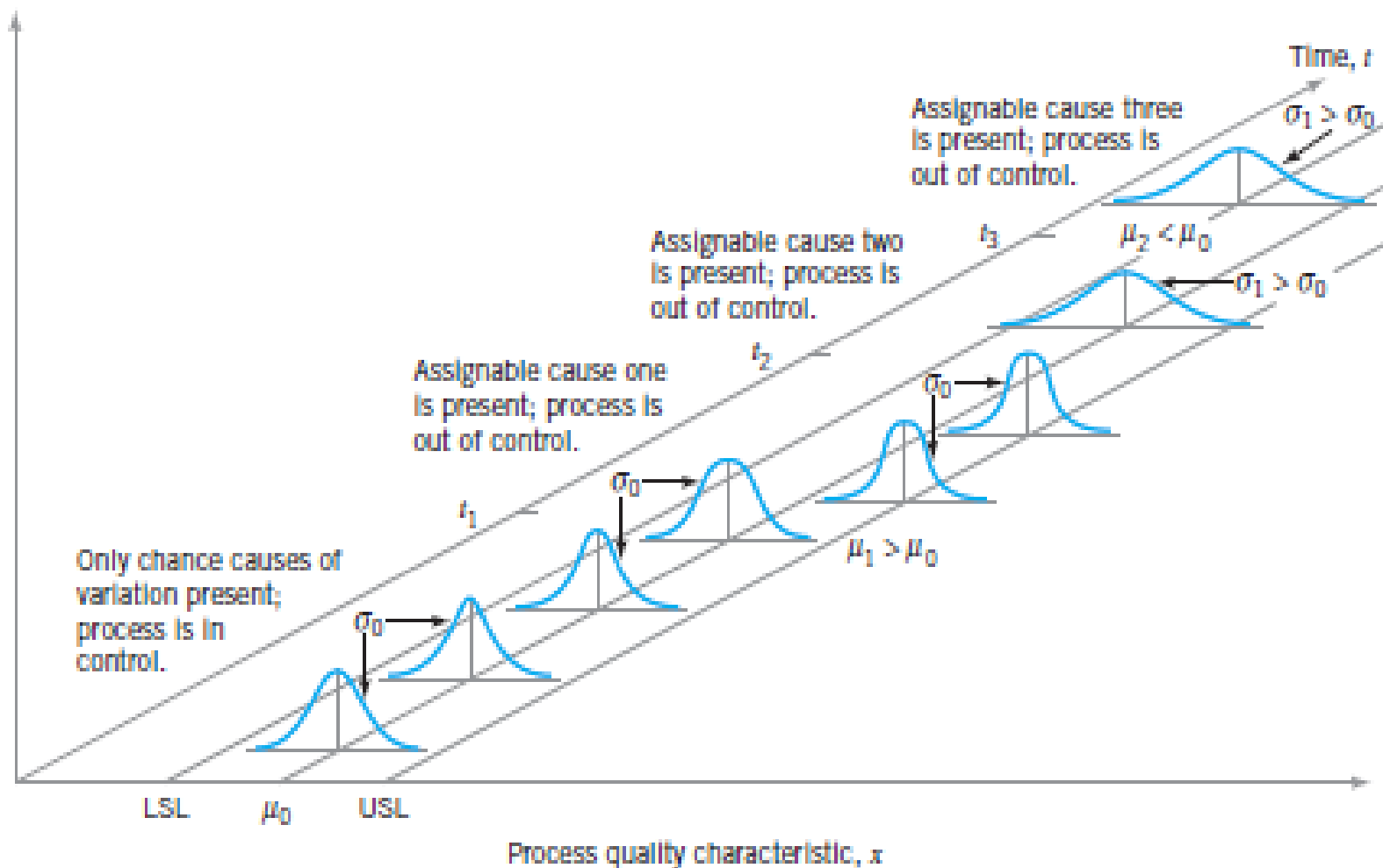
Todo proceso de producción exhibe un patrón de variabilidad inherente o natural que representa el efecto de **causas inevitables** o **fortuitas**.

Un proceso que opera bajo causas fortuitas está **en control estadístico** (es **estable**).

En ocasiones, existen **causas externas identificables** o **asignables** que aumentan la variabilidad y conllevan a un desempeño inaceptable de los procesos.

Un proceso que opera bajo causas asignables está **fuera de control**.



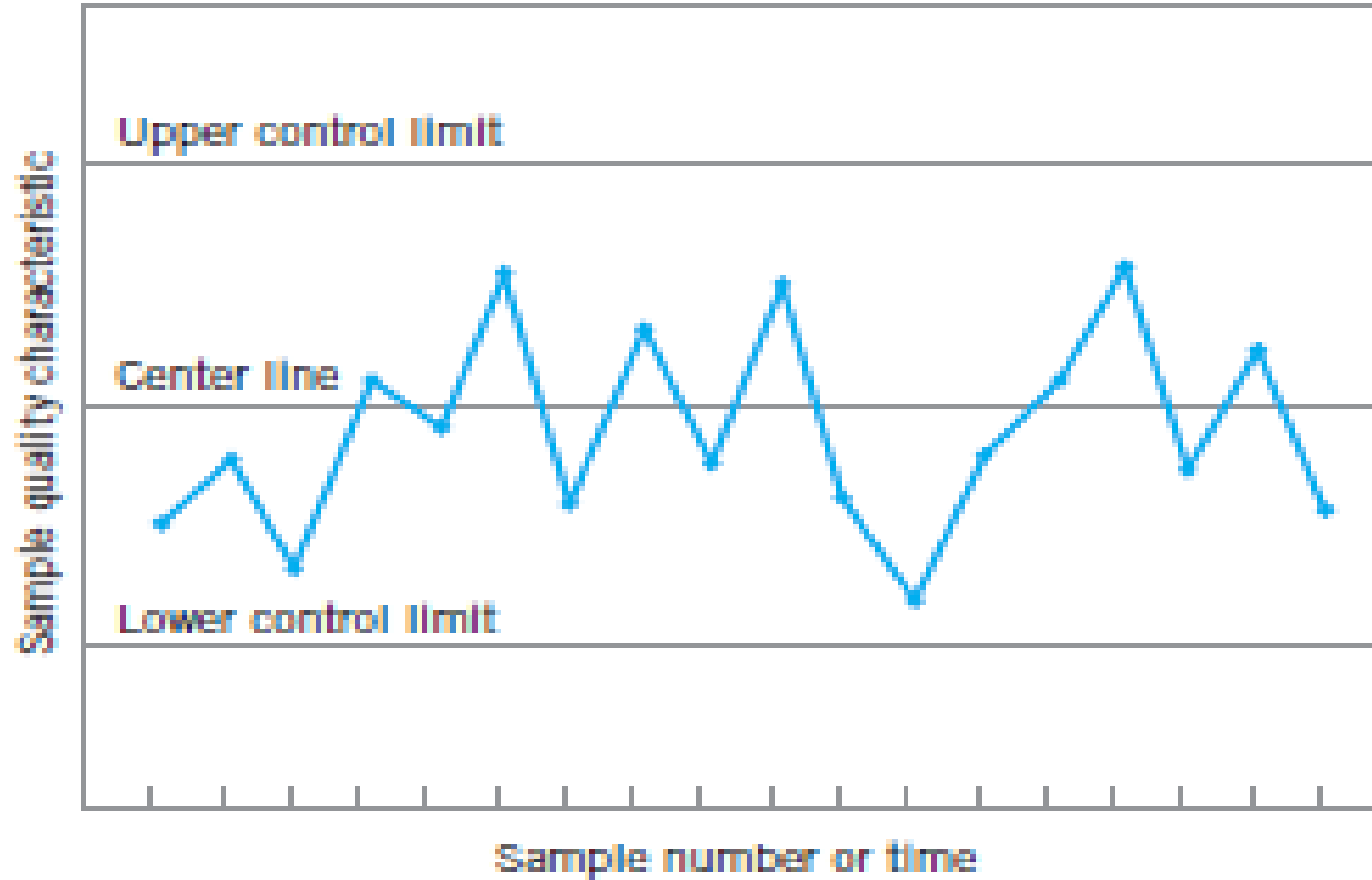


# CAUSAS FORTUITAS Y ASIGNABLES

Un proceso puede abandonar el estado estable debido a:

- ☐ cambios en el nivel medio
- ☐ cambios en la dispersión
- ☐ cambios simultáneos en el nivel medio y la dispersión.





# CARTAS DE CONTROL

Una **carta de control** es una herramienta para establecer de manera precisa el estado de control estadístico de un proceso.



# MODELO GENERAL DE UNA CARTA

Sea  $W$  una **estadística de monitoreo** que está relacionada con una característica de calidad  $X$ .

La línea central de la carta es

$$CL = \mu_W$$

y los límites de control son

$$LCL = \mu_W - L\sigma_W$$

$$UCL = \mu_W + L\sigma_W$$

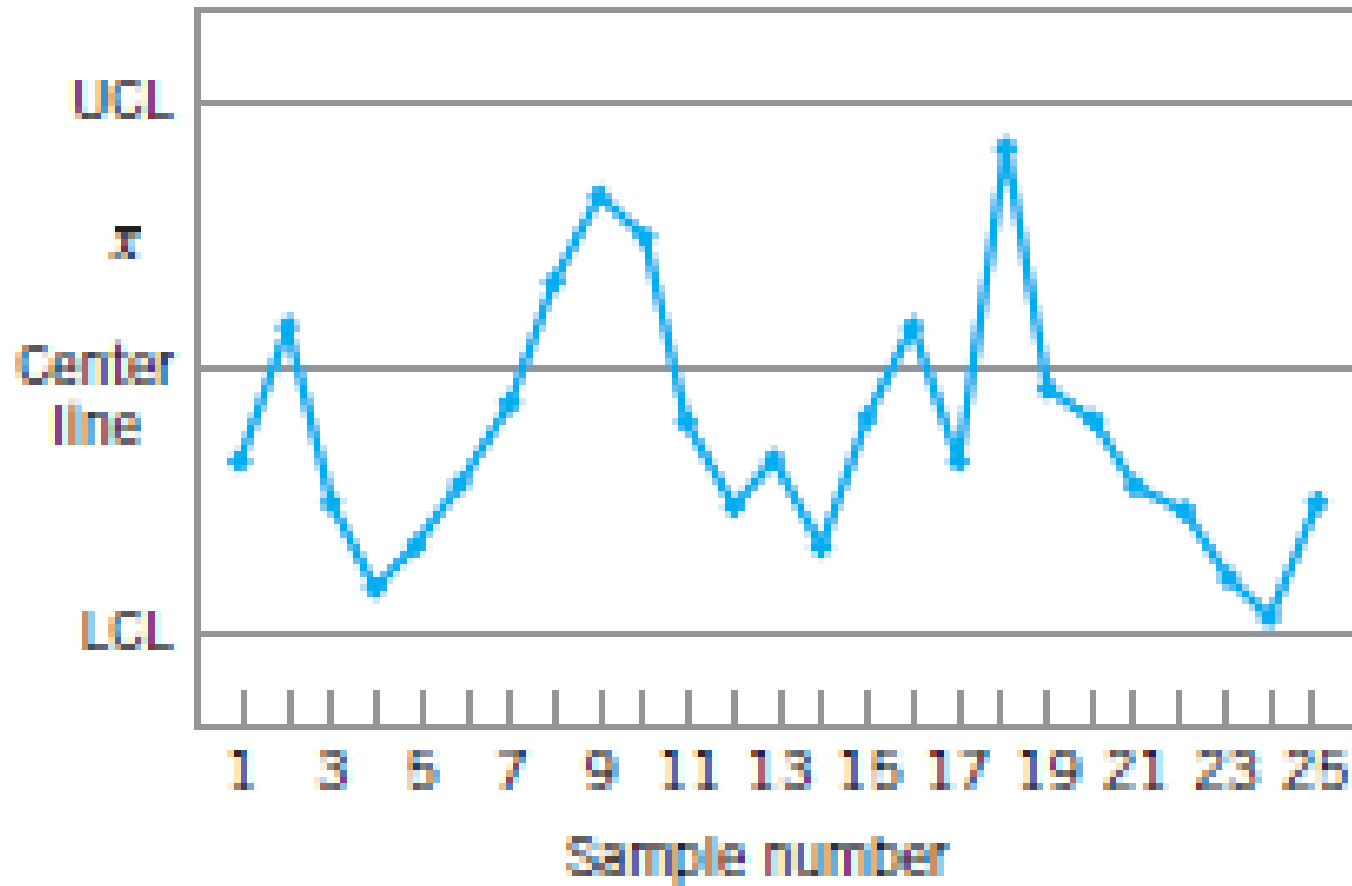
donde  $L > 0$  es una constante real que se escoge a conveniencia y, además,

$$\mu_W = E(W)$$

$$\sigma_W = \sqrt{\text{Var}(W)}$$

Si  $L = 3$ , se obtiene la **metodología  $6\sigma$**  (six-sigma).





## ANÁLISIS DE PATRONES

¿Se encuentra el proceso en estado de control estadístico?

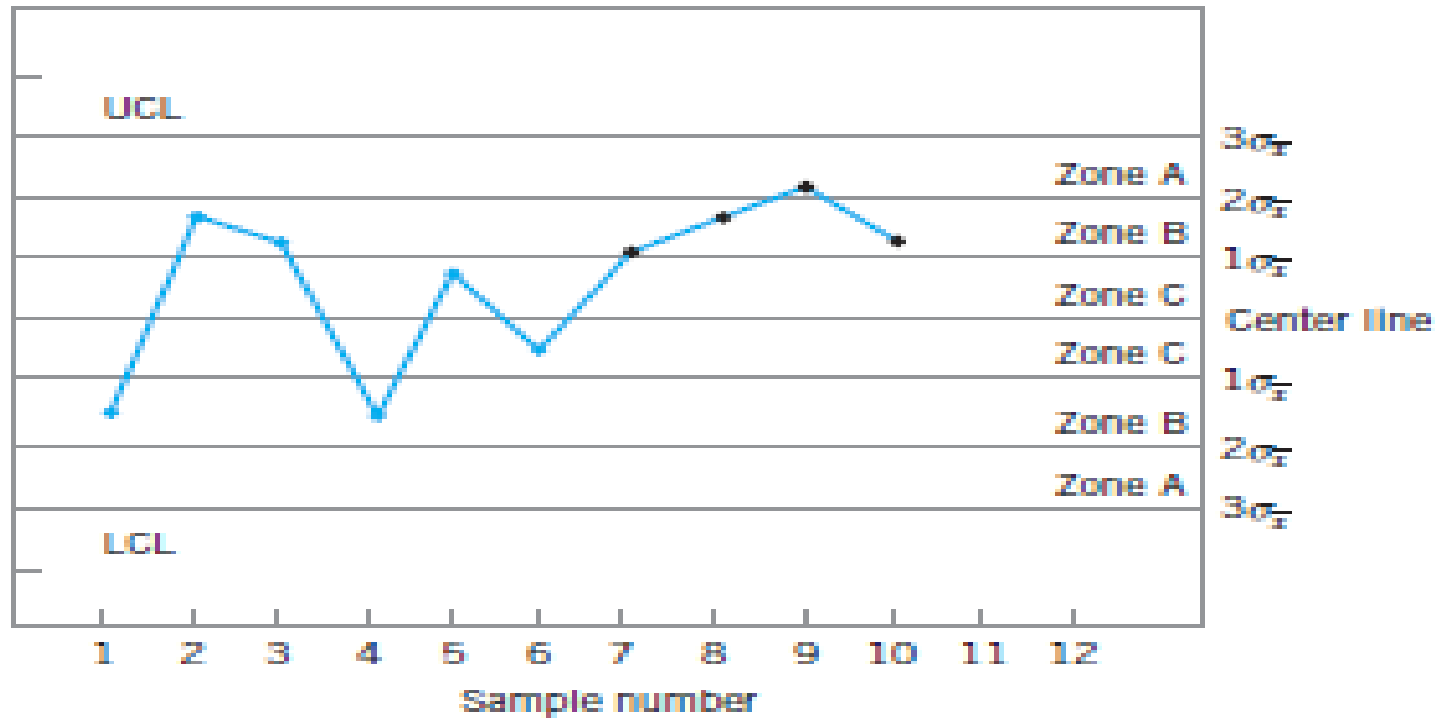
**...NO!**





# REGLAS DE SENSIBILIZACIÓN

En general, una señal se da cuando un punto cae por fuera de los límites tres-sigma.



- ❑ Dos puntos de tres consecutivos por fuera de los límites dos-sigma pero en la región de aceptación.
- ❑ Cuatro puntos de cinco consecutivos a una desviación estándar de la línea central.
- ❑ Ocho puntos consecutivos al mismo lado de la línea central.



# FASES DEL MONITOREO

- ❑ **Fase I.** Con un conjunto histórico de datos del proceso bajo análisis, se determina la estabilidad del proceso. Para ello, mediante ensayos consecutivos, se estiman los parámetros desconocidos de la característica de calidad y, consecuentemente, los límites de control de la carta.
- ❑ **Fase II.** Cuando el proceso es estable, se continúa el monitoreo con nuevas mediciones que se vayan obteniendo de la característica de calidad.



# RIESGOS DEL MONITOREO

En razón de la variación inherente de los valores de la estadística de monitoreo debido al muestreo, existen dos tipos de riesgo:

**Tipo I**: Una muestra extrema conduce a tomar una acción correctiva cuando no ha ocurrido ningún cambio en el proceso (falsa alarma).

**Tipo II**: Una muestra cae dentro de la región de valores admisibles de la variable de calidad aunque haya habido un cambio real en el proceso.

**Es deseable diseñar cartas de control de tal manera que la rata de falsas alarmas sea mínima.**





# TAMAÑOS DE MUESTRA Y FRECUENCIA DE MUESTREO

Los tamaños de muestra y la frecuencia de muestro se toman a conveniencia, dependiendo del régimen de producción.

Teóricamente, muestras grandes tomadas más frecuentemente darán la mejor protección a los procesos contra desvíos indeseables.

**En la práctica, se recomienda tomar muestras pequeñas (de 3 a 6 unidades) siguiendo el principio de *subgrupos racionales*, expuesto inicialmente por Shewhart.**



Preparado de acuerdo con:

- ❑ **MONTGOMERY, D. C.** *Introduction to Statistical Quality Control*. 7th Edition (en inglés). John Wiley & Sons, Inc. 2013.
- ❑ **VARGAS, J. A.** Control Estadístico de Calidad. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2017.



**GRACIAS**

