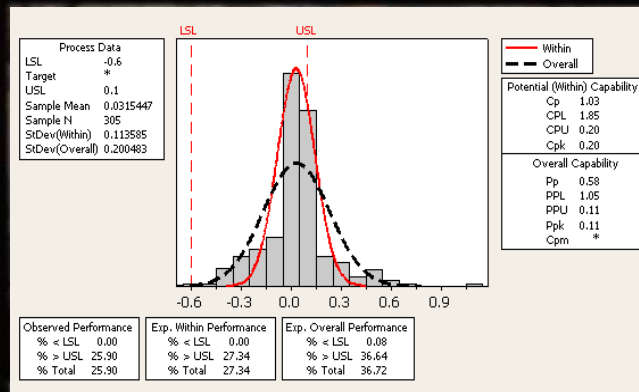




Análisis de la Capacidad

Variación en los procesos

Índices de capacidad Cp, Cpk y Cpm





¿Qué es la Tolerancia en un Proceso?

¡El cliente expresa sus necesidades con expresiones subjetivas, que son muy útiles, pero son una pésima guía para diseñar el producto!

¿Pero qué significa ligera?

100% algodón,
100% micro fibra,
50% de cada uno

Necesito ropa
ligera para el
gimnasio



Proceso de Diseño de productos y servicios

Desglose del Proceso de Desarrollo de Productos

Documentación del producto

Crear guías completas y especificaciones técnicas para el producto final.

Desarrollo técnico

Construir el producto de acuerdo con las especificaciones y requerimientos validados.



Prototipado

Crear modelos físicos o digitales para probar la funcionalidad, la facilidad de uso y el diseño de los productos.

Testeo e iteración

Perfeccionar el producto mediante ciclos de pruebas recurrentes para garantizar su calidad y funcionalidad.

Creación de un MVP

Desarrollar una versión simplificada del producto para probar las funcionalidades básicas con los primeros usuarios.

Especificaciones

Del proceso de diseño se obtiene un documento técnico detallado que define los requisitos, características físicas, funcionales y de calidad necesarias para desarrollar, fabricar y evaluar un artículo.

Se obtiene una descripción precisa de lo que el producto o servicio tiene que hacer o brindar.

Se listan características como:

- a. Peso
- b. Dimensiones
- c. Cantidad
- d. Color

Estas características se describen con medidas que nos ayudan a crear el artículo, estas medidas son comparadas contra un valor que va a determinar si el producto cumple el fin para el cual fue diseñado.

Una sola especificación

Especificación de límite superior

$$\mu + 3\sigma$$

Especificación de límite inferior

$$\mu - 3\sigma$$



Doble especificación

Especificación de límite superior
y límite inferior

$$\mu \pm 3\sigma$$



TOLERANCIA

ES LA VARIABILIDAD PERMITIDA POR LAS ESPECIFICACIONES DEL PRODUCTO Y SE CALCULA RESTANDO LA DIFERENCIA ENTRE LOS LÍMITES DE LA ESPECIFICACIÓN

ES DE SUMA IMPORTANCIA PORQUE LA TOLERANCIA DEFINE CUÁLES PRODUCTOS SE CONSIDERAN BUENOS Y CUÁLES SE CONSIDERAN DEFECTUOSOS O IMPERFECTOS QUE REQUIEREN VOLVER A SER PROCESADOS





¿Qué es la Capacidad de un Proceso?

Capacidad del proceso

La capacidad de un proceso de fabricación se suele interpretar como su aptitud para producir artículos con base en especificaciones. También se suele interpretar como la aptitud del proceso o de una sola máquina para cumplir los límites de tolerancia de esa especificación



Producción de sacos

Arenas S.A., fabrica sacos de arena para la industria de la construcción, el proceso tiene una capacidad para fabricar 100 sacos por hora.

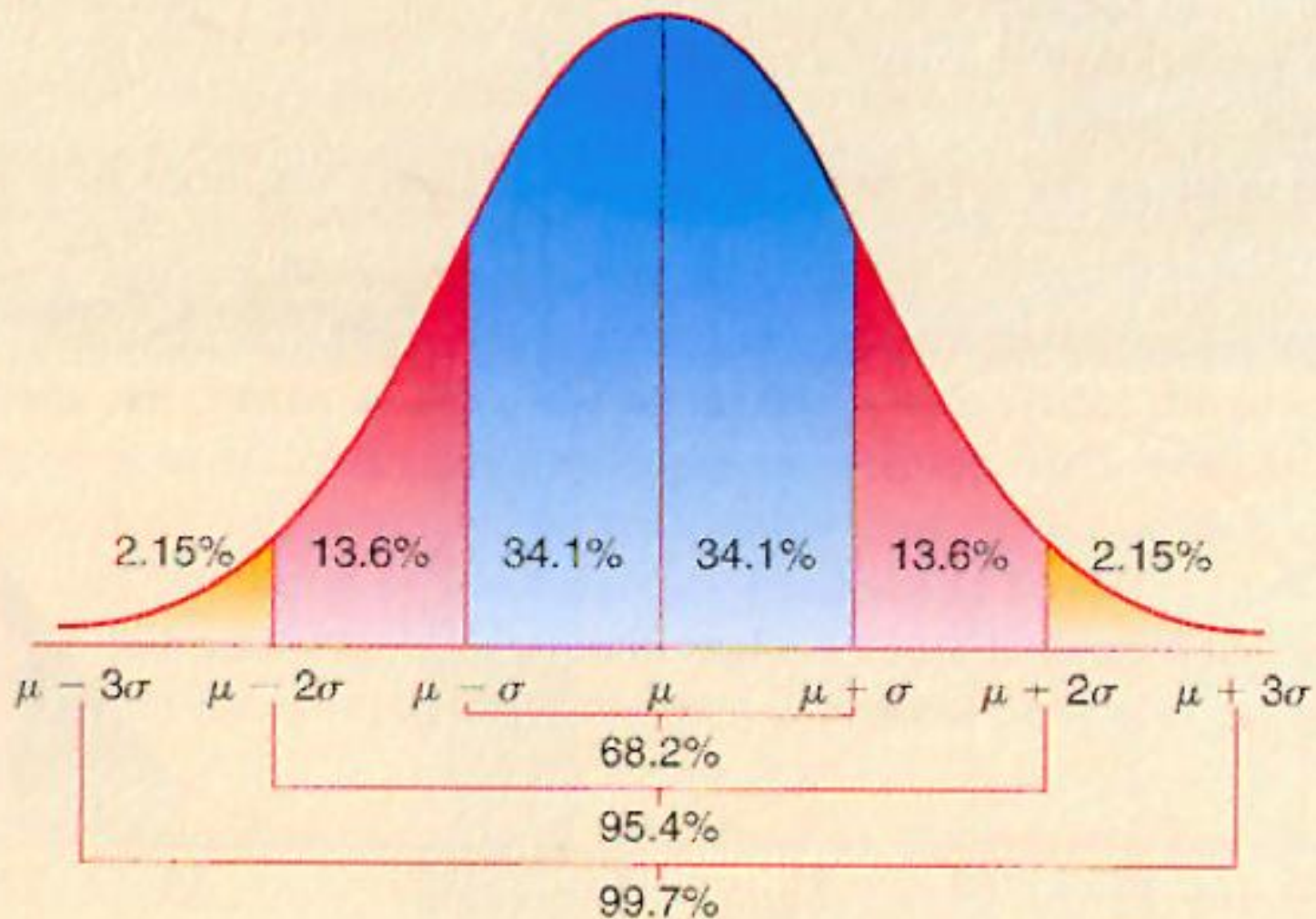


Ejercicio 1

Baje de la página del curso el archivo de excel con el nombre: Sesión 8 ejercicios de Análisis de la Capacidad.

Un cliente ha solicitado un pedido de 1000 sacos de arena con una especificación de 50 ± 5 kilos. A continuación se presenta la producción de un lote de 1000 sacos con una media de producción de 5 kilos y una desviación estándar de 0,3 kilos. Determine:

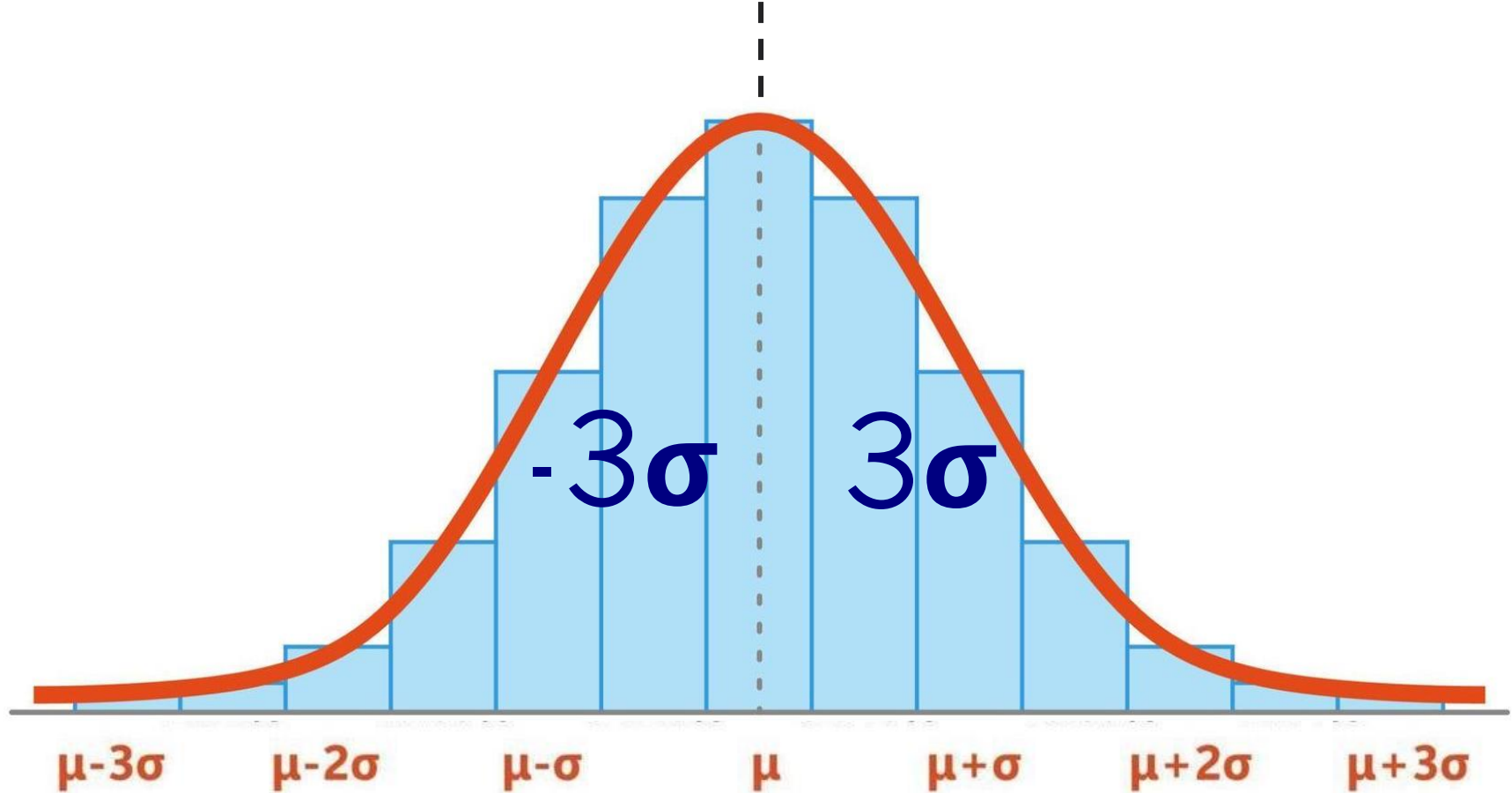
- a. La normalidad de los datos con un tamaño de muestra de 30 sacos
- b. La gráfica de capacidad
- c. Haga una valoración del proceso



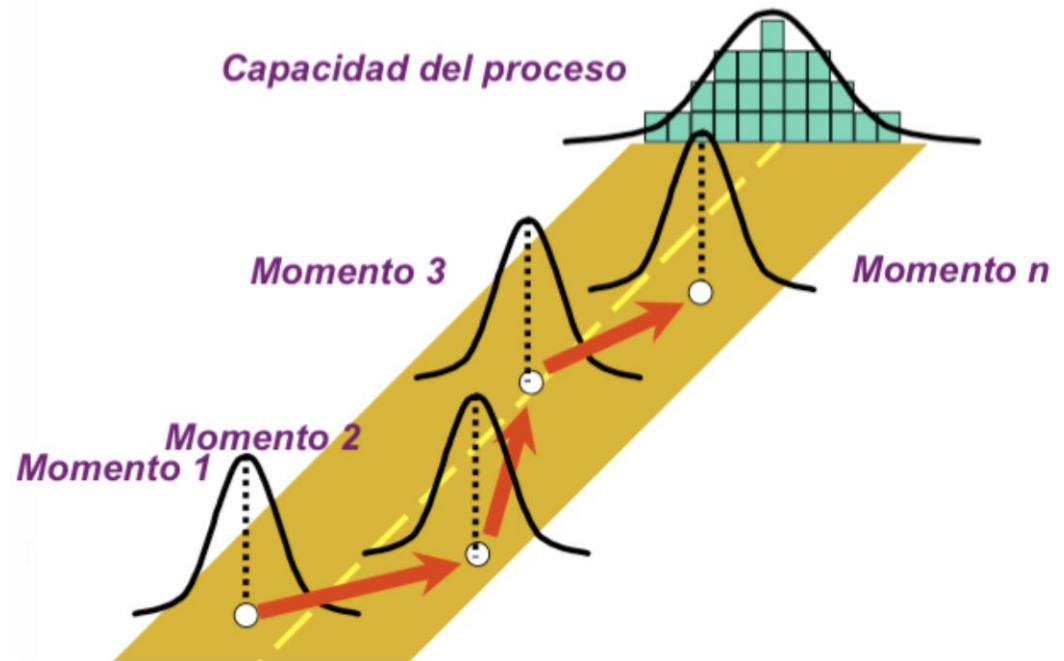
DISTRIBUCIÓN NORMAL O CAMPANA DE
GAUSS

A la Capacidad del Proceso se le denota como
 6σ

Límite
Central



Capacidad del Proceso y Tolerancia



Capacidad del Proceso y Tolerancia

Si bien el ingeniero puede definir las especificaciones sin tomar en cuenta el alcance del proceso, la adopción de ese criterio puede tener consecuencias graves.

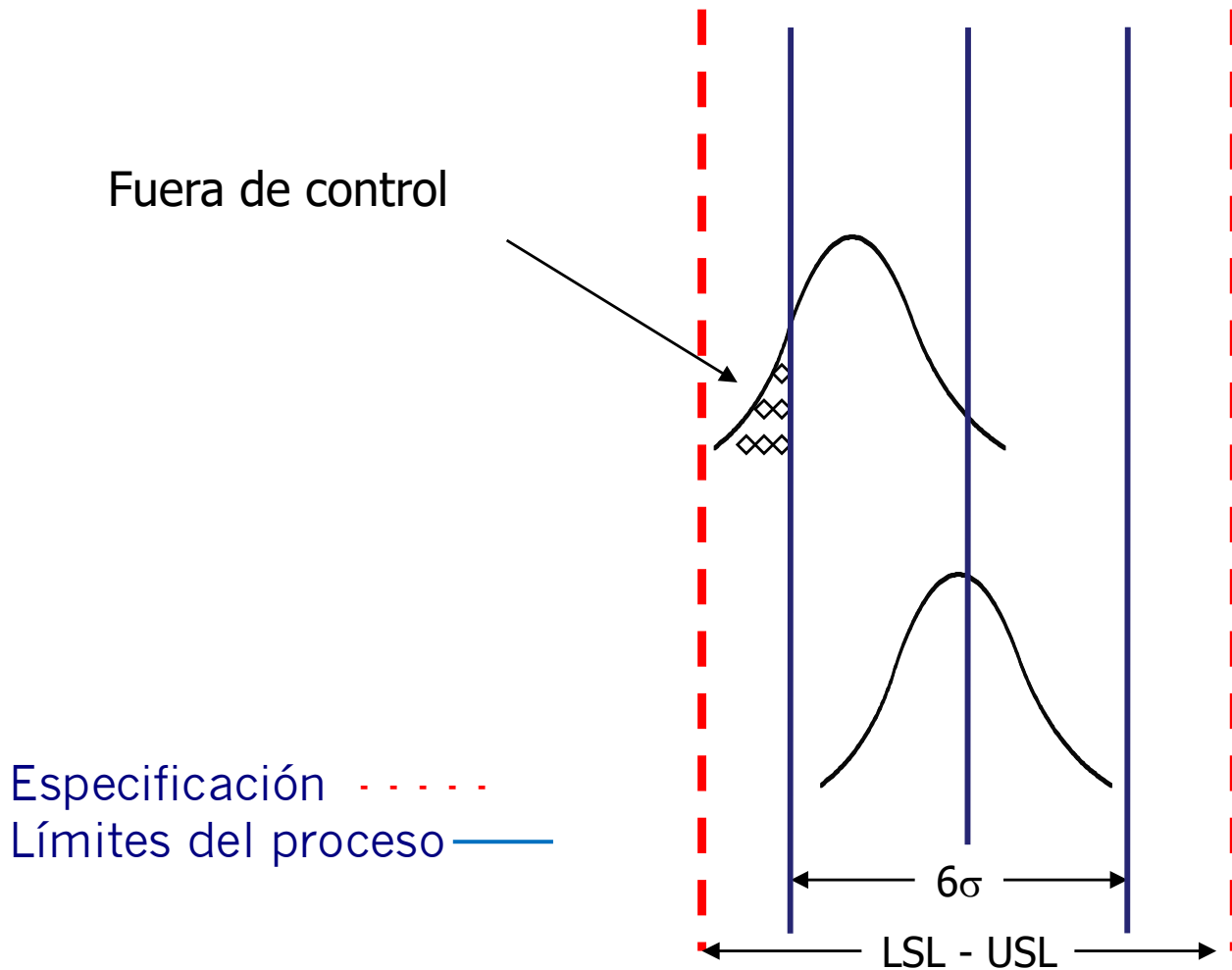
CASO 1: $6\sigma < USL - LSL$

CASO 2: $6\sigma = USL - LSL$

CASO 3: $6\sigma > USL - LSL$

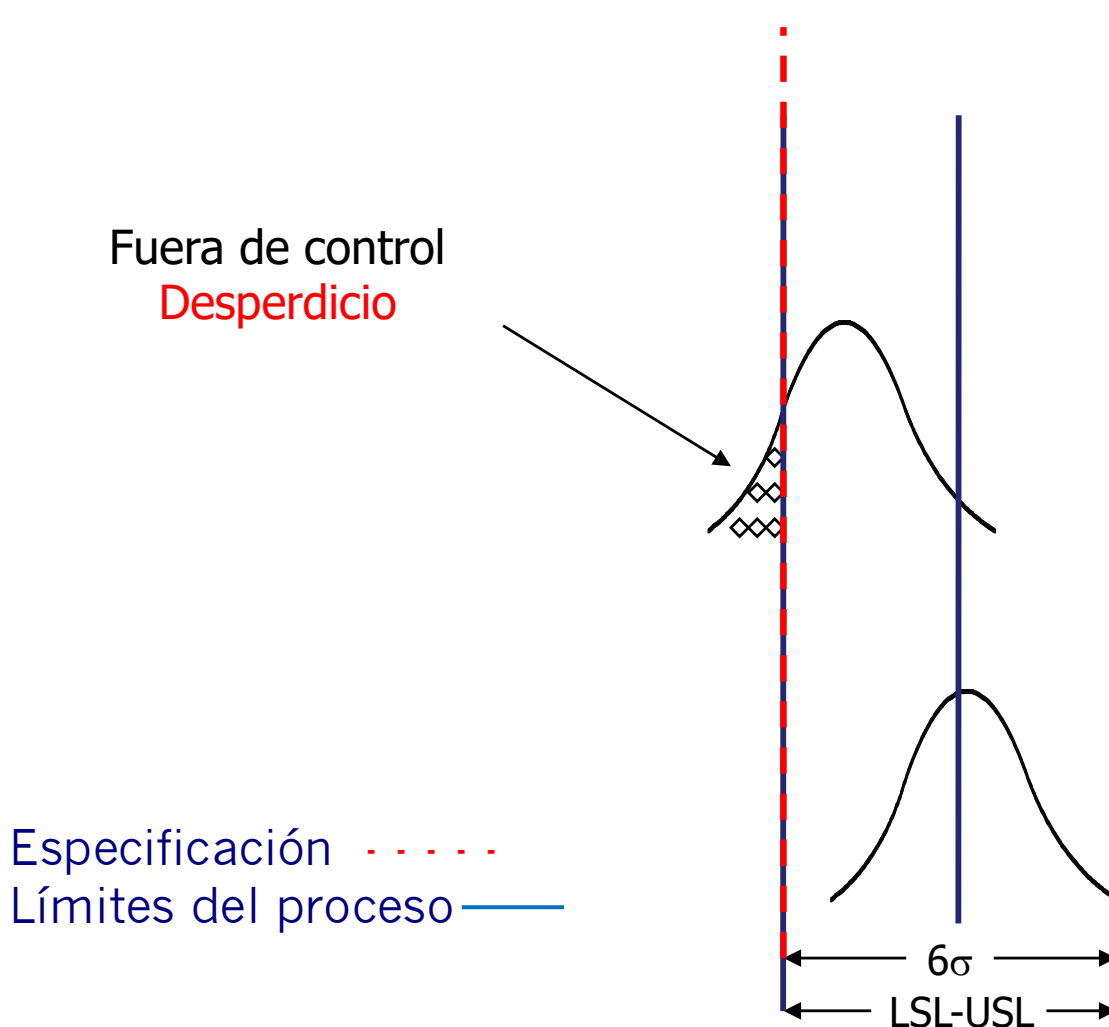
Caso I

Tolerancia > Capacidad



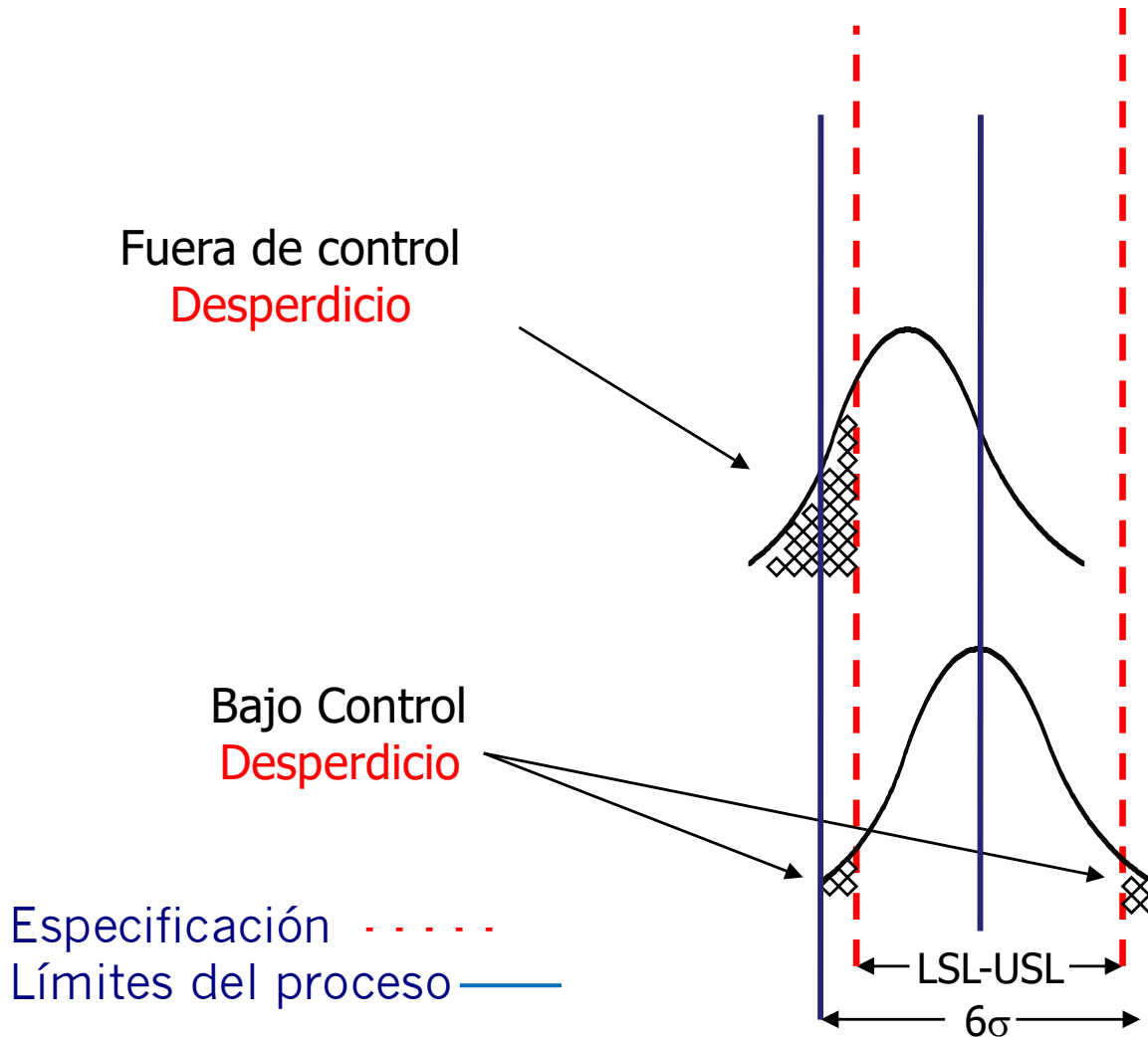
Caso II

Tolerancia = Capacidad



Caso III

Tolerancia < Capacidad



Ejercicio 2

Ejercicio. Los remaches que sirven de orientación en los dispositivos para sujeción se colocan dentro de un diámetro de 12.50 mm, con tolerancia de 0.05 mm. Si el proceso se centra a 12.50 mm y la dispersión es de 0.02 mm ¿qué porcentaje del producto deberá eliminarse y qué porcentaje deberá re elaborarse?. ¿Cómo cambiar el centro del proceso para evitar el desecho?. ¿Cuál es el porcentaje de re elaboración?



Capacidad del Proceso

La capacidad real de un proceso no se puede calcular sino hasta que el sistema de calidad de la empresa ha logrado obtener la mejora óptima de la calidad sin necesidad de hacer una considerable inversión en equipo nuevo o en adaptación a éste. La capacidad del proceso es igual a 6σ cuando el proceso está bajo control estadístico.



Procedimiento Rápido

Tome 20 sub grupos, cada uno de tamaño 4 y un total de 80 mediciones

Calcule el campo de valores, R , de cada sub grupo

Calcule el campo promedio,

Calcule el valor de la desviación estándar de la población

La capacidad del proceso será igual a 6σ



Ejercicio 3

Un proceso no satisface en un momento determinado las especificaciones. Calcule la capacidad del proceso tomando como base los valores del rango de 20 sub grupos, cada uno de tamaño 4. Los datos en milímetros son: 7, 5, 5, 3, 2, 4, 5, 9, 4, 5, 4, 7, 5, 7, 3, 4, 7, 5, 5 y 7.

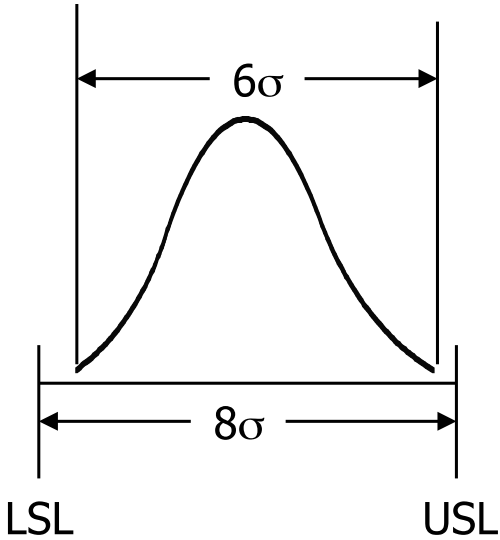


Índice de Capacidad

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma}$$

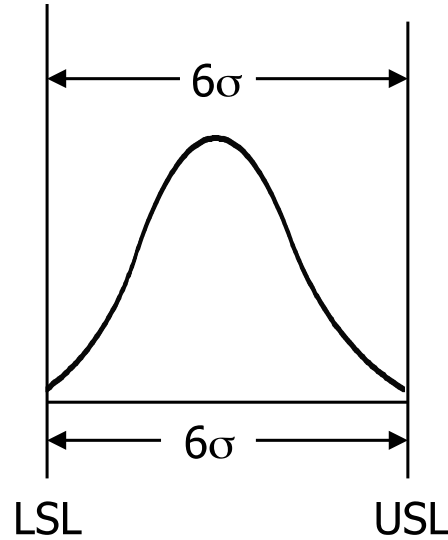
Donde:

- C_p = Índice de la capacidad
- $USL - LSL$ = Especificación superior menos la especificación inferior
- 6σ = Capacidad del proceso



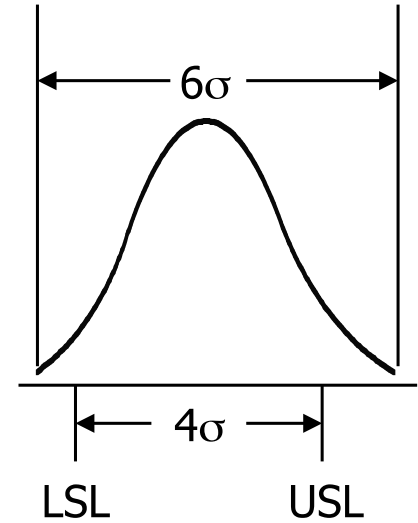
Caso I $C_p > 1$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = 1.33$$



Caso II $C_p = 1$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = 1.00$$



Caso III $C_p < 1$

$$C_p = \frac{USL - LSL}{6\sigma} = 0.67$$

Ejercicio 4

Supóngase que una empresa que fabrica cerraduras tiene un problema con las dimensiones del ojo de la cerradura.

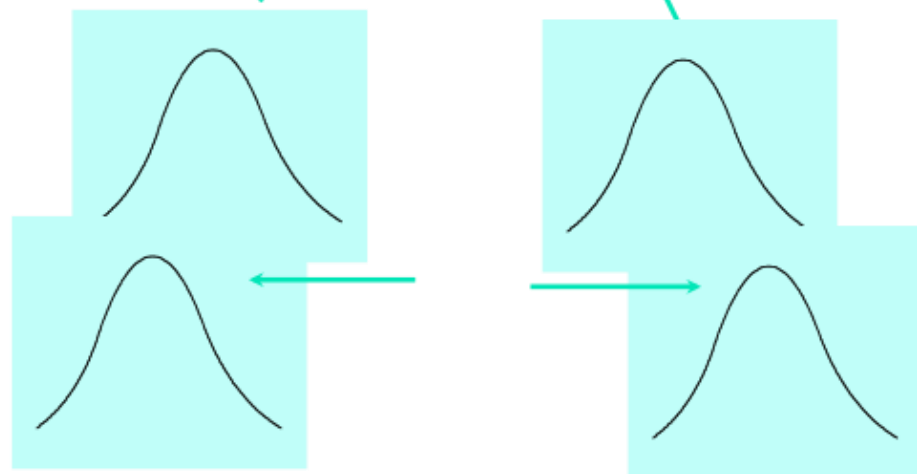
Las especificaciones son 6,50 y 6,30. Calcule el índice de la capacidad antes de mejorar la calidad ($\sigma = 0,038$) y después de mejorarla ($\sigma = 0,030$)



Medición del Desempeño

$$C_{pk} = \min\left(\frac{\bar{\bar{X}} - LSL}{3\sigma} \text{ or } \frac{USL - \bar{\bar{X}}}{3\sigma}\right)$$

El índice de C_{pk} muestra que tan bien cumplen las especificaciones los productos fabricados



Cambios en el Proceso de Fabricación

Ejercicio 5

Calcule el valor de C_{pk} para el caso del problema ilustrativo anterior considerando que el promedio es de 6,45.

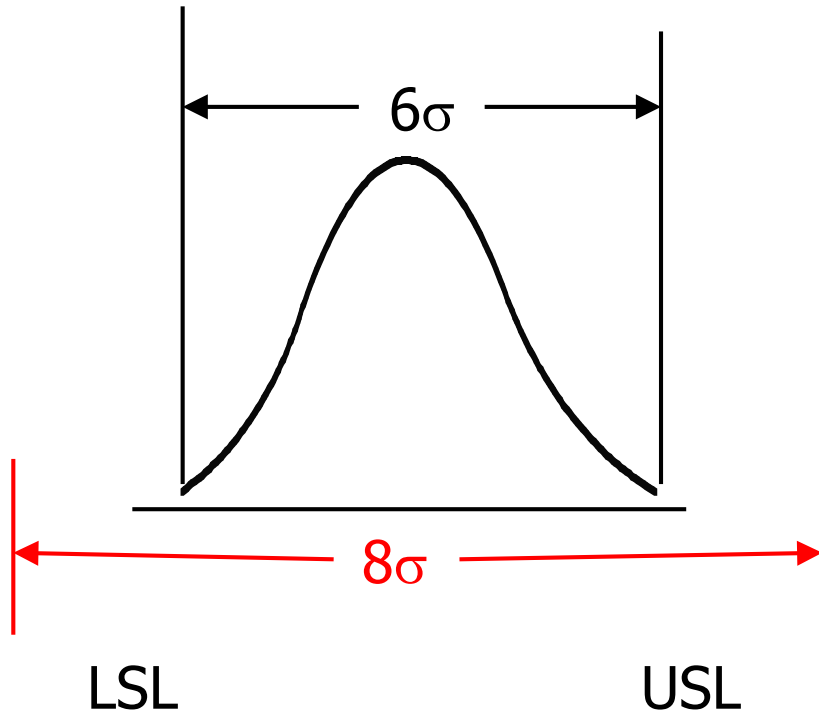
Calcule el valor de C_{pk} si el promedio es de 6,40.



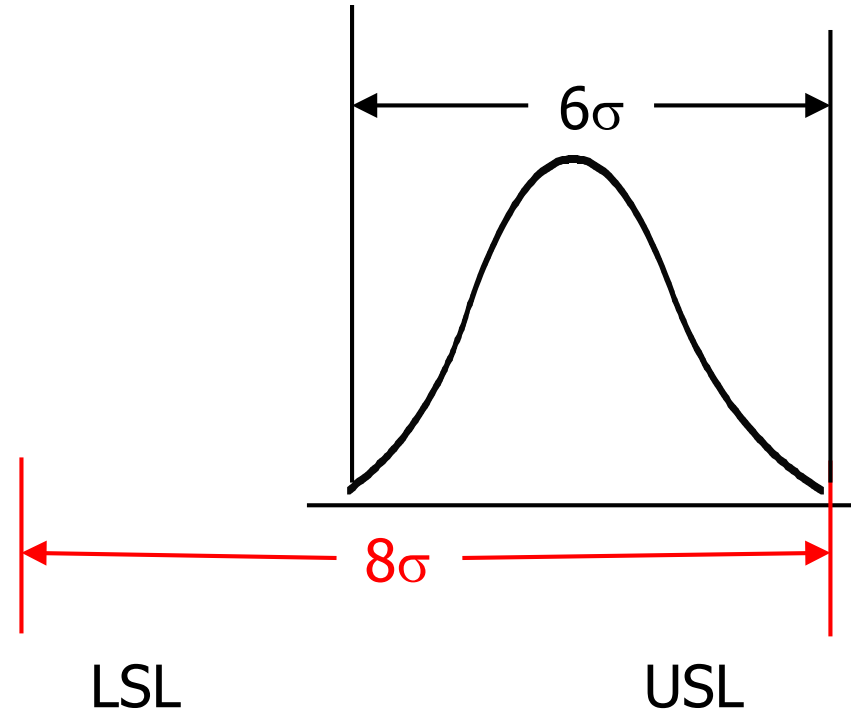


Resumen de Cp y Cpk

Caso I

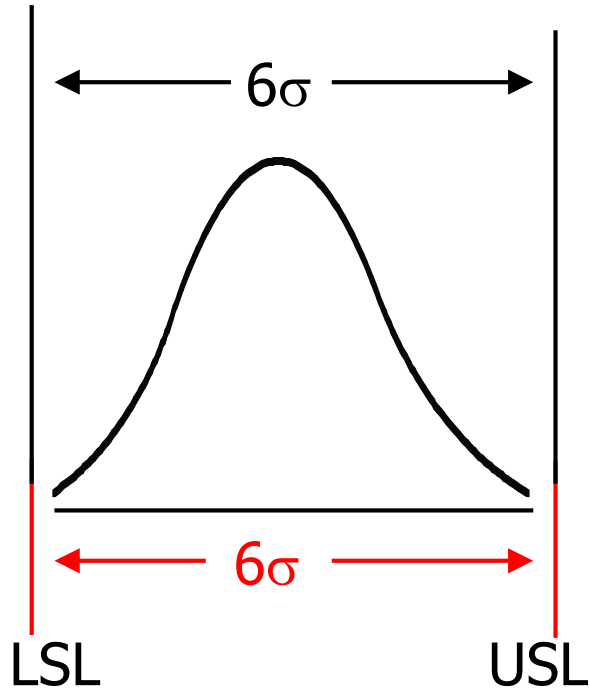


$$C_p = 1.33$$
$$C_{pk} = 1.33$$

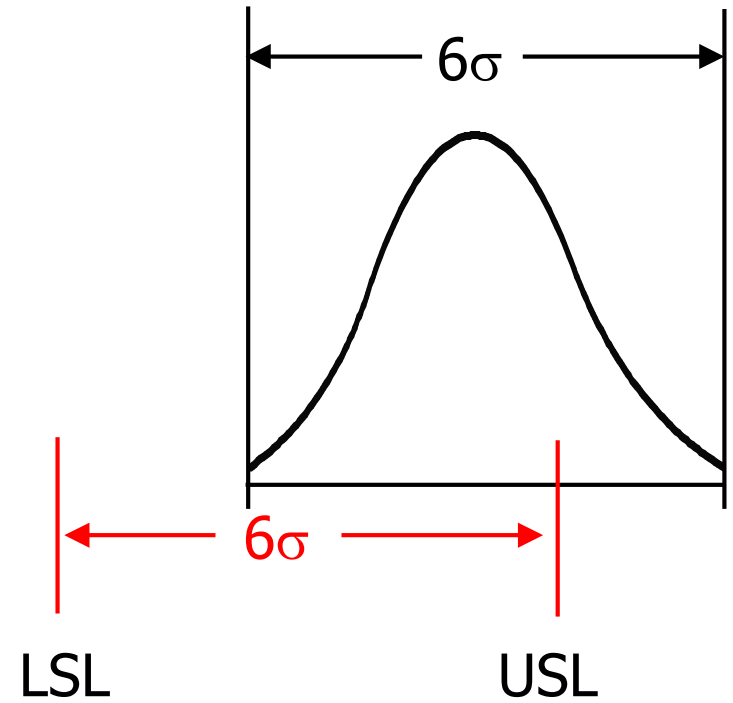


$$C_p = 1.33$$
$$C_{pk} = 1.00$$

Caso II

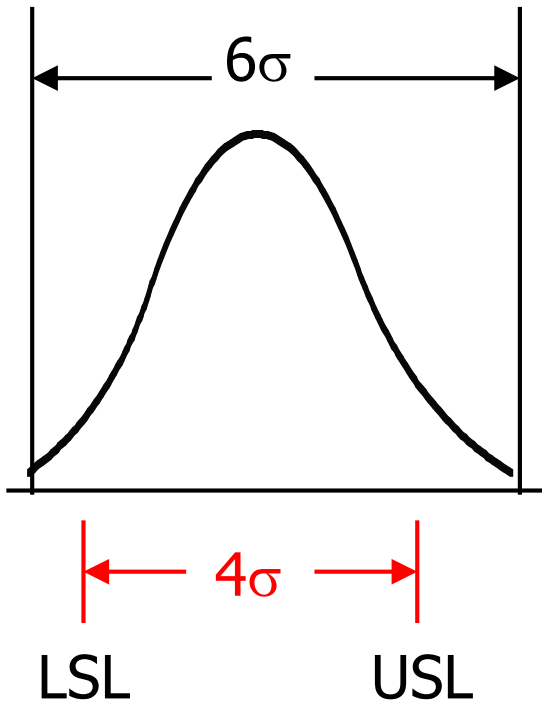


$$C_p = 1.00$$
$$C_{pk} = 1.00$$

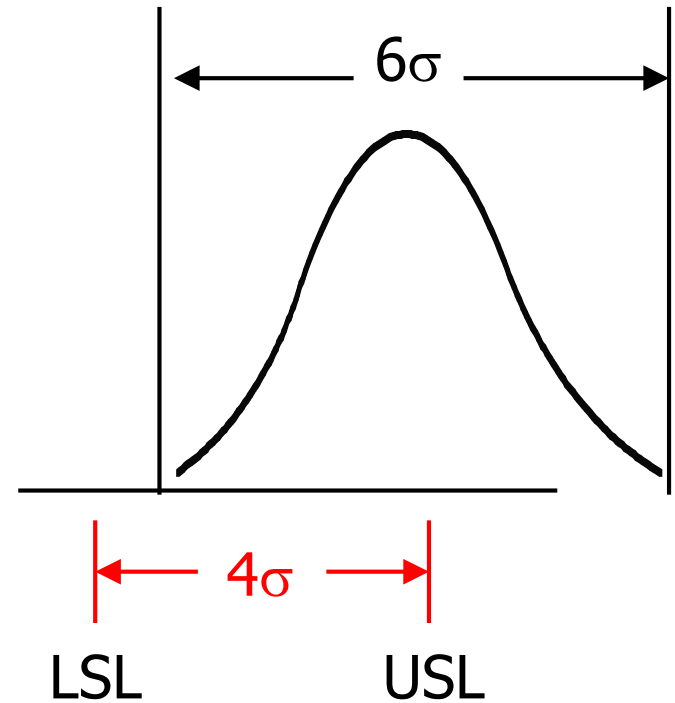


$$C_p = 1.00$$
$$C_{pk} = 0.67$$

Caso III



$$C_p = 0.67$$
$$C_{pk} = 0.67$$



$$C_p = 0.67$$
$$C_{pk} = 0.33$$

Cp y Cpk

1. *El valor de Cp no cambia cuando cambia el centro del proceso*
2. *$C_p = C_{pk}$ cuando el proceso se centra*
3. *Cpk siempre es igual o menor que Cp*
4. *El valor de $C_{pk}=1$ es un estándar norma consagrado por la práctica. Indica satisfacción con las especificaciones*
5. *El valor Cpk menor que 1 es indicativo de que mediante el proceso se obtiene un producto que no satisface las especificaciones*

Cp y Cpk

6. *El valor de Cp menor que 1 es indicación de que el proceso no es capaz*
7. *Si Cpk es 0 es indicación de que el promedio es igual a uno de los límites de la especificación*
8. *Un valor Cpk negativo indica que el promedio queda fuera de las especificaciones*

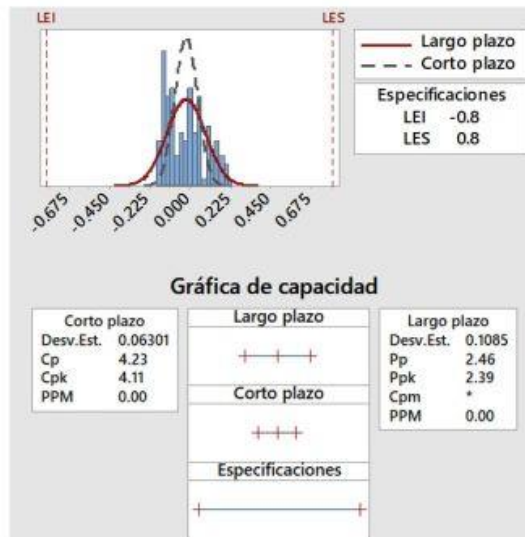
Índice de Taguchi

- $C_{pm} = \frac{USL - LSL}{6 \sqrt{\tau}}$
- En donde:
- C_{pm} = Índice de Taguchi
- $USL - LSL$ = Especificación superior menos la especificación inferior
- $\tau = \sigma^2 + (\bar{\bar{X}} - CSL)^2$

Ejercicio 6

Tome los datos del lote completo del primer ejercicio y calcule los índices de capacidad e interprete los resultados.

ÍNDICES DE CAPACIDAD DE PROCESO



Cp y Cpk vs. Pp y Ppk

– ¿Cuándo usarlos?

Cp y Cpk

(Capacidad a corto plazo)

- Utiliza la desviación estándar muestral (S o STDEV.S)
- Mide la capacidad potencial del proceso y su estabilidad
- Ideal para la cualificación inicial del proceso y estudios a corto plazo

Pp y Ppk

(Rendimiento a largo plazo)

- Utiliza la desviación estándar poblacional (σ_{total} o STDEV.P)
- Mide el rendimiento real incluyendo toda la variación
- Ideal para el monitoreo del proceso a largo plazo



Característica	Cp y Cpk	Pp y Ppk
σ utilizada	Corto plazo (muestra)	Largo plazo (lote total de fabricación)
Enfoque	Capacidad del proceso bajo condiciones ideales	Rendimiento real del proceso
Variación considerada	Solo dentro de los sub grupos	Incluye cambios, derivas y variación total
Ideal para	Validación de nuevos procesos	Monitoreo continuo del proceso

Cp Analiza capacidad del proceso

Cpk Analiza si el proceso está centrado y si cumple con especificaciones

Cpm Analiza la variabilidad del proceso y el desempeño respecto a las especificaciones para evaluar que tan bien el proceso cumple con un valor ideal (límite central de la especificación)

