

**Procesos: Siempre tienen variabilidad****LA CAPACIDAD DE UN PROCESO DE CUMPLIR LOS REQUISITOS DEL  
CLIENTE DEPENDE DE SU VARIABILIDAD.**

Alfredo Serpell Ingeniero civil industrial UC Phd University of Texas at Austin. Profesor titular Ingeniería y Gestión de la Construcción de la UC. Consultor de empresas.

**Ellos siempre cambian**

No importa cuál sea la característica de desempeño que uno mida de un proceso, dicha característica presentará alguna variabilidad a medida que el proceso se repite.

Lo importante es que esta variabilidad debe ser controlada de modo que evitemos que el proceso entregue frecuentemente resultados no conformes.

La variabilidad es un indicador clave de la capacidad que tiene un proceso para cumplir con la calidad requerida (asegurando que el valor real del resultado del proceso se encuentre dentro del rango de tolerancia).

**¿Por qué varía el resultado de los procesos?**

Debido a dos tipos de variabilidad. La primera se conoce como **variabilidad por causas comunes**, la que depende de la forma en que se realiza el proceso (materiales, método, herramientas, personal, entorno, etc.).

Las causas comunes suceden en forma aleatoria, representando entre el 80 y 95% de la variabilidad de cualquier proceso.

Este tipo de variabilidad puede reducirse sólo por medio de un cambio del sistema o método del proceso.

Por ejemplo, la variabilidad en la dimensión y resistencia de un ladrillo artesanal es mayor que en uno industrial.

En el segundo caso existe un control mucho mayor sobre las variables de producción.

Un segundo tipo se conoce como **variabilidad por causas especiales o asignables**, producida por fuentes externas al proceso.

Aparecen en forma esporádica, afectando al patrón aleatorio de las causas comunes y sacando al proceso de control. Debido a ello, son más fácilmente reconocibles y presentan una menor dificultad para su corrección.

Este tipo de causas se analizan y se corrigen de modo que, en lo posible, no sucedan nuevamente.

Un proceso que solamente presenta variabilidad debido a causas comunes, tiene un desempeño estable, en el sentido de que se desenvuelve de acuerdo con su variabilidad natural y, por lo tanto, se considera bajo control.

Si la variabilidad del proceso es mayor que la aceptable, entonces dicho proceso no será adecuado para realizar el trabajo o será necesario mejorarlo para reducir su variabilidad por causas comunes y protegerlo de las fuentes externas de variabilidad.

Un error típico cuando no se entienden las causas de la variabilidad de un proceso, es actuar en forma arbitraria sobre algún aspecto del proceso, lo que muchas veces puede agregarle aún más variabilidad.

Por ejemplo, aunque las personas intenten hacer un buen trabajo, si un proceso cuenta con maquinaria mal calibrada, los materiales son deficientes y las personas no cuentan con el entrenamiento debido, será muy difícil reducir la variabilidad común.

En este caso, cambiar al personal probablemente no mejorará al proceso pero sí producirá más variabilidad.

### **Eliminar la indeseable**

Lo importante es determinar la forma en que un proceso varía en su desempeño o resultados, la que puede indicar la causa de los problemas y ayudar a encontrar una solución.

Para ilustrar este concepto, veamos la Figura 1 que muestra el comportamiento de dos procesos disponibles para realizar un producto o servicio. Los puntos indican la frecuencia con que el proceso utilizado genera un resultado correspondiente a la medida indicada en el eje horizontal.

Asumamos que el valor meta es una variabilidad de cero milímetros respecto de una cierta medición (por ejemplo, el espesor de un muro), con una tolerancia máxima de  $\pm 20$  mm de desviación.

El primero (arriba), tiene una distribución que entrega en promedio el valor meta, pero presenta tal nivel de variabilidad que el proceso entrega, en varios casos, resultados que no cumplen con la tolerancia establecida y, por lo tanto, los productos resultantes estarán fallados.

Este proceso no es apropiado para la especificación establecida y generaría una proporción significativa de productos malos.

El segundo caso (abajo), muestra un proceso con una variabilidad mucho menor, haciendo muy difícil que entregue elementos fallados, por no cumplir con la especificación.

Por lo tanto, este último proceso es mucho más apropiado y efectivo que el primero para la especificación establecida.

### **El control estadístico**

El control estadístico de procesos es una metodología que sirve para monitorear el desempeño de un proceso con el objeto de: identificar causas especiales de variabilidad, verificar si un proceso es o no estable, medir la variabilidad común del mismo y determinar su capacidad.

El control estadístico de procesos se apoya en los gráficos de control. Por medio de esta metodología, una empresa puede demostrar a sus clientes la capacidad de sus procesos para cumplir con una característica crítica de calidad de un producto o servicio. La Figura 2 muestra un gráfico de control con sus principales elementos de información.

### **A menos variabilidad, más calidad**

Los gráficos de control pueden utilizarse para dos tipos de datos de un proceso: variables y atributos.

Las variables corresponden a datos cuantitativos que resultan de la medición o cálculo de cantidades o características específicas de calidad; por ejemplo, el diámetro de una pieza de metal o el tiempo de ciclo de un proceso de servicio.

Los atributos son datos que se generan a partir de clasificación y conteo, tales como el número de productos con defectos o de entregas con errores. Generalmente este tipo de conteo y clasificación se transforma en proporciones o porcentajes, por ejemplo, el porcentaje de productos con defectos o la proporción de clientes insatisfechos.

Para construir un gráfico de control, primero se debe seleccionar la variable o atributo que se va a medir, definiendo el tamaño de la muestra (grupo de datos) y la frecuencia.

En segundo lugar, se procede a la medición de la característica de calidad y, a partir de los datos obtenidos, se calculan los valores estadísticos necesarios para completar el gráfico de control (valor promedio y límites de control).

Los valores de la característica de calidad se ubican en el eje vertical, mientras que en el eje horizontal se ubican las muestras (ordenadas temporalmente) de donde se obtienen los valores de la característica.

Los límites de control del proceso se obtienen a partir del análisis estadístico de los datos y representan el rango dentro del cual la mayoría de los puntos debiera caer si el proceso está bajo control.

Este rango corresponde a la variabilidad por causas comunes del proceso, calculado en base a las mediciones del mismo y de modo que incluya sobre un 99% de los datos observados.

Teniendo ya suficientes puntos graficados (generalmente más de 20), se puede realizar el análisis del gráfico de control para verificar si el proceso está estable o si hay puntos fuera de control.

En caso de existir puntos fuera de control, se deberá investigar las causas de ellos, determinando si se han producido por causas comunes o especiales, de manera de evitarlos en el futuro.

Uno de los aspectos esenciales del control estadístico de procesos es la medición. La ciencia que se preocupa de ella es la metrología.

### **Capacidad de un proceso**

La capacidad de un proceso se define como el rango de variabilidad por causas comunes, en relación con la tolerancia especificada y permite predecir si un proceso bajo control será capaz de cumplir con las especificaciones de diseño y hasta qué grado.

Supongamos que se ha diseñado un proceso para producir ejes de acero para un motor. Los ejes deben cumplir con especificaciones en cuanto a su diámetro, para lo cual se ha establecido que el valor nominal o meta debiera ser de dos centímetros, con una tolerancia entre 1,998 y 2,002 centímetros.

Si el diámetro logrado por el proceso es más pequeño que el valor mínimo establecido, el componente deberá ser desechado. Si es más grande, podrá ser sometido a reproceso.

Si el proceso que produce este eje tiene una variabilidad natural entre 1,995 y 2,005 centímetros, no será capaz de cumplir siempre con las especificaciones dado que su variabilidad es mayor que el rango especificado y se producirán casos en los que el componente producido se encontrará fuera de especificación. El proceso deberá ser modificado para reducir su variabilidad natural.

Se pueden producir otras dos situaciones en relación con la capacidad del proceso. Una, el proceso tiene una variabilidad natural tal que sus límites de control son exactamente iguales a los límites de especificación del producto, es decir, una capacidad igual a la especificación. En este caso, será importante controlar muy bien el

proceso, ya que puede ser fácil que se salga de control si nos descuidamos y producir productos no conformes.

La segunda, cuando el proceso tiene una variabilidad natural menor que los límites de especificación, con una capacidad mayor. Entonces, cumplirá casi siempre con la especificación.

**Capacidad correcta, resultado conforme.**