

# Consultores en Metrología y Calidad

## Coeficientes de Sensibilidad: su importancia en la Incertidumbre de Medición

PUBLICADO EL SEPTIEMBRE 14, 2019 SEPTIEMBRE 15, 2019 POR EDUARDO RODRIGUEZ

### ¿Qué son los coeficientes de sensibilidad?

Conceptualmente podemos decir que los **coeficientes de sensibilidad** son utilizados para describir cómo la estimación de salida de una medición o sistema de medición varía con los cambios en las fuentes de **incertidumbre** o **estimaciones de entrada**.

En pocas palabras, los coeficientes de sensibilidad muestran cómo las variables de una **ecuación** o función están relacionadas con el **resultado calculado**.

Los **coeficientes de sensibilidad** son simplemente un **multiplicador** utilizado para convertir las unidades de las incertidumbres estándar de las fuentes de incertidumbre a las unidades de la magnitud de salida para calcular su incertidumbre.

### Cuando utilizar coeficientes de sensibilidad



(<https://metrologiaycalidadcom.files.wordpress.com/2019/09/incertidumbre.jpg>).

Para la estimación de la incertidumbre de medición en los ensayos, las contribuciones de incertidumbre deben estar todas en las **mismas unidades de medida** antes de que puedan combinarse.

Si las fuentes de incertidumbre se cuantifican en las mismas unidades de medida, no es necesario utilizar coeficientes de sensibilidad.

Si las fuentes de incertidumbre están en varias unidades de medida diferentes, entonces debería considerar el uso de coeficientes de sensibilidad.

Por ejemplo:

Imagine el caso de un **conjunto de bloques patrón de acero** que tiene un coeficiente de expansión térmica lineal de  $10,8 \cdot 10^{-6} \text{ m/K}$ . Y que tiene un termómetro que supervisa su área de trabajo con una incertidumbre de medición de  $0,2^\circ \text{ C}$ . ¿Cómo se relaciona la **incertidumbre del termómetro** con la **incertidumbre de medición del bloque de calibración**? Con el coeficiente de sensibilidad.

En este ejemplo, el **coeficiente de expansión térmica lineal** es su coeficiente de sensibilidad.

En resumen, cuando tiene **fuentes de incertidumbre** que se encuentran en diferentes unidades de medida u orden de magnitud, debe utilizar coeficientes de sensibilidad.

## Cuando NO debe utilizar coeficientes de sensibilidad

No es necesario utilizar coeficientes de sensibilidad si todas las cantidades de entrada o contribuyentes de incertidumbre se informan en la **misma unidad de medida**.

## Cómo calcular Coeficientes de Sensibilidad

Para **calcular los coeficientes de sensibilidad**, se debe comparar el cambio en la variable de salida al cambiar el valor de una variable de entrada determinada  $x$  manteniendo las variables restantes constantes.

Conociendo este principio, puede utilizar la incertidumbre o error de la variable  $x$  para determinar el cambio en la variable  $y$ .

Cuando estos valores son conocidos, se puede utilizar la siguiente **ecuación** para **calcular un coeficiente de sensibilidad**.

$$c_i = \frac{\delta f(x_i)}{\delta x_i} = \frac{\delta y_i}{\delta x_i}$$

O sea, todo lo que se necesita hacer es dividir el cambio en la variable  $y$  por el cambio en la variable  $x$ .

## Calcular los coeficientes de sensibilidad paso a paso

## 1. Identificar la función de medición o la ecuación

El primer paso para calcular un coeficiente de sensibilidad es determinar la función o ecuación que representa su proceso de medición.

## 2. Identificar las variables en la ecuación.

Cada variable que forma parte de la ecuación será una variable de entrada,  $x$ . El resultado calculado de la ecuación siempre será la variable de salida,  $y$ .

## 3. Seleccione una variable de interés.

Elija la variable en su ecuación que requiere un coeficiente de sensibilidad. Si más de una variable necesita un coeficiente de sensibilidad, sólo evalúe una variable a la vez.

## 4. Elija dos valores para la variable seleccionada.

Elija dos valores diferentes para su variable. Normalmente, debe elegir un valor alto y bajo que represente el rango de su función de medición.

Alternativamente, puede seleccionar un único valor para la variable  $x$  y como el segundo valor agregar la incertidumbre de la medida al valor original de  $x$ .

Cualquiera de los dos métodos es válido.

## 5. Calcule y registre el resultado usando el primer valor.

Utilizando el primer valor que seleccionó en el paso 4, ingréselo en su ecuación y calcule su primer resultado para la variable de salida  $y$ .

Si su ecuación tiene más de una variable de entrada  $x$ , asegúrese de mantener sus valores constantes durante todo este proceso.

## 6. Calcule y registre el resultado utilizando el segundo valor.

A continuación, ingrese el segundo valor que seleccionó en el paso 4 en su ecuación y calcule su segundo resultado para la variable de salida  $y$ .

## 7. Calcule la diferencia en sus resultados, $y$ .

Ahora que tiene los datos, es hora de calcular su coeficiente de sensibilidad. Comience por calcular la diferencia de la variable de salida  $y$ . Restar el resultado de  $y$  en el paso 6 por el resultado de  $y$  en el paso 5.

## 8. Calcule la diferencia en su variable $x$ .

A continuación, calcule la diferencia de la variable de entrada  $x$ . Restar el valor de  $x$  en el paso 6 por el valor de  $x$  en el paso 5.

## 9. Divida la diferencia en $y$ por la diferencia en $x$ .

Finalmente, divida el resultado del paso 7 por el resultado del paso 8. Este será su coeficiente de sensibilidad para la variable de entrada  $x$ .

Los pasos anteriores definen un procedimiento práctico para el cálculo de los coeficientes de sensibilidad. Cabe mencionar que si se conoce la función matemática que define al sistema de medición, los coeficientes de sensibilidad se pueden calcular mediante las derivadas parciales de dicha función con respecto a cada magnitud de entrada del modelo.

## Ejemplo de cálculo de coeficientes de sensibilidad.

Transductor



[\\_\(https://metrologiaycalidadcom.files.wordpress.com/2019/09/transductor.png\)](https://metrologiaycalidadcom.files.wordpress.com/2019/09/transductor.png)

or de presión con una salida de 4 a 20 mA

Imaginemos tener un transductor de presión de 0 a 100 psi que emite una señal de 4 a 20 mA.

A 0 psi, el transductor emite una señal de 4 mA. A 100 psi, el transductor emite una señal de 20 mA. Calculamos la diferencia de cada uno, debe tener una diferencia de 100 psi y una diferencia de 16 mA, respectivamente. Dividiendo la diferencia de la señal de salida, por la diferencia de presión, debe tener un coeficiente de sensibilidad de 0,16 mA por psi.

# Si todavía desea saber más acerca de los coeficientes de sensibilidad

Podría leer la siguiente documentación.

- GUM. The Guide to the Regression of Uncertainty in Measurement
- NIST SEMATECH, 2.5.6. Uncertainty budgets and sensitivity coefficients, 2.5.6.1. Sensitivity coefficients for measurements on the test item
- Wikipedia, Sensitivity Analysis
- ISOBUDGETS, 3 Ways to Combine Measurement Uncertainty With Different Units of Measurement
- Contactenos a [info@metrologiaycalidad.com](mailto:info@metrologiaycalidad.com) (<mailto:info@metrologiaycalidad.com>).

## Conclusión

Los coeficientes de sensibilidad son un elemento importante para estimar la incertidumbre de la medición. Sin embargo, no se necesitan coeficientes de sensibilidad para cada análisis de incertidumbre. Así que asegúrese de usarlos sólo si los necesita.

