
	<b>Manual Formato Estabilidad VFCalibre</b>		
	Revisión: 0	Fecha: 21/12/2023	Hoja: <b>1 / 11</b>


## Tabla de contenido

<b>Tabla de contenido .....</b>	<b>1</b>
<b>Historial de revisiones.....</b>	<b>2</b>
<b>OBJETO.....</b>	<b>3</b>
<b>Requisitos previos.....</b>	<b>4</b>
<b>Diseño de la hoja .....</b>	<b>6</b>
Datos del estudio .....	7
<b>Procedimiento de cálculo .....</b>	<b>7</b>
<b>Análisis de resultados .....</b>	<b>10</b>
Análisis de Repetibilidad .....	11

	<b>Manual Formato Estabilidad VFCalibre</b>		
	Revisión: 0	Fecha: 21/12/2023	Hoja: <b>2 / 11</b>

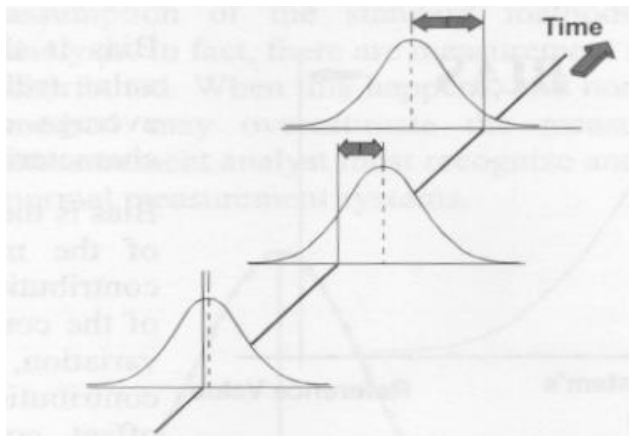
## Historial de revisiones

Rev.	Autor / Fecha	Revisado / Fecha	Observaciones
0	Jordi Marín	Juan Rodríguez	Versión inicial. Parte de la versión 7.6
	21/12/2023	04/01/2024	

	<b>Manual Formato Estabilidad VFCalibre</b>		
	Revisión: 0	Fecha: 21/12/2023	Hoja: <b>3 / 11</b>


## OBJETO

La estabilidad (o dispersión) es la variación total de las mediciones obtenida con un sistema de medición con el mismo patrón o pieza al medir una característica individual sobre un periodo de tiempo extendido. Esto significa que la estabilidad es el cambio en desviaciones sobre un periodo de tiempo.



Las posibles causas de inestabilidad incluyen:

- El instrumento necesita ser calibrado, reducir los intervalos de calibración
- Instrumento, equipo o sujeción desgastado
- Anticuoado u obsolescencia
- Mal mantenimiento – aire, potencia, sistema hidráulico, filtros, corrosión. oxidación, limpieza
- Patrón desgastado o defectuoso, error en el patrón
- Calibración inadecuada o uso del patrón de ajuste
- Instrumento de mala calidad – diseño o conformación
- El diseño del instrumento o el método no son robustos
- Método de medición diferente – configuración, carga, sujeción, técnica
- Distorsión (calibre o pieza)
- Dispersión del entorno – temperatura, humedad, vibraciones, limpieza
- Violación de un supuesto, como por ejemplo un error en una constante aplicada
- Aplicación – pieza, dimensiones, posición, destrezas del operador, fatiga, error de observación (legibilidad, paralaje)

	<b>Manual Formato Estabilidad VFCalibre</b>		
	Revisión: 0	Fecha: 21/12/2023	Hoja: <b>4 / 11</b>

La desviación es la diferencia entre el valor real (valor de referencia) y la media observada de las mediciones de la misma característica y en la misma pieza.

La desviación es la medida del error sistemático del sistema de medición. Es la contribución a la totalidad de error comprendido de los efectos combinados de todas las fuentes de variación, conocidas o desconocidas, cuyas contribuciones a la totalidad de error tienden a compensar de forma consistente y predecible todos los resultados de aplicaciones repetidas del mismo proceso de medición en el momento de las mediciones.


Las causas posibles para unas desviaciones excesivas son:

- El instrumento necesita una calibración
- Instrumento, equipo o fijación desgastado
- Patrón desgastado o defectuoso, error en el patrón
- Calibración inadecuada o uso del patrón de ajuste
- Error de linealidad
- Calibre equivocado para la aplicación
- Método de medición diferente – configuración, carga, sujeción, técnica
- Medición de la característica errónea
- Distorsión (calibre o pieza)
- Entorno – temperatura, humedad, vibraciones, limpieza
- Violación de un supuesto, como por ejemplo un error en una constante aplicada
- Aplicación – pieza, dimensiones, posición, destrezas del operador, fatiga, error de observación (legibilidad, parallax)

El procedimiento de medición utilizado en el proceso de calibración (p. ej. utilizando “patrones”) debería ser lo más similar posible al procedimiento de medición normal.

## Requisitos previos

- Obtener una muestra y establecer su valor de referencia relativo a una norma trazable. Si no hay ninguna muestra disponible, se selecciona una pieza de la producción que se sitúa en el recorrido medio de las mediciones de la producción y se designa como muestra patrón para el análisis. Se mide la pieza  $n \geq 10$  veces en la sala de herramientas y se computa la media de las  $n$  lecturas. Esta media se utiliza como el **valor de referencia** (ver el “Diseño de la hoja” en el siguiente apartado).

	<b>Manual Formato Estabilidad VFCalibre</b>		
	Revisión: 0	Fecha: 21/12/2023	Hoja: <b>5 / 11</b>

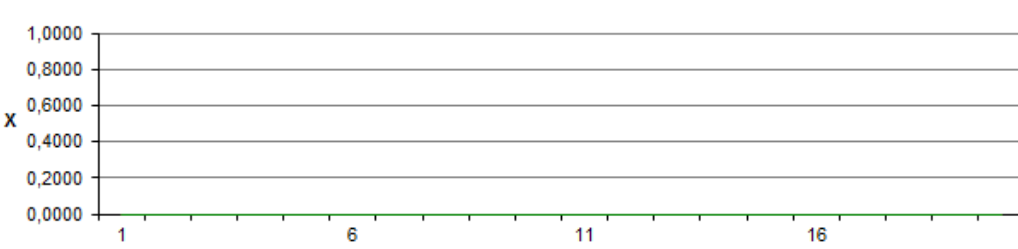
- Realizar entre 3 y 5 tomas en 20 veces (20 subgrupos). Por ejemplo, medir la pieza 5 veces cada día durante cuatro semanas para obtener los 20 subgrupos de 5 tomas.
- Para el estudio de la estabilidad no existen análisis numéricos específicos por lo que los requisitos mencionados corresponden sobre todo para los cálculos de la desviación.

## Diseño de la hoja

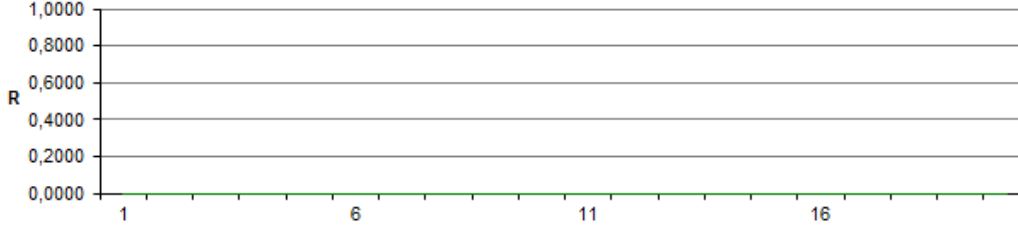
Estudio de estabilidad y desviación							N°			
<b>Equipo:</b>										
Código:					N° serie:					
Fabricante:					Modelo:					
Característica:					Patrón:					
Tolerancia:					Unidad:					
Valor de referencia xm:					Falta valor de referencia.					
<b>Operaciones previas al estudio</b>										
<input type="checkbox"/> El estado general del equipo es correcto										
Intervalo de control:					Tamaño muestreo:					
					El n° de tomas debe ser 3, 4 ó 5.					
<b>Datos del estudio</b>										
N°	X1	X2	X3	X4	X5	Media	R	Fecha	Hora	Nombre
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

**X**



**R**



## Datos del estudio

- Las columnas corresponden a las 5 mediciones realizadas en cada turno:

Nº	X1	X2	X3	X4	X5	Media	R	Fecha	Hora	Nombre
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

- Las filas corresponden a los distintos días en que se hacen las mediciones:

Nº	X1	X2	X3	X4	X5	Media	R	Fecha	Hora	Nombre
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

## Procedimiento de cálculo

Nos basaremos en los siguientes datos como ejemplo:

## Estudio de estabilidad y desviación

Nº

### Equipo:

Código:

Nº serie:

Fabricante:

Modelo:

Característica:

Patrón:

Tolerancia:

0,4

Valor de referencia xm:

0,7

Unidad: mm

### Operaciones previas al estudio

☒ El estado general del equipo es correcto

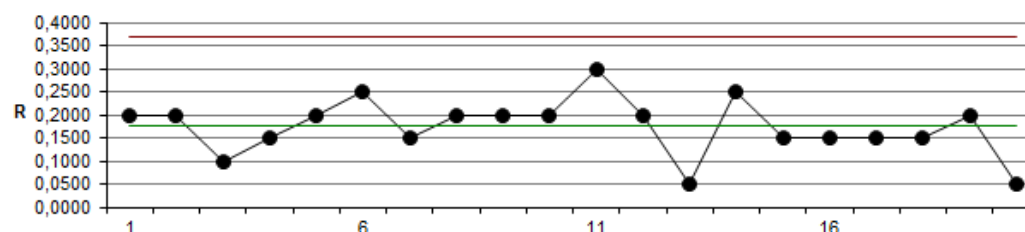
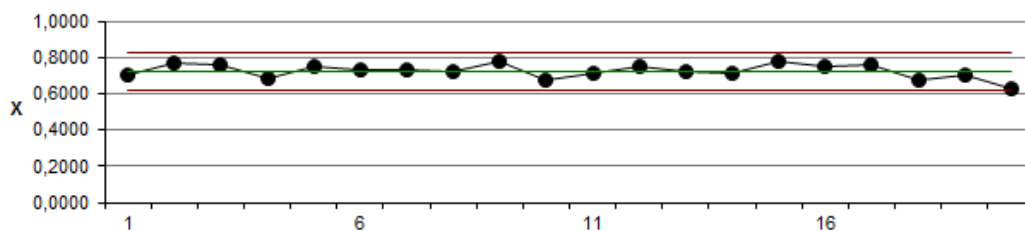
Intervalo de control:

Tamaño muestreo:

5

### Datos del estudio

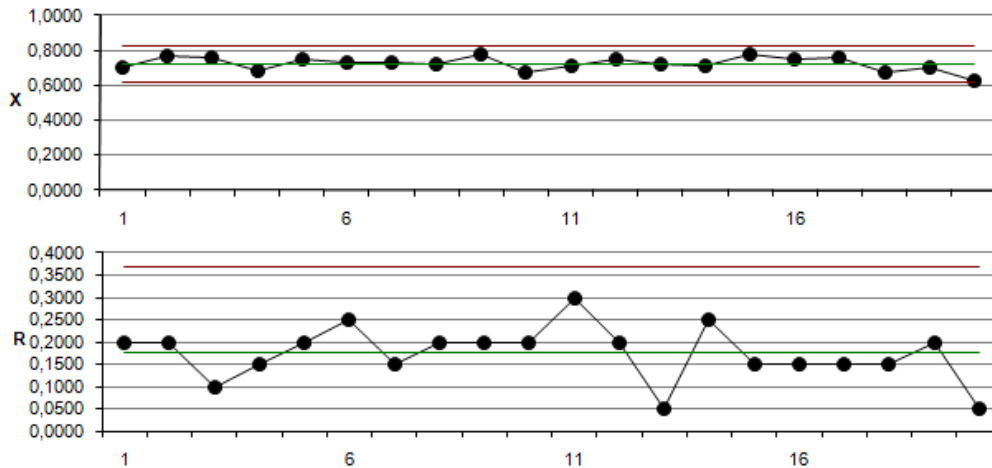
Nº	X1	X2	X3	X4	X5	Media	R	Fecha	Hora	Nombre
1	0,650	0,700	0,650	0,650	0,850	0,7000	0,2000			
2	0,750	0,850	0,750	0,850	0,650	0,7700	0,2000			
3	0,750	0,800	0,700	0,800	0,750	0,7600	0,1000			
4	0,600	0,700	0,700	0,750	0,650	0,6800	0,1500			
5	0,700	0,750	0,650	0,850	0,800	0,7500	0,2000			
6	0,600	0,750	0,750	0,850	0,700	0,7300	0,2500			
7	0,750	0,800	0,650	0,750	0,700	0,7300	0,1500			
8	0,600	0,700	0,800	0,750	0,750	0,7200	0,2000			
9	0,650	0,800	0,850	0,850	0,750	0,7800	0,2000			
10	0,600	0,700	0,600	0,800	0,650	0,6700	0,2000			
11	0,800	0,750	0,700	0,500	0,800	0,7100	0,3000			
12	0,850	0,750	0,850	0,650	0,650	0,7500	0,2000			
13	0,700	0,700	0,750	0,750	0,700	0,7200	0,0500			
14	0,650	0,700	0,850	0,750	0,600	0,7100	0,2500			
15	0,700	0,800	0,800	0,750	0,850	0,7800	0,1500			
16	0,750	0,800	0,750	0,800	0,650	0,7500	0,1500			
17	0,750	0,700	0,850	0,700	0,800	0,7600	0,1500			
18	0,750	0,700	0,600	0,700	0,600	0,6700	0,1500			
19	0,650	0,650	0,850	0,650	0,700	0,7000	0,2000			
20	0,650	0,600	0,650	0,600	0,650	0,6300	0,0500			



Para determinar si la estabilidad de un nuevo instrumento de medición es aceptable, el equipo del proceso ha seleccionado una pieza que se sitúa cerca del recorrido medio del proceso de producción. Esta pieza ha sido enviada al laboratorio de mediciones para determinar el valor de referencia. El equipo ha medido esta pieza 5



veces cada turno durante un periodo de cuatro semanas (20 subgrupos). Después de haber recogido todos los datos, se han desarrollado los gráficos  $\bar{X}$  & R.



Para la desviación el procedimiento de cálculo es el siguiente:

1. Calcular la media de las n lecturas.

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

2. Calcular la desviación estándar de la repetibilidad.

$$\sigma_{repeatability} = \frac{\max(x_i) - \min(x_i)}{d_2^*}$$

Donde  $d_2^*$  se toma de la tabla  $d_2^*$  (figura en el anexo C del MSA).

Con  $g = 1$  y  $m = n$

3. Determinar la estadística t para la desviación.

Desviación = media observada de mediciones – valor de referencia

$$\sigma_b = \sigma_r / \sqrt{n}$$

$$t = \frac{bias}{\sigma_b}$$

4. La desviación (bias) es aceptable en el nivel  $\alpha$ , si cero cae dentro del conjunto de confianza  $1 - \alpha$  alrededor del valor de la desviación:

$$Desviación - \left[ \frac{d_2 \sigma_b}{d_2^*} \left( t_{v, 1-\alpha/2} \right) \right] \leq \text{cero} \leq desviación + \left[ \frac{d_2 \sigma_b}{d_2^*} \left( t_{v, 1-\alpha/2} \right) \right]$$

donde  $d_2$ ,  $d_2^*$  y  $v$  se encuentran en el anexo C del MSA.

con  $g = 1$  y  $m = n$  y

$t_{v, 1-\alpha/2}$  se encuentra utilizando las tablas  $t$  estándar.

---

El nivel  $\alpha$  que se utiliza depende del nivel de sensibilidad que se necesita para evaluar y/o controlar el proceso y está asociado a la función de pérdidas (curva de sensibilidad) del producto o proceso. Se deberá solicitar la aprobación del cliente si se utiliza un nivel  $\alpha$  que sea diferente al valor por defecto de 0,05 (95 % de confianza).

---

## Análisis de resultados

<b>Estabilidad</b>				
<b>Nº</b>	<b>A2</b>	<b>D4</b>	$\bar{\bar{X}} = \frac{\sum \bar{X}_i}{n} = 0,7235 \text{ mm}$	$LSCX = \bar{\bar{X}} + A_2 \bar{R} = 0,8245 \text{ mm}$
3	1,023	2,574		$LICX = \bar{\bar{X}} - A_2 \bar{R} = 0,6225 \text{ mm}$
4	0,729	2,282	$\bar{R} = \frac{\sum R_i}{n} = 0,175 \text{ mm}$	$LSCR = D_4 \bar{R} = 0,37 \text{ mm}$
5	0,577	2,114		
<input checked="" type="checkbox"/> Estabilidad OK			Mediante análisis gráfico se determinará la estabilidad, para ello no deben existir efectos obvios de causas especiales.	

El análisis del gráfico de control indica que el proceso de medición es estable, ya que no existen visiblemente efectos obvios de causas especiales. Por la tanto, tal como vemos en la imagen anterior, marcaremos la casilla de **“Estabilidad OK”**.

Si el proceso de medición es estable, los datos se pueden utilizar para determinar la desviación del sistema de medición.

<b>Desviación</b> $Desviación = \bar{X} - X_m = 0,0235 \text{ mm}$ $\sigma_s = \frac{\sigma_{repetibilidad}}{\sqrt{r^2 \text{ subgrupos}}} = 0,0168 \text{ mm}$ $\sigma_{repetibilidad} = \frac{\bar{R}}{d_2} = 0,07498 \text{ mm}$ $t = \frac{Desviación}{\sigma_s} = 1,40163 \text{ mm}$ Debe cumplirse la siguiente expresión: $-0,0098 \leq 0 \leq 0,05683$ $Desviación - \left[ \sigma_s \left( t_{\alpha/2, n-1} \right) \right] \leq \text{cero} \leq Desviación + \left[ \sigma_s \left( t_{\alpha/2, n-1} \right) \right]$ <input checked="" type="checkbox"/> Histograma no muestra anomalías o puntos aberrantes El resultado de la desviación es <b>APTO</b>		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>0,63</td> <td>0,64875</td> <td>0,6675</td> <td>0,68625</td> <td>0,705</td> <td>0,72375</td> <td>0,7425</td> <td>0,76125</td> <td>0,78</td> </tr> <tr> <td>Frec.</td> <td>5</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>2</td> <td>2</td> <td>2</td> </tr> </table>		0,63	0,64875	0,6675	0,68625	0,705	0,72375	0,7425	0,76125	0,78	Frec.	5	0	1	1	3	4	2	2	2
	0,63	0,64875	0,6675	0,68625	0,705	0,72375	0,7425	0,76125	0,78													
Frec.	5	0	1	1	3	4	2	2	2													

Puesto que cero cae dentro del intervalo de confianza de la desviación (- 0,0098, 0,05683), el ingeniero puede suponer que la desviación de la medición es aceptable, suponiendo que el uso actual no introducirá fuentes de variación adicionales.

Aparte vemos que justo debajo del histograma figura un check marcado. Este check permite al usuario decidir si en el histograma existen anomalías o puntos aberrantes. Si así fuera, el usuario dejaría sin marcar el check y entonces el resultado de la desviación quedaría como NO APTO.

## Análisis de Repetibilidad

El estudio de la repetibilidad permite seleccionar el tipo de análisis del sistema de medida:

- Control estadístico del proceso
- Control de conformidad del producto

<b>Análisis de Repetibilidad</b>		Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:	
<input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso TV = <input type="text"/> % EV = Falta el TV Repetibilidad: Falta el TV	<input type="radio"/> Control de conformidad del producto Tolerancia total: <input type="text"/> % EV = Falta la Tolerancia		La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Sino la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R.

Por encima del 30% es inaceptable (implica resultado no Apto). Entre el 10 y 30% sería apto con reservas, siempre y cuando los otros resultados sean OK. Si se da este último caso hay que anotarlo en las observaciones.

El resultado general será la conjunción de todos los resultados, el de estabilidad, desviación y repetibilidad.