



| | | | |
|---|---|-------------------|---------------------|
|  | Verificación Linealidad MSA4 VFCalibre | | |
| | Revisión: 0 | Fecha: 22/12/2023 | Hoja: 1 / 11 |


Tabla de contenido

| | |
|---|----------|
| Tabla de contenido | 1 |
| Historial de revisiones..... | 2 |
| Datos de la verificación | 3 |
| OBJETO..... | 4 |
| ALCANCE | 4 |
| PRUEBAS PARA REALIZAR..... | 4 |
| Con control estadístico del proceso..... | 4 |
| Con control de conformidad del producto | 5 |
| Todos los datos iguales | 6 |
| Todos los datos consecutivos..... | 7 |
| Otras pruebas (Checks y condiciones de aceptación)..... | 8 |

| | | | |
|---|---|-------------------|---------------------|
|  | Verificación Linealidad MSA4 VFCalibre | | |
| | Revisión: 0 | Fecha: 22/12/2023 | Hoja: 2 / 11 |

Historial de revisiones

| Rev. | Autor / Fecha | Revisado / Fecha | Observaciones |
|------|---------------|------------------|---|
| 0 | Jordi Marín | Juan Rodríguez | Versión inicial. Parte de la versión 7.6. |
| | 22/12/2023 | 04/01/2024 | |

| | | | |
|---|--|-------------------|---------------------|
|  | Verificación Linealidad MSA4 VFCalibre | | |
| | Revisión: 0 | Fecha: 22/12/2023 | Hoja: 3 / 11 |

Datos de la verificación

Realizada por:

Fecha:


Verificada por:

Fecha:

Versión de VF Calibre:

Sistema operativo:

Versión de MS Excel:

| | | | |
|---|--|-------------------|---------------------|
|  | Verificación Linealidad MSA4 VFCalibre | | |
| | Revisión: 0 | Fecha: 22/12/2023 | Hoja: 4 / 11 |

OBJETO

Verificar el formato de hoja de datos EXCEL para el cálculo de la linealidad según la versión 4 de MSA.

ALCANCE

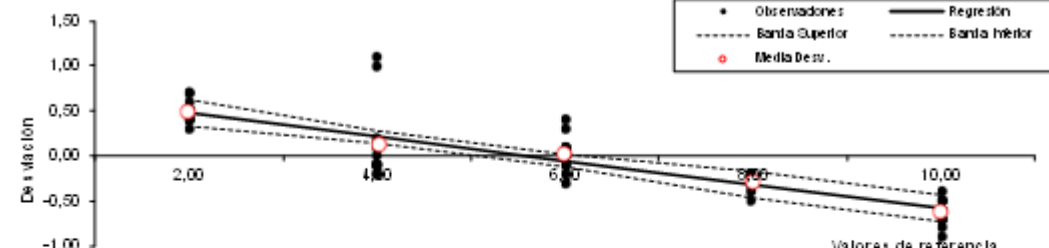
El formato de linealidad del MSA 4 definido por ELECSOFT.

PRUEBAS PARA REALIZAR

Con control estadístico del proceso

La prueba para realizar es introducir los mismos valores de ejemplo que proporciona el manual de MSA 4 y comprobar que los resultados son los mismos.

Dichos resultados deben ser:

| Análisis de la Linealidad del dispositivo de medición MSA 4 | | | | | | Nº | Linealidad-0001 |
|---|------------|-------|--------|--|-------------------|--|-----------------|
| Equipo: | | | | | | | |
| Código: | Linealidad | | | | | Nº serie: | |
| Fabricante: | | | | | | Modelo: | |
| Datos del estudio | | | | | | | |
| Parte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | |
| Valor de referencia | 2,000 | 4,000 | 6,000 | 8,000 | 10,000 | | |
| Muestras | 1 | 2,700 | 5,100 | 5,800 | 7,600 | 9,100 | |
| 2 | 2,500 | 3,900 | 5,700 | 7,700 | 9,300 | | |
| 3 | 2,400 | 4,200 | 5,900 | 7,800 | 9,500 | | |
| 4 | 2,500 | 5,000 | 5,900 | 7,700 | 9,300 | | |
| 5 | 2,700 | 3,800 | 6,000 | 7,800 | 9,400 | | |
| 6 | 2,300 | 3,900 | 6,100 | 7,800 | 9,500 | | |
| 7 | 2,500 | 3,900 | 6,000 | 7,800 | 9,500 | | |
| 8 | 2,500 | 3,900 | 6,100 | 7,700 | 9,500 | | |
| 9 | 2,400 | 3,900 | 6,400 | 7,800 | 9,600 | | |
| 10 | 2,400 | 4,000 | 6,300 | 7,500 | 9,200 | | |
| 11 | 2,600 | 4,100 | 6,000 | 7,600 | 9,300 | | |
| 12 | 2,400 | 3,800 | 6,100 | 7,700 | 9,400 | | |
| Media | 2,492 | 4,125 | 6,025 | 7,708 | 9,383 | | |
| Valor de referencia | 2,000 | 4,000 | 6,000 | 8,000 | 10,000 | | |
| Media Desviación | 0,492 | 0,125 | 0,025 | -0,292 | -0,617 | | |
| Banda superior | 0,621 | 0,283 | 0,011 | -0,171 | -0,432 | | |
| Banda inferior | 0,325 | 0,137 | -0,118 | -0,462 | -0,728 | | |
| Recta de regresión | 0,473 | 0,210 | -0,053 | -0,317 | -0,580 | | |
| Media Desviación = $b + a \cdot \text{Valor ref.} = 0,7367 - 0,1317 \cdot \text{Valor ref.}$ | | | | | | $\alpha = 0,05$ Nivel de riesgo de la prueba $g = 5$ Nº de partes $m = 12$ Nº de mediciones por parte Por tanto: $t((g \cdot m) - 2,1 - \alpha/2) = 2,001717484$ $s = 0,239539789$ Por tanto: $a = -0,1317$ $b = 0,7367$ | |
| Coeficiente de determinación: $R^2 = 71,4\%$ | | | | | | | |
|  | | | | | | | |
| $H_0: a = 0$ {pendiente = 0} $ t_a = 12,04256 > t(58; 0,975) = 2,0017$ No aceptable $H_0: b = 0$ {(sesgo) Interceptada = 0} $ t_b = 10,15752 > t(58; 0,975) = 2,0017$ No aceptable | | | | | | | |
| Análisis de Repetibilidad Marque el tipo de análisis del sistema de medida: | | | | | | | |
| <input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso TV = 2,5 La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Si no la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R. % EV = 9,58 Resultado de la Repetibilidad: Aceptable | | | | <input type="radio"/> Control de conformidad del producto Tolerancia total: % EV = Falta la Tolerancia | | | |
| Resultado del estudio | | | | | | | |
| Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: NO APTO | | | | | | | |
| Observaciones y/o actuaciones: | | | | | | | |
| Estudio realizado por | | Firma | | | Fecha del estudio | | |
| ADMIN | | | | | 30/08/2012 | | |

Con control de conformidad del producto

Para esta prueba se utilizan los mismos datos que en el caso anterior, pero se marca el botón “Control de conformidad del producto” y se asignará una tolerancia de 2,5.

Como no existen resultados en el manual de MSA se comprueban los resultados manualmente.

Los resultados que debemos obtener son los siguientes:

| Datos del estudio | | | | | |
|---------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Parte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Valor de referencia | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Muestras | 1 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 2 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 3 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 4 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 5 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 6 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 7 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 8 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 9 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 10 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 11 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| 12 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Media | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Valor de referencia | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Media Desviación | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,000 |
| Banda superior | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| Banda inferior | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |
| Recta de regresión | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! | #DIV/0! |

Desviaciones

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|------|------|------|------|------|
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

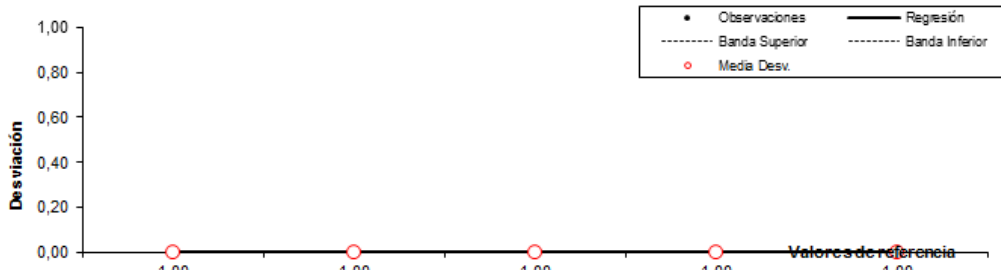
α = . 0,05 Nivel de riesgo de la prueba
g = 5 N° de partes
m = 12 N° de mediciones por parte

Por tanto: $t\{(g \cdot m) - 2,1 - \alpha/2\} = 2,001717484$
s = #DIV/0!

Por tanto: a = #DIV/0!
b = #DIV/0!

Coeficiente de determinación: R - Sq = #DIV/0!

#DIV/0!



Ho: a = 0 {pendiente = 0} | ta = #DIV/0! | t{58 ; 0,975} = 2,0017 No aceptable
Ho: b = 0 {(sesgo) interceptada = 0} | tb = #DIV/0! | t{58 ; 0,975} = 2,0017 No aceptable

● Observaciones — Regresión
----- Banda Superior ----- Banda Inferior
○ Media Desv.

Análisis de Repetibilidad Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☒ Control estadístico del proceso

TV = 1 La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Sino la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R.

% EV = #DIV/0!

☐ Control de conformidad del producto

Tolerancia total: #DIV/0!

% EV = Falta la Tolerancia

Resultado de la Repetibilidad: #DIV/0!

Resultado del estudio

Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: NO APTO

Observaciones y/o actuaciones:

| Estudio realizado por | Firma | Fecha del estudio |
|-----------------------|-------|-------------------|
| ADMIN | | 30/03/2012 |

Todos los datos consecutivos

La prueba para realizar es introducir todos los valores consecutivos y comprobar que el resultado es NO APTO.

Dichos resultados deben ser:

| Datos del estudio | | | | | |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Parte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Valor de referencia | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| Muestras | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | 1,100 | 2,100 | 3,100 | 4,100 | 5,100 |
| | 1,200 | 2,200 | 3,200 | 4,200 | 5,200 |
| | 1,300 | 2,300 | 3,300 | 4,300 | 5,300 |
| | 1,400 | 2,400 | 3,400 | 4,400 | 5,400 |
| | 1,500 | 2,500 | 3,500 | 4,500 | 5,500 |
| | 1,600 | 2,600 | 3,600 | 4,600 | 5,600 |
| | 1,700 | 2,700 | 3,700 | 4,700 | 5,700 |
| | 1,800 | 2,800 | 3,800 | 4,800 | 5,800 |
| | 1,900 | 2,900 | 3,900 | 4,900 | 5,900 |
| | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | 6,000 |
| | 2,100 | 3,100 | 4,100 | 5,100 | 6,100 |
| | 2,200 | 3,200 | 4,200 | 5,200 | 6,200 |
| Media | 1,650 | 2,650 | 3,650 | 4,650 | 5,650 |
| Valor de referencia | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| Media Desviación | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 |
| Banda superior | 0,851 | 0,851 | 0,851 | 0,851 | 0,851 |
| Banda inferior | 0,449 | 0,449 | 0,449 | 0,449 | 0,449 |
| Recta de regresión | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 | 0,650 |

Media Desviación = $b + a \cdot \text{Valor ref.} = 0,65 - 0 \cdot \text{Valor ref.}$

Coefficiente de determinación: $R - Sq = 0,0\%$

$\alpha = 0,05$ Nivel de riesgo de la prueba

$g = 5$ Nº de partes

$m = 12$ Nº de mediciones por parte

Por tanto:

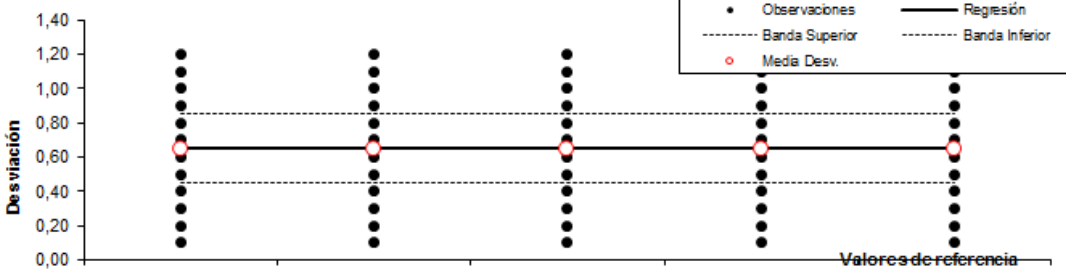
$t\{(g \cdot m) - 2, 1 - \alpha/2\} = 2,001717484$

$s = 0,351106625$

Por tanto:

$a = 0,0000$

$b = 0,6500$



• Observaciones — Regresión

----- Banda Superior ----- Banda Inferior

○ Media Desv.

Ho: $a = 0$ {pendiente = 0}

$|t_a| = 4E-16 < t\{58; 0,975\} = 2,0017$ Aceptable

Ho: $b = 0$ {(sesgo) interceptada = 0}

$|t_b| = 6,11461 > t\{58; 0,975\} = 2,0017$ No aceptable

| Análisis de Repetibilidad | | Marcar el tipo de análisis del sistema de medida: | |
|--|--|--|----------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso TV = 2 % EV = 17,56 | La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Sino la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R. | <input type="radio"/> Control de conformidad del producto Tolerancia total: | % EV = Falta la Tolerancia |
| Resultado de la Repetibilidad: Aceptable con reservas | | | |

| Resultado del estudio | | |
|--|-------|-------------------|
| Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: NO APTO | | |
| Observaciones y/o actuaciones: | | |
| Estudio realizado por | Firma | Fecha del estudio |
| ADMIN | | 30/08/2012 |

Otras pruebas (Checks y condiciones de aceptación)

Este apartado pretende probar las posibilidades y criterios de la hoja para que el resultado final sea Apto, Apto con reservas o No Apto.

- Introducimos los siguientes datos:

Datos del estudio

| Parte | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
| Valor de referencia | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | |
| Muestras | 1 | 1,100 | 2,100 | 3,100 | 4,000 | 5,100 |
| | 2 | 1,000 | 2,000 | 3,200 | 4,200 | 5,000 |
| | 3 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| | 4 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| | 5 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,500 |
| | 6 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| | 7 | 0,790 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| | 8 | 1,000 | 1,800 | 2,800 | 4,000 | 5,000 |
| | 9 | 0,900 | 1,900 | 3,000 | 3,900 | 5,000 |
| | 10 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| | 11 | 1,000 | 2,100 | 3,000 | 4,000 | 5,000 |
| | 12 | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,200 | 5,000 |
| Media | 0,983 | 1,992 | 3,008 | 4,025 | 5,050 | |
| Valor de referencia | 1,000 | 2,000 | 3,000 | 4,000 | 5,000 | |
| Media Desviación | -0,018 | -0,008 | 0,008 | 0,025 | 0,050 | |
| Banda superior | 0,006 | 0,020 | 0,037 | 0,058 | 0,076 | |
| Banda inferior | -0,050 | -0,031 | -0,014 | -0,001 | 0,014 | |
| Recta de regresión | -0,022 | -0,005 | 0,012 | 0,028 | 0,045 | |

Media Desviación = $b + a \cdot \text{Valor ref.} = -0,039 + 0,0168 \cdot \text{Valor ref.}$

Coefficiente de determinación: $R - Sq = 6,0\%$

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------|-------|-------|-------|------|
| 1,00 | 2,00 | 3,00 | 4,00 | 5,00 |
| 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,00 | 0,10 |
| 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,20 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,50 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| -0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | -0,20 | -0,20 | 0,00 | 0,00 |
| -0,10 | -0,10 | 0,00 | -0,10 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 | 0,00 |

$\alpha = .$ 0,05 Nivel de riesgo de la prueba

$g =$ 5 N° de partes

$m =$ 12 N° de mediciones por parte

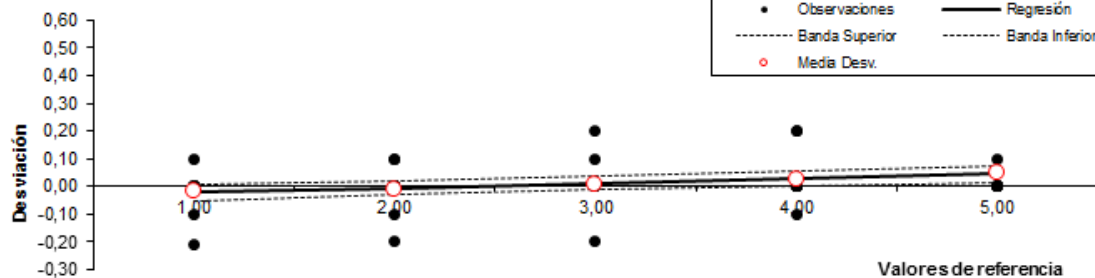
Por tanto:

$$t\{(g-m) - 2,1 - \alpha/2\} = 2,001717484$$

$$s = 0,09578727$$

Por tanto: $a = 0,0168$

$b = -0,0390$



$H_0: a = 0$ {pendiente = 0}

$|t_a| = 1,9251 < t\{58; 0,975\} = 2,0017$ Aceptable

$H_0: b = 0$ {(sesgo) interceptada = 0}

$|t_b| = 1,34478 < t\{58; 0,975\} = 2,0017$ Aceptable

Análisis de Repetibilidad

Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☒ Control estadístico del proceso

☐ Control de conformidad del producto

TV = 0,5

La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Sino la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R.

Tolerancia total:

% EV = 19,16

% EV = Falta la Tolerancia

Resultado de la Repetibilidad: Aceptable con reservas

Resultado del estudio

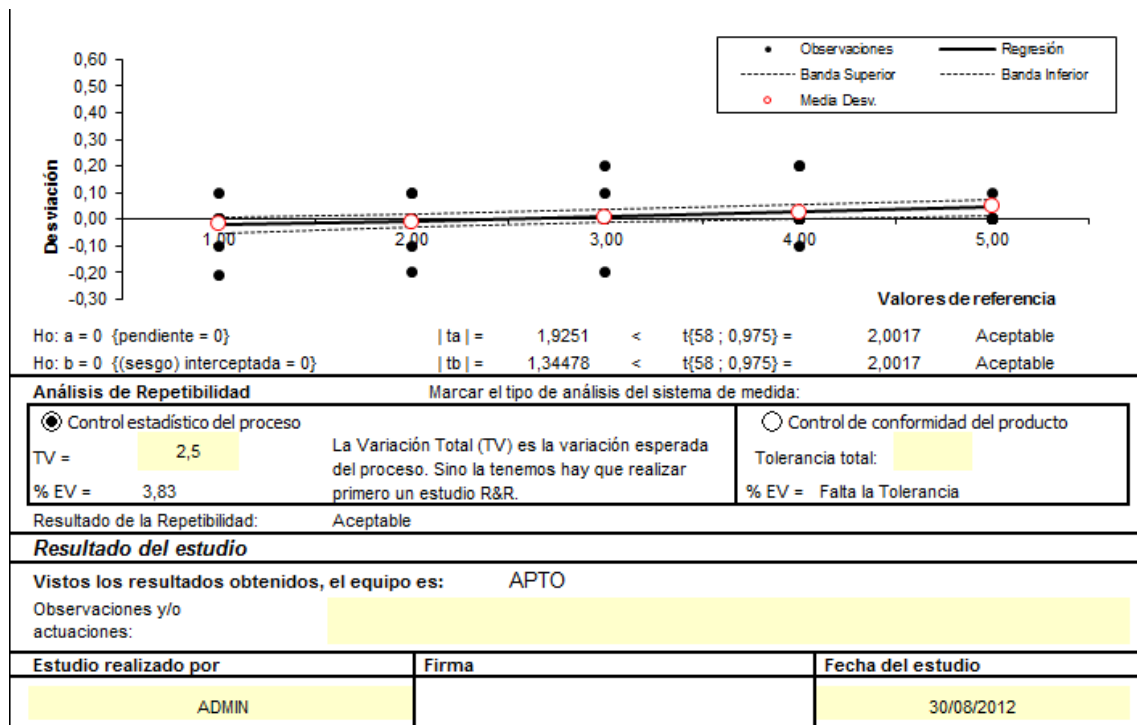
Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: Apto con Reservas

Observaciones y/o

actuaciones:

| Estudio realizado por | Firma | Fecha del estudio |
|-----------------------|-------|-------------------|
| ADMIN | | 30/08/2012 |

- Comprobamos los siguientes resultados:



- Dejamos el análisis de Repetibilidad vacío y el resultado es No Apto:

Análisis de Repetibilidad Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☒ Control estadístico del proceso ☐ Control de conformidad del producto

TV = Faltó el TV La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Sino la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R.

% EV = Faltó el TV Tolerancia total: Faltó la Tolerancia

Resultado de la Repetibilidad: Faltó el TV

Resultado del estudio

Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: NO APTO

Observaciones y/o actuaciones:

- Ponemos TV= 2,5 y el Resultado de la Repetibilidad es Aceptable y el Equipo es Apto:

Análisis de Repetibilidad Marcar el tipo de análisis del sistema de medida:

☒ Control estadístico del proceso ☐ Control de conformidad del producto

TV = 2,5 La Variación Total (TV) es la variación esperada del proceso. Sino la tenemos hay que realizar primero un estudio R&R.

% EV = 3,83 Tolerancia total: Faltó la Tolerancia


Resultado de la Repetibilidad: Aceptable

Resultado del estudio

Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: APTO

Observaciones y/o actuaciones:

- Ponemos TV= 0,5 y el Resultado de la Repetibilidad es Aceptable con reservas y el Equipo es Apto con Reservas:

| | | | |
|---|---|-------------------|---------------|
|  | Verificación Linealidad MSA4 VFCalibre | | |
| | Revisión: 0 | Fecha: 22/12/2023 | Hoja: 11 / 11 |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Análisis de Repetibilidad | | Marcar el tipo de análisis del sistema de medida: | |
| <input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso TV = 0,5 % EV = 19,16 Resultado de la Repetibilidad: Aceptable con reservas | | <input type="radio"/> Control de conformidad del producto Tolerancia total: % 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. | | | |
| Resultado del estudio | | | |
| Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: Apto con Reservas | | | |
| Observaciones y/o actuaciones: | | | |

- Ponemos TV= 0,25 y el Resultado de la Repetibilidad es No Aceptable y el Equipo es No Apto:

| | | | |
|--|--|--|--|
| Análisis de Repetibilidad | | Marcar el tipo de análisis del sistema de medida: | |
| <input checked="" type="radio"/> Control estadístico del proceso TV = 0,25 % EV = 38,31 Resultado de la Repetibilidad: No Aceptable | | <input type="radio"/> Control de conformidad del producto Tolerancia total: % 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. | | | |
| Resultado del estudio | | | |
| Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: NO APTO | | | |
| Observaciones y/o actuaciones: | | | |

- Vaciamos el TV y marcamos el check “Control de conformidad del producto” sin introducir ninguna tolerancia; el resultado también debe ser No Apto:

| | | | |
|---|--|---|--|
| Análisis de Repetibilidad | | Marcar el tipo de análisis del sistema de medida: | |
| <input type="radio"/> Control estadístico del proceso TV = % EV = Falta el TV Resultado de la Repetibilidad: Falta la Tolerancia | | <input checked="" type="radio"/> Control de conformidad del producto Tolerancia total: % 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. | | | |
| Resultado del estudio | | | |
| Vistos los resultados obtenidos, el equipo es: NO APTO | | | |
| Observaciones y/o actuaciones: | | | |

- Comprobar también en este caso que el Resultado del Equipo dependerá del resultado de la Repetibilidad.