

INFORME DE ENSAYO MBC

PENDIENTE DEFOR. PISTA

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "pendiente defor. pista", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

01. Análisis A: Estudio pre-estadístico. Antes de comenzar con los cálculos matemáticos, los datos son minuciosamente analizados para determinar si deben ser incluidos (✓) o descartados (X) en función, de si cumplen o no, con unos criterios mínimos previamente establecidos y que pueden afectar a los resultados, tales como:

A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.

B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.

C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).

D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).

E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.

F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.

G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.

H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

02. Análisis B: Mandel, Cochran y Grubbs. Los resultados aportados por los laboratorios que hayan superado el paso anterior, se verán sometidos al análisis estadístico compuesto por los métodos de Mandel, Cochran y Grubbs. Los criterios de análisis que se han seguido para considerar los resultados como aptos (✓) o no aptos (X) por éste procedimiento son:

A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDob" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.

B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.

C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.

D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

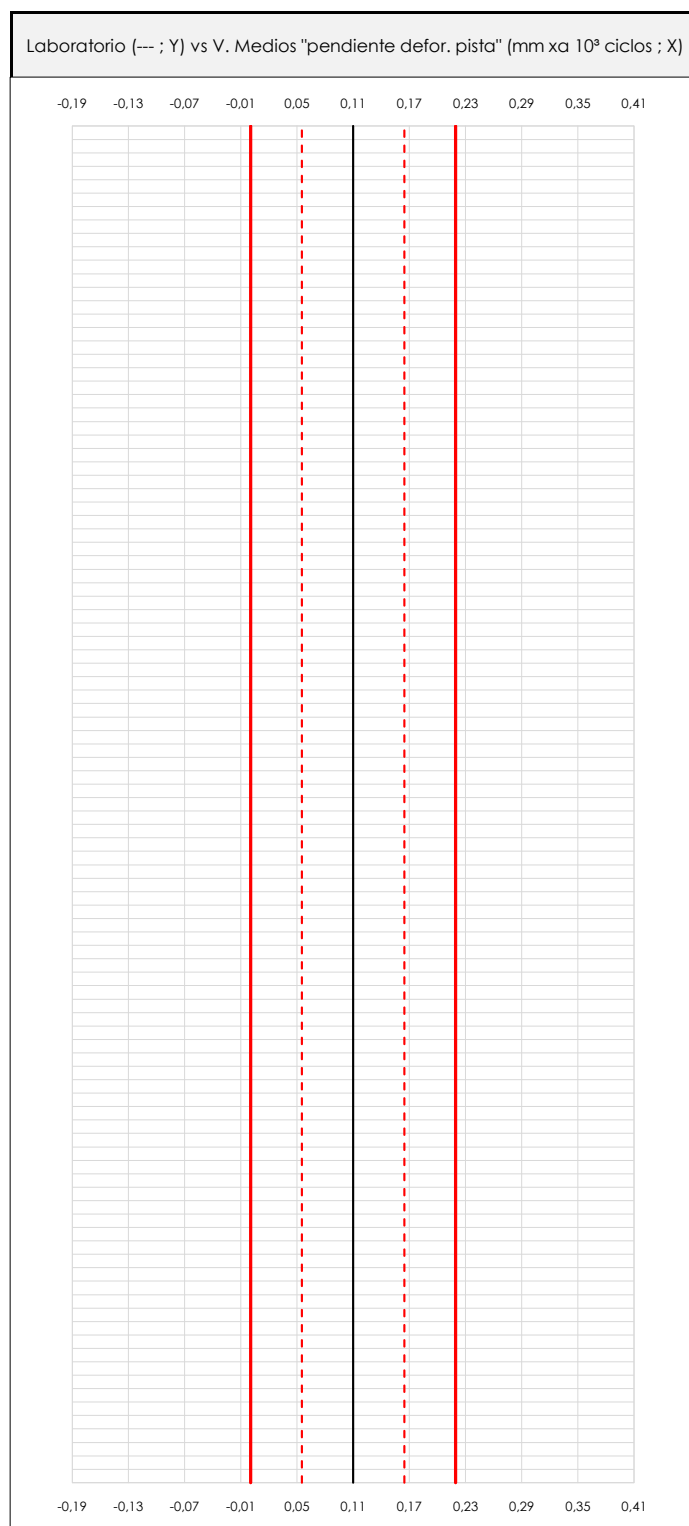
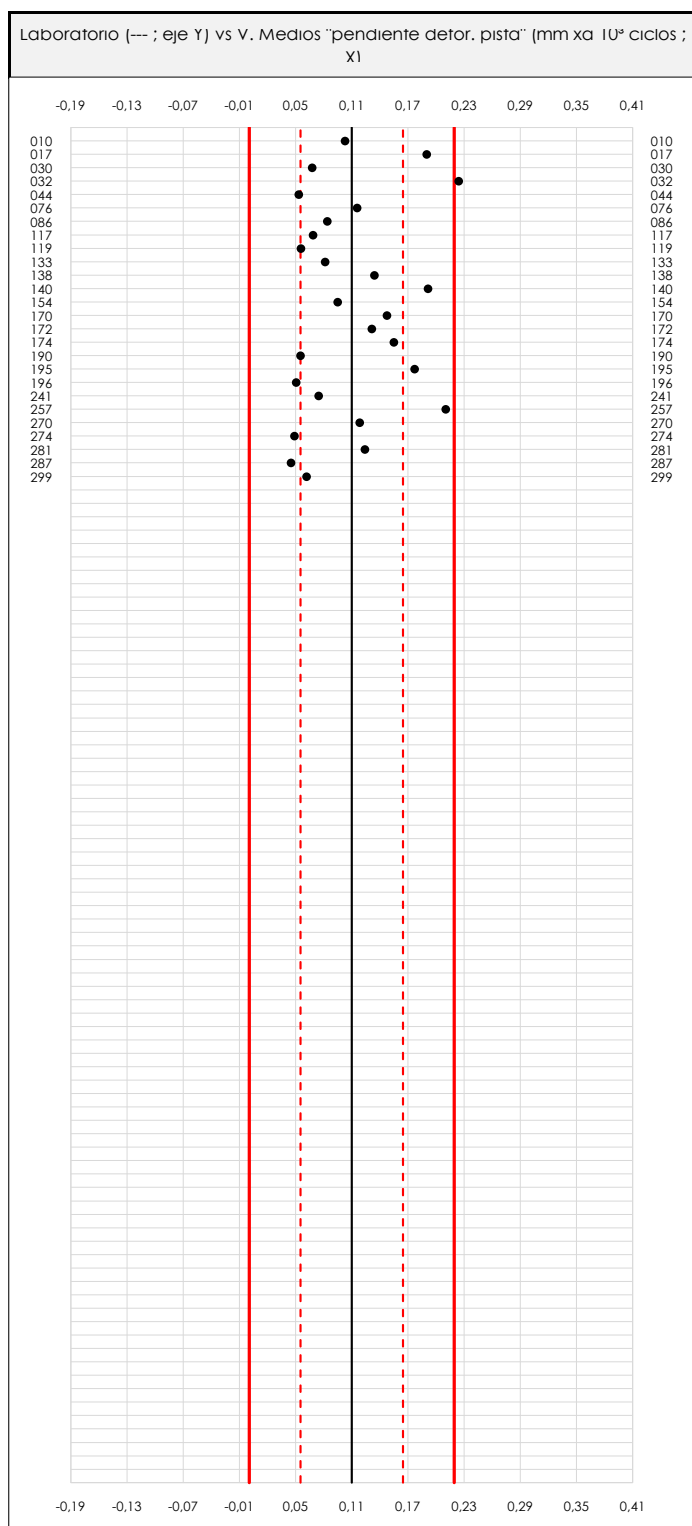
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén o no dentro de unos límites críticos establecidos.

04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

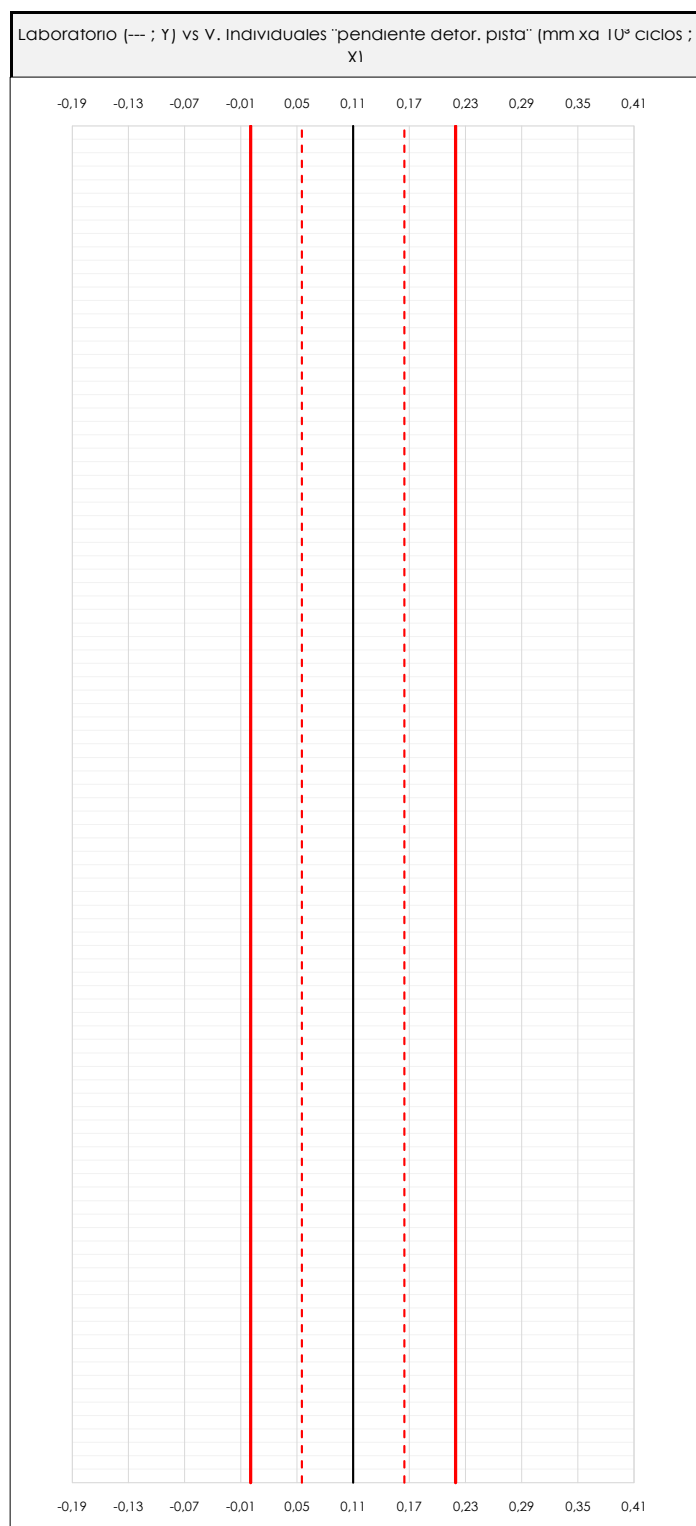
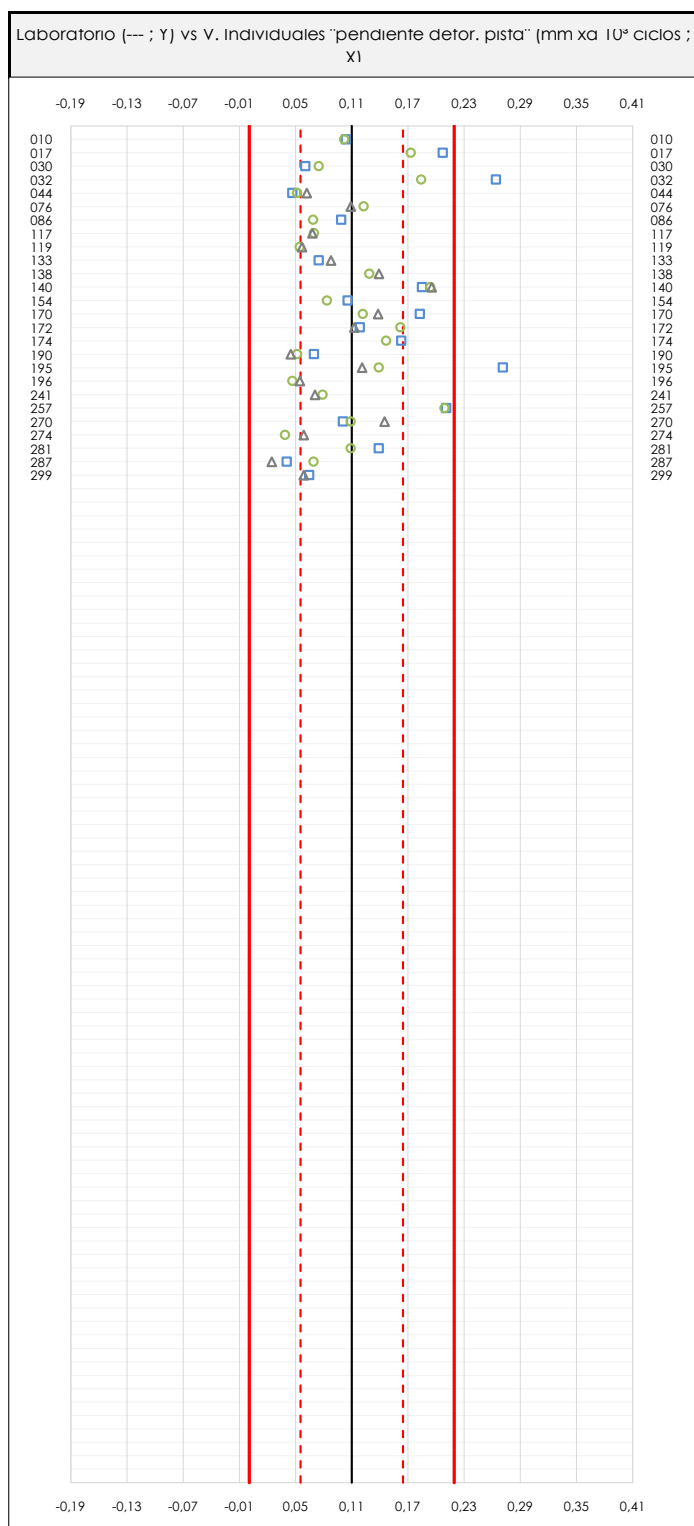
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (0,11 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (0,17/0,06 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (0,22/0,00 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (0,11 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (0,17/0,06 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (0,22/0,00 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero (X_{i1}) se representa con un cuadrado azul, el segundo (X_{i2}) con un círculo verde, el tercero (X_{i3}) con un triángulo gris y el cuarto (X_{i4}) con un rombo amarillo.

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ "X_{i,j} con j = 1, 2, 3, 4" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "X_i arit" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{L i}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i arif} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

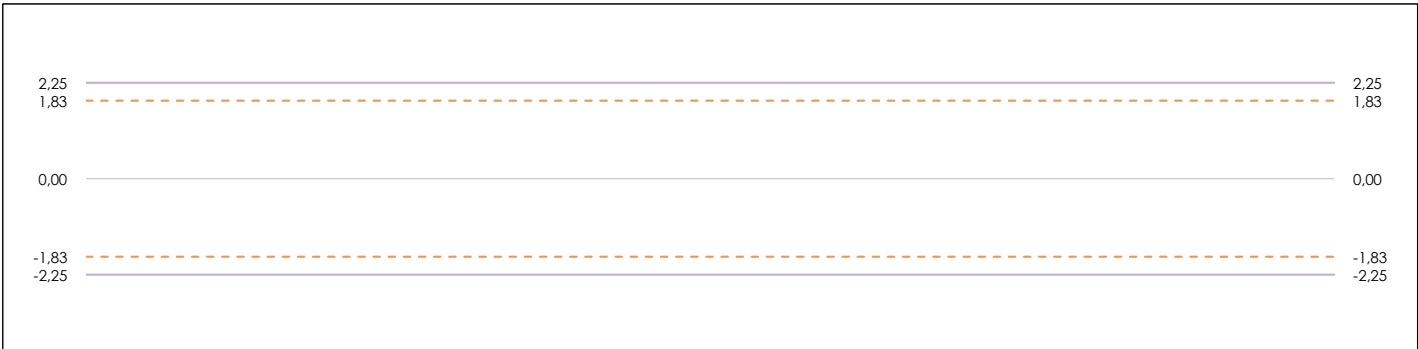
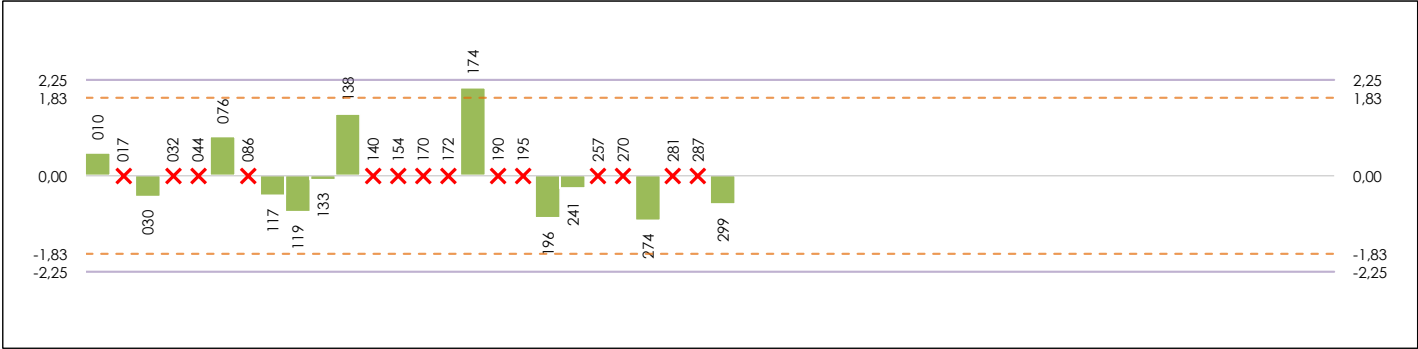
[máximo]

[mínimo]

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



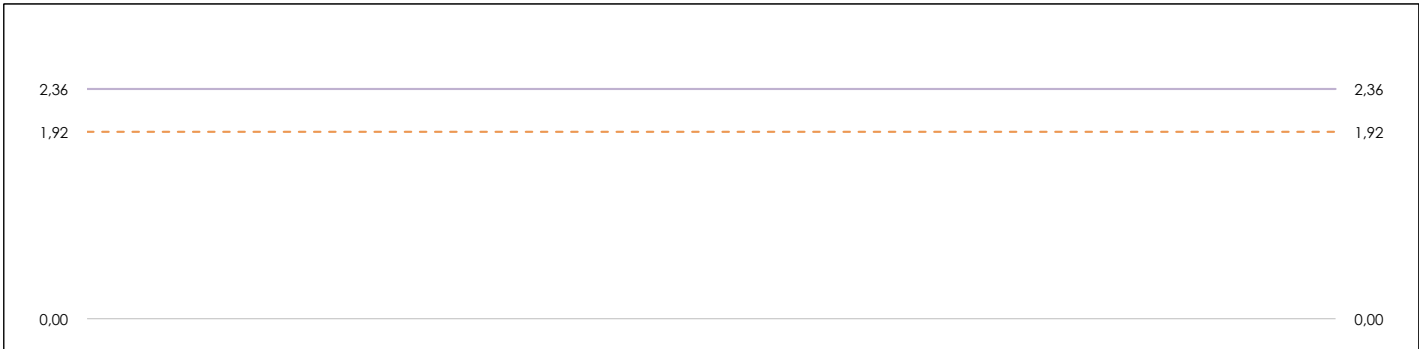
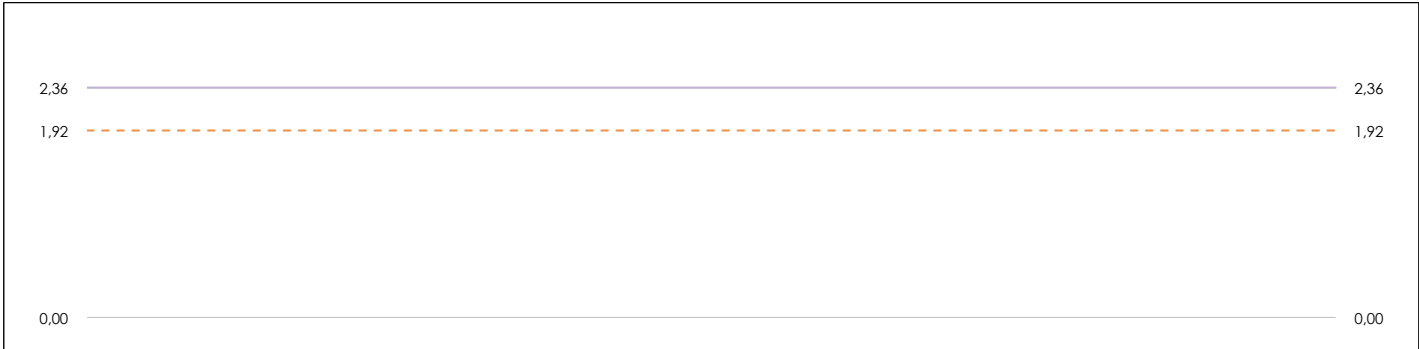
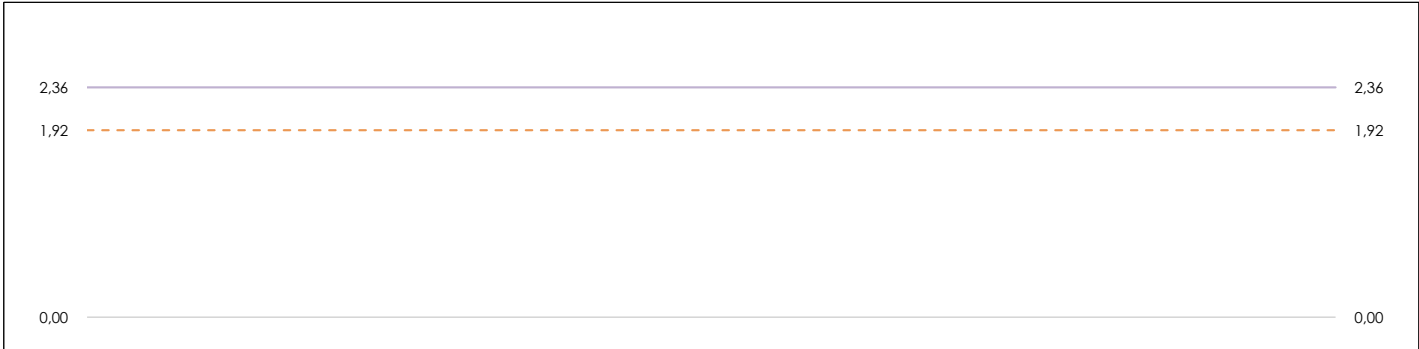
ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas intra-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes y el número de ensayos efectuados).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X _{i 1}	X _{i 2}	X _{i 3}	X _{i 4}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S _{i j}	D _{i arit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim} Inf	G _{Sim} Sup	G _{Dob} Inf	G _{Dob} Sup	Pasa B
C02	010	0,105	0,103			0,104	0,001	20,99	0,52	0,18						✓
C14	017	0,208	0,174			0,191	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C12	030	0,062	0,076			0,069	0,010	-19,73	-0,49	1,26						✓
C04	032	0,265	0,185			0,225	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C17	044	0,048	0,053	0,063		0,055	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C08	076		0,124	0,110		0,117	0,010	36,11	0,90	1,26						✓
C06	086	0,100	0,070			0,085	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C12	117		0,071	0,069		0,070	0,001	-18,57	-0,46	0,18						✓
C13	119		0,056	0,058		0,057	0,001	-33,69	-0,84	0,18						✓
C12	133	0,076		0,089		0,083	0,009	-4,02	-0,10	1,17						✓
C10	138		0,130	0,140		0,135	0,007	57,05	1,42	0,90					0,3319	✓
C12	140	0,186	0,195	0,196		0,192	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C12	154	0,107	0,085			0,096	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C17	170	0,184	0,123	0,139		0,149	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C04	172	0,120	0,163	0,114		0,132	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C02	174	0,164	0,148			0,156	0,011	81,48	2,03*	1,43	0,268		2,032		0,3319	✓
C04	190	0,071	0,053	0,046		0,057	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C15	195	0,272	0,140	0,122		0,178	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C04	196		0,048	0,056		0,052	0,006	-39,51	-0,99	0,72				0,7754		✓
C10	241		0,080	0,072		0,076	0,006	-11,59	-0,29	0,72						✓
C17	257	0,212	0,210			0,211	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C18	270	0,102	0,110	0,146		0,119	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C10	274		0,040	0,060		0,050	0,014	-41,83	-1,04	1,79		1,043		0,7754		✓
C12	281	0,140	0,110			0,125	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C14	287	0,042	0,071	0,026		0,046	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C06	299	0,066		0,060		0,063	0,004	-26,71	-0,67	0,54						✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{i j}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i arit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

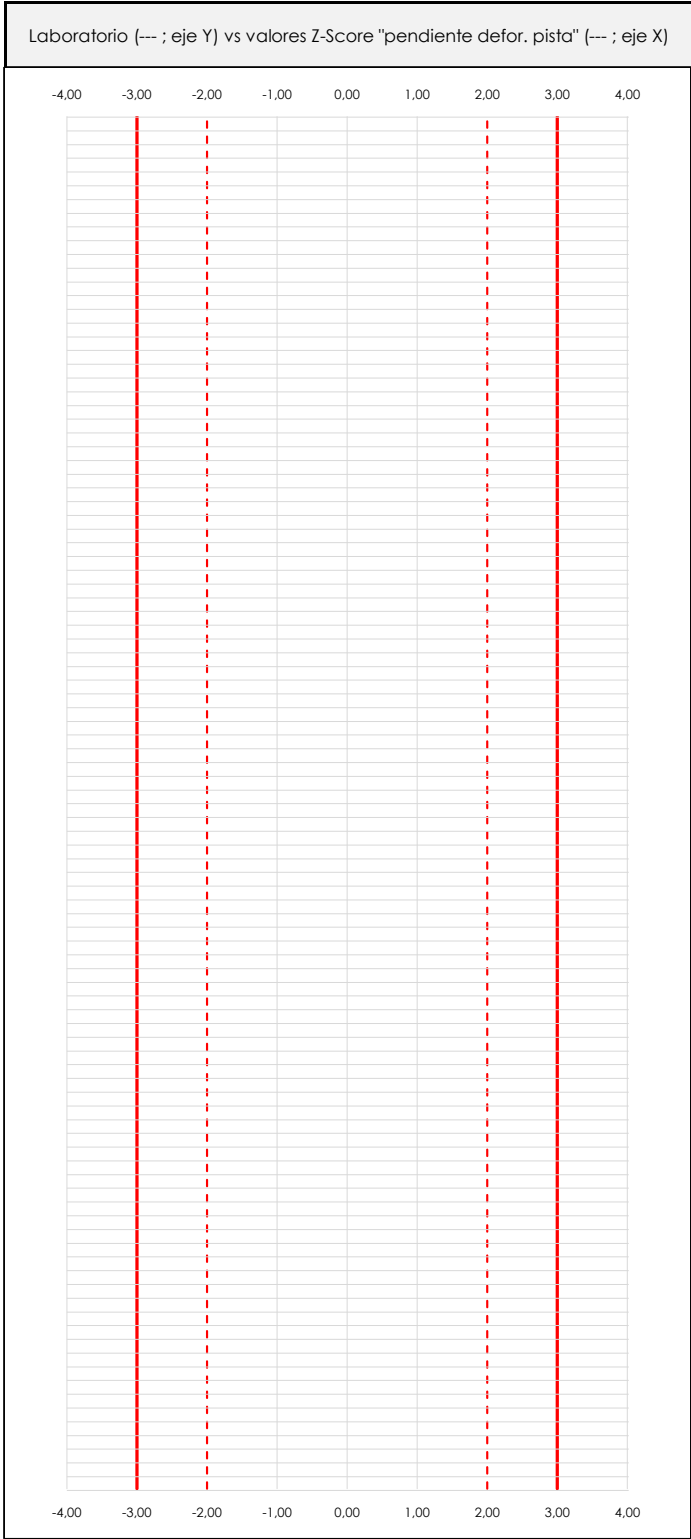
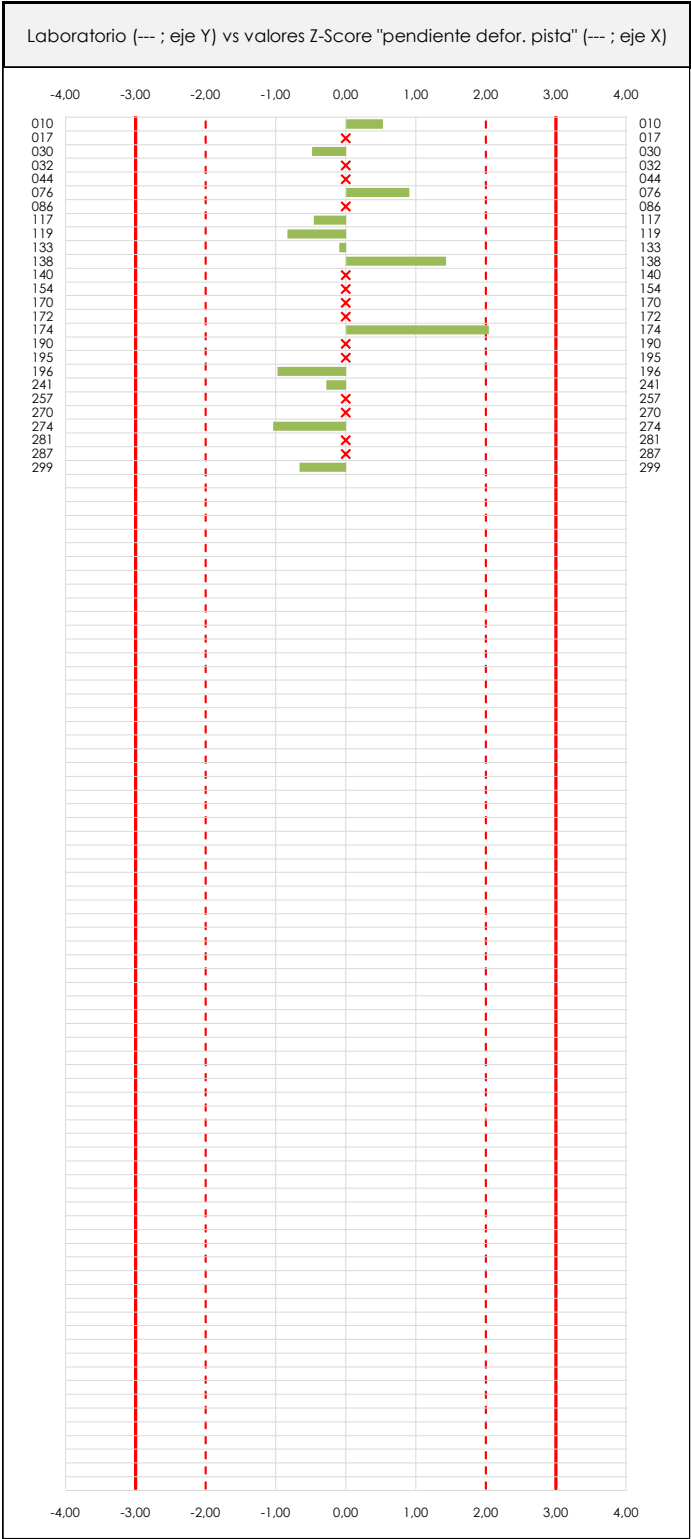
[aberrante]

[anómalo]

[máximo]

[mínimo]

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)
 Análisis C. Evaluación Z-Score
 Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

Diagrama Z-Score para los resultados aportados por los laboratorios. Estos se considerarán satisfactorios (S) si el valor absoluto del Z-Score es menor o igual a 2 unidades, dudoso si está comprendido entre 2 y 3 unidades e insatisfactorio si es mayor o igual a 3 unidades.

Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X _{i 1}	X _{i 2}	X _{i 3}	X _{i 4}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S _{L i}	D _{i arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C02	010	0,11	0,10			0,10	0,001	20,99	✓	✓	✓			0,523	S
C14	017	0,21	0,17			0,19	---	---	X	X	X	SD		---	---
C12	030	0,06	0,08			0,07	0,010	-19,73	✓	✓	✓			-0,492	S
C04	032	0,27	0,19			0,23	---	---	X	X	X	SD		---	---
C17	044	0,05	0,05	0,06		0,05	---	---	X	X	X	SD		---	---
C08	076		0,12	0,11		0,12	0,010	36,11	✓	✓	✓			0,901	S
C06	086	0,10	0,07			0,09	---	---	X	X	X	SD		---	---
C12	117		0,07	0,07		0,07	0,001	-18,57	✓	✓	✓			-0,463	S
C13	119		0,06	0,06		0,06	0,001	-33,69	✓	✓	✓			-0,840	S
C12	133	0,08		0,09		0,08	0,009	-4,02	✓	✓	✓			-0,100	S
C10	138		0,13	0,14		0,14	0,007	57,05	✓	✓	✓			1,423	S
C12	140	0,19	0,20	0,20		0,19	---	---	X	X	X	SD		---	---
C12	154	0,11	0,09			0,10	---	---	X	X	X	SD		---	---
C17	170	0,18	0,12	0,14		0,15	---	---	X	X	X	SD		---	---
C04	172	0,12	0,16	0,11		0,13	---	---	X	X	X	SD		---	---
C02	174	0,16	0,15			0,16	0,011	81,48	✓	✓	✓			2,032	D
C04	190	0,07	0,05	0,05		0,06	---	---	X	X	X	SD		---	---
C15	195	0,27	0,14	0,12		0,18	---	---	X	X	X	SD		---	---
C04	196		0,05	0,06		0,05	0,006	-39,51	✓	✓	✓			-0,985	S
C10	241		0,08	0,07		0,08	0,006	-11,59	✓	✓	✓			-0,289	S
C17	257	0,21	0,21			0,21	---	---	X	X	X	SD		---	---
C18	270	0,10	0,11	0,15		0,12	---	---	X	X	X	SD		---	---
C10	274		0,04	0,06		0,05	0,014	-41,83	✓	✓	✓			-1,043	S
C12	281	0,14	0,11			0,13	---	---	X	X	X	SD		---	---
C14	287	0,04	0,07	0,03		0,05	---	---	X	X	X	SD		---	---
C06	299	0,07		0,06		0,06	0,004	-26,71	✓	✓	✓			-0,666	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{L i}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i arit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

⁰³ La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

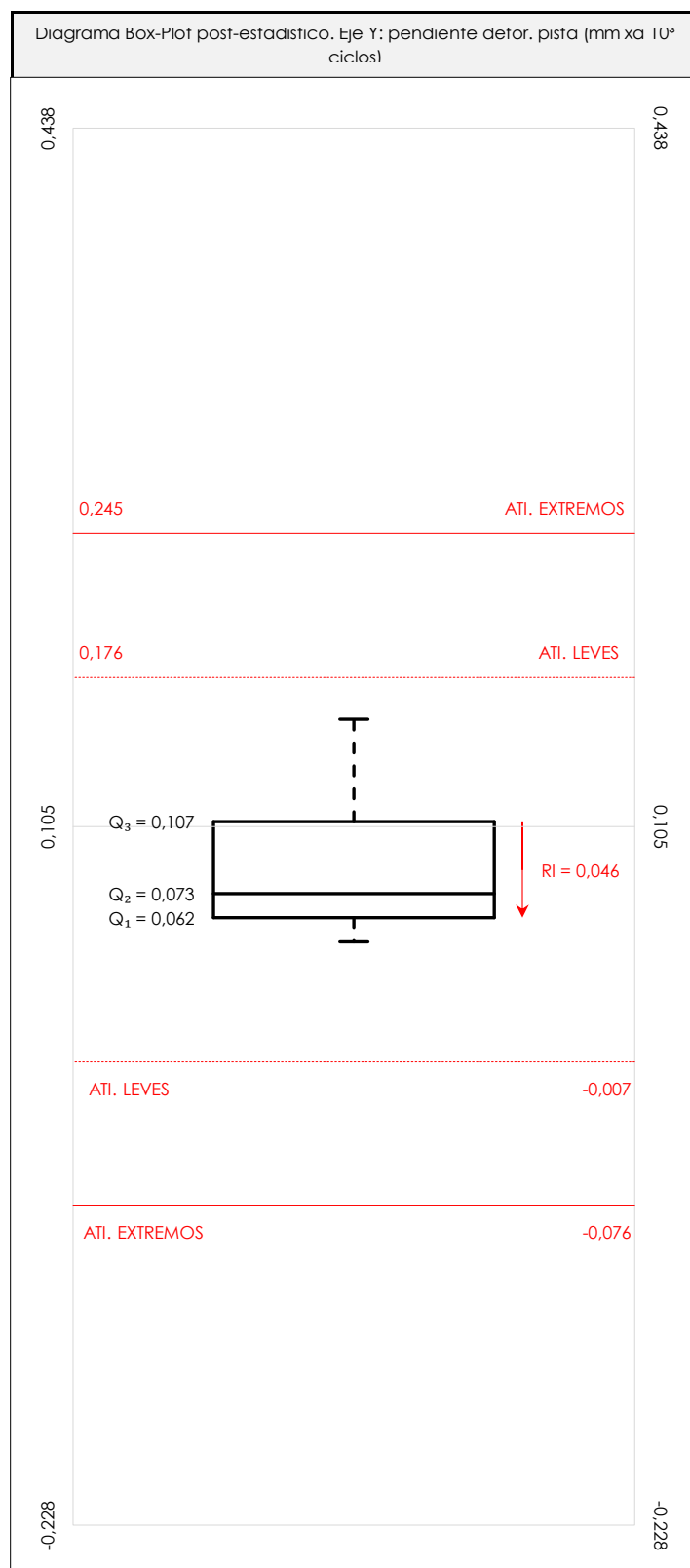
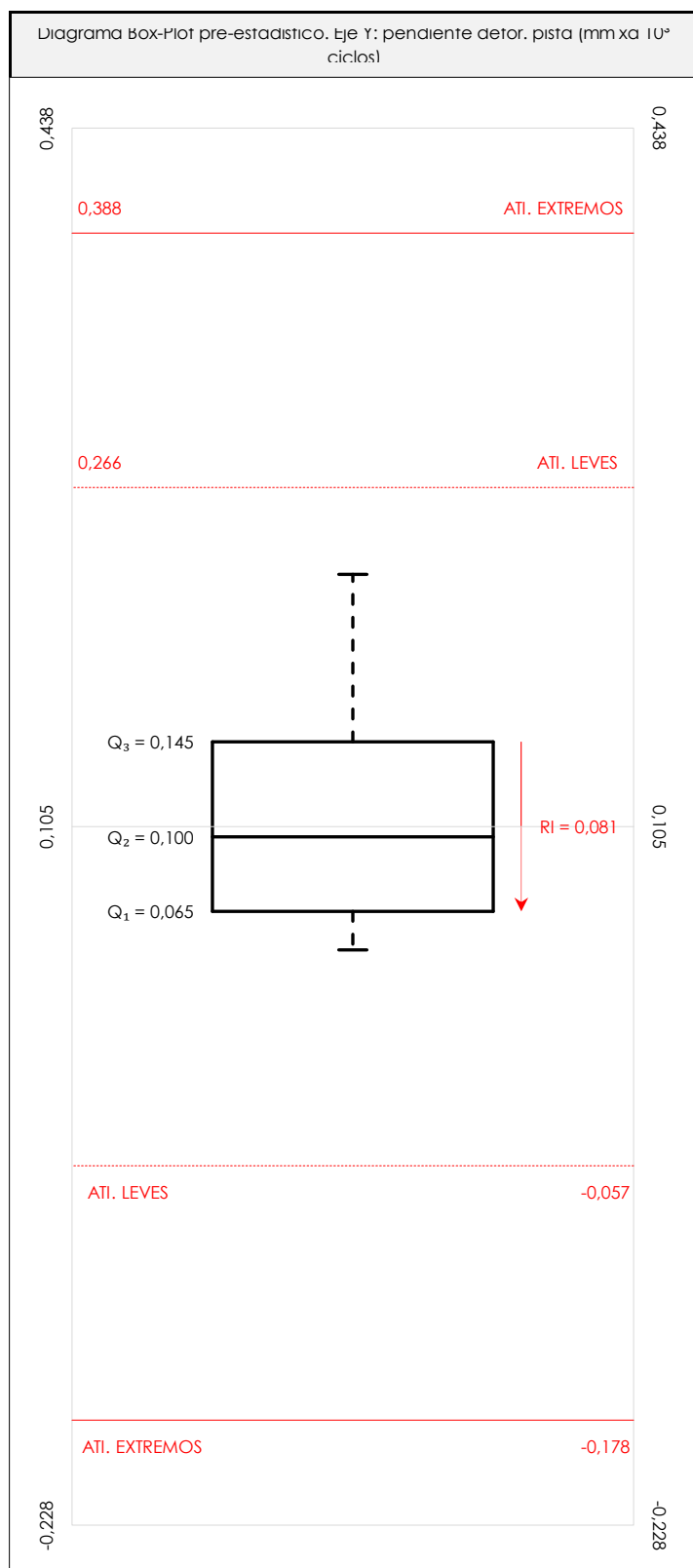
[dudoso]

[insatisfactorio]

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

Apartado D.3. Diagramas Box-Plot o de Caja y Bigotes



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUÉS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda). Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio) de análisis estadístico.

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q₁ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q₂ ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q₃ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f₃ y f₁ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f₃⁺ y f₁⁺ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

PENDIENTE DEFOR. PISTA (mm xa 10³ ciclos)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "PENDIENTE DEFOR. PISTA", ha contado con la participación de un total de 26 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 14 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 14 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

De cada uno de los análisis (pre-estadístico y estadístico), se obtienen las siguientes tablas:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	X _{i 1}	X _{i 2}	X _{i 3}	X _{i 4}	$\bar{X}_{i arit}$	X _{i 1}	X _{i 2}	X _{i 3}	X _{i 4}	$\bar{X}_{i arit}$
Valor Máximo (max ; %)	0,27	0,21	0,20		0,23	0,16	0,15	0,14		0,16
Valor Mínimo (min ; %)	0,04	0,04	0,03		0,05	0,06	0,04	0,06		0,05
Valor Promedio (M ; %)	0,13	0,11	0,09		0,11	0,09	0,09	0,08		0,09
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,07	0,05	0,05		0,05	0,04	0,04	0,03		0,03
Coef. Variación (CV ; ---)	0,53	0,46	0,49		0,49	0,45	0,42	0,36		0,40
VARIABLES	S _r ²	r	S _L ²	S _R ²	R	S _r ²	r	S _L ²	S _R ²	R
Valor Calculado	0,001	0,075	0,003	0,003	0,162	0,000	0,022	0,001	0,001	0,097
Valor Referencia										

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y "G_{sim} y G_{Dob}" de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G _{sim}	G _{Dob}	h	k	C	G _{sim}	G _{Dob}
Nivel de Significación 1%	2,25	2,36	0,402	2,636	0,1738	2,25	2,36	0,653	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,92	0,325	2,412	0,2537	1,83	1,92	0,541	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 11 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como ANOVA (siglas de analysis of variance).

Sabiendo que una varianza es la suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad, que depende del número de participantes menos 1, se puede decir que la imprecisión del ensayo se descompone en dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad (variabilidad intralaboratorio) y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad debida al cambio de laboratorio).

Las condiciones de repetibilidad de este ensayo son: mismo laborante, mismo laboratorio y mismo equipo de medición utilizado dentro de un período de tiempo corto. Por ende, las condiciones de reproducibilidad para la misma muestra y ensayo, cambian en: el laborante, el laboratorio, el equipo y las condiciones de uso y tiempo.

INFORME DE ENSAYO MBC

PROFUNDIDAD RODERA

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "profundidad rodера", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

01. Análisis A: Estudio pre-estadístico. Antes de comenzar con los cálculos matemáticos, los datos son minuciosamente analizados para determinar si deben ser incluidos (✓) o descartados (X) en función, de si cumplen o no, con unos criterios mínimos previamente establecidos y que pueden afectar a los resultados, tales como:

A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.

B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.

C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).

D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).

E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.

F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.

G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.

H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

02. Análisis B: Mandel, Cochran y Grubbs. Los resultados aportados por los laboratorios que hayan superado el paso anterior, se verán sometidos al análisis estadístico compuesto por los métodos de Mandel, Cochran y Grubbs. Los criterios de análisis que se han seguido para considerar los resultados como aptos (✓) o no aptos (X) por éste procedimiento son:

A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDob" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.

B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.

C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.

D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

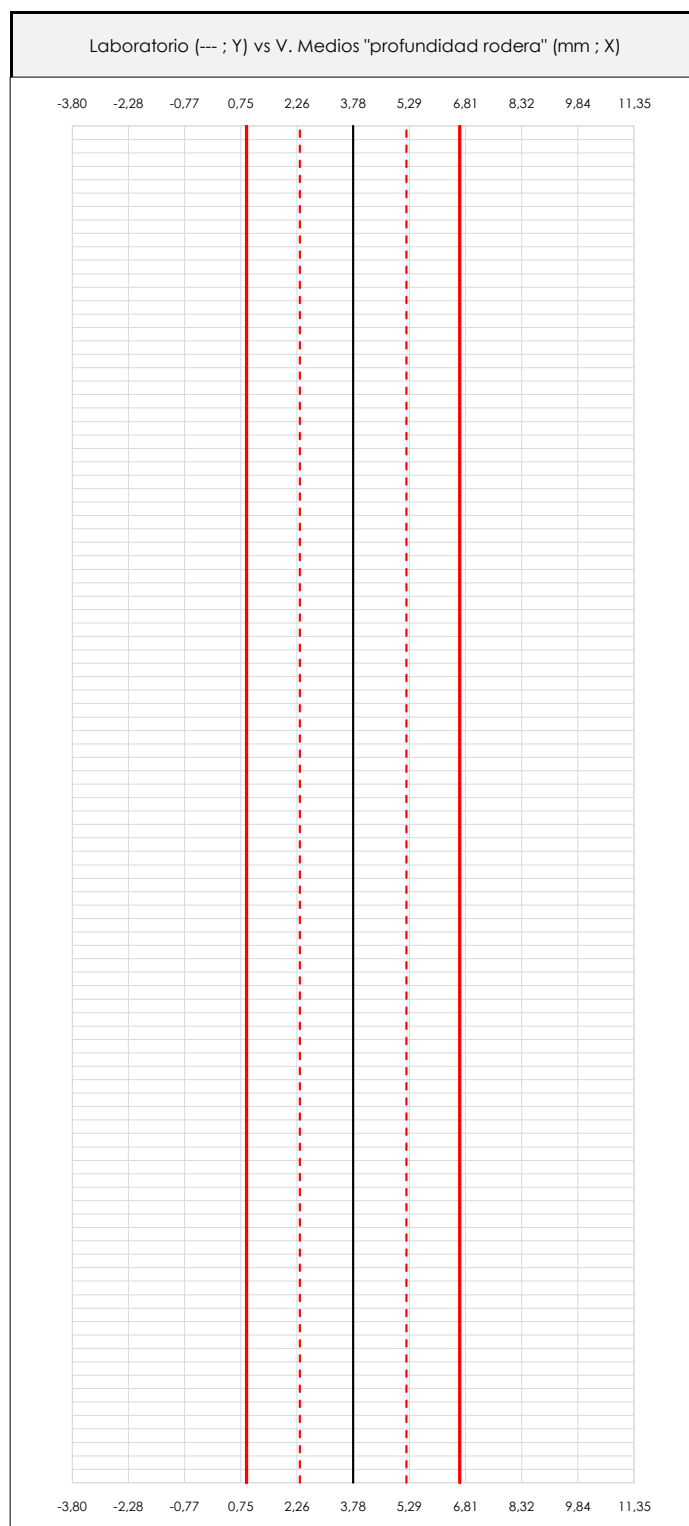
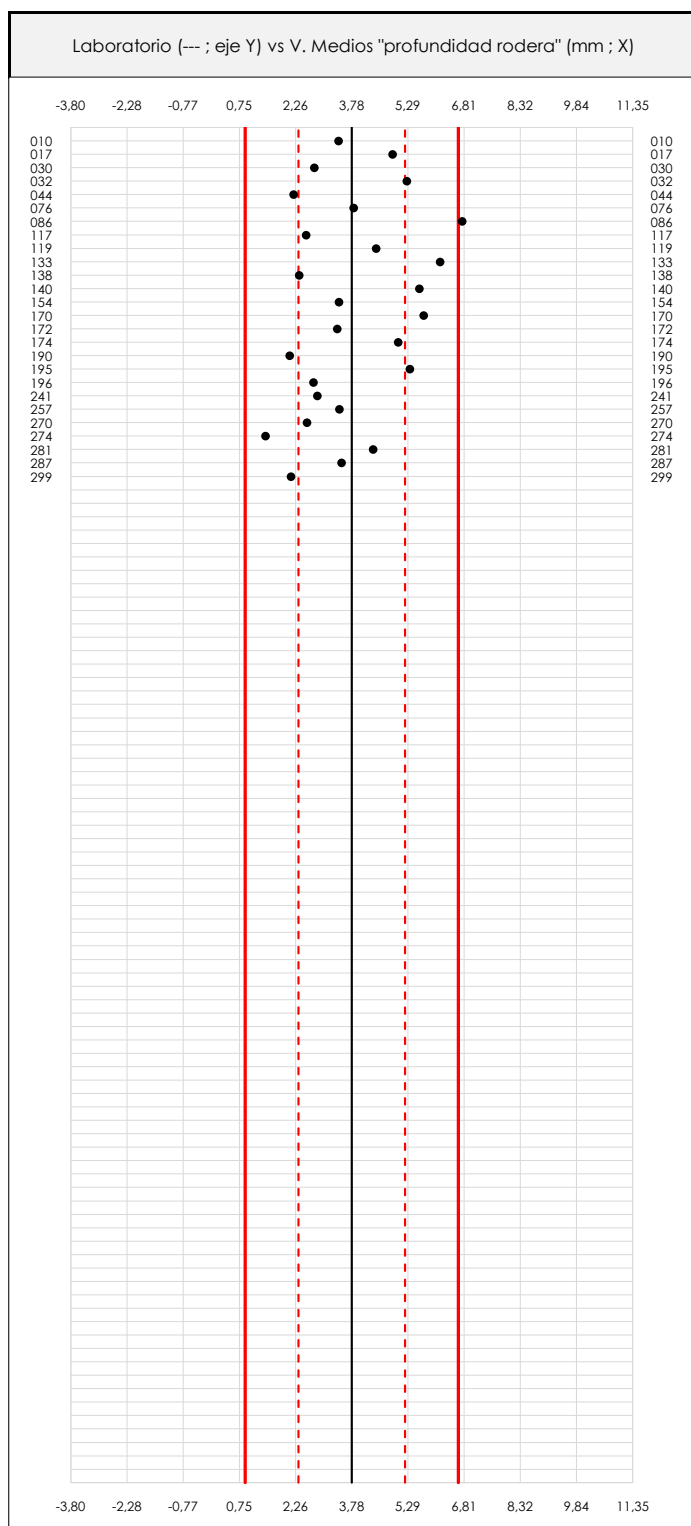
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén o no dentro de unos límites críticos establecidos.

04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

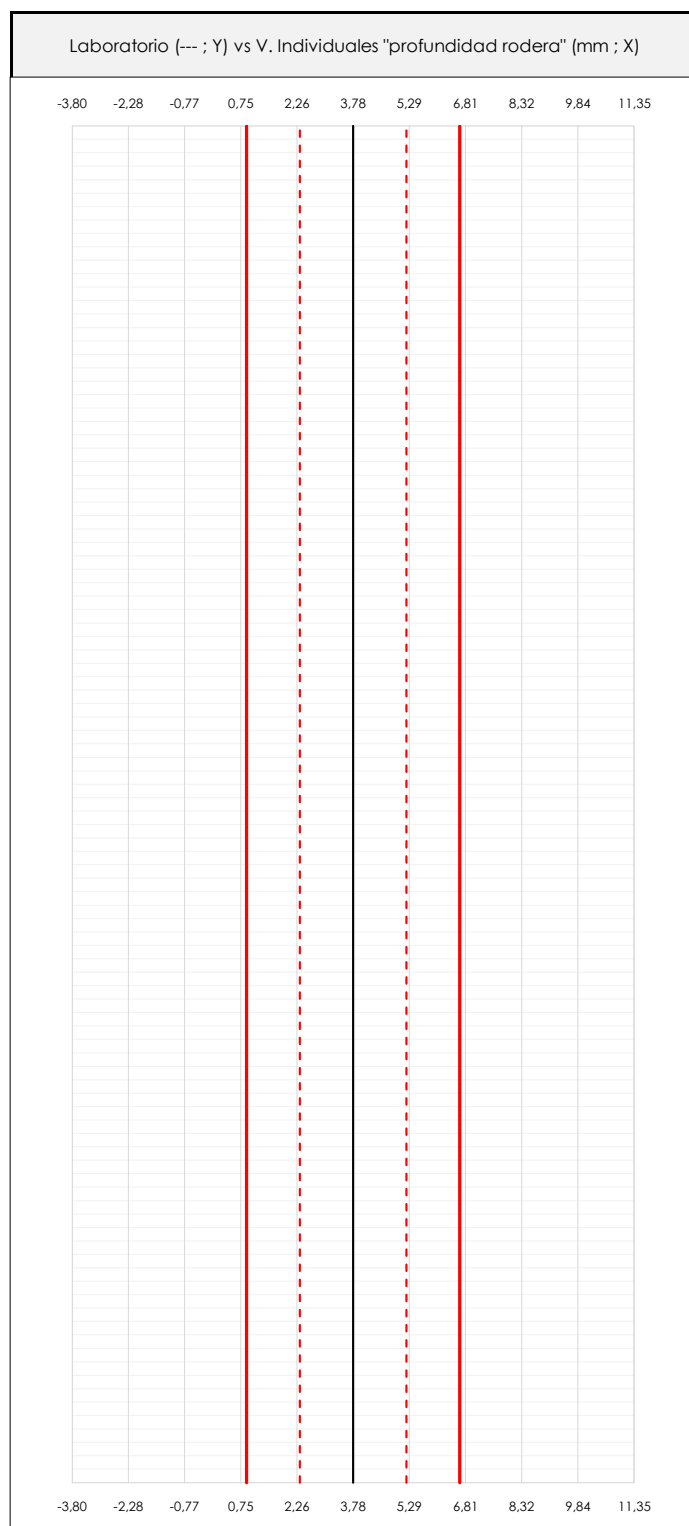
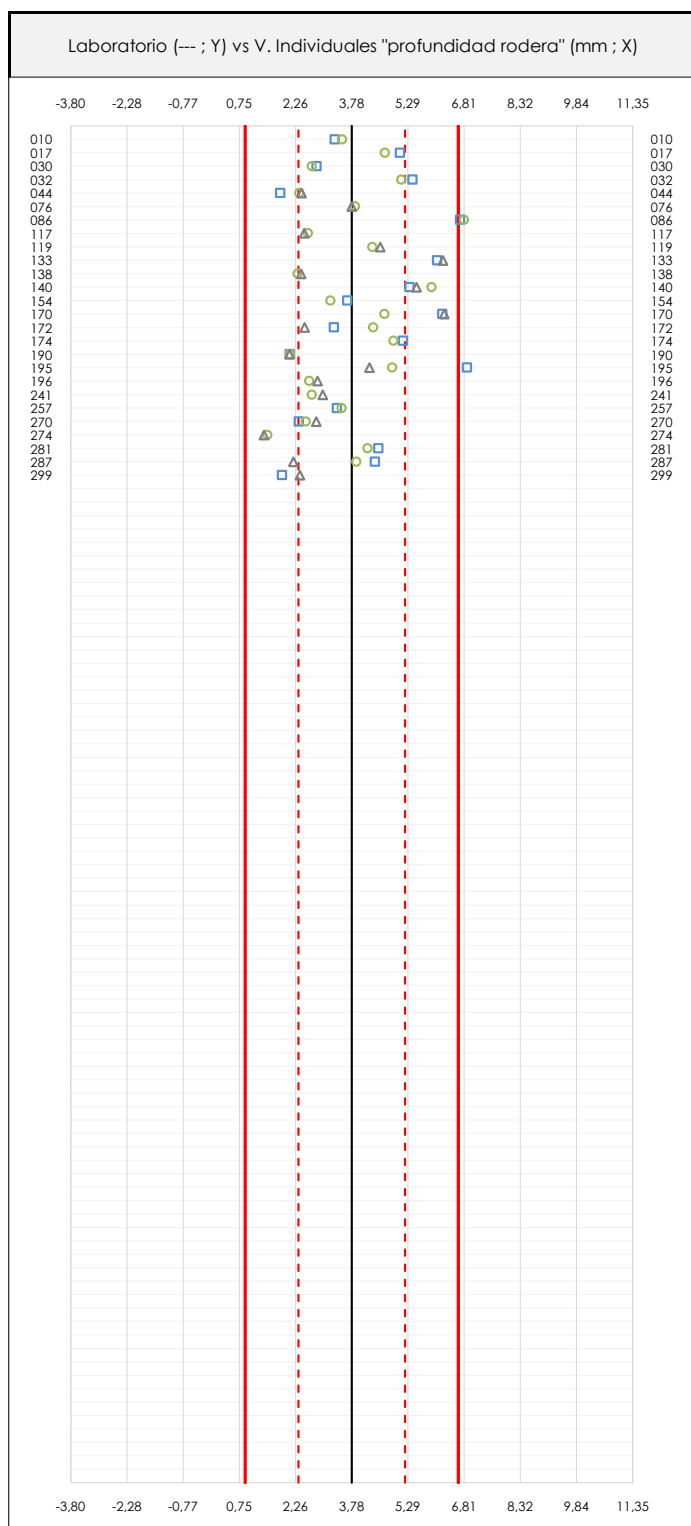
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (3,78 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (5,22/2,34 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (6,65/0,90 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (3,78 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (5,22/2,34 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (6,65/0,90 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero (X_{i1}) se representa con un cuadrado azul, el segundo (X_{i2}) con un círculo verde, el tercero (X_{i3}) con un triángulo gris y el cuarto (X_{i4}) con un rombo amarillo.

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
C02	010	3,32	3,52			3,42	0,141	-9,48	✓	
C14	017	5,08	4,67			4,88	0,290	29,04	✗	No cumple criterios 1 y 2
C12	030	2,82	2,70			2,76	0,084	-26,85	✓	
C04	032	5,41	5,11			5,26	0,212	39,33	✗	No cumple criterio 2
C17	044	1,84	2,36	2,43		2,21	0,317	-41,55	✗	No cumple criterios 1 y 3
C08	076		3,87	3,77		3,82	0,071	1,11	✓	
C06	086	6,70	6,80			6,75	0,071	78,67	✗	No cumple criterio 2
C12	117		2,60	2,49		2,54	0,073	-32,68	✓	
C13	119		4,33	4,54		4,44	0,148	17,39	✓	
C12	133	6,08		6,23		6,16	0,106	62,92	✓	
C10	138		2,31	2,41		2,36	0,071	-37,53	✓	
C12	140	5,34	5,93	5,52		5,59	0,301	48,07	✗	No cumple criterio 1
C12	154	3,66	3,21			3,43	0,317	-9,17	✗	No cumple criterios 1 y 2
C17	170	6,22	4,66	6,27		5,72	0,913	51,28	✗	No cumple criterios 2 y 3
C04	172	3,30	4,35	2,50		3,38	0,928	-10,45	✗	No cumple criterios 2 y 3
C02	174	5,16	4,90			5,03	0,182	33,15	✓	
C04	190	2,11	2,10	2,09		2,10	0,010	-44,42	✗	No cumple criterio 1
C15	195	6,89	4,87	4,26		5,34	1,376	41,32	✗	No cumple criterios 2 y 3
C04	196		2,63	2,86		2,75	0,158	-27,34	✓	
C10	241		2,70	3,00		2,85	0,209	-24,63	✓	
C17	257	3,38	3,51			3,45	0,092	-8,81	✗	No cumple criterio 1 y placas de 40 mm
C18	270	2,35	2,54	2,82		2,57	0,236	-31,97	✗	No cumple criterio 2
C10	274		1,50	1,40		1,45	0,071	-61,62	✓	
C12	281	4,50	4,20			4,35	0,212	15,14	✗	No cumple criterio 2
C14	287	4,40	3,90	2,20		3,50	1,153	-7,36	✗	No cumple criterios 1, 2 y 3
C06	299	1,90		2,37		2,13	0,335	-43,54	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{arit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

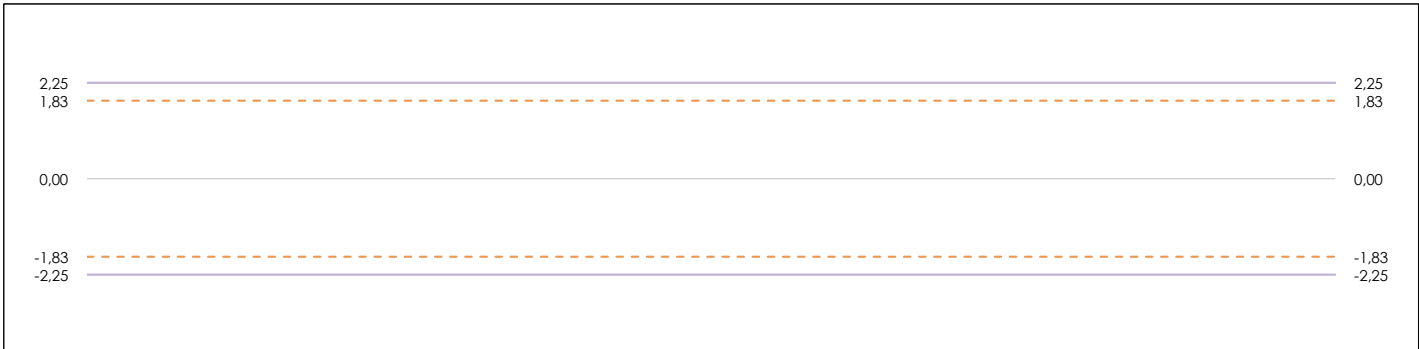
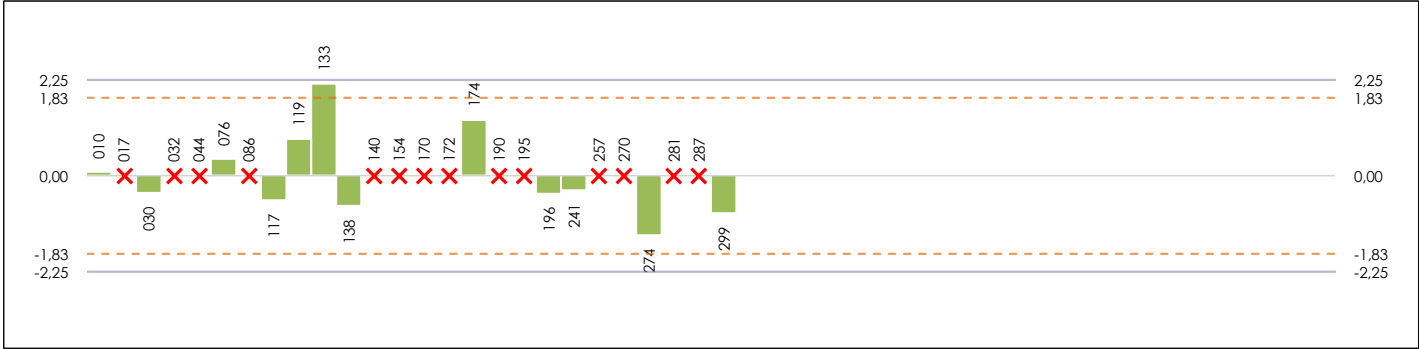
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

PROFUNDIDAD RODERA (mm) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



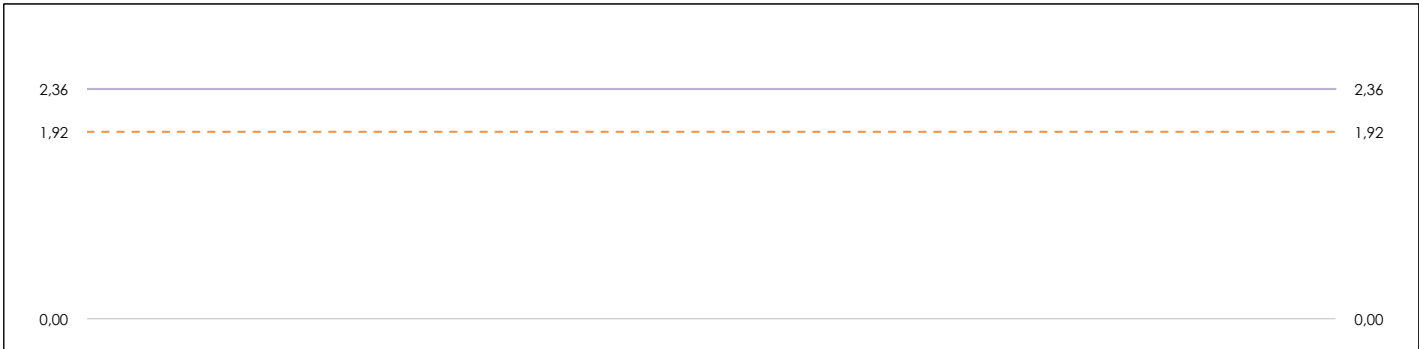
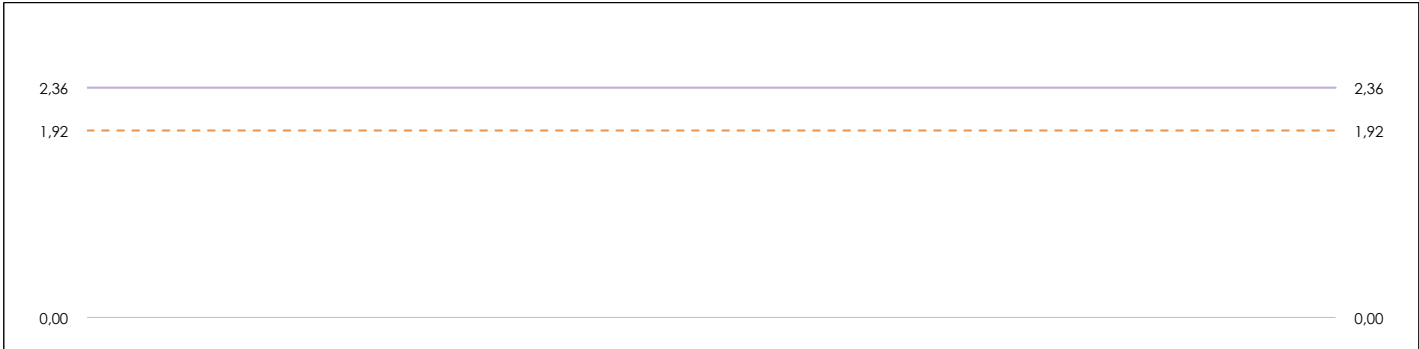
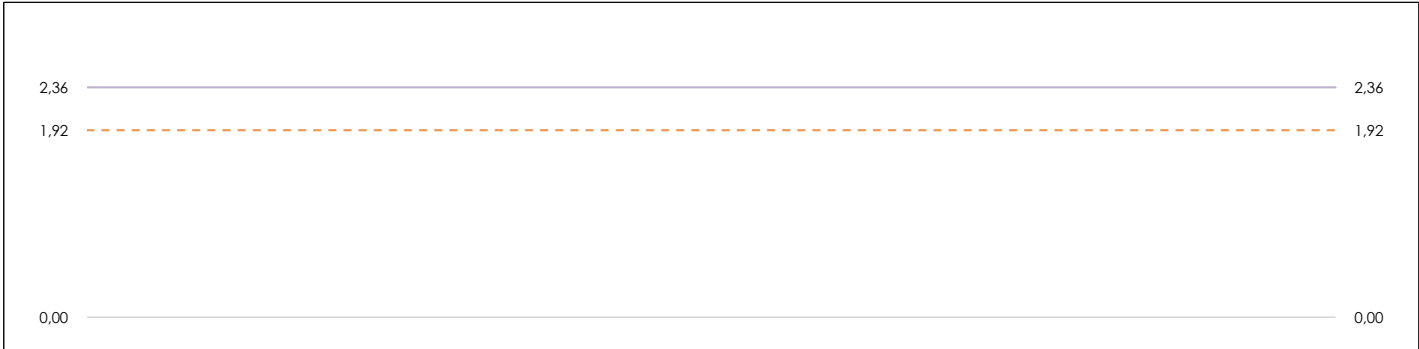
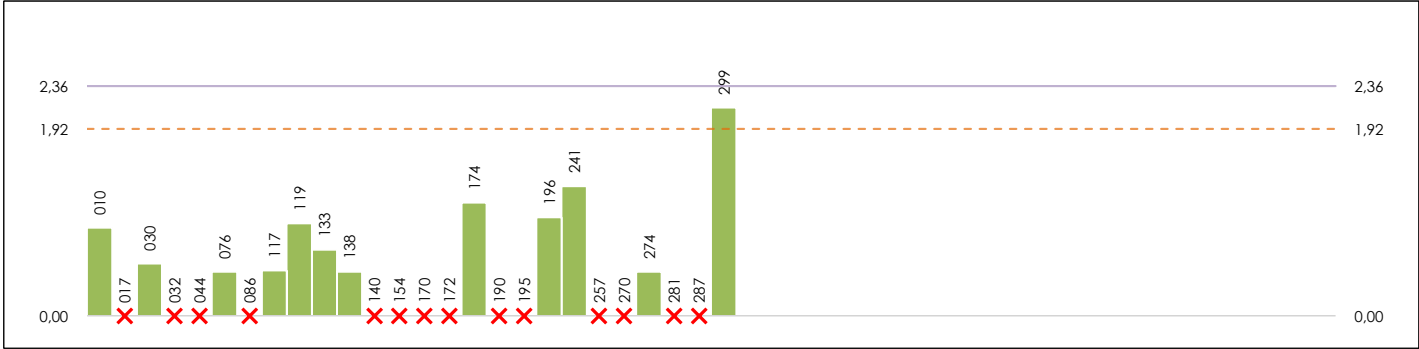
ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

PROFUNDIDAD RODERA (mm) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

Análisis gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas intra-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios participantes y el número de ensayos efectuados).

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) sobre el eje cero indica que el laboratorio ha sido descartado.

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{arit}} \%$	h_i	k_i	C_i	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B
C02	010	3,320	3,520			3,420	0,141	3,37	0,08	0,90						✓
C14	017	5,080	4,670			4,875	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C12	030	2,823	2,704			2,764	0,084	-16,47	-0,41	0,54						✓
C04	032	5,414	5,114			5,264	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C17	044	1,844	2,356	2,425		2,208	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C08	076		3,870	3,770		3,820	0,071	15,46	0,38	0,45						✓
C06	086	6,700	6,800			6,750	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C12	117		2,595	2,492		2,544	0,073	-23,12	-0,57	0,46						✓
C13	119		4,330	4,540		4,435	0,148	34,05	0,84	0,95						✓
C12	133	6,080		6,230		6,155	0,106	86,03	2,12*	0,68	0,381		2,124		0,3343	✓
C10	138		2,310	2,410		2,360	0,071	-28,67	-0,71	0,45						✓
C12	140	5,339	5,926	5,517		5,594	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C12	154	3,656	3,207			3,432	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C17	170	6,219	4,661	6,266		5,715	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C04	172	3,300	4,350	2,500		3,383	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C02	174	5,159	4,902			5,031	0,182	52,04	1,28	1,16					0,3343	✓
C04	190	2,110	2,100	2,090		2,100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C15	195	6,888	4,873	4,256		5,339	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C04	196		2,633	2,857		2,745	0,158	-17,03	-0,42	1,01						✓
C10	241		2,700	2,995		2,848	0,209	-13,94	-0,34	1,33						✓
C17	257	3,380	3,510			3,445	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C18	270	2,350	2,540	2,820		2,570	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C10	274		1,500	1,400		1,450	0,071	-56,17	-1,39	0,45		1,387		0,7086		✓
C12	281	4,500	4,200			4,350	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C14	287	4,400	3,900	2,200		3,500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C06	299	1,896		2,370		2,133	0,335	-35,53	-0,88	2,14*	0,381			0,7086		✓

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{arit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ " h_i y k_i ", " C_i ", " G_{Sim} y G_{Dob} " hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

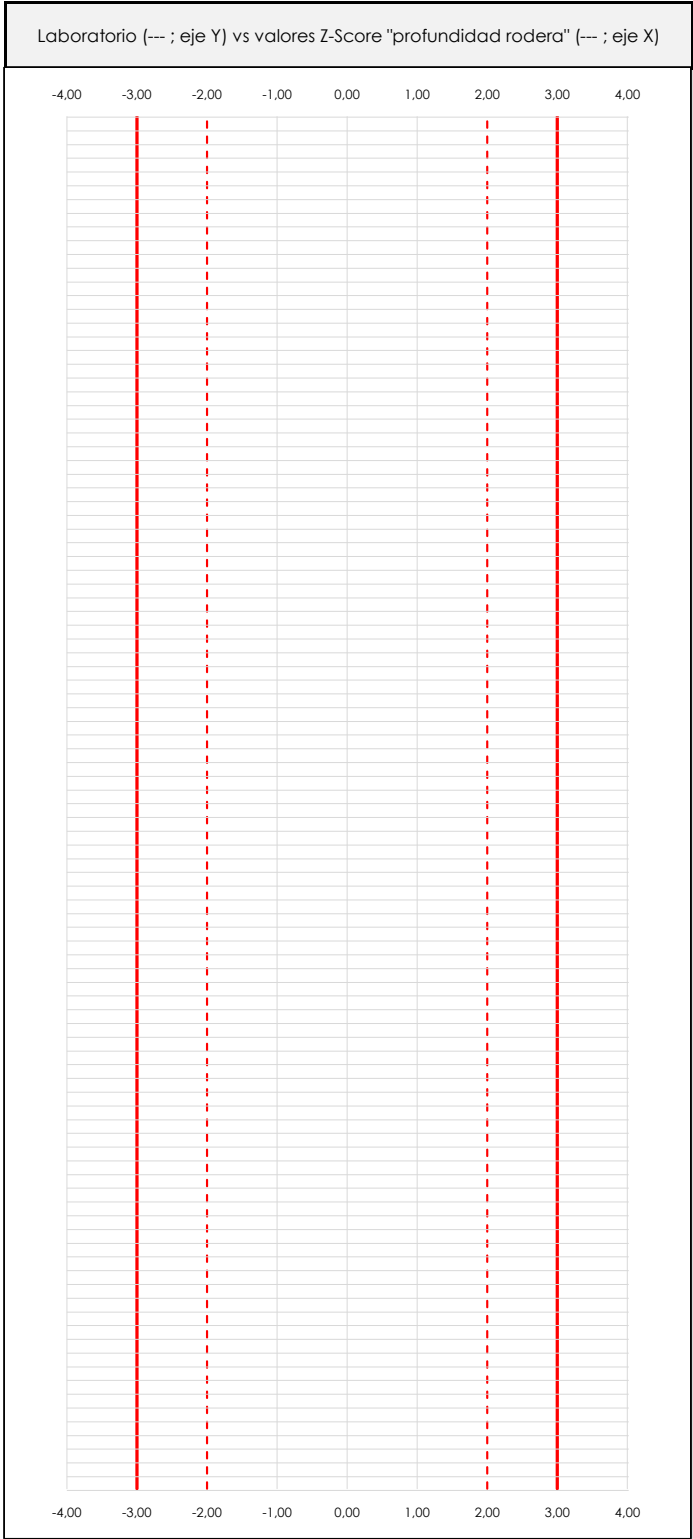
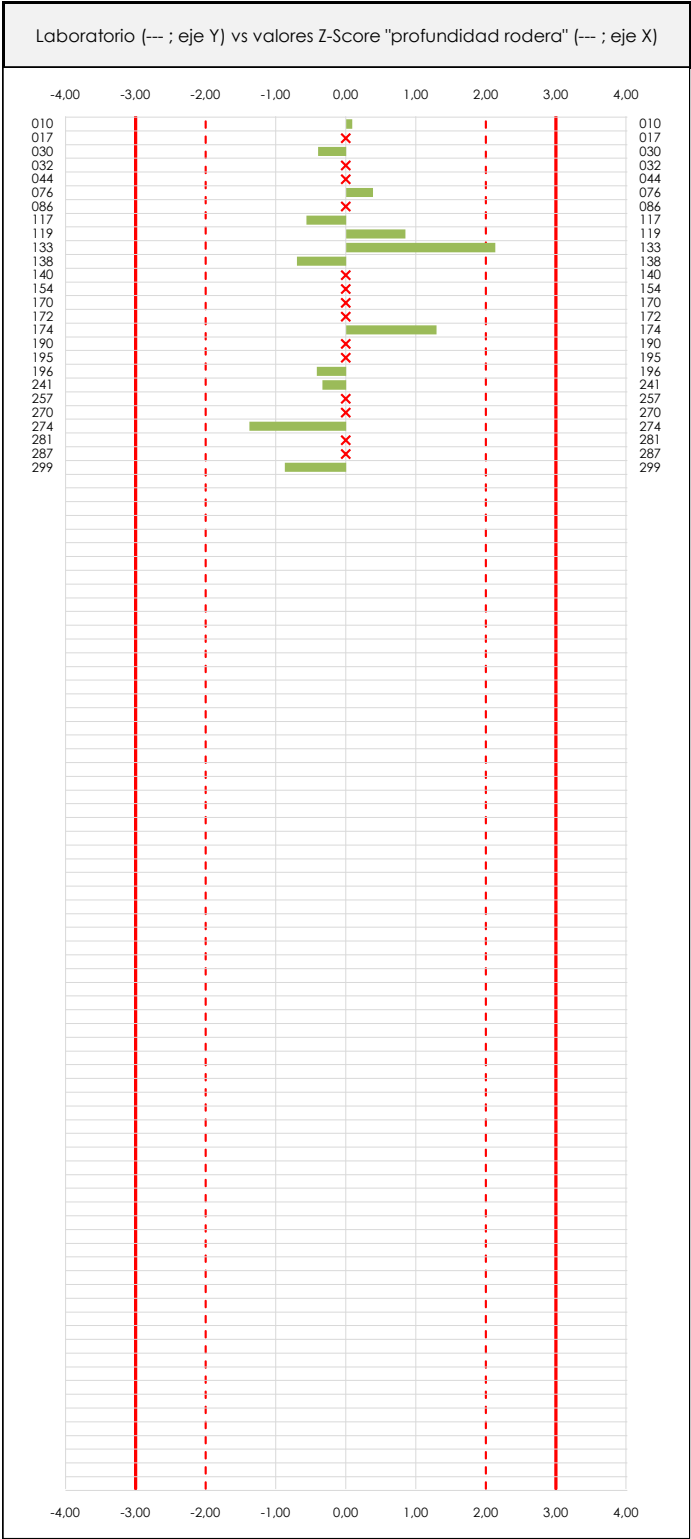
[anómalo]

[máximo]

[mínimo]

PROFUNDIDAD RODERA (mm)
 Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

Diagrama Z-Score para los resultados aportados por los laboratorios. Estos se considerarán satisfactorios (S) si el valor absoluto del Z-Score es menor o igual a 2 unidades, dudoso si está comprendido entre 2 y 3 unidades e insatisfactorio si es mayor o igual a 3 unidades.

Los resultados satisfactorios quedan reflejados entre las dos líneas rojas discontinuas, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{arit}} \%$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C02	010	3,32	3,52			3,42	0,141	3,37	✓	✓	✓			0,083	S
C14	017	5,08	4,67			4,88	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C12	030	2,82	2,70			2,76	0,084	-16,47	✓	✓	✓			-0,407	S
C04	032	5,41	5,11			5,26	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C17	044	1,84	2,36	2,43		2,21	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C08	076		3,87	3,77		3,82	0,071	15,46	✓	✓	✓			0,382	S
C06	086	6,70	6,80			6,75	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C12	117		2,60	2,49		2,54	0,073	-23,12	✓	✓	✓			-0,571	S
C13	119		4,33	4,54		4,44	0,148	34,05	✓	✓	✓			0,840	S
C12	133	6,08		6,23		6,16	0,106	86,03	✓	✓	✓			2,124	D
C10	138		2,31	2,41		2,36	0,071	-28,67	✓	✓	✓			-0,708	S
C12	140	5,34	5,93	5,52		5,59	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C12	154	3,66	3,21			3,43	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C17	170	6,22	4,66	6,27		5,72	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C04	172	3,30	4,35	2,50		3,38	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C02	174	5,16	4,90			5,03	0,182	52,04	✓	✓	✓			1,285	S
C04	190	2,11	2,10	2,09		2,10	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C15	195	6,89	4,87	4,26		5,34	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C04	196		2,63	2,86		2,75	0,158	-17,03	✓	✓	✓			-0,421	S
C10	241		2,70	3,00		2,85	0,209	-13,94	✓	✓	✓			-0,344	S
C17	257	3,38	3,51			3,45	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C18	270	2,35	2,54	2,82		2,57	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C10	274		1,50	1,40		1,45	0,071	-56,17	✓	✓	✓			-1,387	S
C12	281	4,50	4,20			4,35	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C14	287	4,40	3,90	2,20		3,50	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C06	299	1,90		2,37		2,13	0,335	-35,53	✓	✓	✓			-0,877	S

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{arit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

⁰³ La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si $|ZS| \leq 2$] [Dudoso (D) - si $2 < |ZS| \leq 3$] [Insatisfactorio (I) - si $|ZS| > 3$].

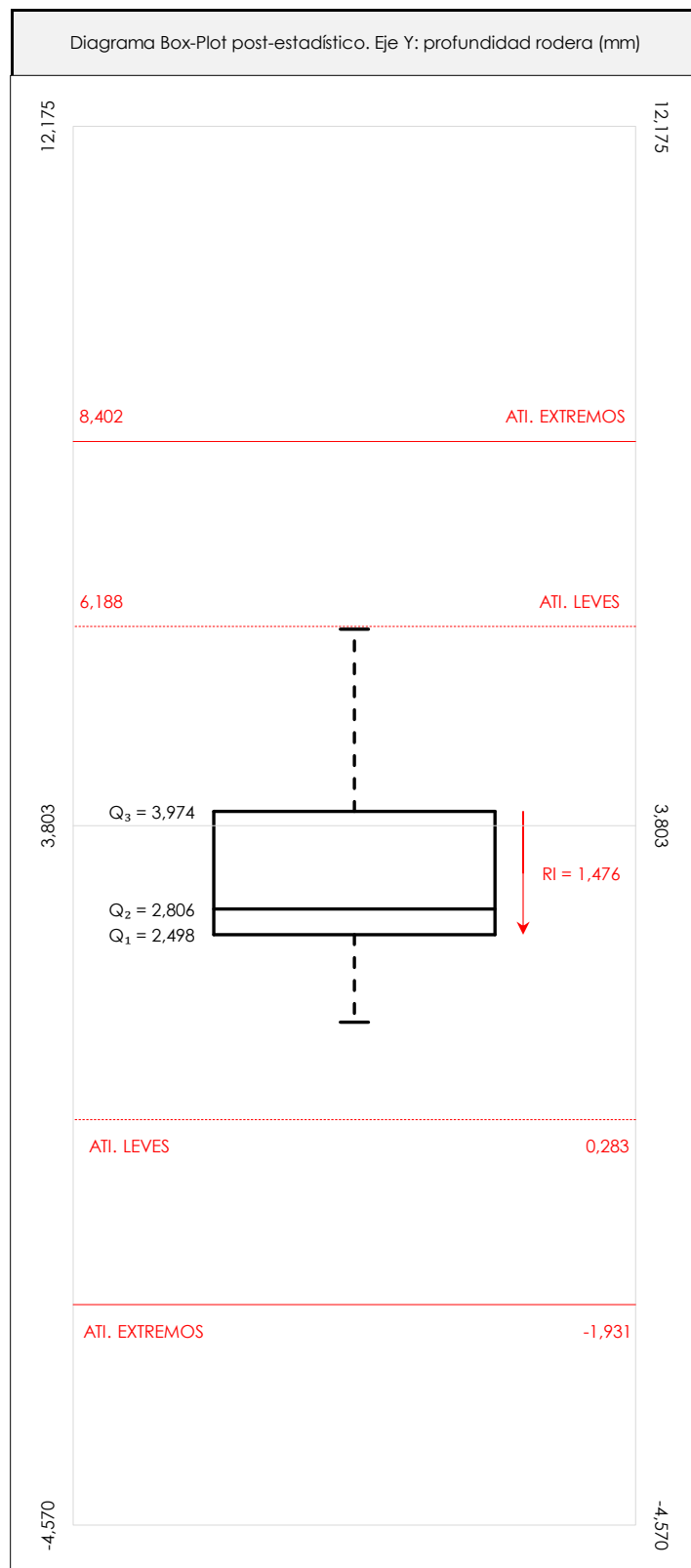
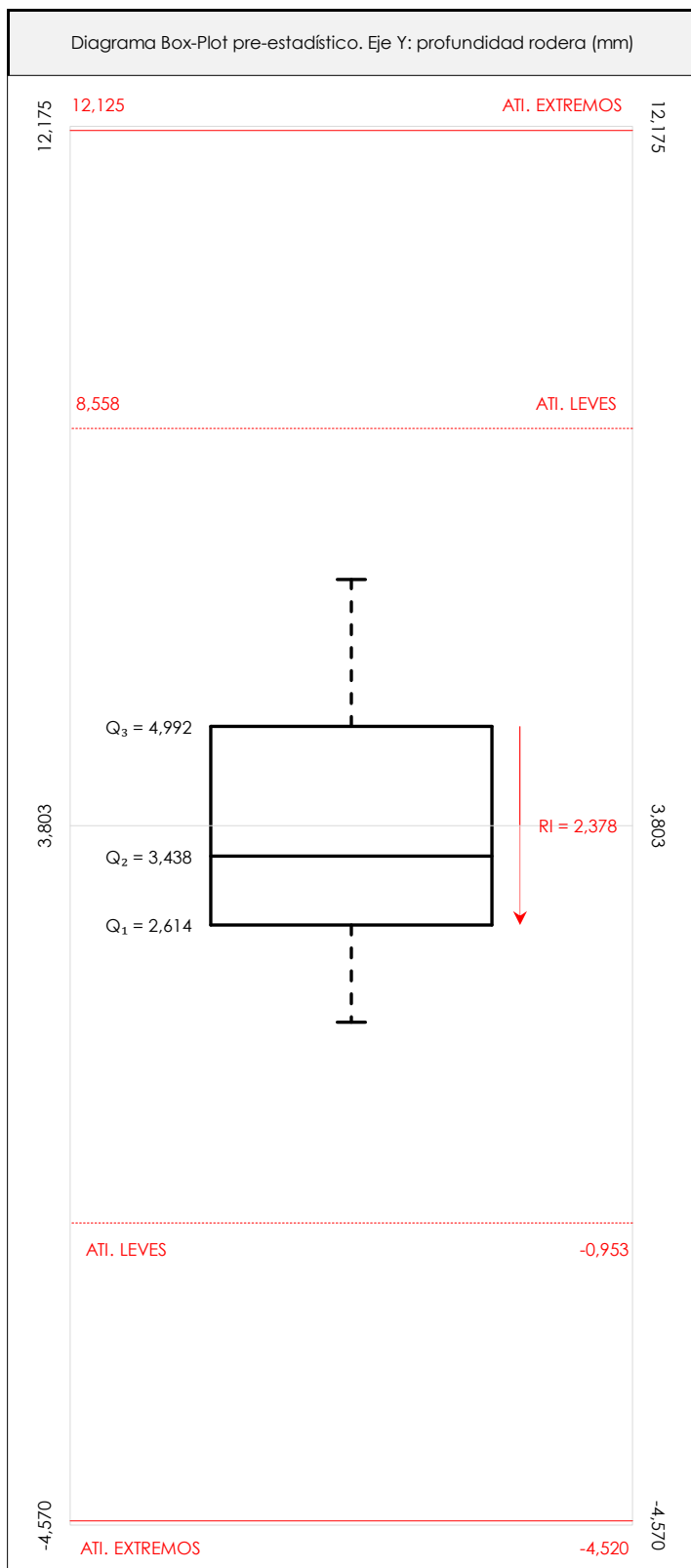
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

PROFUNDIDAD RODERA (mm) Análisis D. Estudios post-estadísticos

Apartado D.3. Diagramas Box-Plot o de Caja y Bigotes



ANÁLISIS GRÁFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUÉS DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda. Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio) de análisis estadístico.

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q₁ ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q₂ ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q₃ ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f₃ y f₁ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f₃⁺ y f₁⁺ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

PROFUNDIDAD RODERA (mm)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "PROFUNDIDAD RODERA", ha contado con la participación de un total de 26 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 14 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 14 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

De cada uno de los análisis (pre-estadístico y estadístico), se obtienen las siguientes tablas:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	6,89	6,80	6,27		6,75	6,08	4,90	6,23		6,16
Valor Mínimo (min ; %)	1,84	1,50	1,40		1,45	1,90	1,50	1,40		1,45
Valor Promedio (M ; %)	4,23	3,72	3,36		3,78	3,86	3,11	3,23		3,31
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,65	1,31	1,49		1,44	1,72	1,03	1,44		1,34
Coef. Variación (CV ; ---)	0,39	0,35	0,44		0,38	0,45	0,33	0,44		0,41
VARIABLES	S_r^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_r^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,321	1,571	1,940	2,261	4,168	0,025	0,434	1,784	1,809	3,728
Valor Referencia										

Asimismo, acompañando a éstas tablas y dependiendo del análisis que se esté llevando a cabo, se introducen los indicadores estadísticos "h y k" de Mandel y los valores críticos "C" de Cochran y " G_{sim} y G_{Dob} " de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
Nivel de Significación 1%	2,25	2,36	0,402	2,636	0,1738	2,25	2,36	0,653	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,92	0,325	2,412	0,2537	1,83	1,92	0,541	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 11 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

Respecto a los métodos para determinar la repetibilidad y la reproducibilidad de las mediciones se van a basar en la evaluación estadística recogida en la ISO 17025, sobre las dispersiones de los resultados individuales y su media, en forma de varianzas o desviaciones estándar, también conocida como ANOVA (siglas de analysis of variance).

Sabiendo que una varianza es la suma de cuadrados dividida por un número, que se llama grados de libertad, que depende del número de participantes menos 1, se puede decir que la imprecisión del ensayo se descompone en dos factores: uno de ellos genera la imprecisión mínima, presente en condiciones de repetibilidad (variabilidad intralaboratorio) y el otro la imprecisión adicional, obtenida en condiciones de reproducibilidad (variabilidad debida al cambio de laboratorio).

Las condiciones de repetibilidad de este ensayo son: mismo laborante, mismo laboratorio y mismo equipo de medición utilizado dentro de un período de tiempo corto. Por ende, las condiciones de reproducibilidad para la misma muestra y ensayo, cambian en: el laborante, el laboratorio, el equipo y las condiciones de uso y tiempo.