CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr100hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

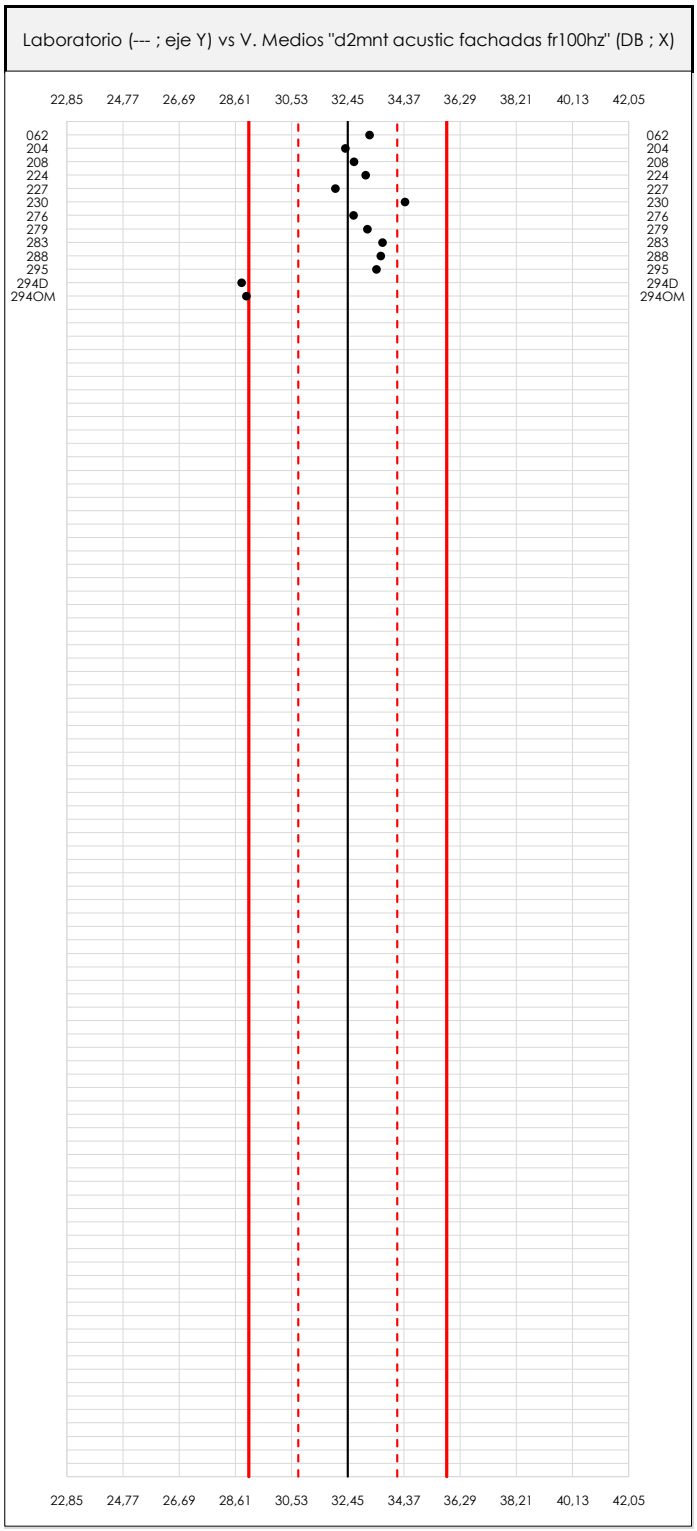
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

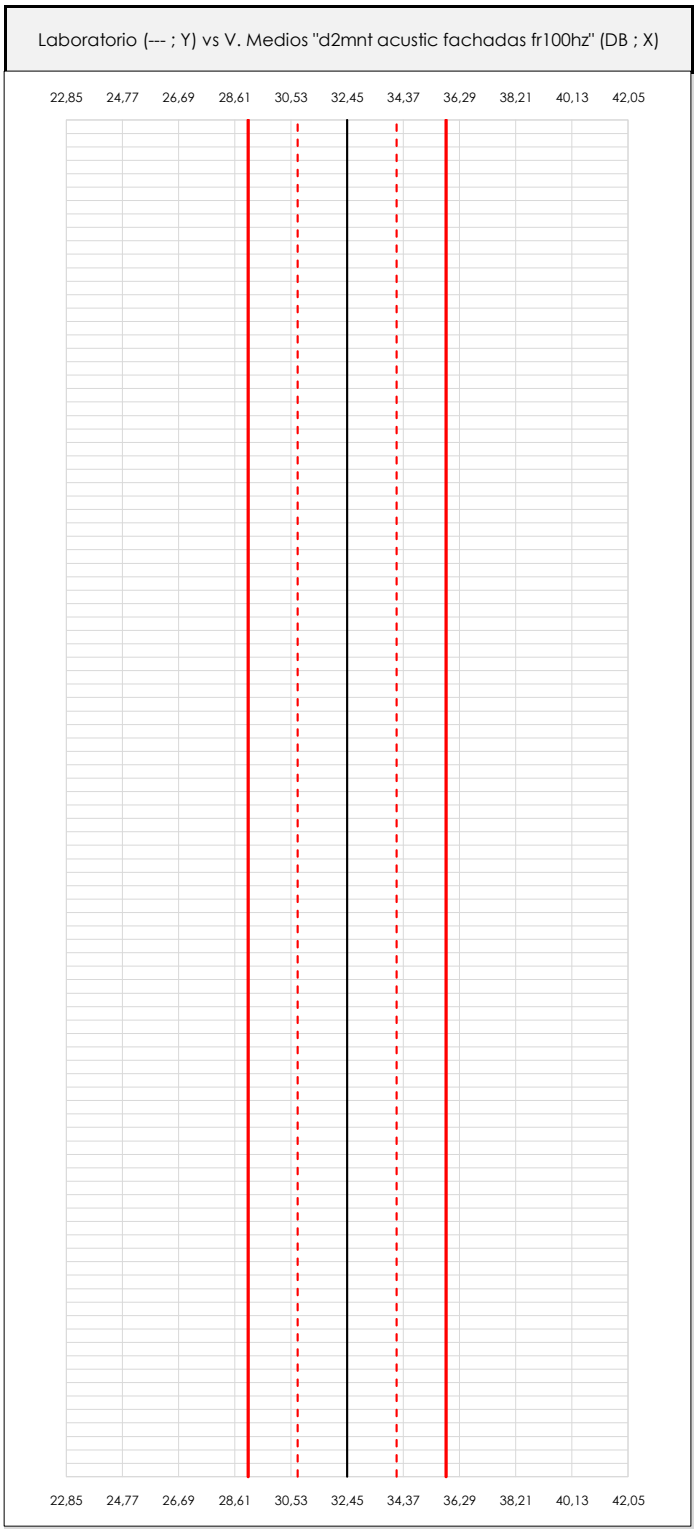
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

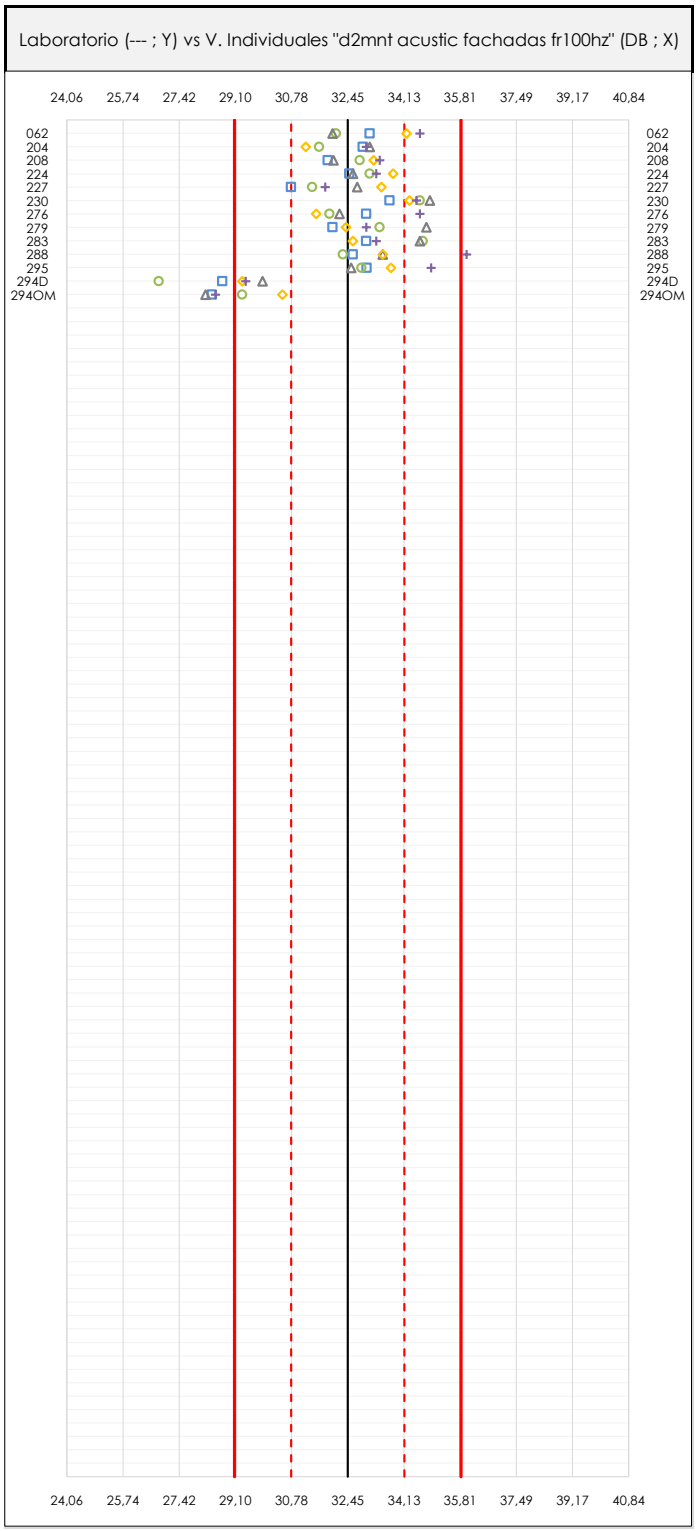
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,45 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,15/30,76 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,84/29,07 ; líneas rojas de trazo continuo).

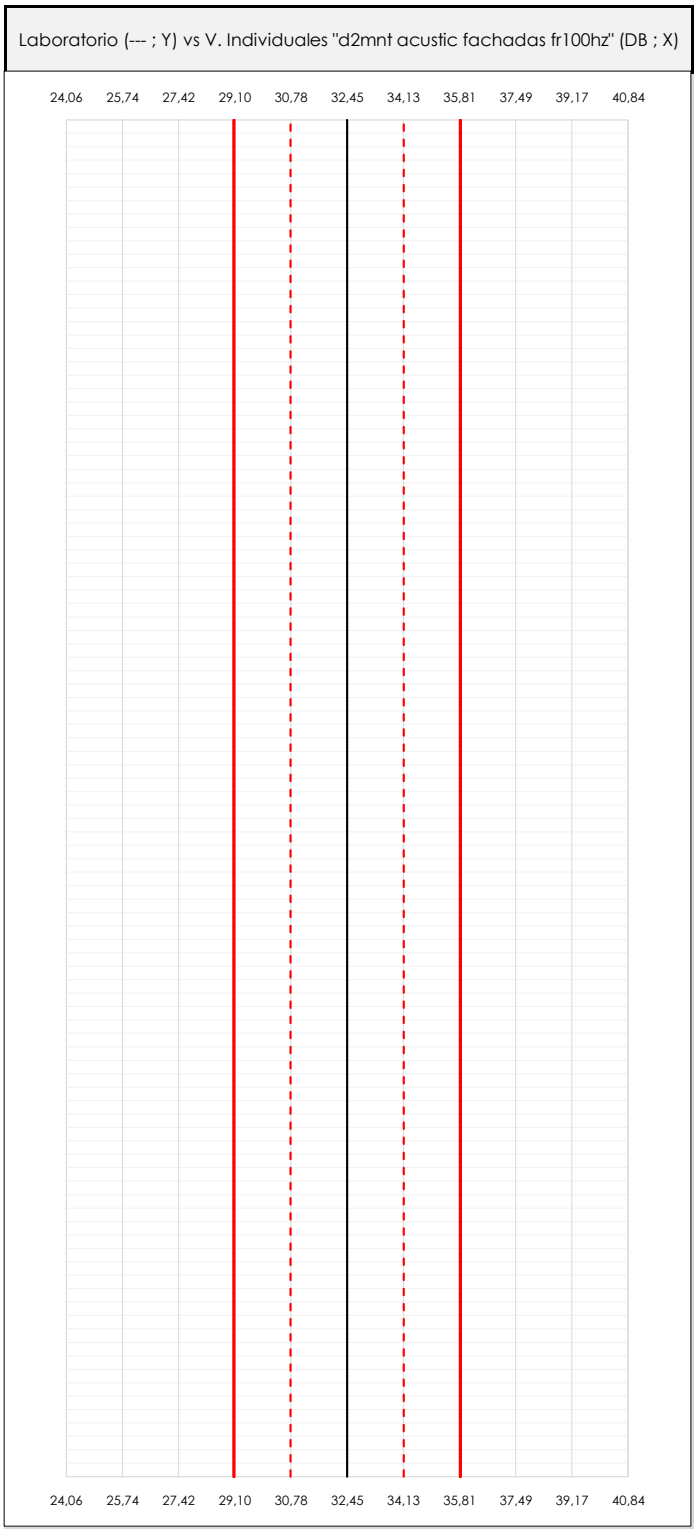
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,45 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,15/30,76 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,84/29,07 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	33,10	32,10	32,00	34,20	34,60	33,20	1,185	2,30	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	32,90	31,60	33,10	31,20	33,00	32,36	0,891	-0,29	✓	
208	31,85	32,81	32,02	33,23	33,40	32,66	0,699	0,64	✓	
224	32,50	33,10	32,60	33,80	33,30	33,06	0,532	1,87	✓	
227	30,75	31,39	32,73	33,45	31,77	32,02	1,074	-1,34	✓	
230	33,70	34,60	34,90	34,30	34,50	34,40	0,447	6,00	✓	
276	33,00	31,90	32,20	31,50	34,60	32,64	1,226	0,57	✓	
279	32,00	33,40	34,80	32,40	33,00	33,12	1,083	2,05	✓	
283	33,00	34,70	34,60	32,60	33,30	33,64	0,956	3,65	✓	
288	32,60	32,30	33,50	33,50	36,00	33,58	1,455	3,47	✓	
295	33,02	32,86	32,55	33,74	34,94	33,42	0,955	2,98	✓	
294D	28,70	26,80	29,90	29,30	29,40	28,82	1,207	-11,20	✓	
294OM	28,40	29,30	28,20	30,50	28,50	28,98	0,947	-10,70	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

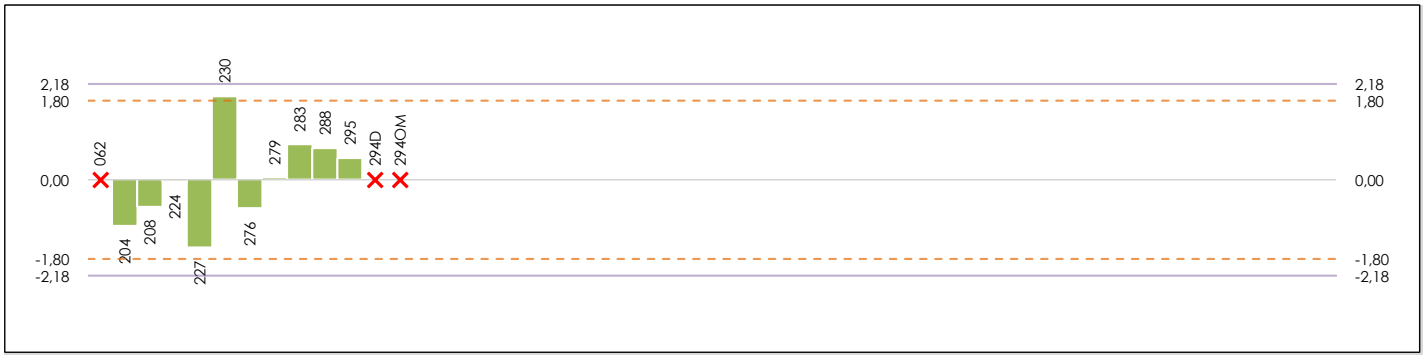
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

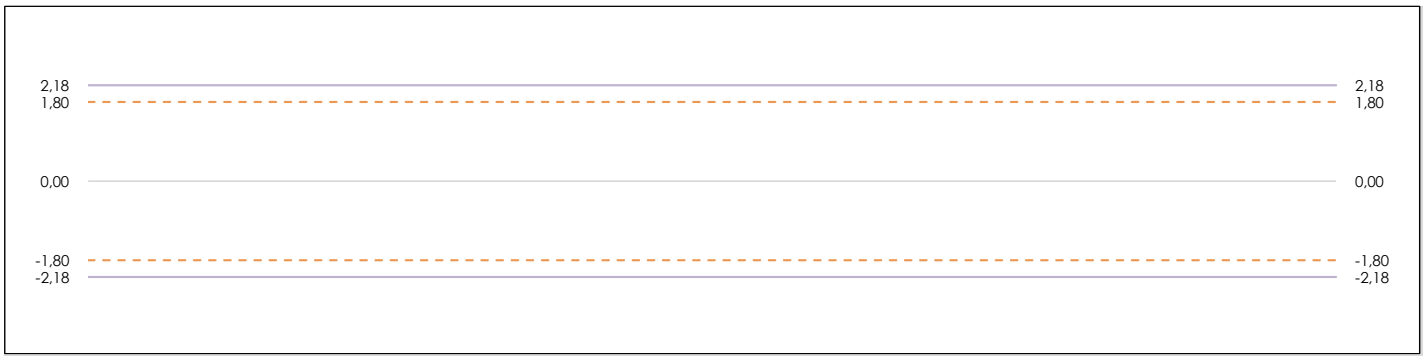
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

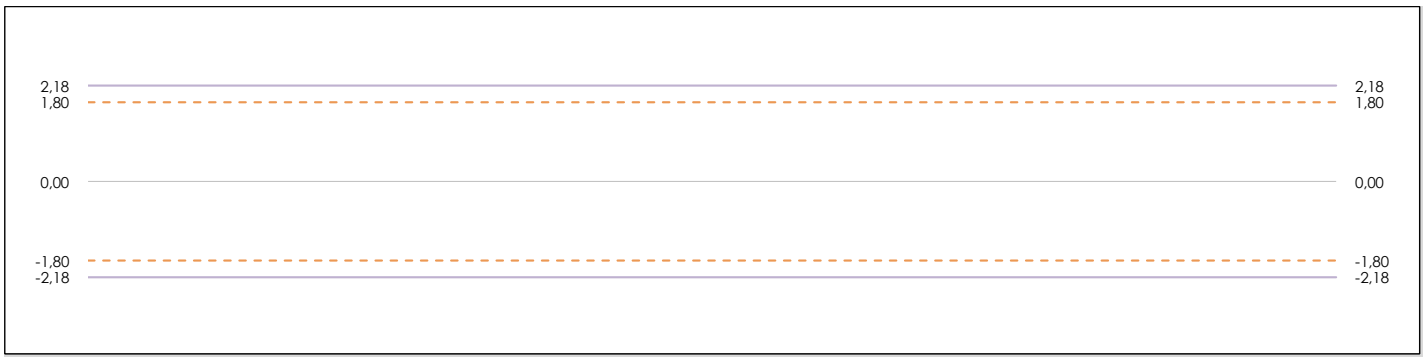
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

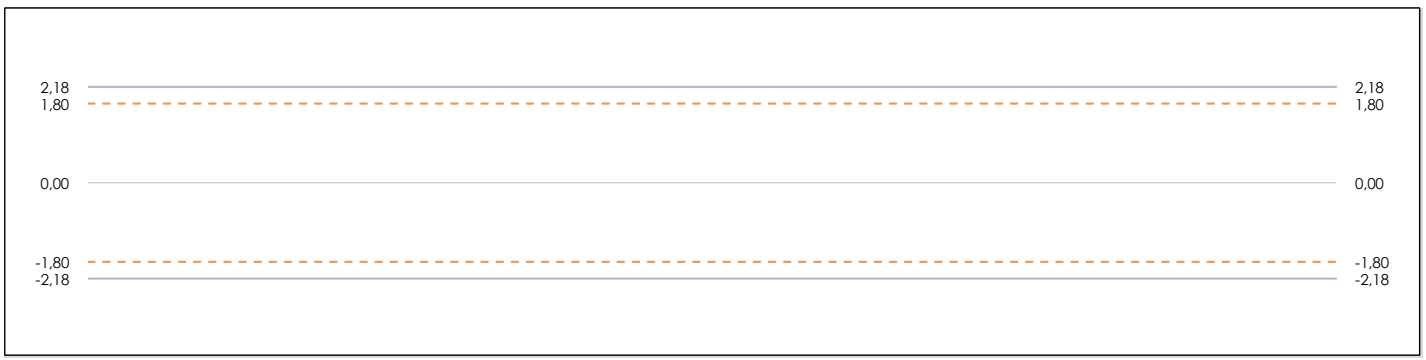
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

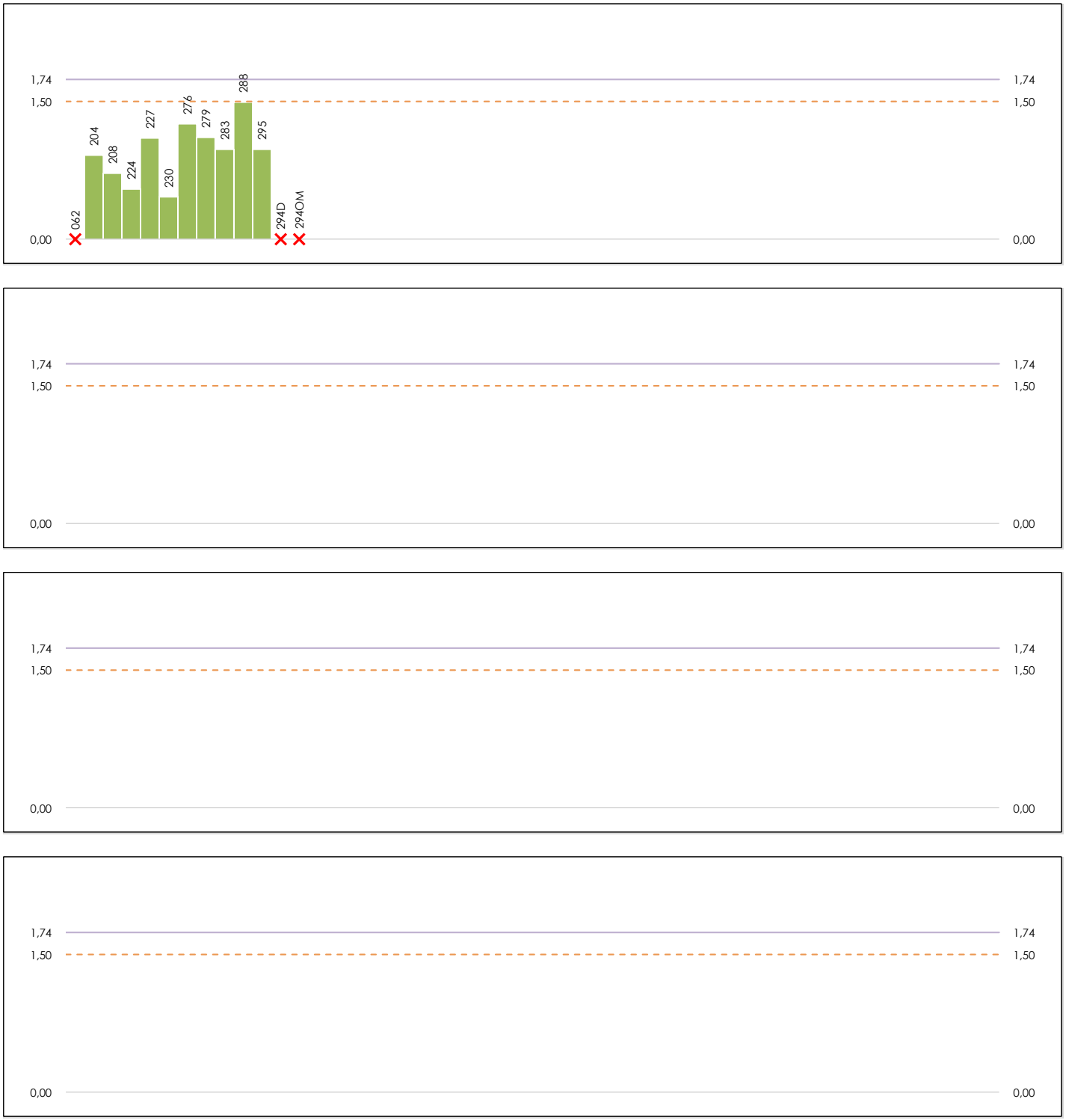
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	33,10	32,100	32,000	34,200	34,600	33,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	32,90	31,600	33,100	31,200	33,000	32,360	0,891	-2,21	-1,04	0,91				0,5297		✓
208	31,85	32,812	32,020	33,228	33,398	32,662	0,699	-1,29	-0,61	0,72						✓
224	32,50	33,100	32,600	33,800	33,300	33,060	0,532	-0,09	-0,04	0,54						✓
227	30,75	31,393	32,730	33,450	31,773	32,019	1,074	-3,24	-1,53	1,10		1,525		0,5297		✓
230	33,70	34,600	34,900	34,300	34,500	34,400	0,447	3,96	1,87*	0,46	0,222		1,865		0,4478	✓
276	33,00	31,900	32,200	31,500	34,600	32,640	1,226	-1,36	-0,64	1,26						✓
279	32,00	33,400	34,800	32,400	33,000	33,120	1,083	0,09	0,04	1,11						✓
283	33,00	34,700	34,600	32,600	33,300	33,640	0,956	1,66	0,78	0,98					0,4478	✓
288	32,60	32,300	33,500	33,500	36,000	33,580	1,455	1,48	0,70	1,49						✓
295	33,02	32,863	32,551	33,738	34,943	33,422	0,955	1,00	0,47	0,98						✓
294D	28,70	26,800	29,900	29,300	29,400	28,820	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
294OM	28,40	29,300	28,200	30,500	28,500	28,980	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

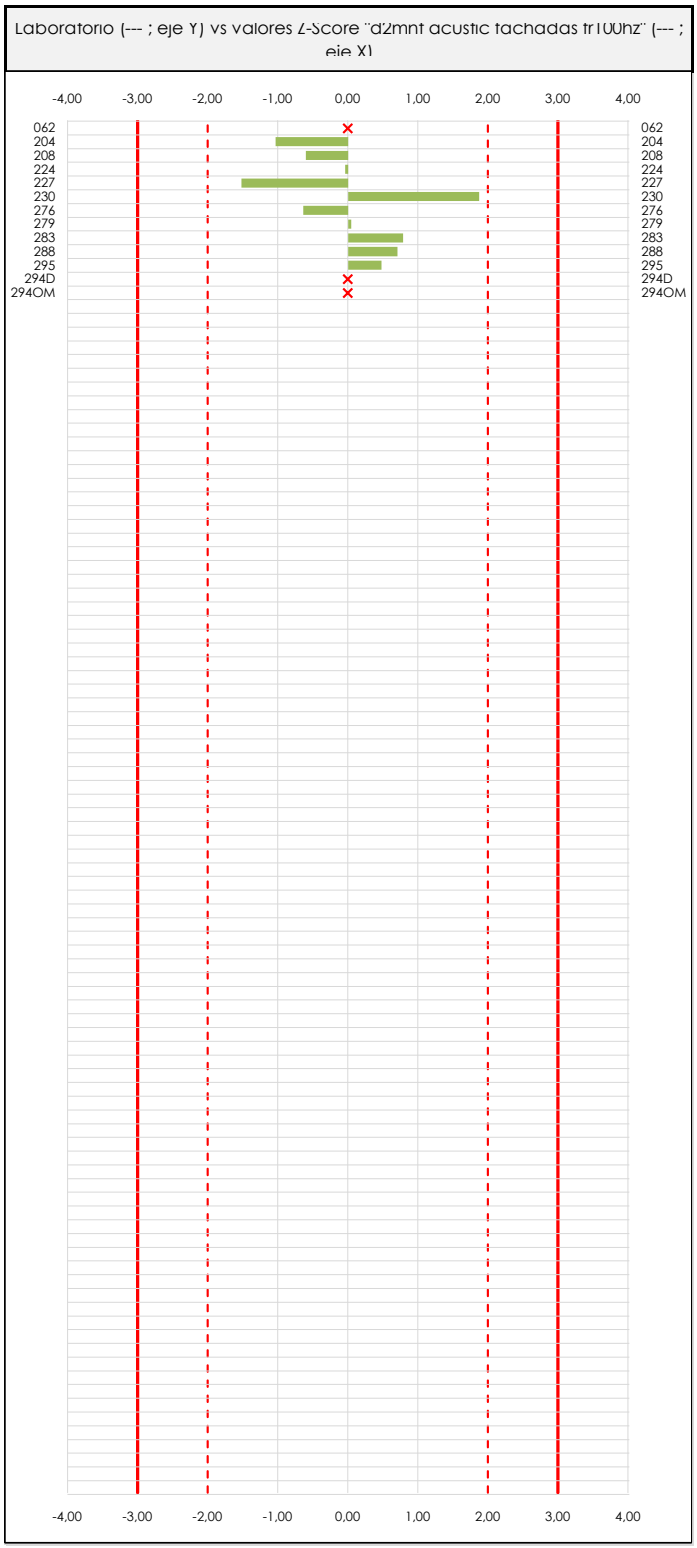
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

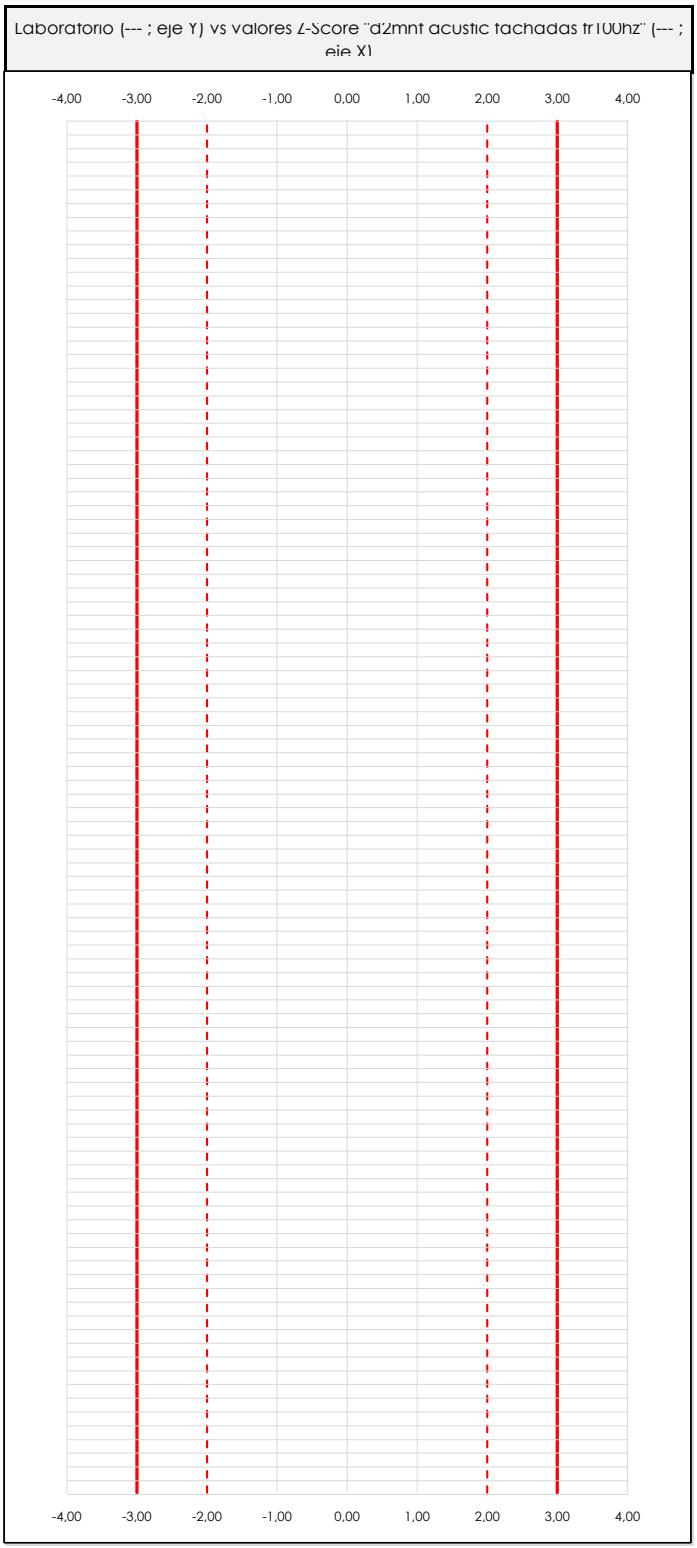
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	33,10	32,10	32,00	34,20	34,60	33,20	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	32,90	31,60	33,10	31,20	33,00	32,36	0,891	-2,21	✓	✓	✓			-1,040	S
208	31,85	32,81	32,02	33,23	33,40	32,66	0,699	-1,29	✓	✓	✓			-0,610	S
224	32,50	33,10	32,60	33,80	33,30	33,06	0,532	-0,09	✓	✓	✓			-0,043	S
227	30,75	31,39	32,73	33,45	31,77	32,02	1,074	-3,24	✓	✓	✓			-1,525	S
230	33,70	34,60	34,90	34,30	34,50	34,40	0,447	3,96	✓	✓	✓			1,865	S
276	33,00	31,90	32,20	31,50	34,60	32,64	1,226	-1,36	✓	✓	✓			-0,642	S
279	32,00	33,40	34,80	32,40	33,00	33,12	1,083	0,09	✓	✓	✓			0,042	S
283	33,00	34,70	34,60	32,60	33,30	33,64	0,956	1,66	✓	✓	✓			0,783	S
288	32,60	32,30	33,50	33,50	36,00	33,58	1,455	1,48	✓	✓	✓			0,697	S
295	33,02	32,86	32,55	33,74	34,94	33,42	0,955	1,00	✓	✓	✓			0,473	S
294D	28,70	26,80	29,90	29,30	29,40	28,82	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
294OM	28,40	29,30	28,20	30,50	28,50	28,98	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr100hz (DB)

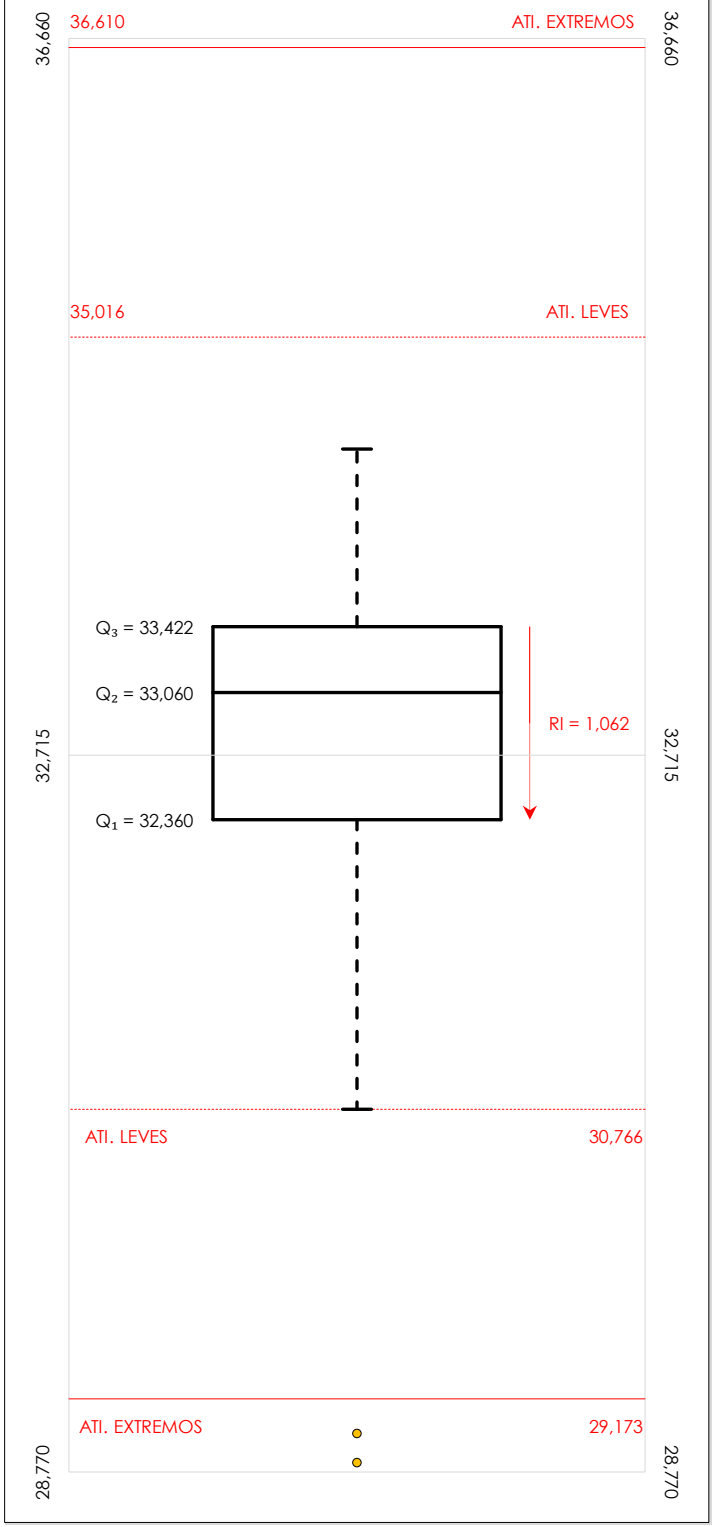
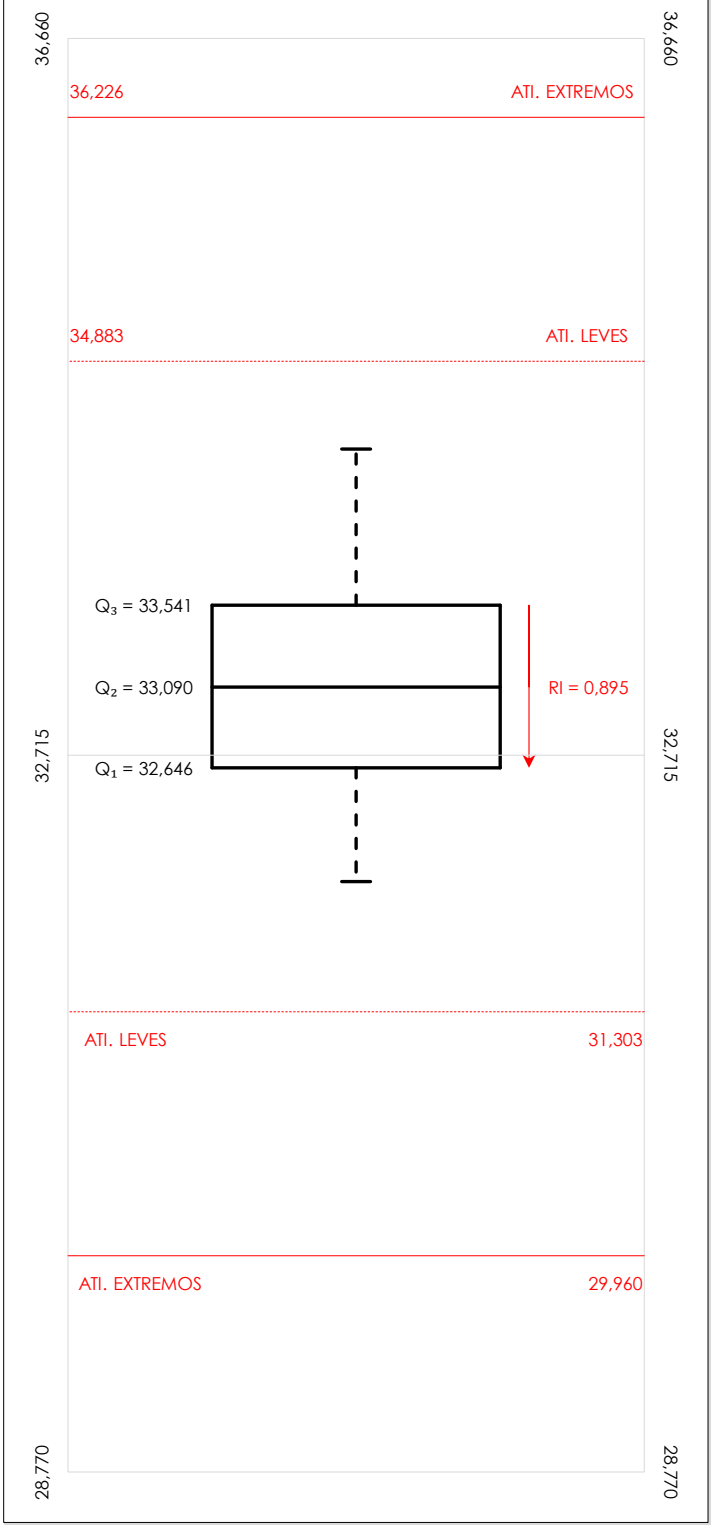


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr100hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR100HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 1 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 2 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB	33,70	34,70	34,90	34,30	36,00	34,40	33,70	34,70	34,90	34,30	36,00	34,40
Valor Mínimo (min ; DB)	28,40	26,80	28,20	29,30	28,50	28,82	30,75	31,39	32,02	31,20	31,77	32,02
Valor Promedio (M ; DB)	31,96	32,07	32,55	32,59	33,10	32,45	32,53	32,87	33,30	32,97	33,78	33,09
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,68	2,11	1,89	1,54	2,14	1,69	0,82	1,14	1,10	1,02	1,22	0,70
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,07	0,06	0,05	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02
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	1,023	2,803	2,655	3,678	5,316		0,953	2,707	0,302	1,256	3,106	
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%	2,18	1,74	0,322	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,271	2,290	0,1864	1,80	1,50	0,331	2,290	0,1864

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 10 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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 ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr125hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

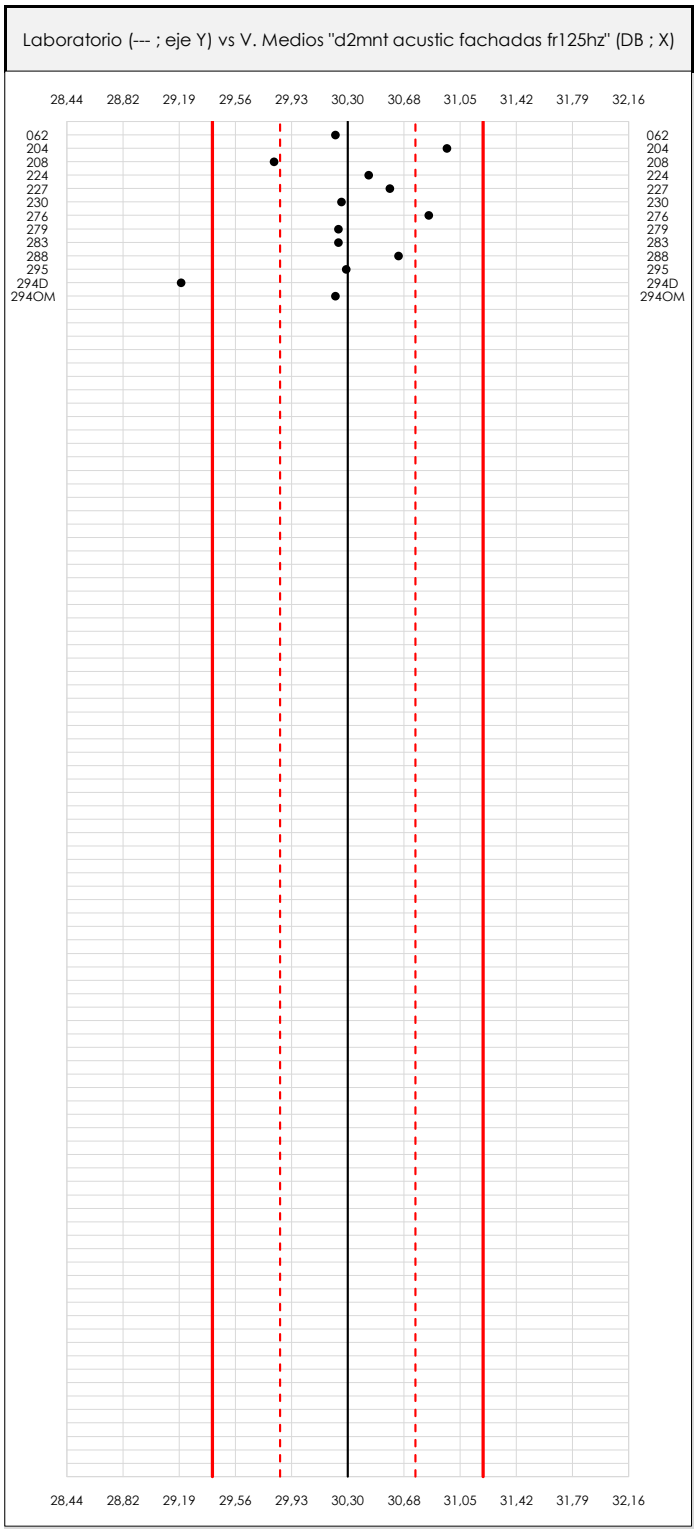
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

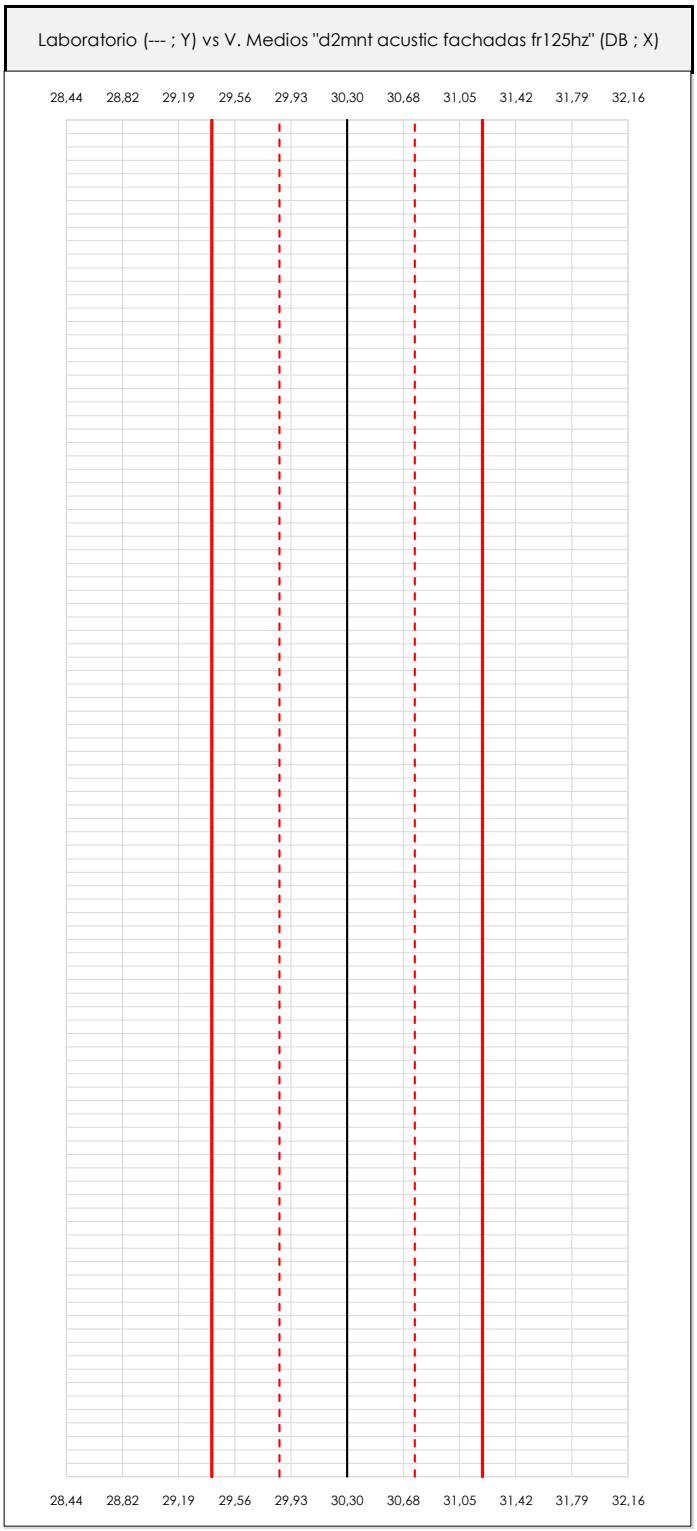
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

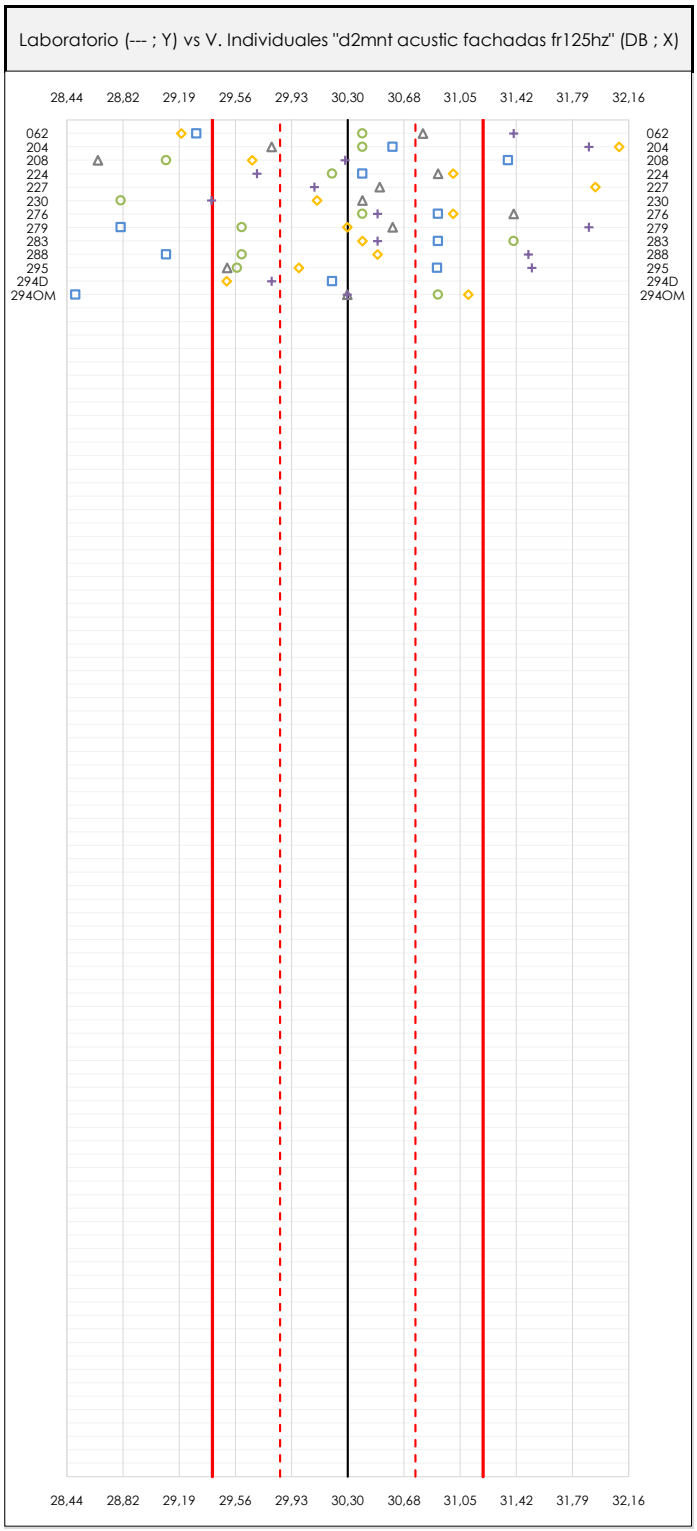
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,30 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,75/29,86 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,20/29,41 ; líneas rojas de trazo continuo).

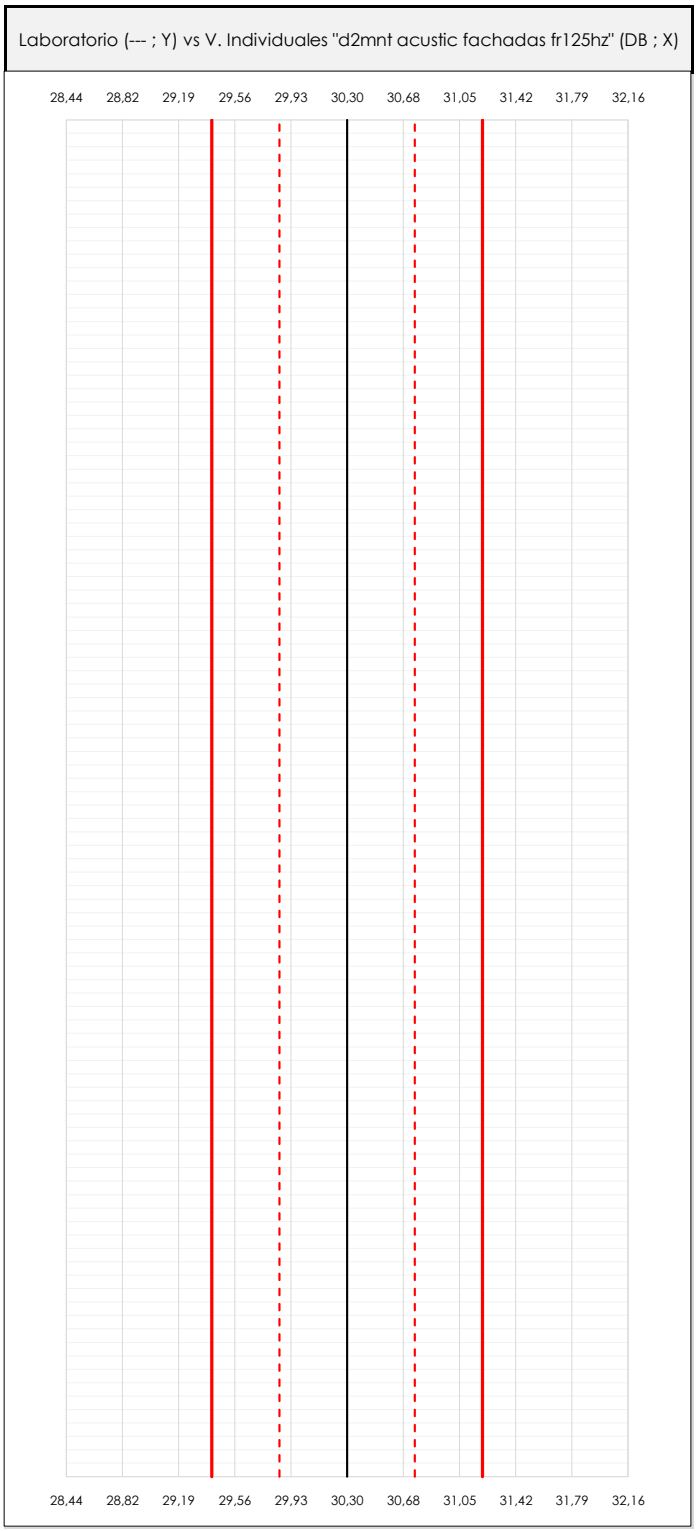
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,30 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,75/29,86 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,20/29,41 ; 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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	29,30	30,40	30,80	29,20	31,40	30,22	0,955	-0,28	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	30,60	30,40	29,80	32,10	31,90	30,96	0,996	2,17	✓	
208	31,36	29,10	28,65	29,67	30,29	29,81	1,063	-1,62	✓	
224	30,40	30,20	30,90	31,00	29,70	30,44	0,532	0,45	✓	
227	32,37	28,00	30,52	31,94	30,08	30,58	1,732	0,92	✓	
230	32,60	28,80	30,40	30,10	29,40	30,26	1,448	-0,14	✓	
276	30,90	30,40	31,40	31,00	30,50	30,84	0,404	1,77	✓	
279	28,80	29,60	30,60	30,30	31,90	30,24	1,159	-0,21	✓	
283	30,90	31,40	28,00	30,40	30,50	30,24	1,313	-0,21	✓	
288	29,10	29,60	32,50	30,50	31,50	30,64	1,385	1,11	✓	
295	30,90	29,57	29,50	29,98	31,52	30,29	0,883	-0,03	✓	
294D	30,20	28,20	28,30	29,50	29,80	29,20	0,903	-3,64	✓	
294OM	28,50	30,90	30,30	31,10	30,30	30,22	1,026	-0,28	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

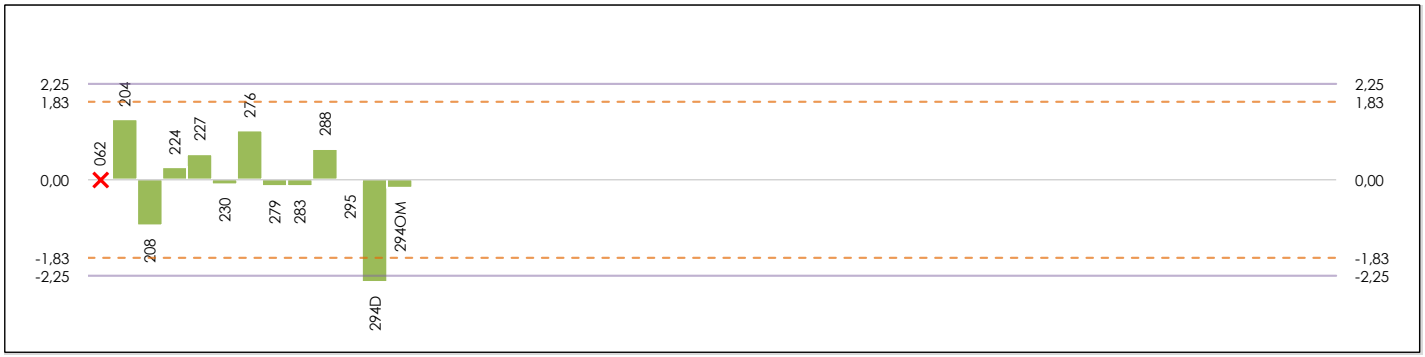
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

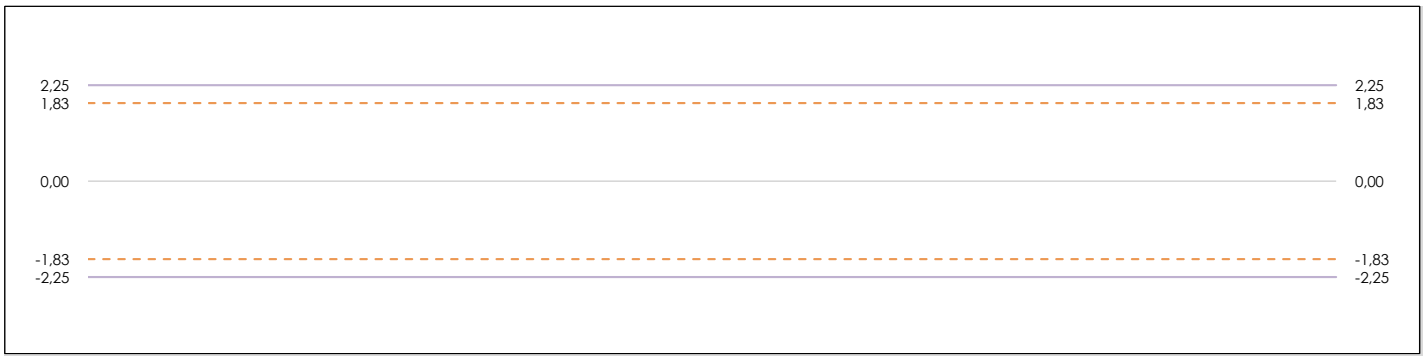
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

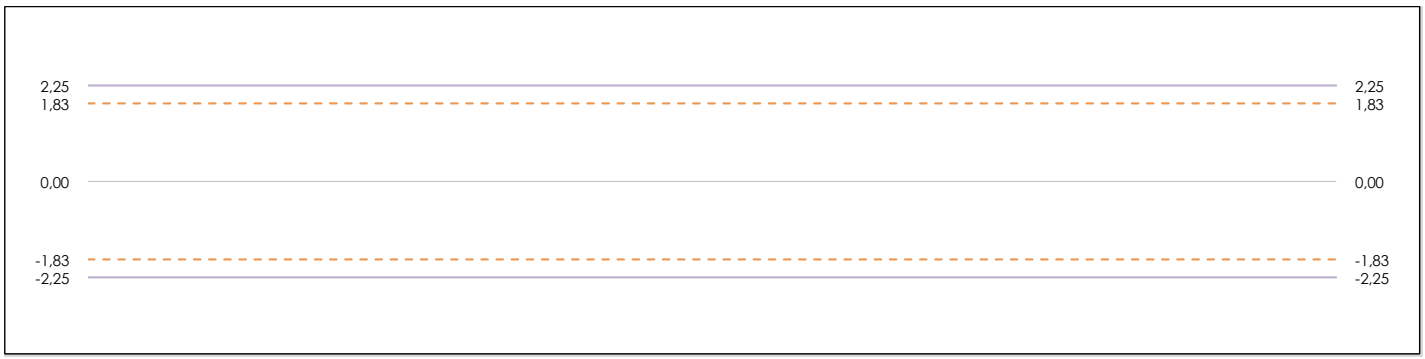
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

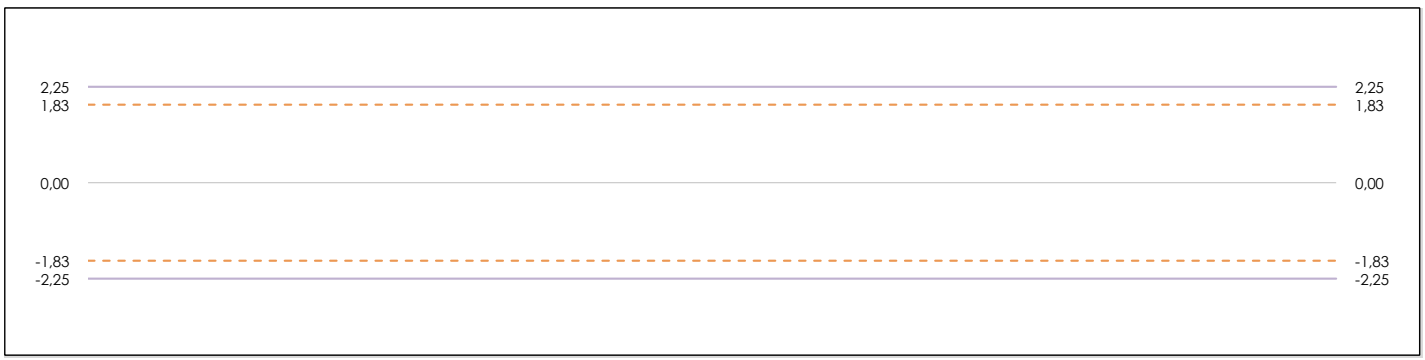
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

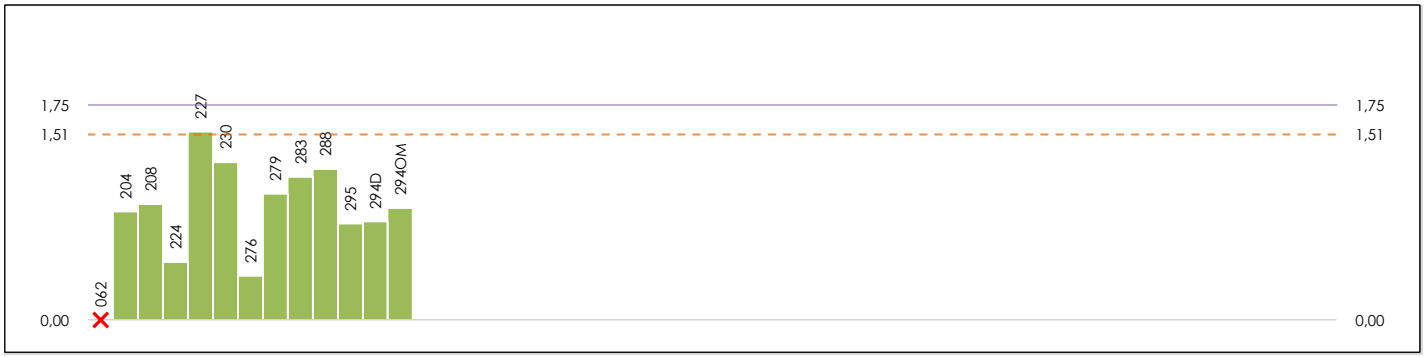
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

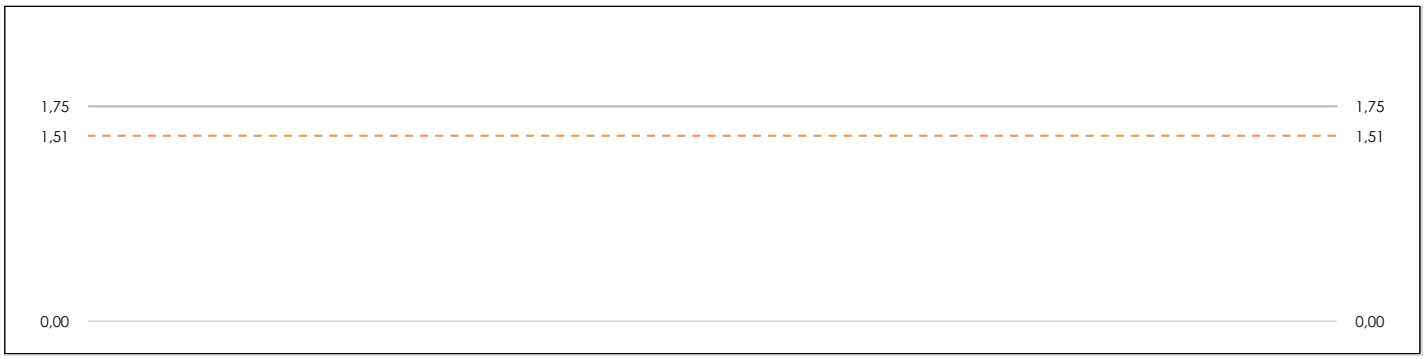
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

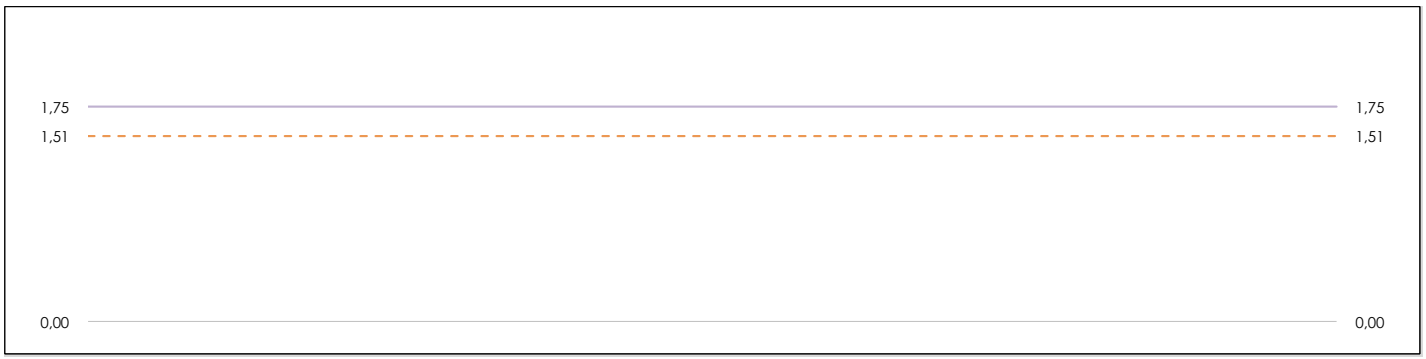
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

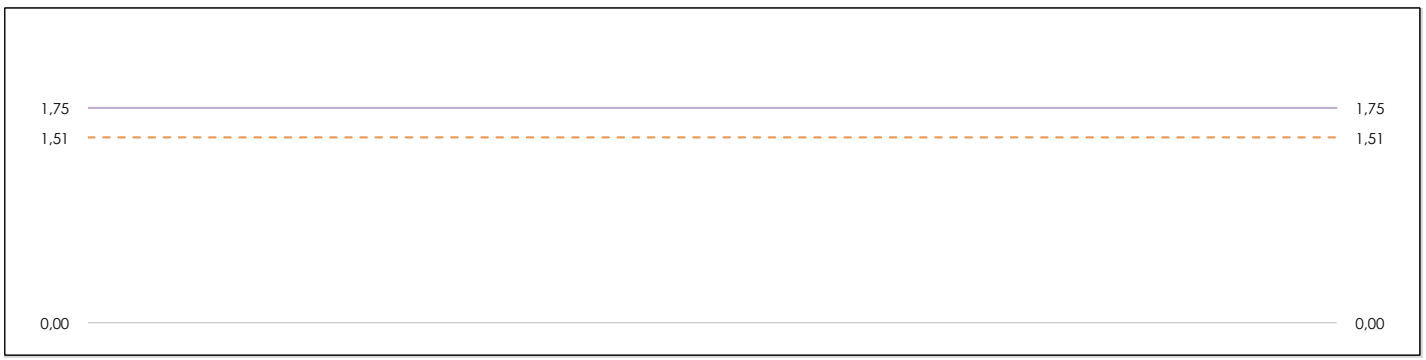
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	29,30	30,400	30,800	29,200	31,400	30,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	30,60	30,400	29,800	32,100	31,900	30,960	0,996	2,14	1,39	0,88			1,389		0,6500	✓
208	31,36	29,101	28,647	29,669	30,285	29,814	1,063	-1,64	-1,06	0,94				0,2759		✓
224	30,40	30,200	30,900	31,000	29,700	30,440	0,532	0,43	0,28	0,47						✓
227	32,37	27,996	30,515	31,941	30,081	30,581	1,732	0,89	0,58	1,53*	0,196					✓
230	32,60	28,800	30,400	30,100	29,400	30,260	1,448	-0,17	-0,11	1,28						✓
276	30,90	30,400	31,400	31,000	30,500	30,840	0,404	1,75	1,13	0,36					0,6500	✓
279	28,80	29,600	30,600	30,300	31,900	30,240	1,159	-0,23	-0,15	1,03						✓
283	30,90	31,400	28,000	30,400	30,500	30,240	1,313	-0,23	-0,15	1,16						✓
288	29,10	29,600	32,500	30,500	31,500	30,640	1,385	1,09	0,70	1,23						✓
295	30,90	29,569	29,504	29,979	31,521	30,294	0,883	-0,06	-0,04	0,78						✓
294D	30,20	28,200	28,300	29,500	29,800	29,200	0,903	-3,66	-2,38**	0,80	0,196	2,377		0,2759		✓
294OM	28,50	30,900	30,300	31,100	30,300	30,220	1,026	-0,30	-0,19	0,91						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

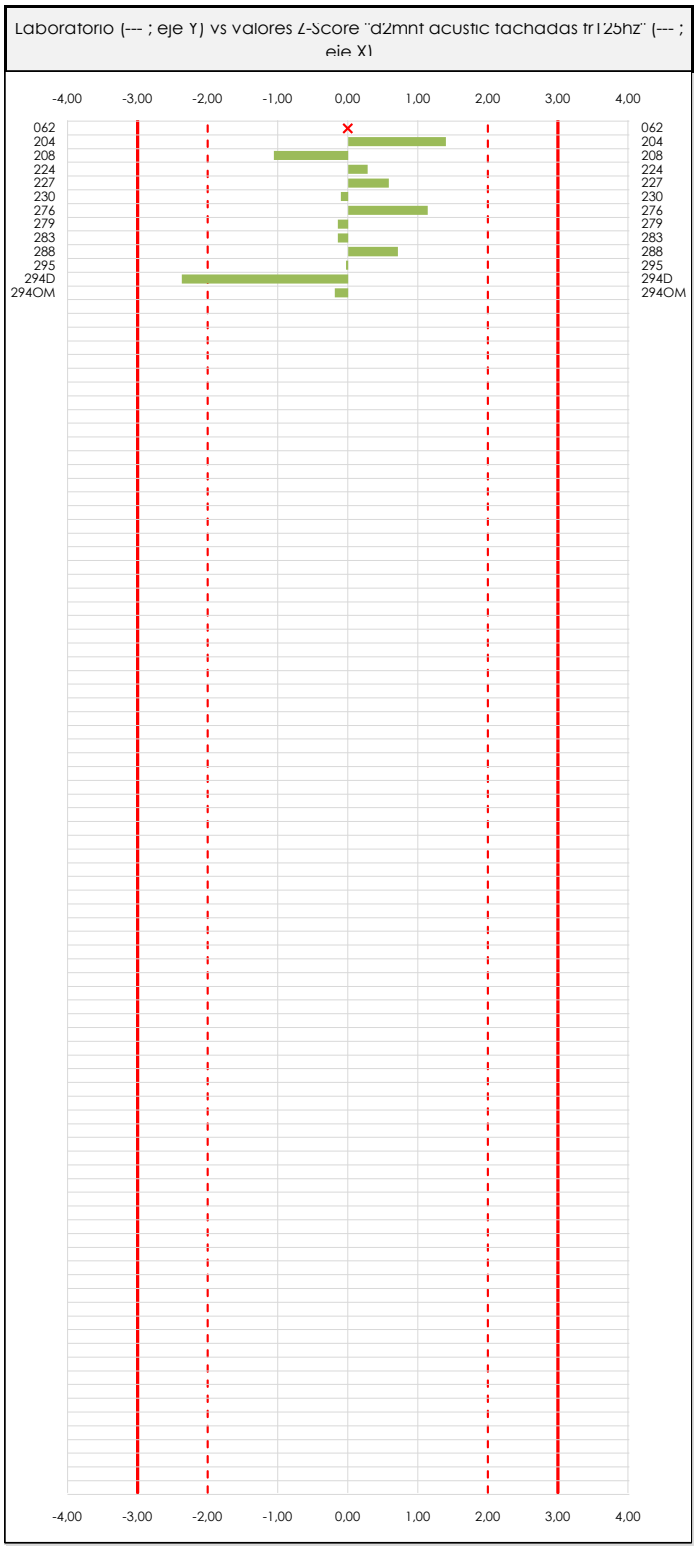
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

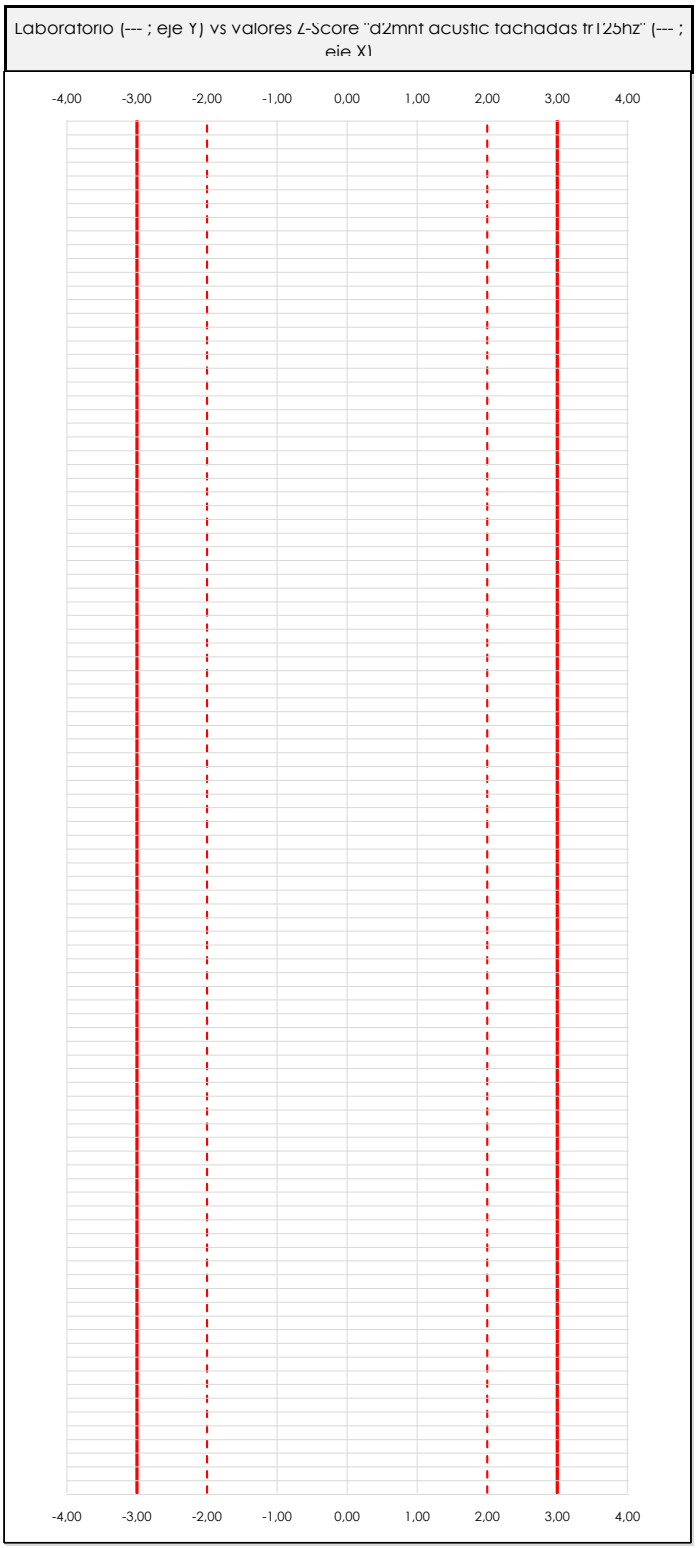
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	29,30	30,40	30,80	29,20	31,40	30,22	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	30,60	30,40	29,80	32,10	31,90	30,96	0,996	2,14	✓	✓	✓			1,389	S
208	31,36	29,10	28,65	29,67	30,29	29,81	1,063	-1,64	✓	✓	✓			-1,064	S
224	30,40	30,20	30,90	31,00	29,70	30,44	0,532	0,43	✓	✓	✓			0,277	S
227	32,37	28,00	30,52	31,94	30,08	30,58	1,732	0,89	✓	✓	✓			0,579	S
230	32,60	28,80	30,40	30,10	29,40	30,26	1,448	-0,17	✓	✓	✓			-0,109	S
276	30,90	30,40	31,40	31,00	30,50	30,84	0,404	1,75	✓	✓	✓			1,133	S
279	28,80	29,60	30,60	30,30	31,90	30,24	1,159	-0,23	✓	✓	✓			-0,151	S
283	30,90	31,40	28,00	30,40	30,50	30,24	1,313	-0,23	✓	✓	✓			-0,151	S
288	29,10	29,60	32,50	30,50	31,50	30,64	1,385	1,09	✓	✓	✓			0,705	S
295	30,90	29,57	29,50	29,98	31,52	30,29	0,883	-0,06	✓	✓	✓			-0,037	S
294D	30,20	28,20	28,30	29,50	29,80	29,20	0,903	-3,66	✓	✓	✓			-2,377	D
294OM	28,50	30,90	30,30	31,10	30,30	30,22	1,026	-0,30	✓	✓	✓			-0,194	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr125hz (DB)

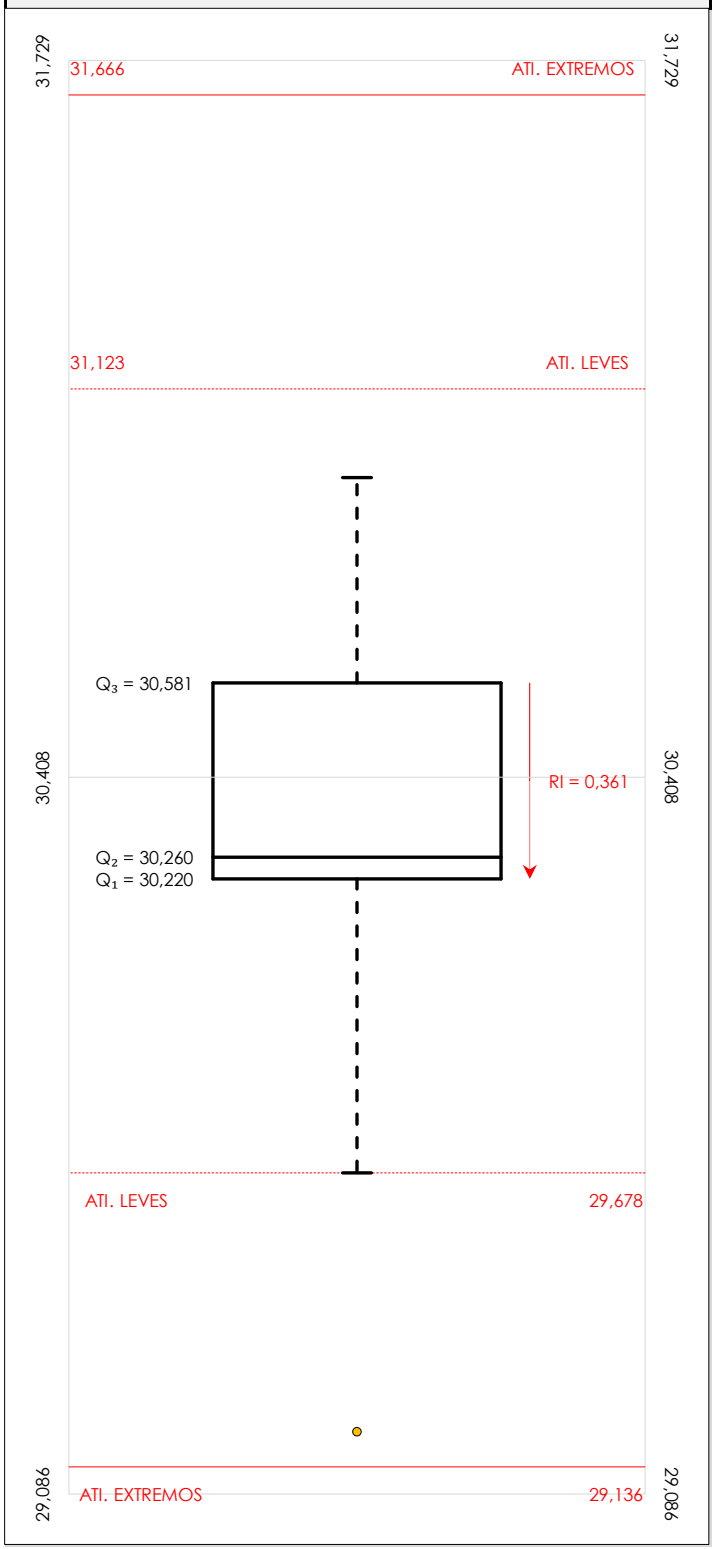
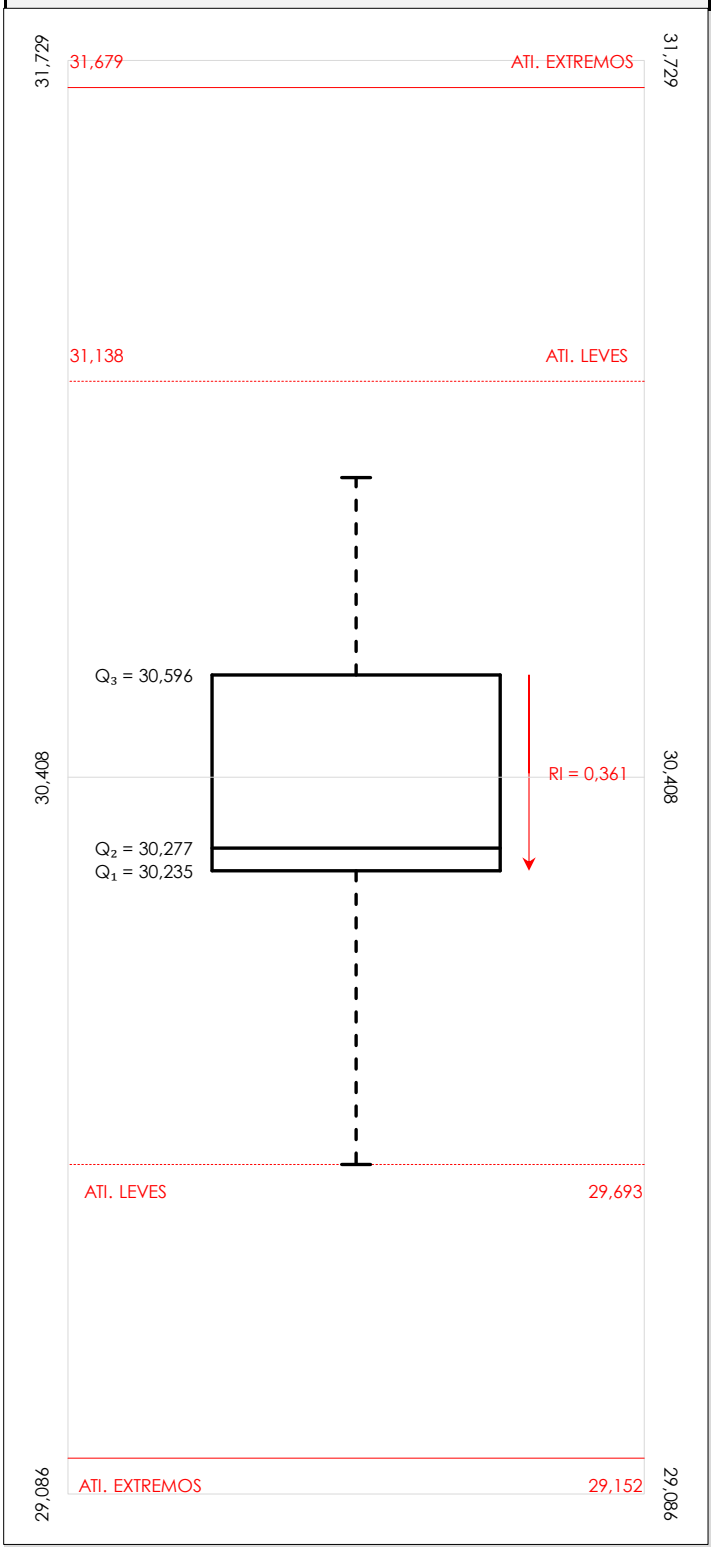


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr125hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR125HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB	32,60	31,40	32,50	32,10	31,90	30,96	32,60	31,40	32,50	32,10	31,90	30,96
Valor Mínimo (min ; DB)	28,50	28,00	28,00	29,20	29,40	29,20	28,50	28,00	28,00	29,50	29,40	29,20
Valor Promedio (M ; DB)	30,46	29,74	30,13	30,52	30,68	30,30	30,55	29,68	30,07	30,63	30,62	30,31
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,28	1,02	1,27	0,88	0,86	0,45	1,28	1,04	1,31	0,82	0,87	0,47
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,01	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,02
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	1,247	3,095	-0,049	1,198	3,034		1,275	3,129	-0,037	1,238	3,084	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	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 analisys of varience).

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 ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr160hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

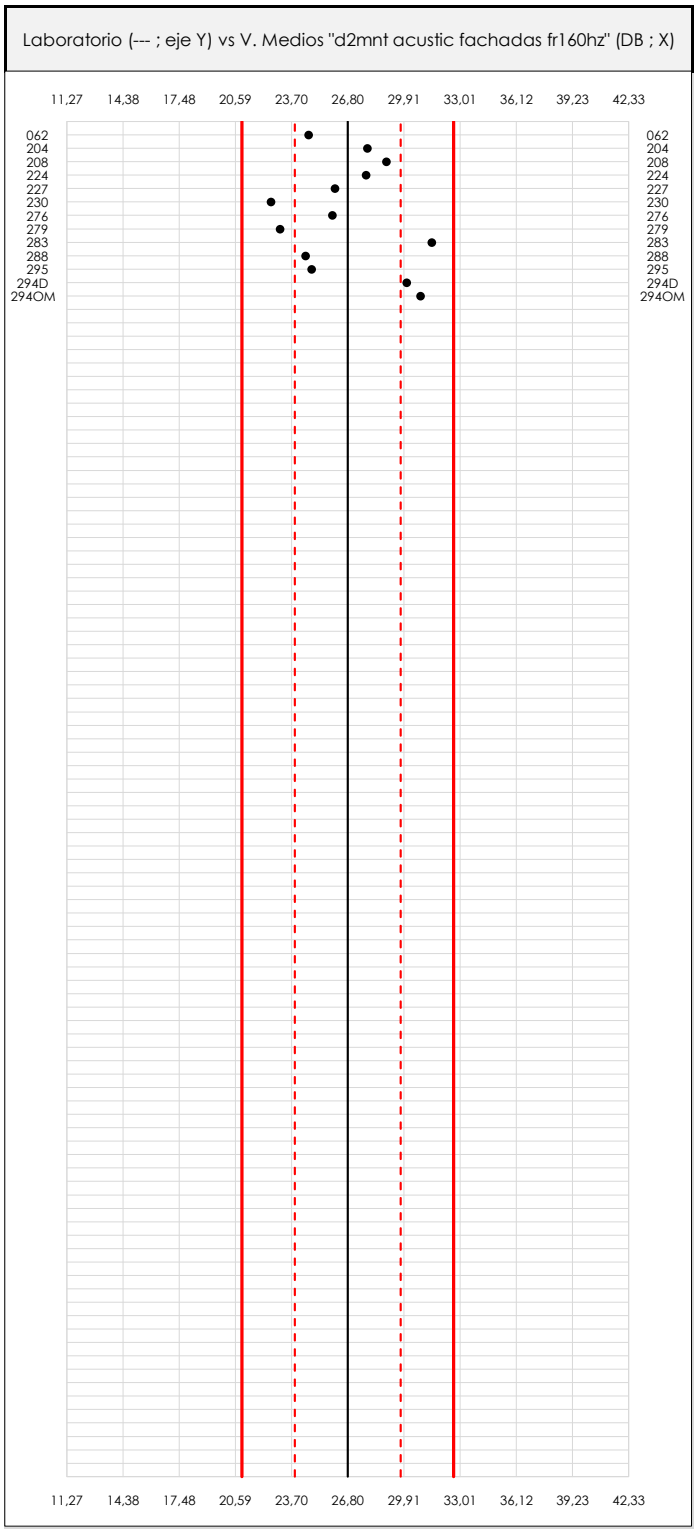
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

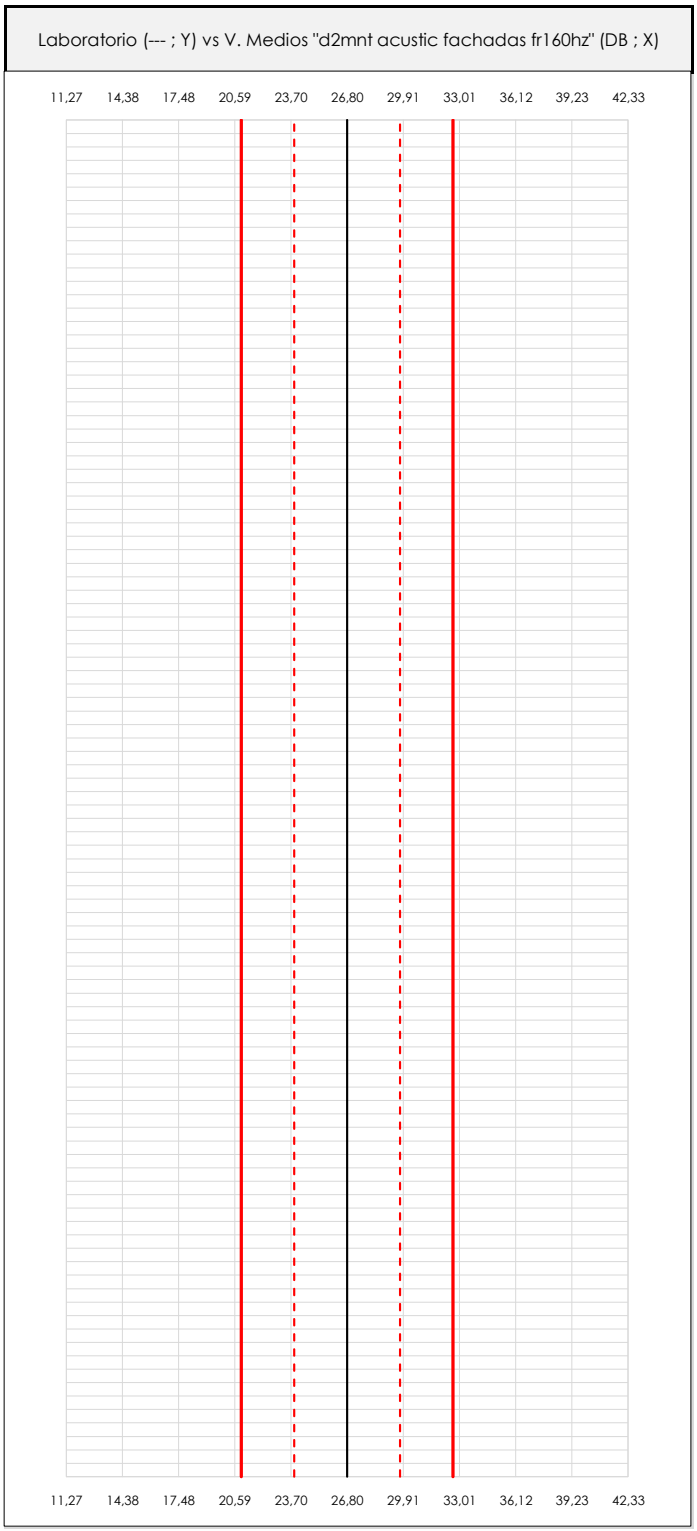
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

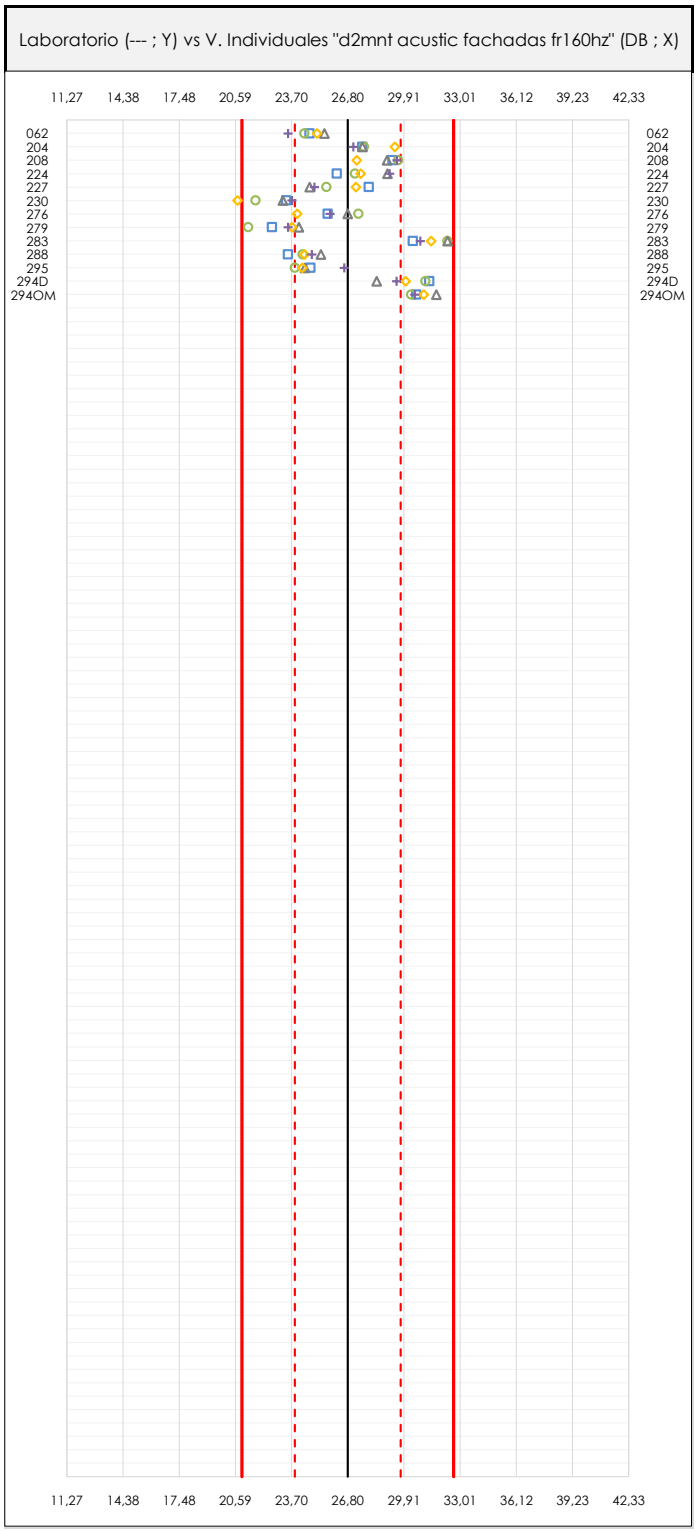
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,80 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (29,73/23,88 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,65/20,95 ; líneas rojas de trazo continuo).

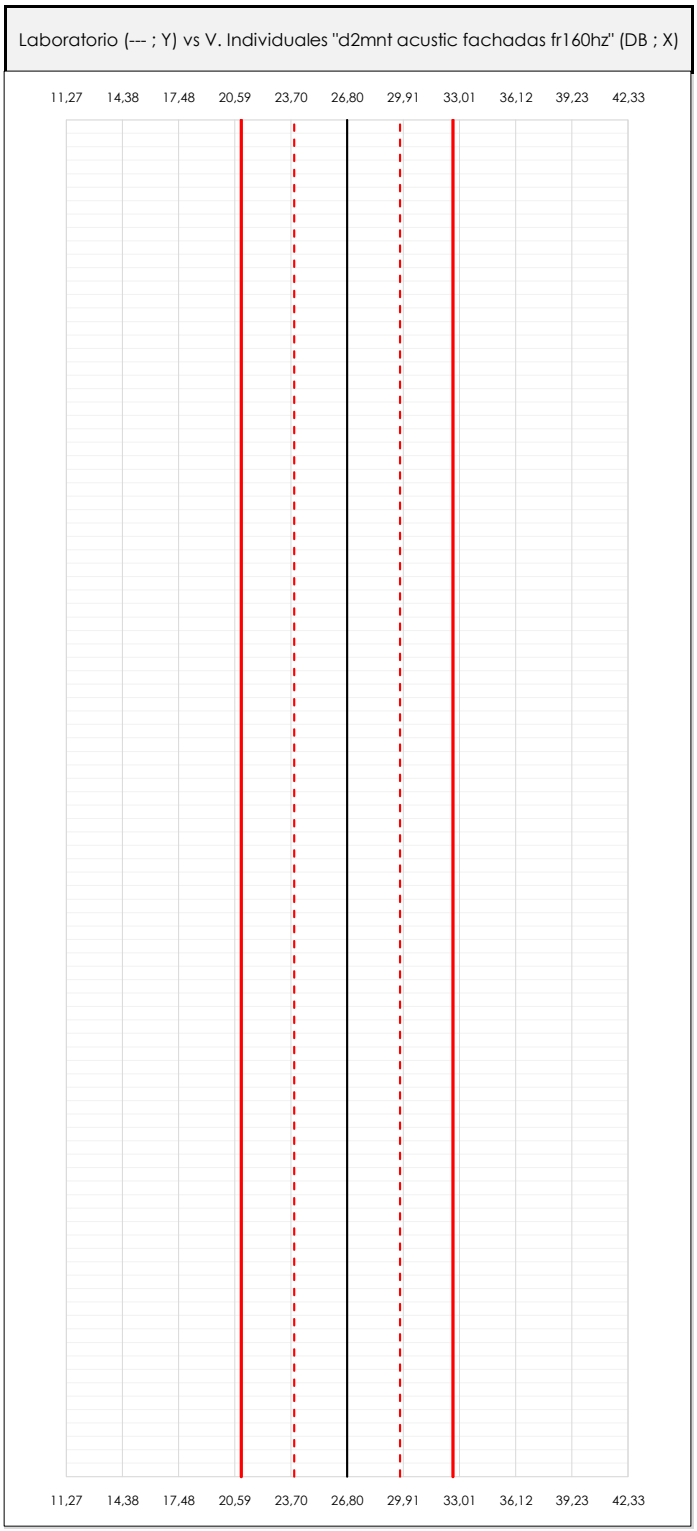
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (26,80 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (29,73/23,88 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,65/20,95 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	24,70	24,40	25,50	25,10	23,50	24,64	0,760	-8,07	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	27,60	27,70	27,60	29,40	27,10	27,88	0,881	4,02	✓	
208	29,29	29,59	28,96	27,29	29,52	28,93	0,948	7,93	✓	
224	26,20	27,20	29,00	27,50	29,10	27,80	1,239	3,72	✓	
227	27,96	25,63	24,69	27,24	24,96	26,09	1,439	-2,64	✓	
230	23,40	21,70	23,20	20,70	23,70	22,54	1,286	-15,90	✓	
276	25,70	27,40	26,80	24,00	25,80	25,94	1,295	-3,22	✓	
279	22,60	21,30	24,10	23,70	23,50	23,04	1,117	-14,04	✓	
283	30,40	32,30	32,30	31,40	30,80	31,44	0,862	17,30	✓	
288	23,50	24,30	25,30	24,40	24,80	24,46	0,666	-8,74	✓	
295	24,74	23,88	24,42	24,29	26,61	24,79	1,065	-7,52	✓	
294D	31,30	31,10	28,40	30,00	29,50	30,06	1,193	12,15	✓	
294OM	30,60	30,30	31,70	31,00	30,50	30,82	0,554	14,99	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

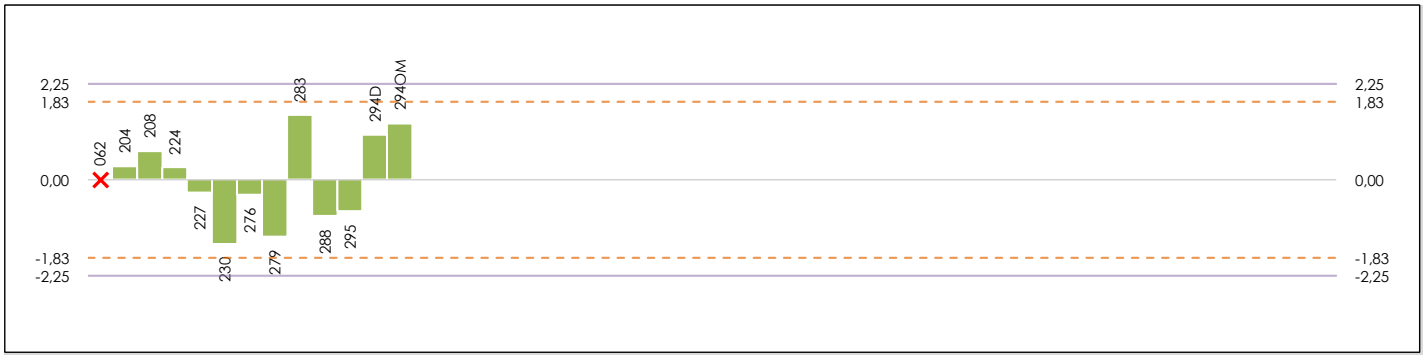
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

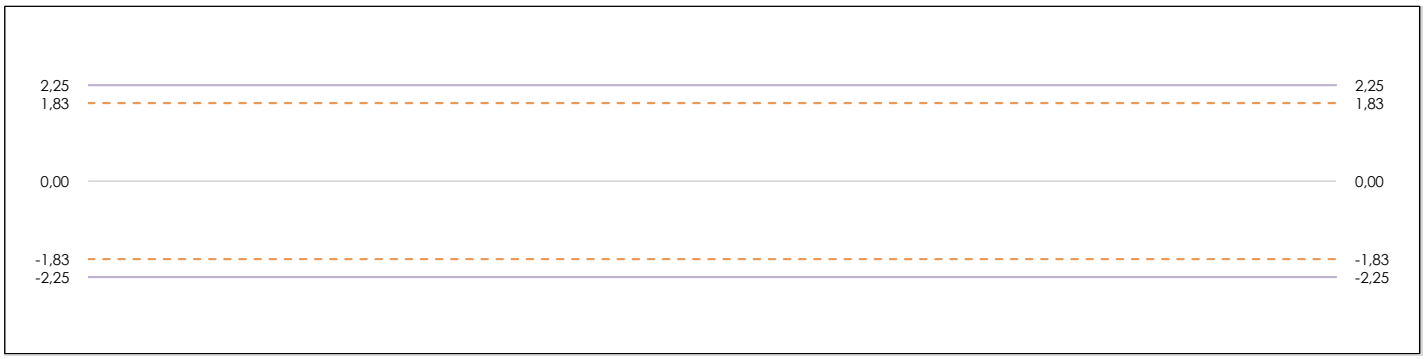
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

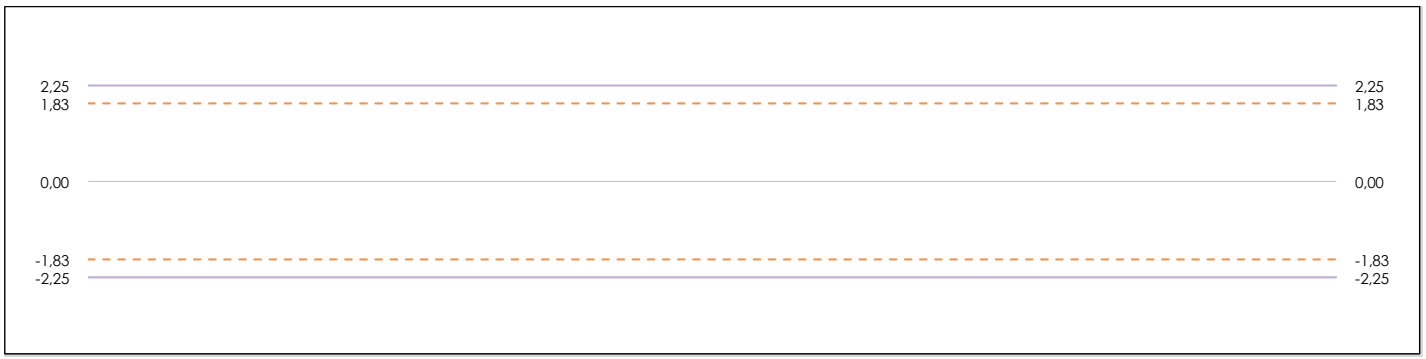
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

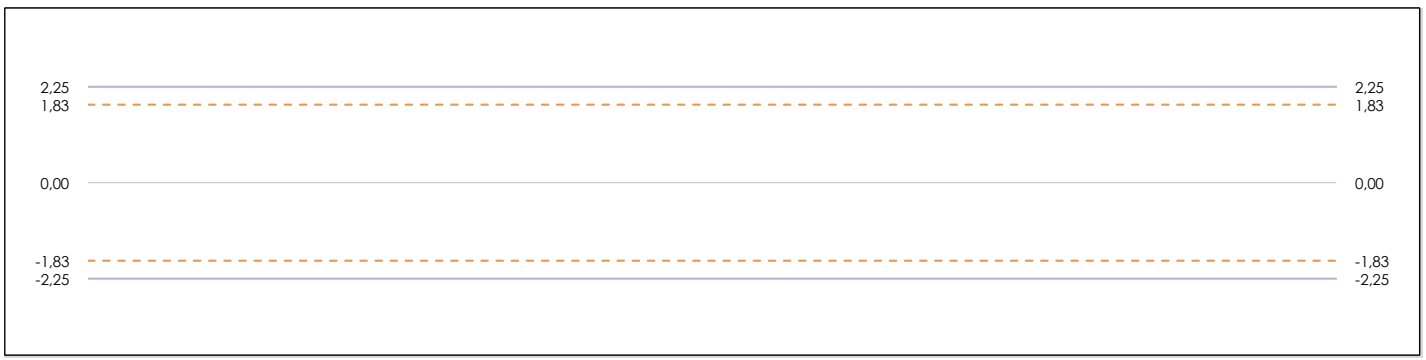
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

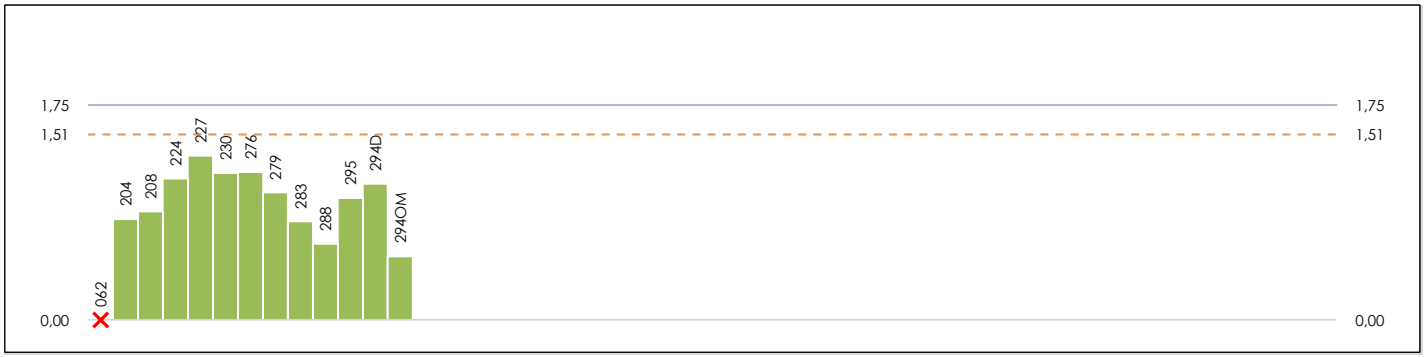
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

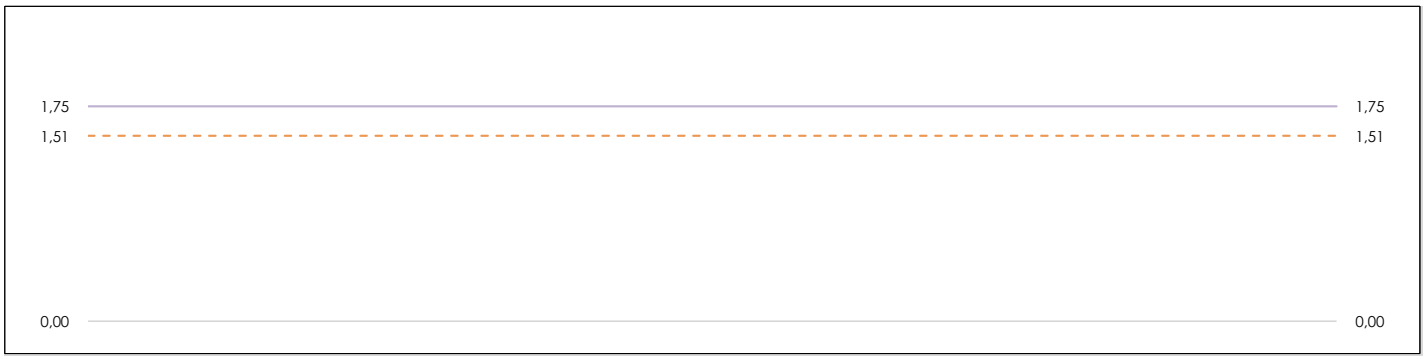
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

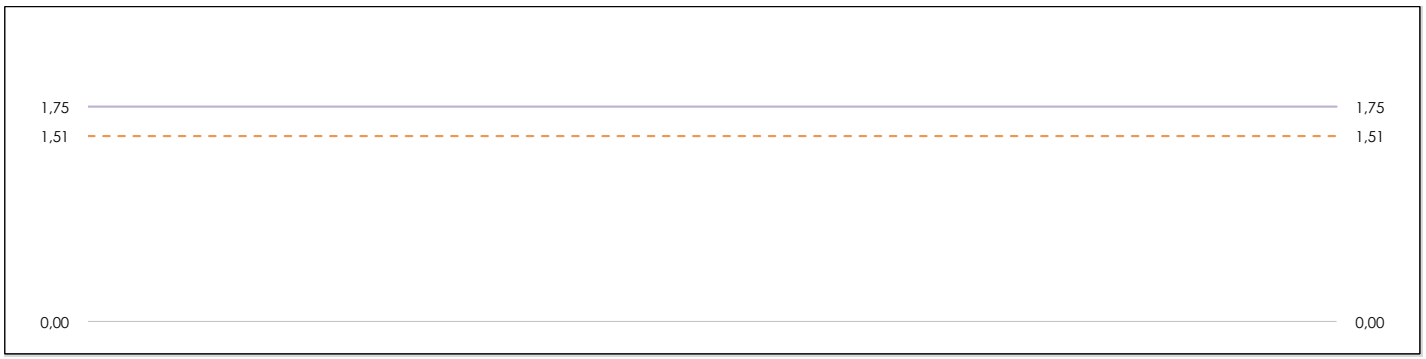
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

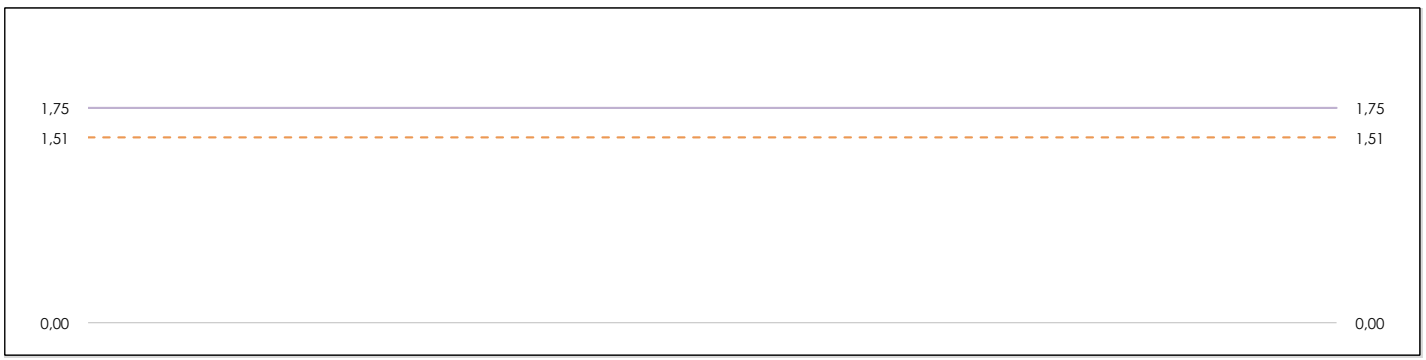
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	24,70	24,400	25,500	25,100	23,500	24,640	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	27,60	27,700	27,600	29,400	27,100	27,880	0,881	3,33	0,30	0,82						✓
208	29,29	29,594	28,956	27,292	29,517	28,929	0,948	7,21	0,65	0,88						✓
224	26,20	27,200	29,000	27,500	29,100	27,800	1,239	3,03	0,27	1,15						✓
227	27,96	25,627	24,686	27,239	24,958	26,094	1,439	-3,29	-0,30	1,34						✓
230	23,40	21,700	23,200	20,700	23,700	22,540	1,286	-16,46	-1,49	1,19		1,491		0,5668		✓
276	25,70	27,400	26,800	24,000	25,800	25,940	1,295	-3,86	-0,35	1,20						✓
279	22,60	21,300	24,100	23,700	23,500	23,040	1,117	-14,61	-1,32	1,04				0,5668		✓
283	30,40	32,300	32,300	31,400	30,800	31,440	0,862	16,52	1,50	0,80			1,496		0,5753	✓
288	23,50	24,300	25,300	24,400	24,800	24,460	0,666	-9,35	-0,85	0,62						✓
295	24,74	23,875	24,419	24,291	26,611	24,788	1,065	-8,13	-0,74	0,99						✓
294D	31,30	31,100	28,400	30,000	29,500	30,060	1,193	11,41	1,03	1,11						✓
294OM	30,60	30,300	31,700	31,000	30,500	30,820	0,554	14,22	1,29	0,51					0,5753	✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

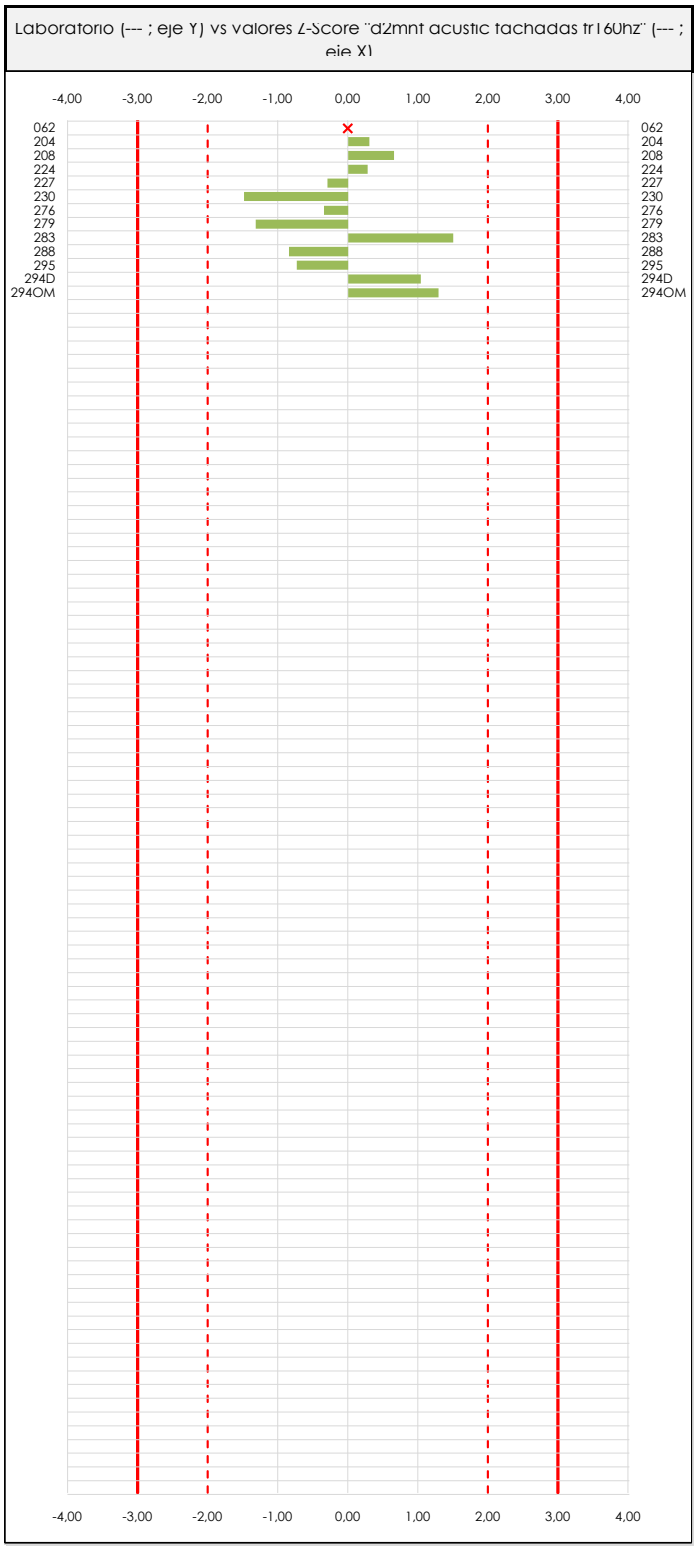
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

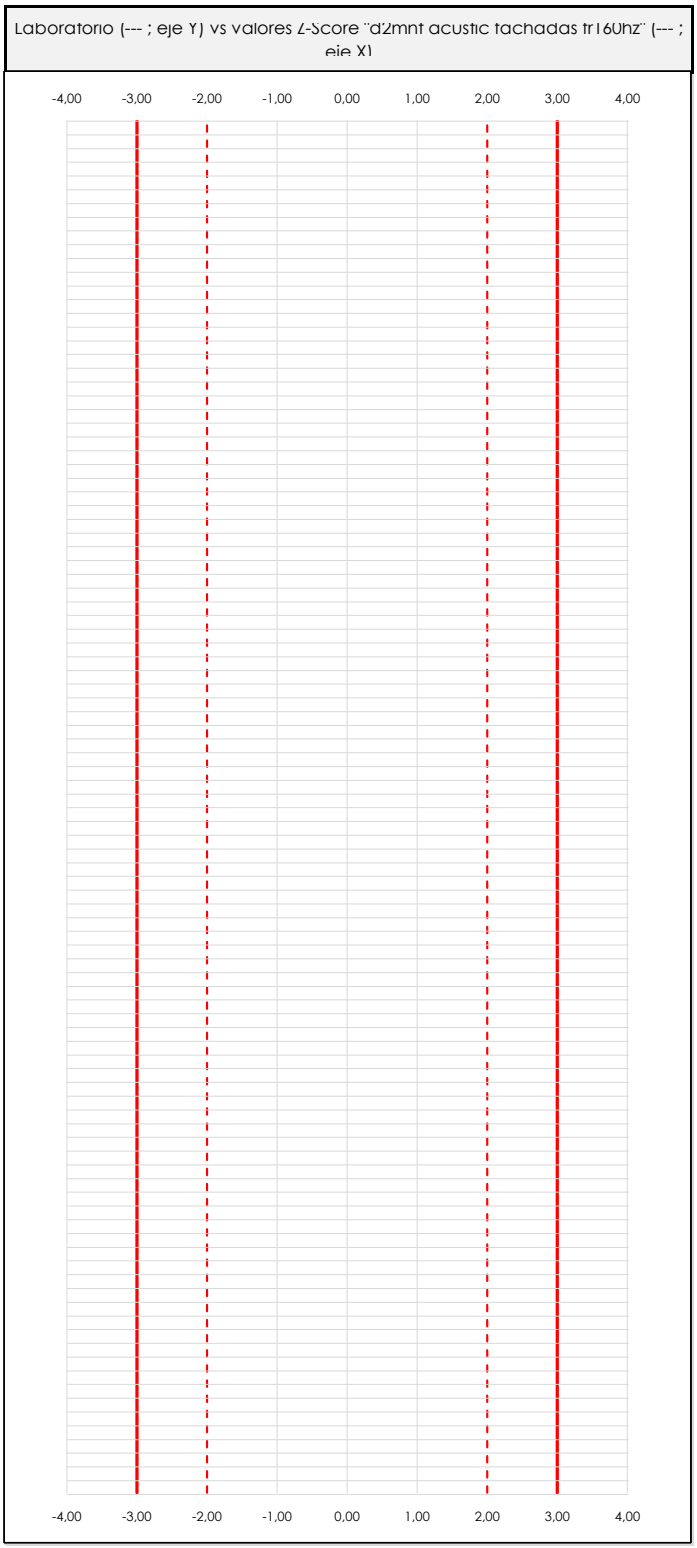
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	24,70	24,40	25,50	25,10	23,50	24,64	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	27,60	27,70	27,60	29,40	27,10	27,88	0,881	3,33	✓	✓	✓			0,301	S
208	29,29	29,59	28,96	27,29	29,52	28,93	0,948	7,21	✓	✓	✓			0,653	S
224	26,20	27,20	29,00	27,50	29,10	27,80	1,239	3,03	✓	✓	✓			0,274	S
227	27,96	25,63	24,69	27,24	24,96	26,09	1,439	-3,29	✓	✓	✓			-0,298	S
230	23,40	21,70	23,20	20,70	23,70	22,54	1,286	-16,46	✓	✓	✓			-1,491	S
276	25,70	27,40	26,80	24,00	25,80	25,94	1,295	-3,86	✓	✓	✓			-0,350	S
279	22,60	21,30	24,10	23,70	23,50	23,04	1,117	-14,61	✓	✓	✓			-1,323	S
283	30,40	32,30	32,30	31,40	30,80	31,44	0,862	16,52	✓	✓	✓			1,496	S
288	23,50	24,30	25,30	24,40	24,80	24,46	0,666	-9,35	✓	✓	✓			-0,847	S
295	24,74	23,88	24,42	24,29	26,61	24,79	1,065	-8,13	✓	✓	✓			-0,737	S
294D	31,30	31,10	28,40	30,00	29,50	30,06	1,193	11,41	✓	✓	✓			1,033	S
294OM	30,60	30,30	31,70	31,00	30,50	30,82	0,554	14,22	✓	✓	✓			1,288	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr160hz (DB)

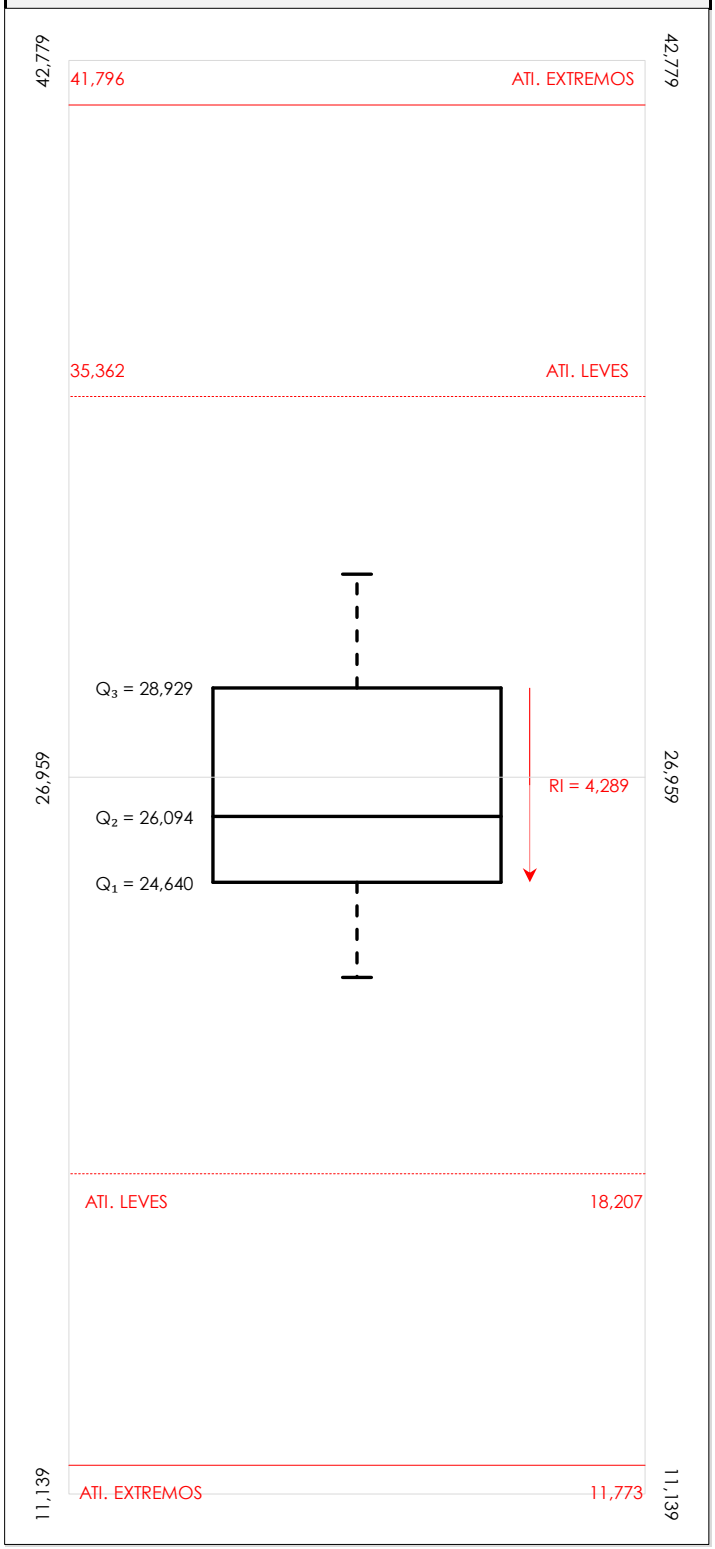
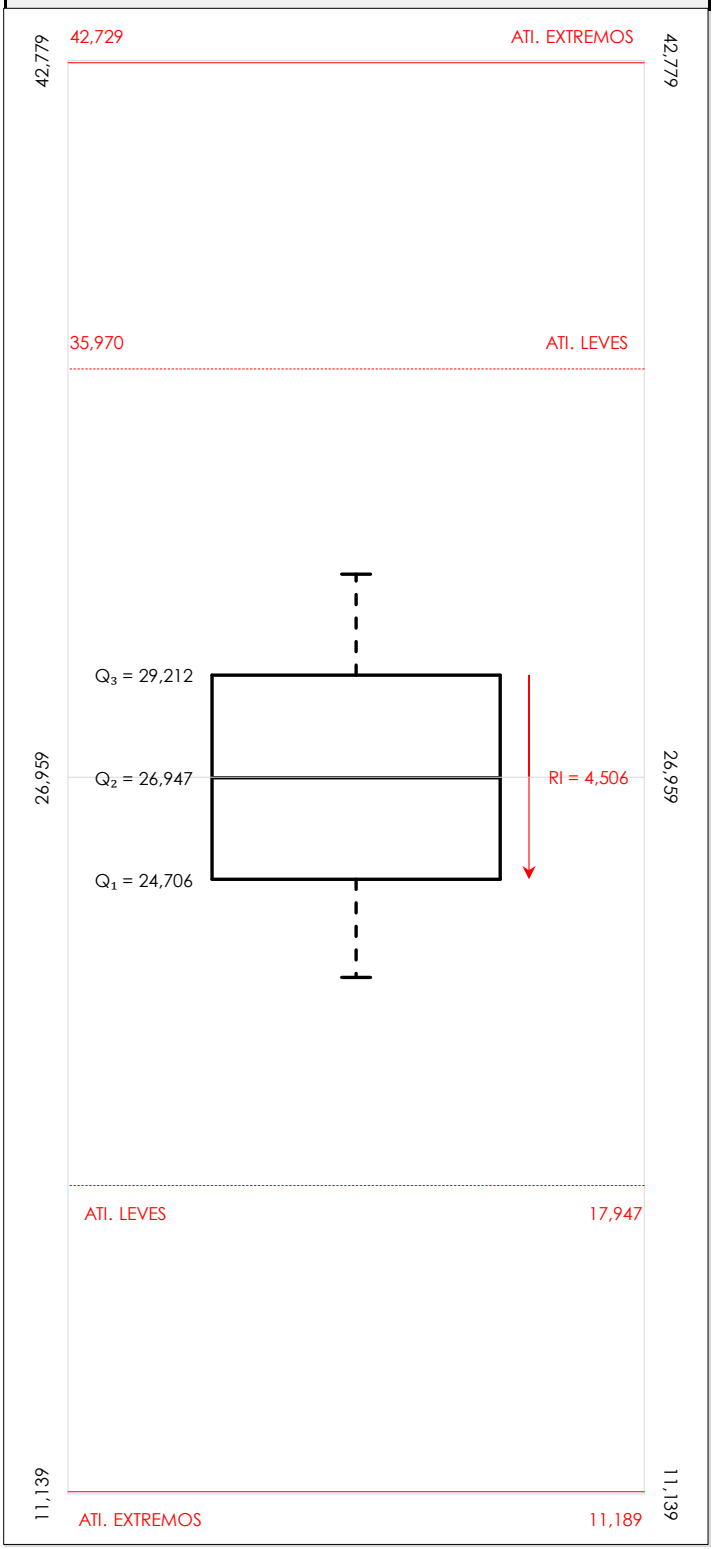


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr160hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR160HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	31,30	32,30	32,30	31,40	30,80	31,44	31,30	32,30	32,30	31,40	30,80	31,44
Valor Mínimo (min ; DB)	22,60	21,30	23,20	20,70	23,50	22,54	22,60	21,30	23,20	20,70	23,50	22,54
Valor Promedio (M ; DB)	26,77	26,68	27,07	26,62	26,88	26,80	26,94	26,87	27,21	26,74	27,16	26,98
Desviación Típica (SDL ;DB)	2,97	3,51	2,89	3,24	2,73	2,93	3,04	3,60	2,98	3,35	2,65	2,98
Coef. Variación (CV ; ---)	0,11	0,13	0,11	0,12	0,10	0,11	0,11	0,13	0,11	0,13	0,10	0,11
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	1,115	2,926	8,338	9,452	8,522		1,159	2,984	8,647	9,806	8,680	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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 ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr200hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

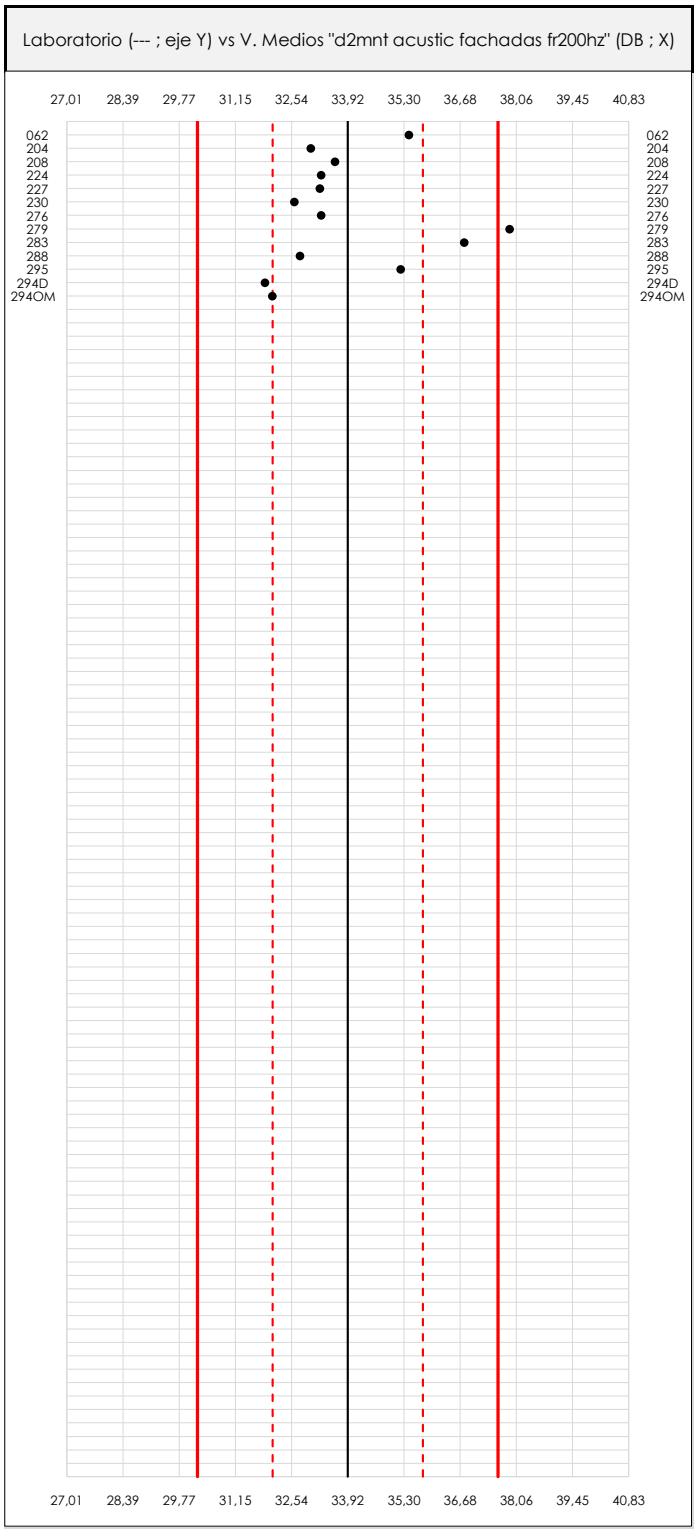
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

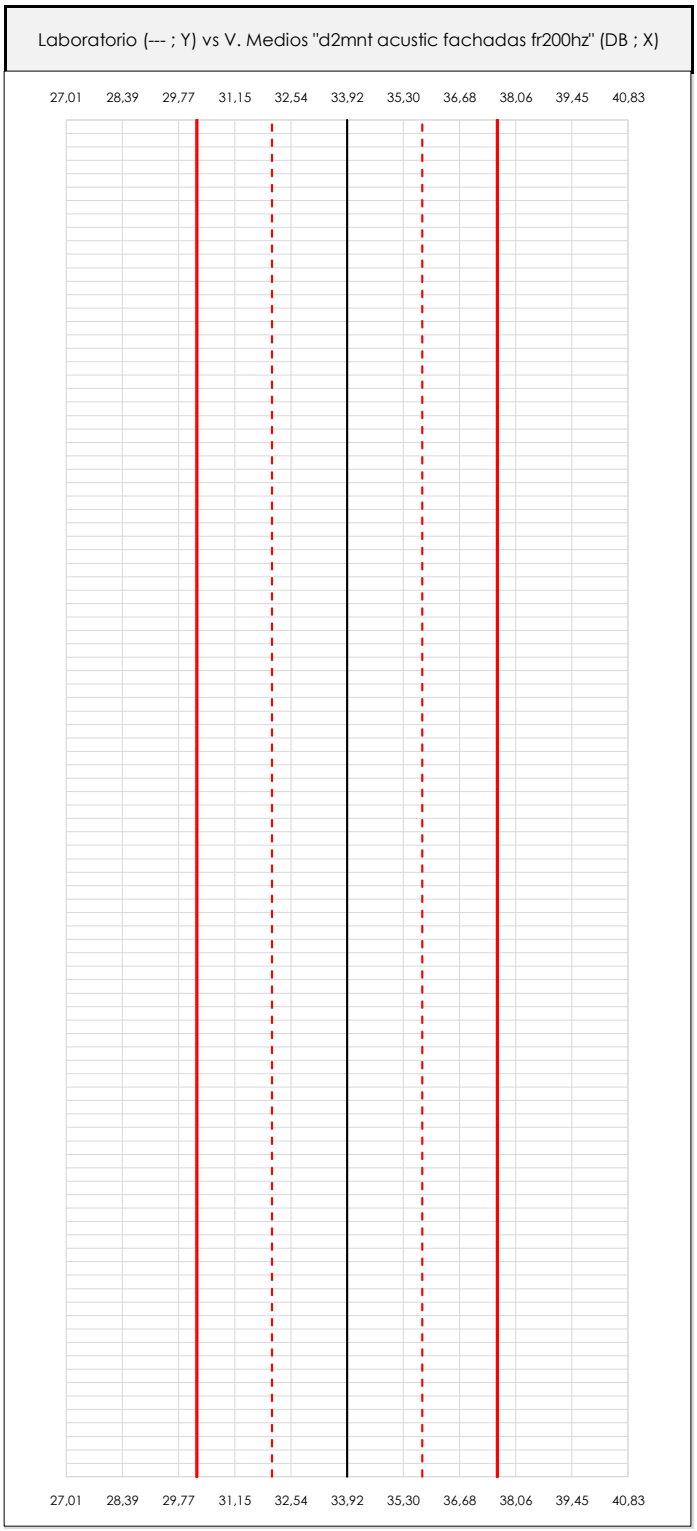
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

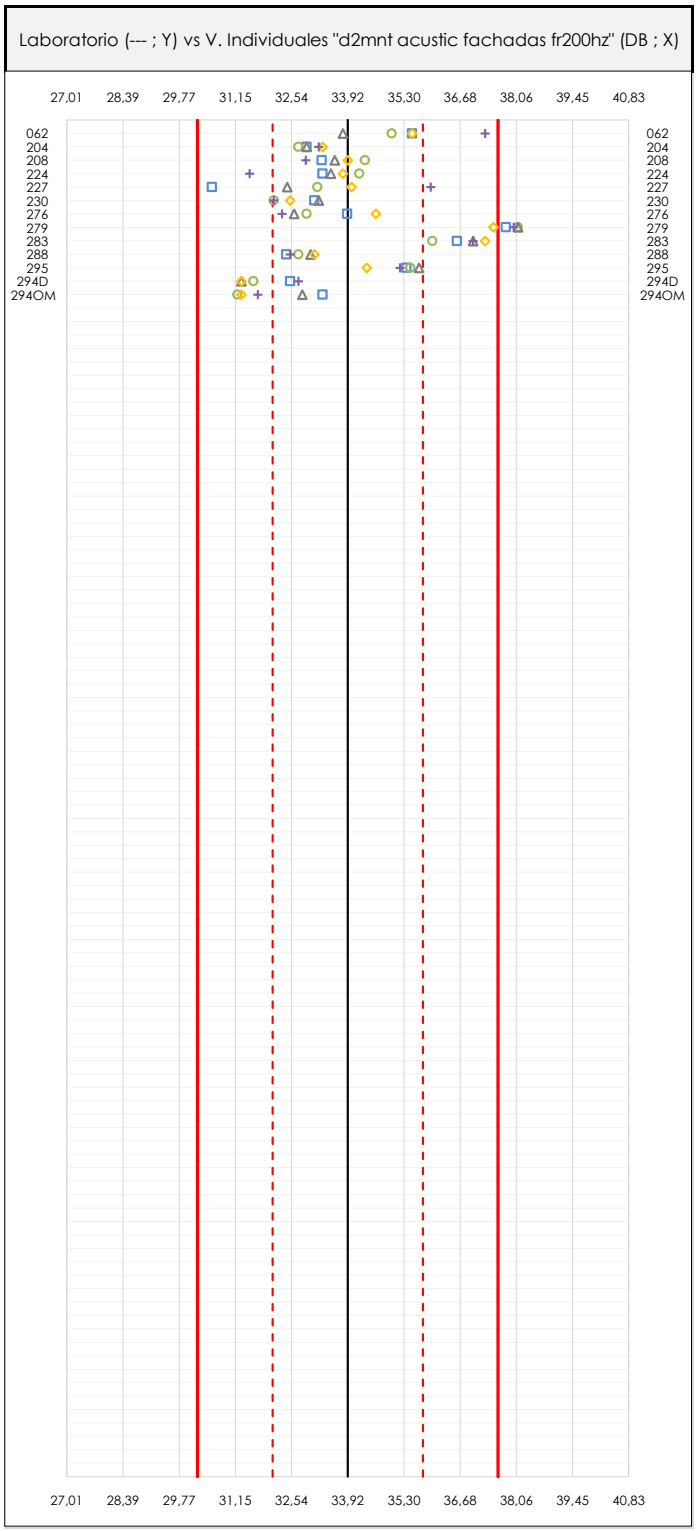
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,77/32,07 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,62/30,22 ; líneas rojas de trazo continuo).

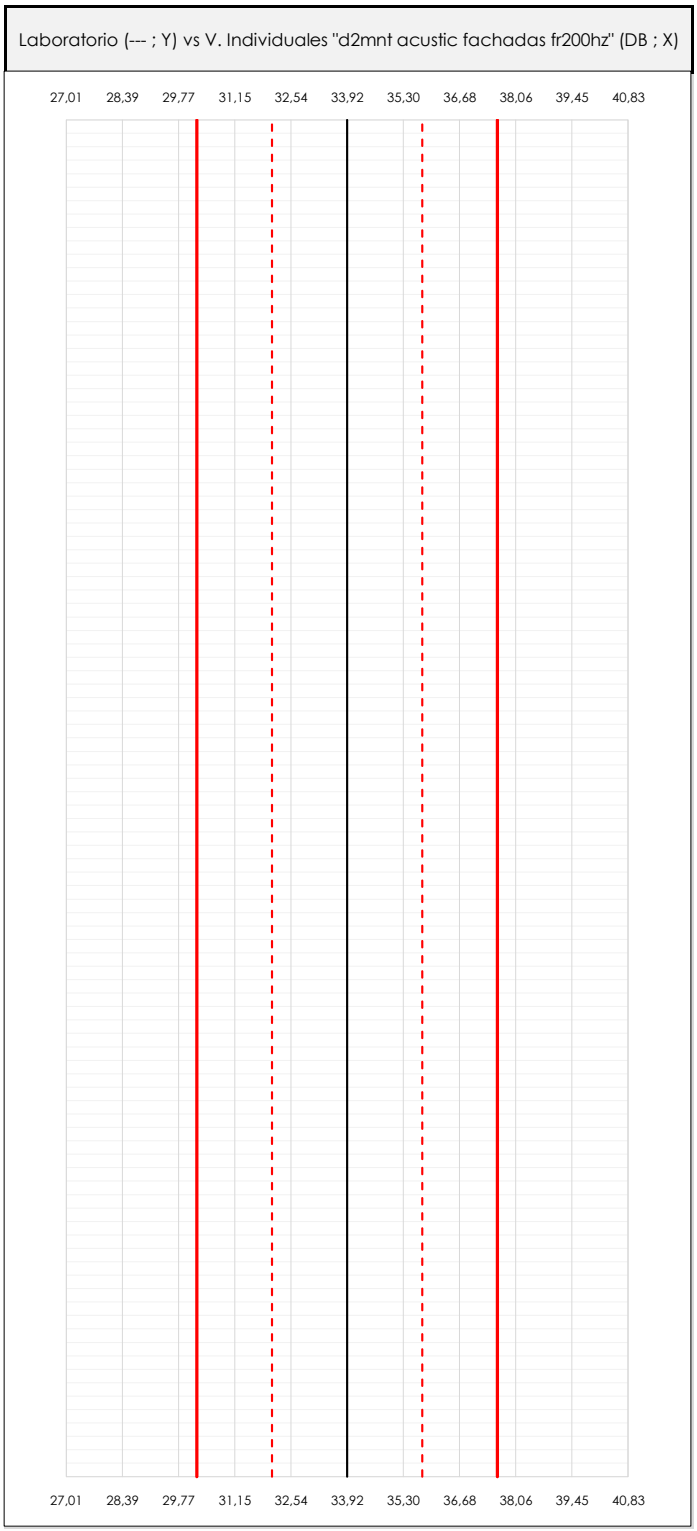
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,77/32,07 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,62/30,22 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	35,50	35,00	33,80	35,50	37,30	35,42	1,260	4,43	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	32,90	32,70	32,90	33,30	33,20	33,00	0,245	-2,71	✓	
208	33,28	34,34	33,60	33,92	32,88	33,60	0,562	-0,94	✓	
224	33,30	34,20	33,50	33,80	31,50	33,26	1,041	-1,94	✓	
227	30,57	33,17	32,42	34,01	35,96	33,23	1,987	-2,04	✓	
230	33,10	32,10	33,20	32,50	32,10	32,60	0,529	-3,89	✓	
276	33,90	32,90	32,60	34,60	32,30	33,26	0,961	-1,94	✓	
279	37,80	38,10	38,10	37,50	38,00	37,90	0,255	11,74	✓	
283	36,60	36,00	37,00	37,30	37,00	36,78	0,502	8,44	✓	
288	32,40	32,70	33,00	33,10	32,50	32,74	0,305	-3,47	✓	
295	35,36	35,45	35,67	34,38	35,20	35,21	0,495	3,82	✓	
294D	32,50	31,60	31,30	31,30	32,70	31,88	0,672	-6,01	✓	
294OM	33,30	31,20	32,80	31,30	31,70	32,06	0,940	-5,48	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

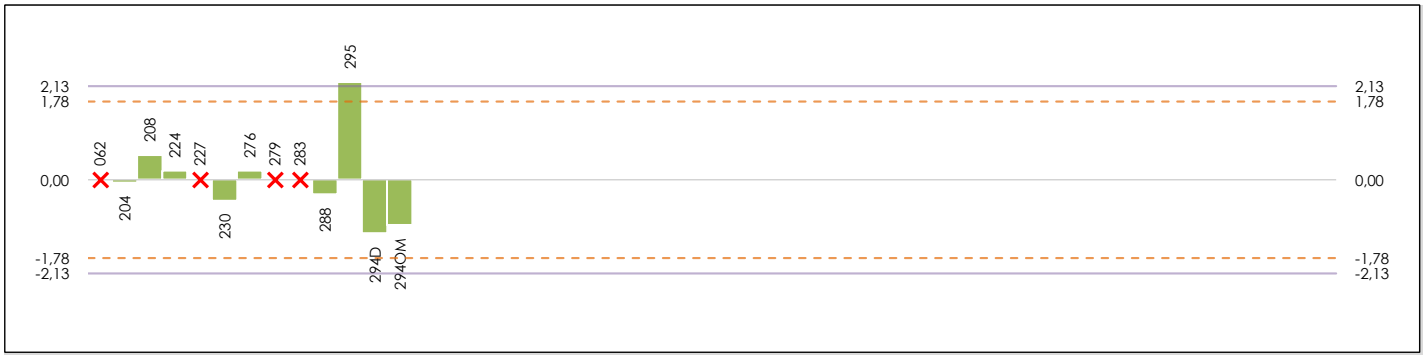
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

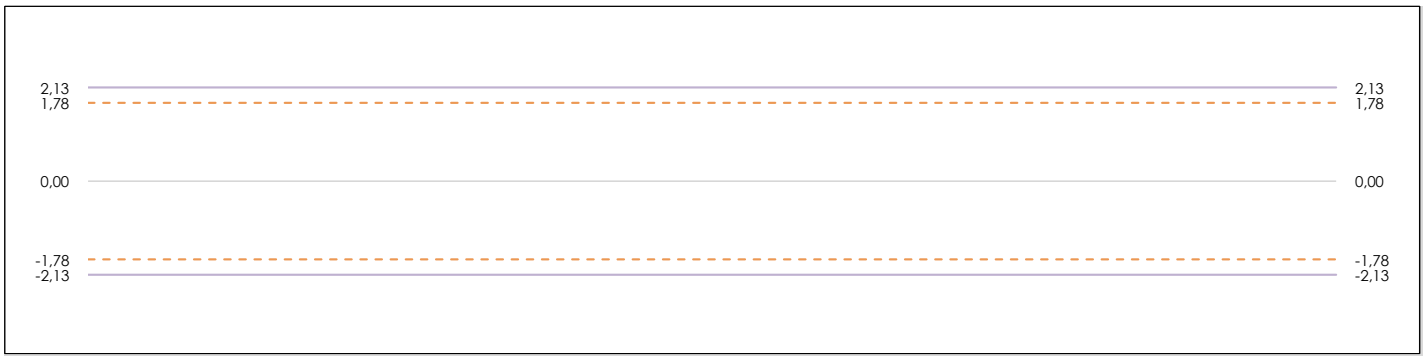
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

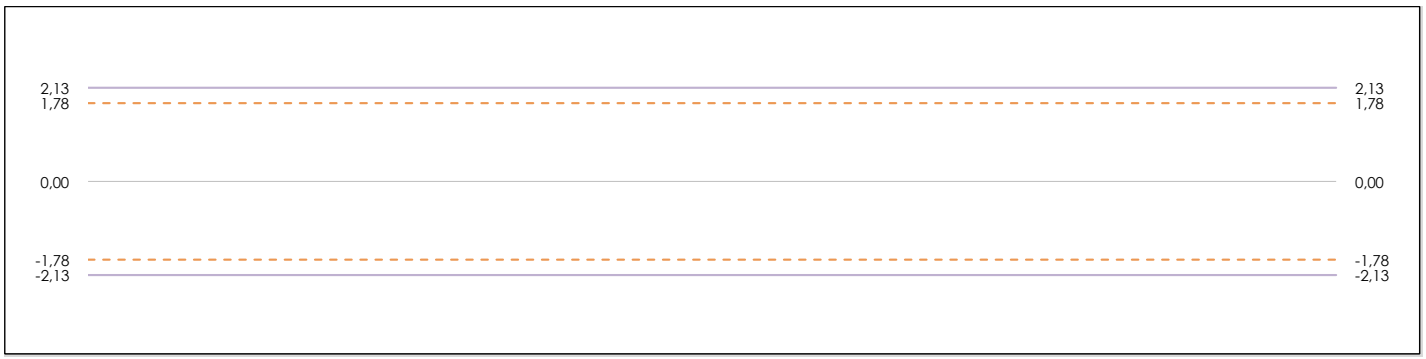
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

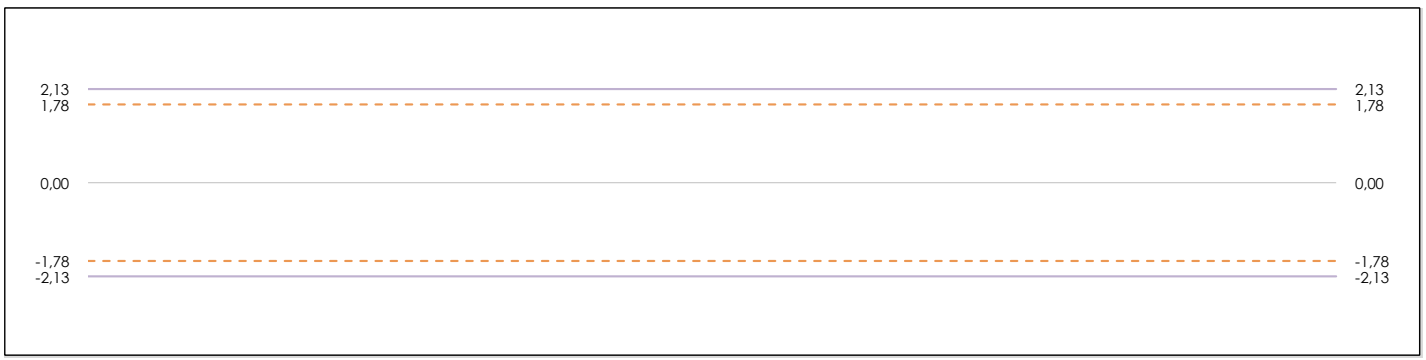
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

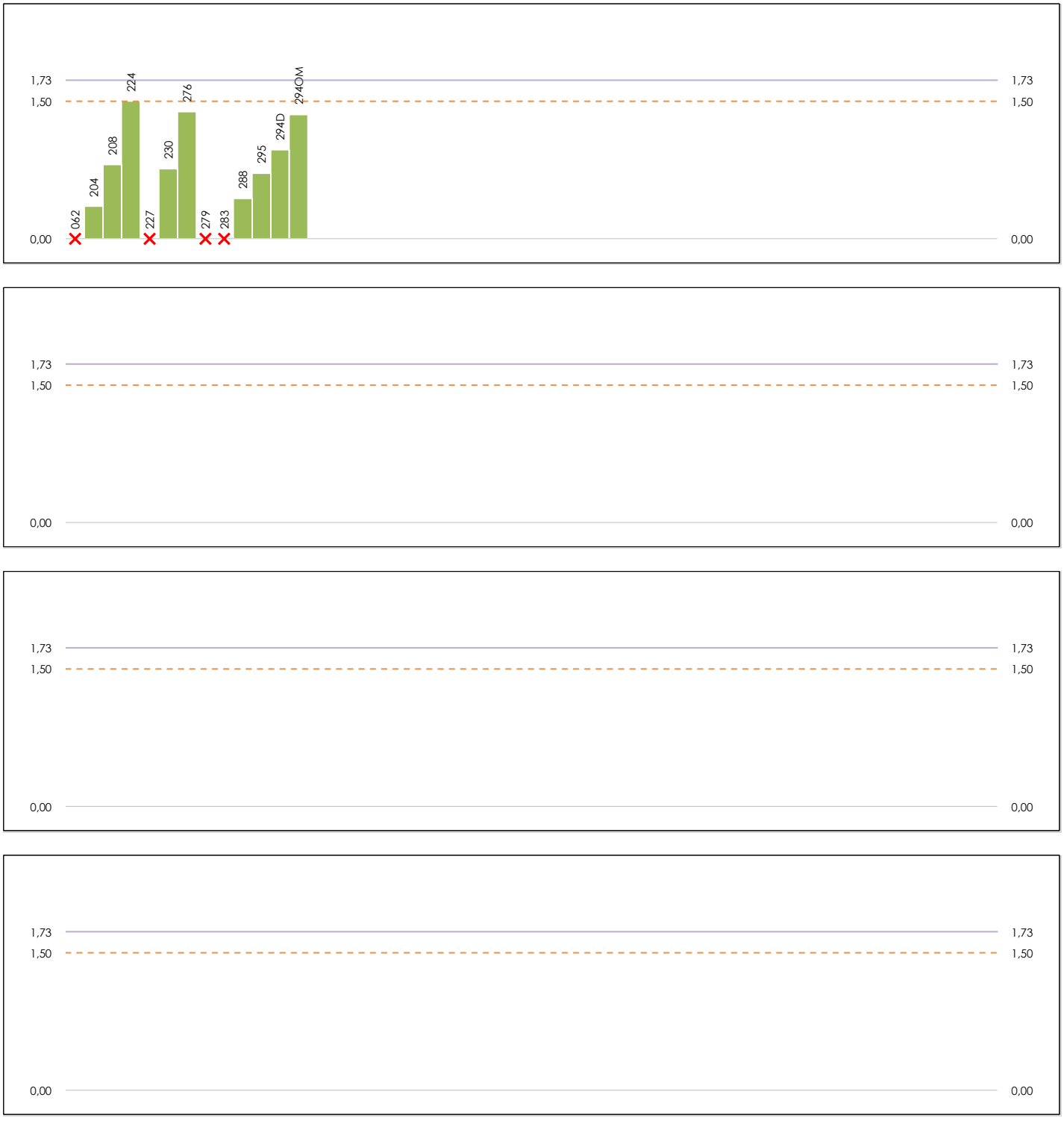
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	35,50	35,000	33,800	35,500	37,300	35,420	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	32,90	32,700	32,900	33,300	33,200	33,000	0,245	-0,21	-0,07	0,35						✓
208	33,28	34,336	33,596	33,916	32,881	33,601	0,562	1,61	0,54	0,81					0,2344	✓
224	33,30	34,200	33,500	33,800	31,500	33,260	1,041	0,58	0,20	1,50						✓
227	30,57	33,170	32,421	34,008	35,960	33,226	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
230	33,10	32,100	33,200	32,500	32,100	32,600	0,529	-1,42	-0,48	0,76						✓
276	33,90	32,900	32,600	34,600	32,300	33,260	0,961	0,58	0,20	1,38						✓
279	37,80	38,100	38,100	37,500	38,000	37,900	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
283	36,60	36,000	37,000	37,300	37,000	36,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
288	32,40	32,700	33,000	33,100	32,500	32,740	0,305	-0,99	-0,33	0,44						✓
295	35,36	35,451	35,671	34,381	35,204	35,214	0,495	6,49	2,18**	0,71	0,250		2,184		0,2344	✓
294D	32,50	31,600	31,300	31,300	32,700	31,880	0,672	-3,59	-1,21	0,97		1,210		0,5961		✓
294OM	33,30	31,200	32,800	31,300	31,700	32,060	0,940	-3,05	-1,03	1,35				0,5961		✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

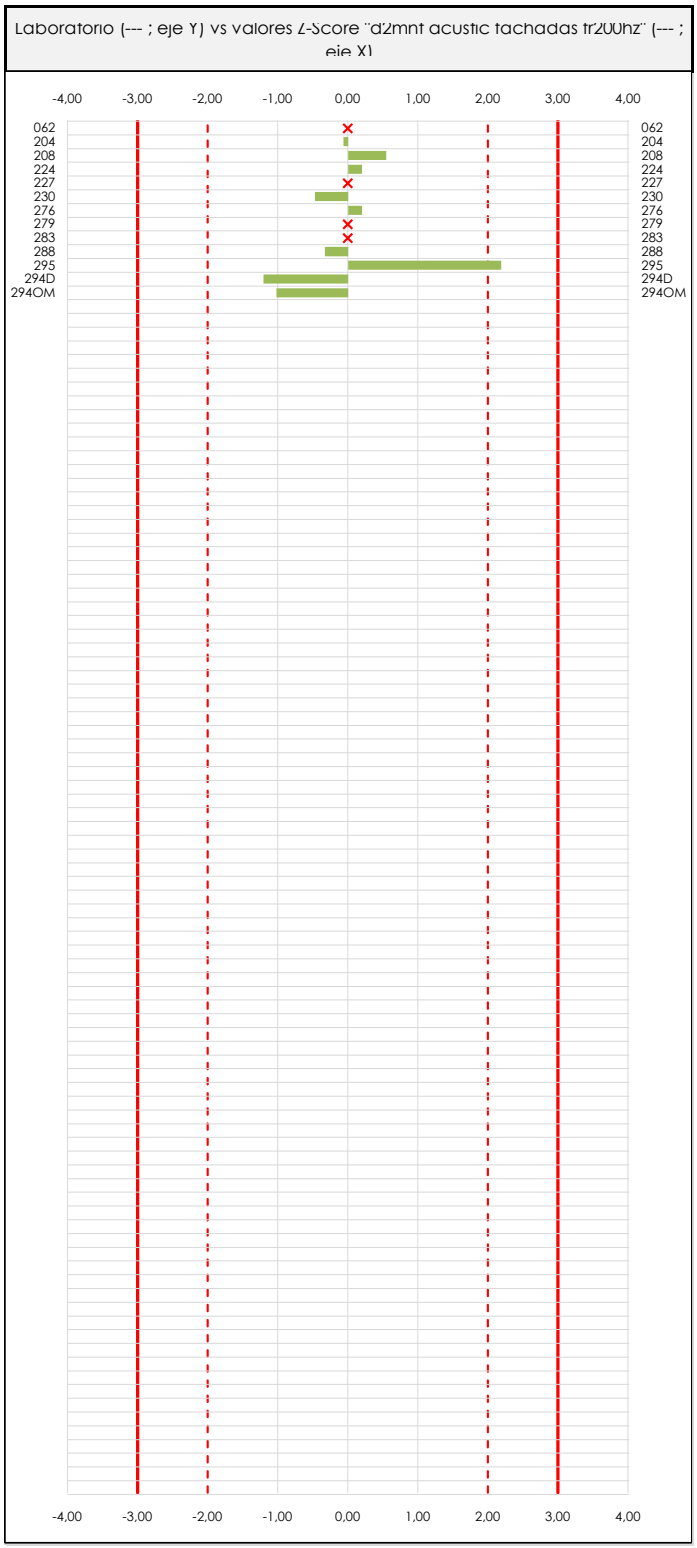
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

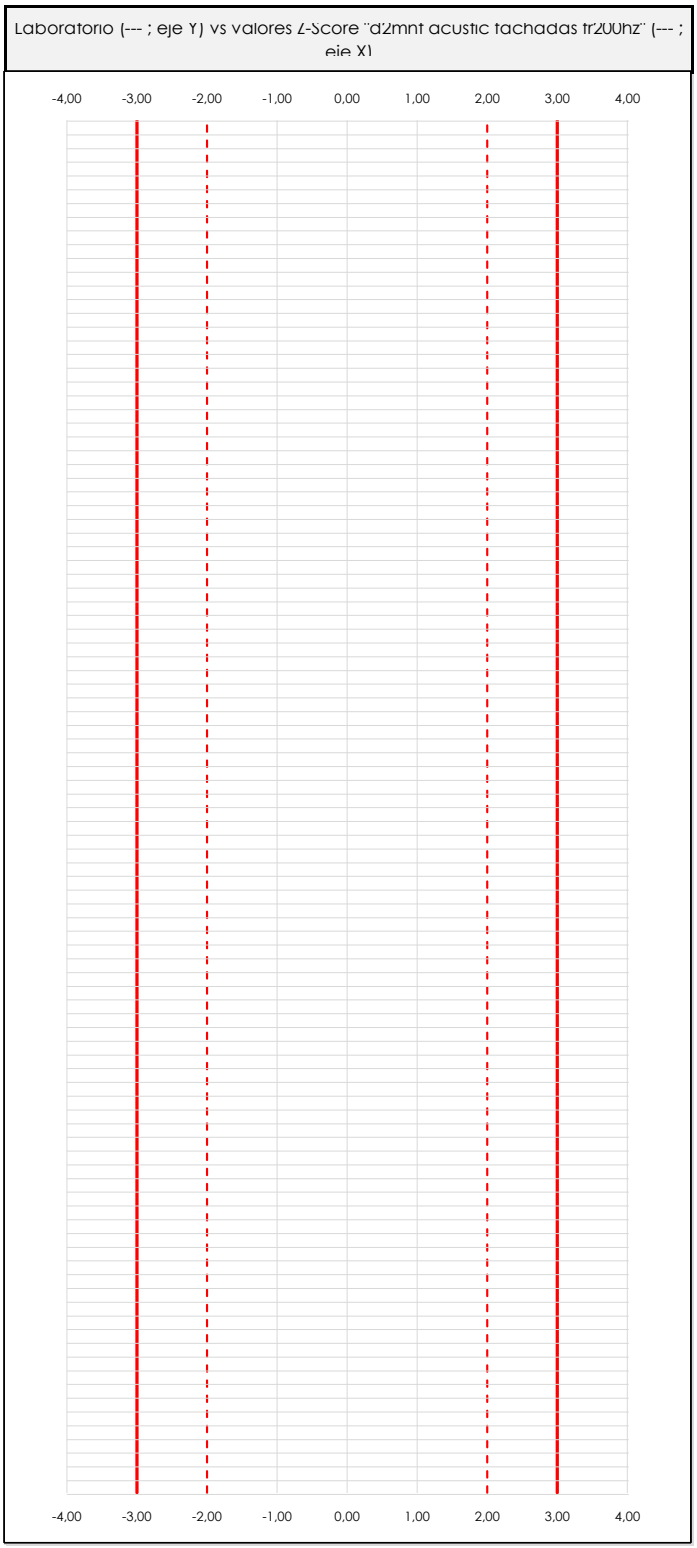
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	35,50	35,00	33,80	35,50	37,30	35,42	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	32,90	32,70	32,90	33,30	33,20	33,00	0,245	-0,21	✓	✓	✓			-0,070	S
208	33,28	34,34	33,60	33,92	32,88	33,60	0,562	1,61	✓	✓	✓			0,542	S
224	33,30	34,20	33,50	33,80	31,50	33,26	1,041	0,58	✓	✓	✓			0,195	S
227	30,57	33,17	32,42	34,01	35,96	33,23	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
230	33,10	32,10	33,20	32,50	32,10	32,60	0,529	-1,42	✓	✓	✓			-0,477	S
276	33,90	32,90	32,60	34,60	32,30	33,26	0,961	0,58	✓	✓	✓			0,195	S
279	37,80	38,10	38,10	37,50	38,00	37,90	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
283	36,60	36,00	37,00	37,30	37,00	36,78	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
288	32,40	32,70	33,00	33,10	32,50	32,74	0,305	-0,99	✓	✓	✓			-0,334	S
295	35,36	35,45	35,67	34,38	35,20	35,21	0,495	6,49	✓	✓	✓			2,184	D
294D	32,50	31,60	31,30	31,30	32,70	31,88	0,672	-3,59	✓	✓	✓			-1,210	S
294OM	33,30	31,20	32,80	31,30	31,70	32,06	0,940	-3,05	✓	✓	✓			-1,026	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr200hz (DB)

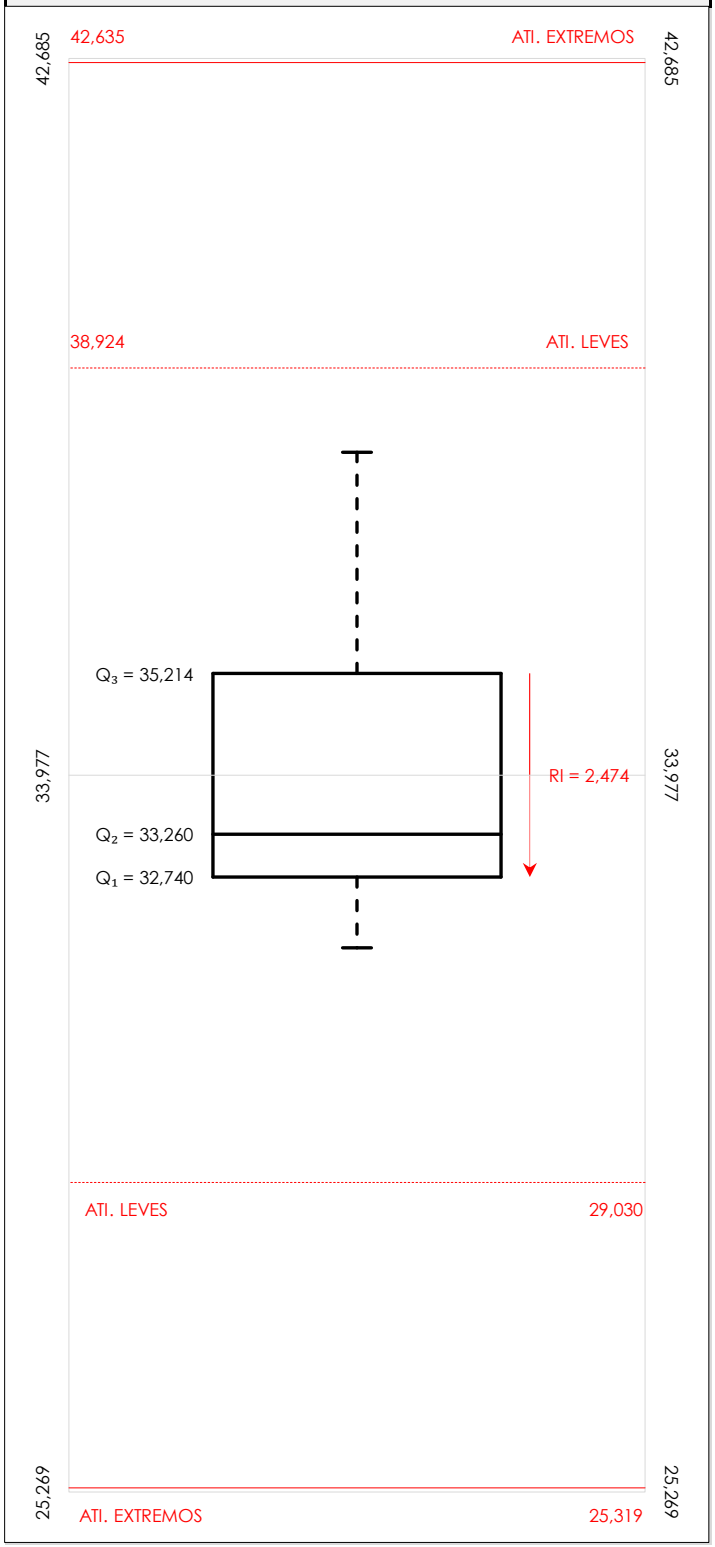
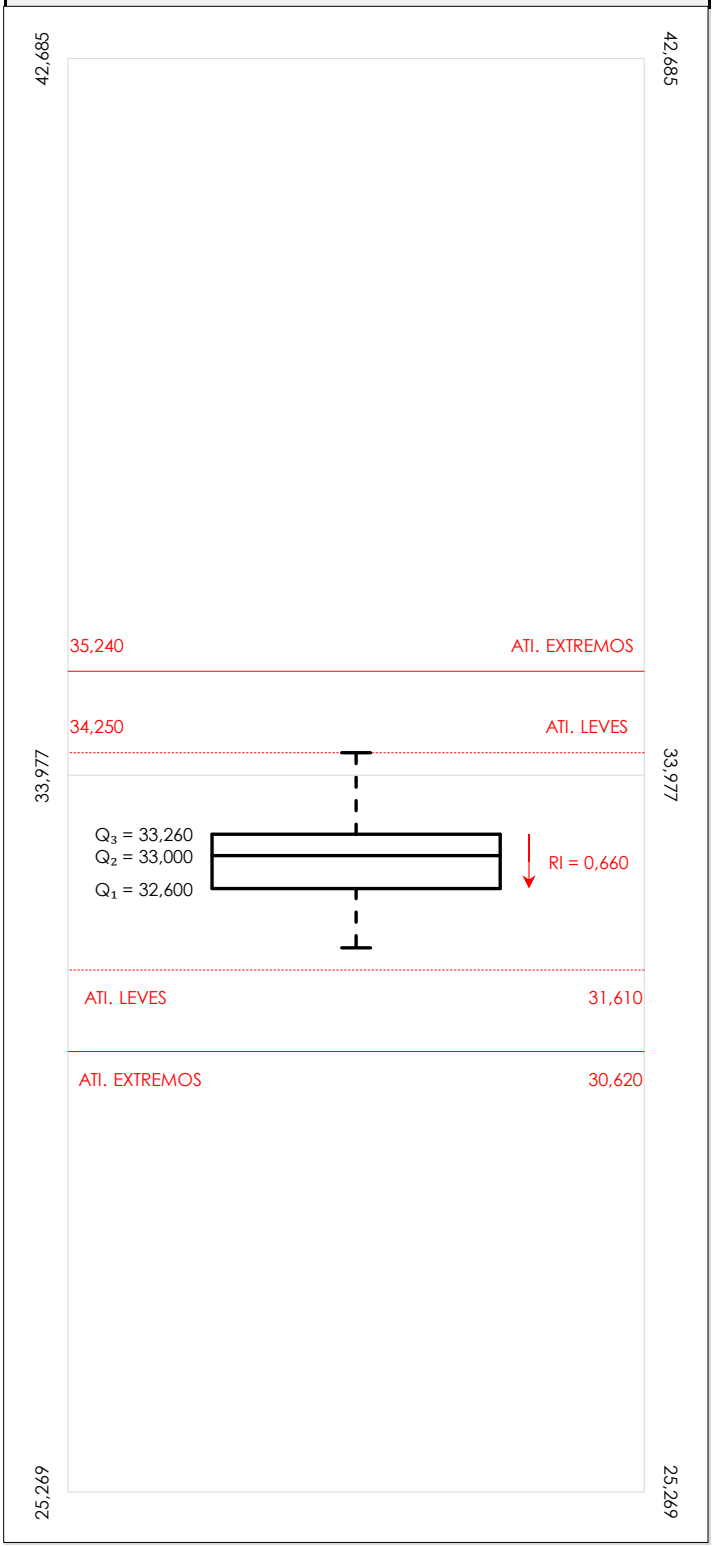


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr200hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR200HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 2 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 2 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	37,80	38,10	38,10	37,50	38,00	37,90	35,36	35,45	35,67	34,60	35,20	35,21
Valor Mínimo (min ; DB)	30,57	31,20	31,30	31,30	31,50	31,88	32,40	31,20	31,30	31,30	31,50	31,88
Valor Promedio (M ; DB)	33,89	33,80	33,84	34,04	34,03	33,92	33,34	33,02	33,17	33,13	32,68	33,07
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,94	1,96	1,93	1,92	2,33	1,85	0,88	1,39	1,15	1,22	1,09	0,98
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,05	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03
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	0,784	2,454	3,260	4,044	5,574		0,482	1,924	0,869	1,350	3,221	
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%	2,13	1,73	0,322	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,271	2,215	0,1492	1,78	1,50	0,358	2,215	0,1492

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr250hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

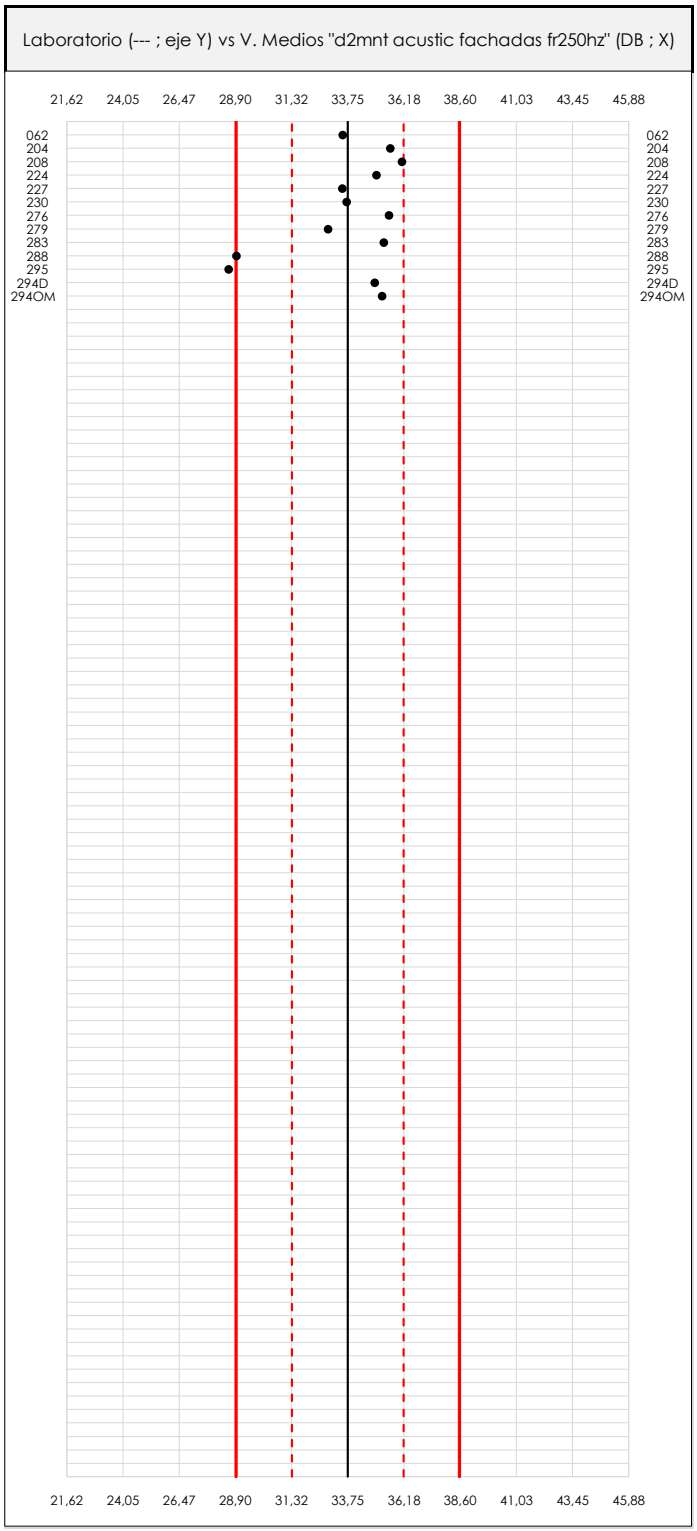
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

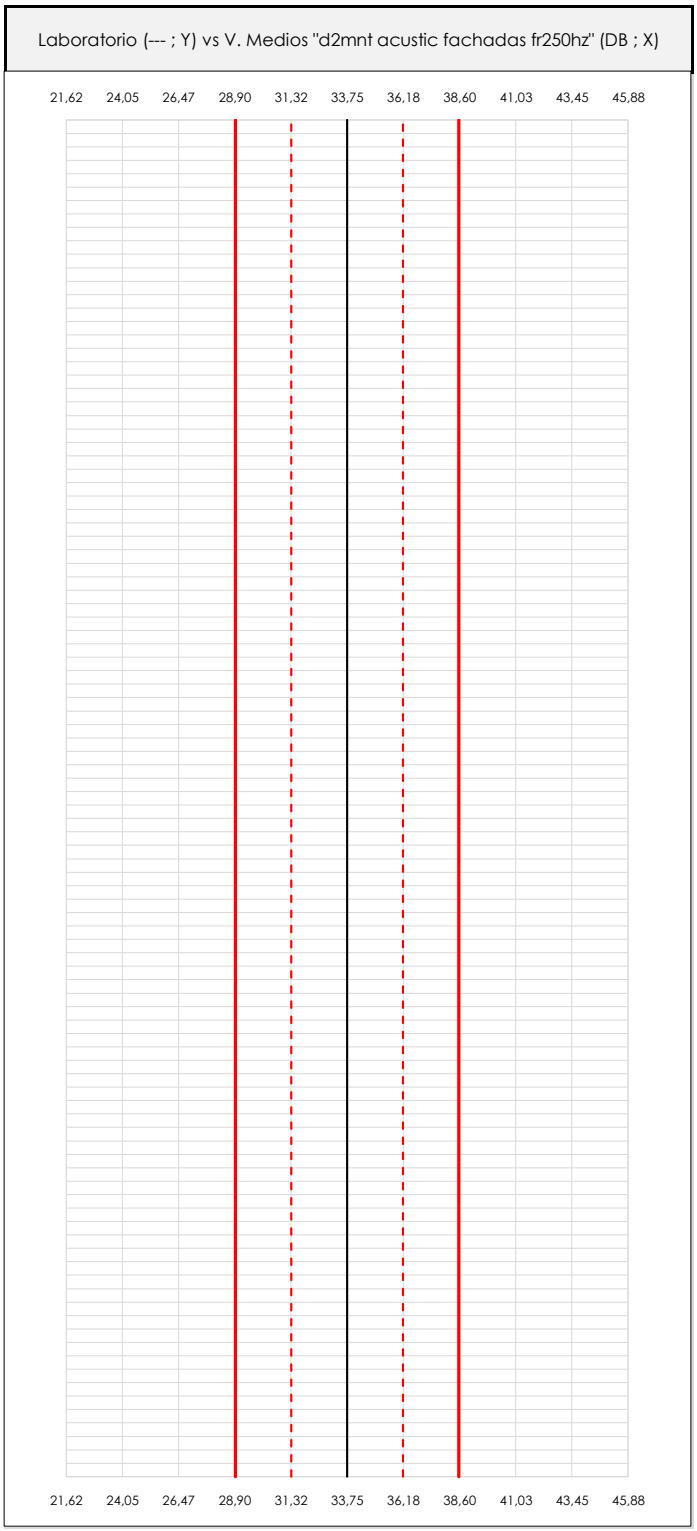
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

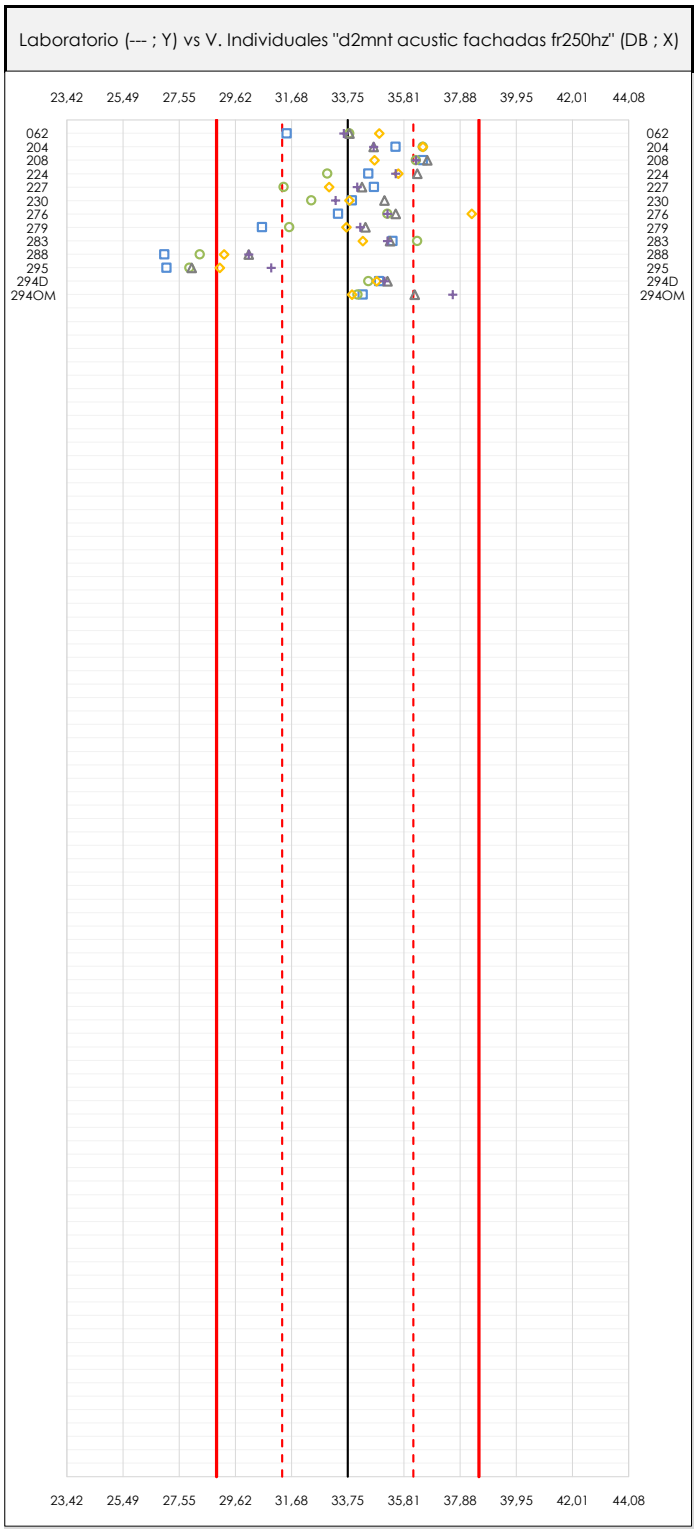
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,16/31,34 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,57/28,93 ; líneas rojas de trazo continuo).

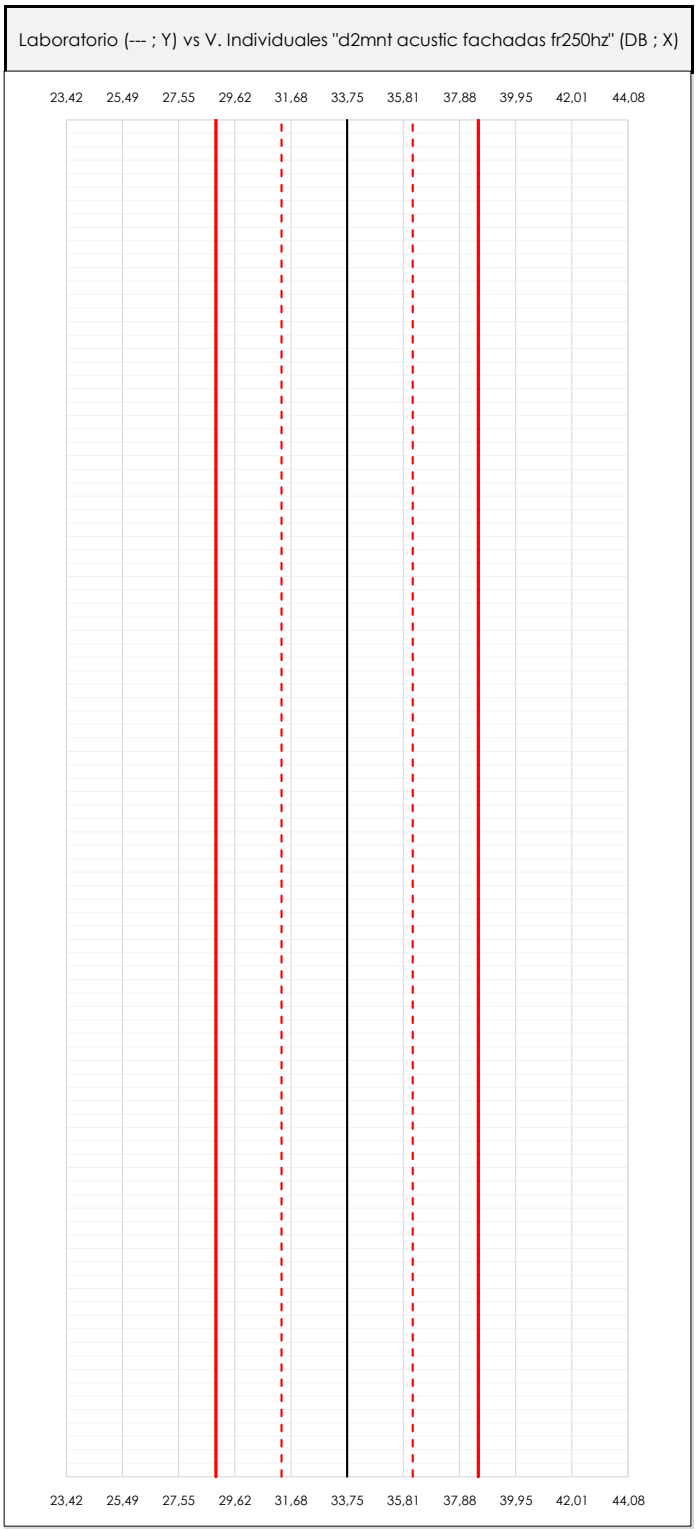
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,75 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,16/31,34 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,57/28,93 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	31,50	33,80	33,80	34,90	33,60	33,52	1,240	-0,68	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	35,50	36,50	34,70	36,50	34,70	35,58	0,901	5,42	✓	
208	36,51	36,25	36,66	34,73	36,25	36,08	0,776	6,90	✓	
224	34,50	33,00	36,30	35,60	35,50	34,98	1,279	3,65	✓	
227	34,71	31,39	34,27	33,06	34,09	33,51	1,328	-0,72	✓	
230	33,90	32,40	35,10	33,80	33,30	33,70	0,982	-0,15	✓	
276	33,40	35,20	35,50	38,30	35,20	35,52	1,763	5,25	✓	
279	30,60	31,60	34,40	33,70	34,20	32,90	1,700	-2,52	✓	
283	35,40	36,30	35,30	34,30	35,20	35,30	0,711	4,59	✓	
288	27,00	28,30	30,10	29,20	30,10	28,94	1,316	-14,25	✓	
295	27,09	27,93	28,01	29,05	30,93	28,60	1,476	-15,26	✓	
294D	34,90	34,50	35,20	34,80	35,10	34,90	0,274	3,41	✓	
294OM	34,30	34,10	36,20	33,90	37,60	35,22	1,618	4,36	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

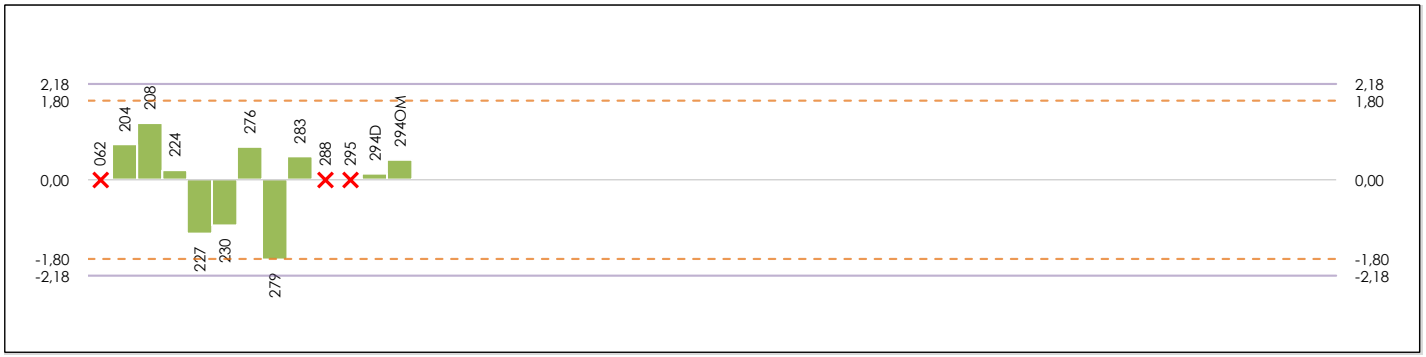
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

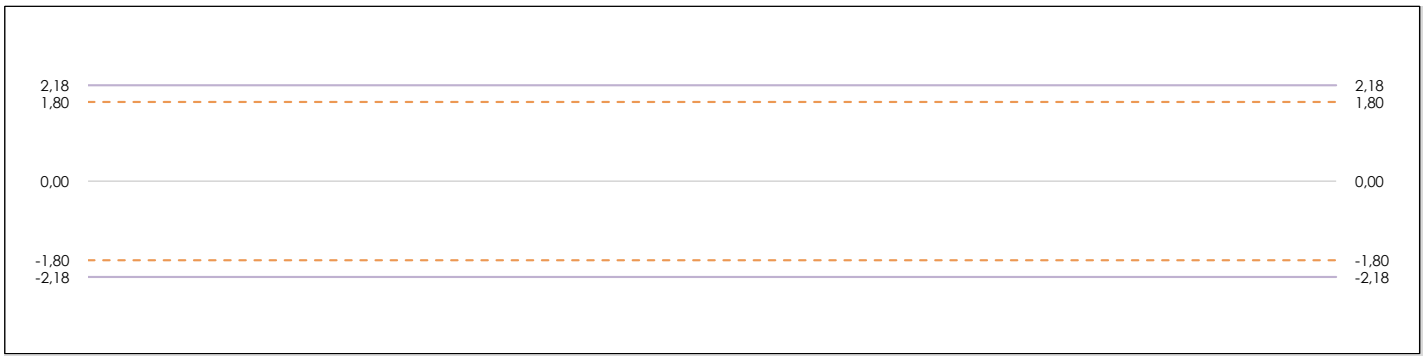
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

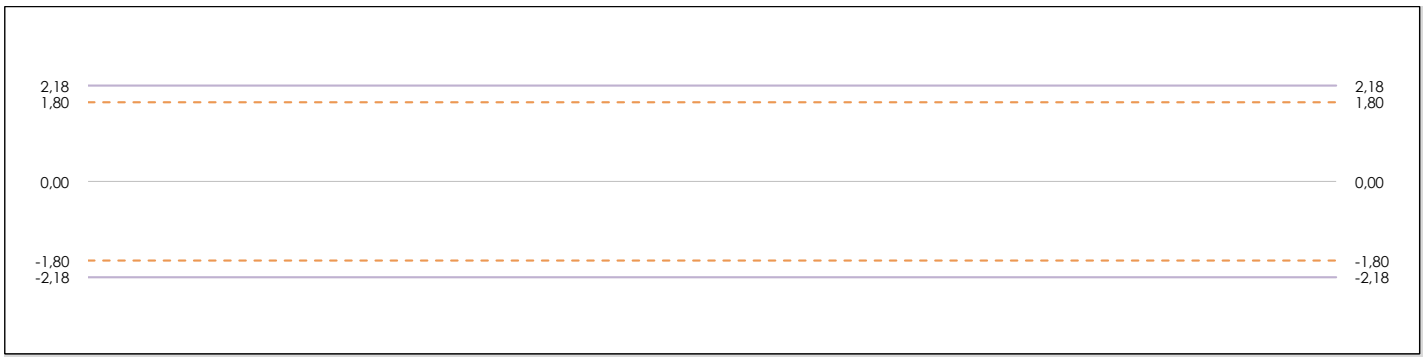
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

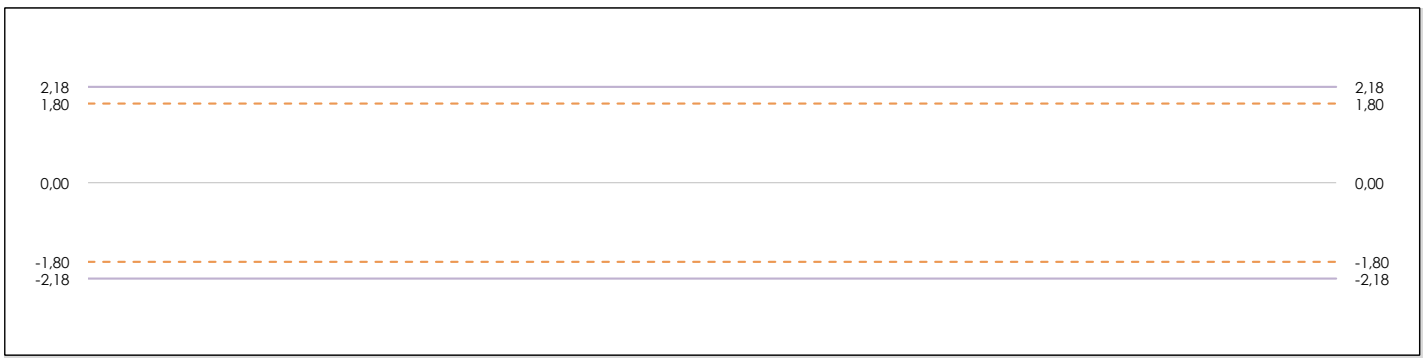
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

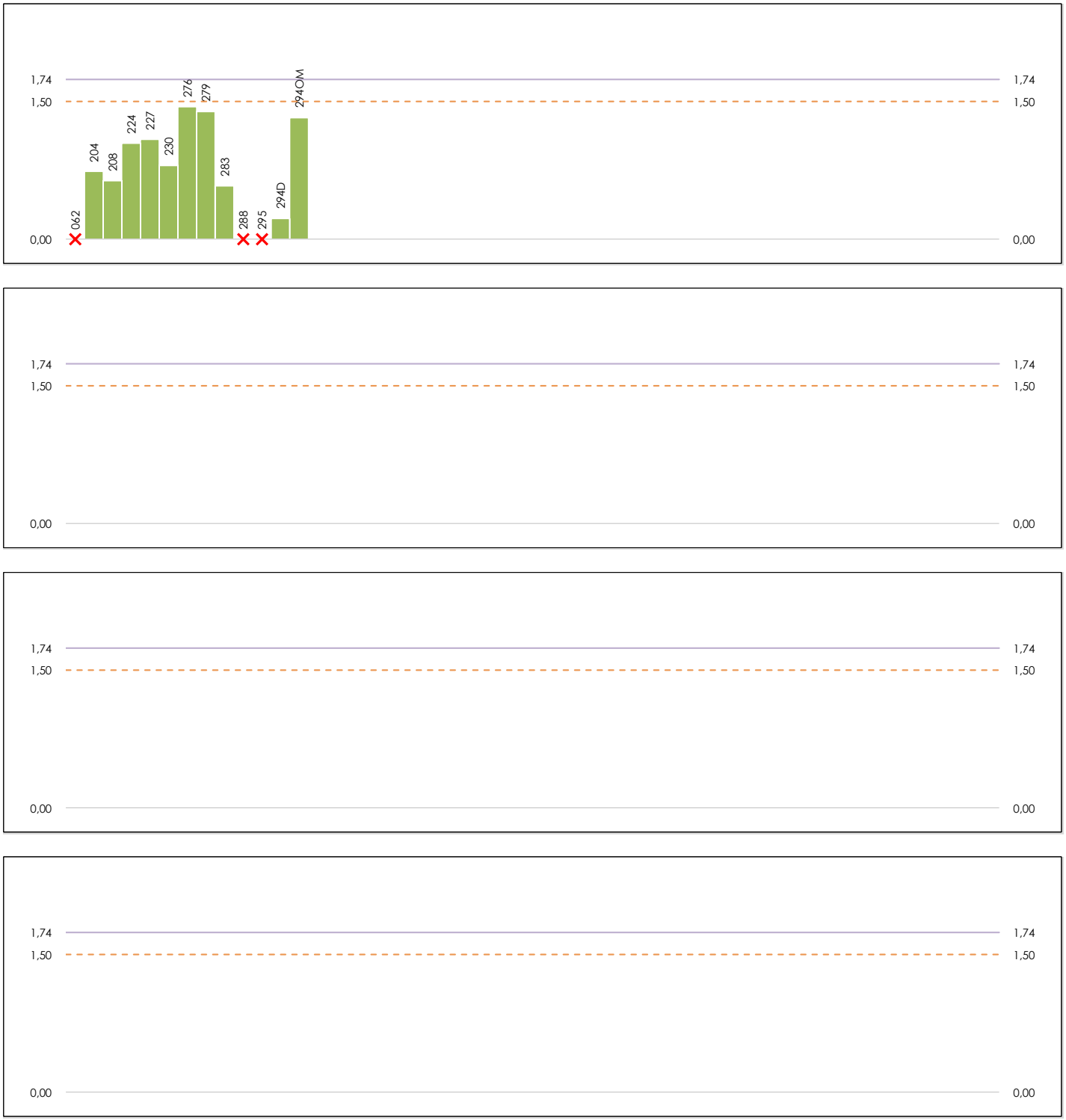
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	31,50	33,800	33,800	34,900	33,600	33,520	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	35,50	36,500	34,700	36,500	34,700	35,580	0,901	2,33	0,78	0,74					0,6977	✓
208	36,51	36,250	36,660	34,727	36,245	36,078	0,776	3,77	1,26	0,63			1,261		0,6977	✓
224	34,50	33,000	36,300	35,600	35,500	34,980	1,279	0,61	0,20	1,05						✓
227	34,71	31,393	34,273	33,058	34,095	33,507	1,328	-3,63	-1,21	1,09				0,3504		✓
230	33,90	32,400	35,100	33,800	33,300	33,700	0,982	-3,07	-1,03	0,80						✓
276	33,40	35,200	35,500	38,300	35,200	35,520	1,763	2,16	0,72	1,44						✓
279	30,60	31,600	34,400	33,700	34,200	32,900	1,700	-5,37	-1,80	1,39		1,799		0,3504		✓
283	35,40	36,300	35,300	34,300	35,200	35,300	0,711	1,53	0,51	0,58						✓
288	27,00	28,300	30,100	29,200	30,100	28,940	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
295	27,09	27,931	28,013	29,045	30,931	28,601	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
294D	34,90	34,500	35,200	34,800	35,100	34,900	0,274	0,38	0,13	0,22						✓
294OM	34,30	34,100	36,200	33,900	37,600	35,220	1,618	1,30	0,43	1,32						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

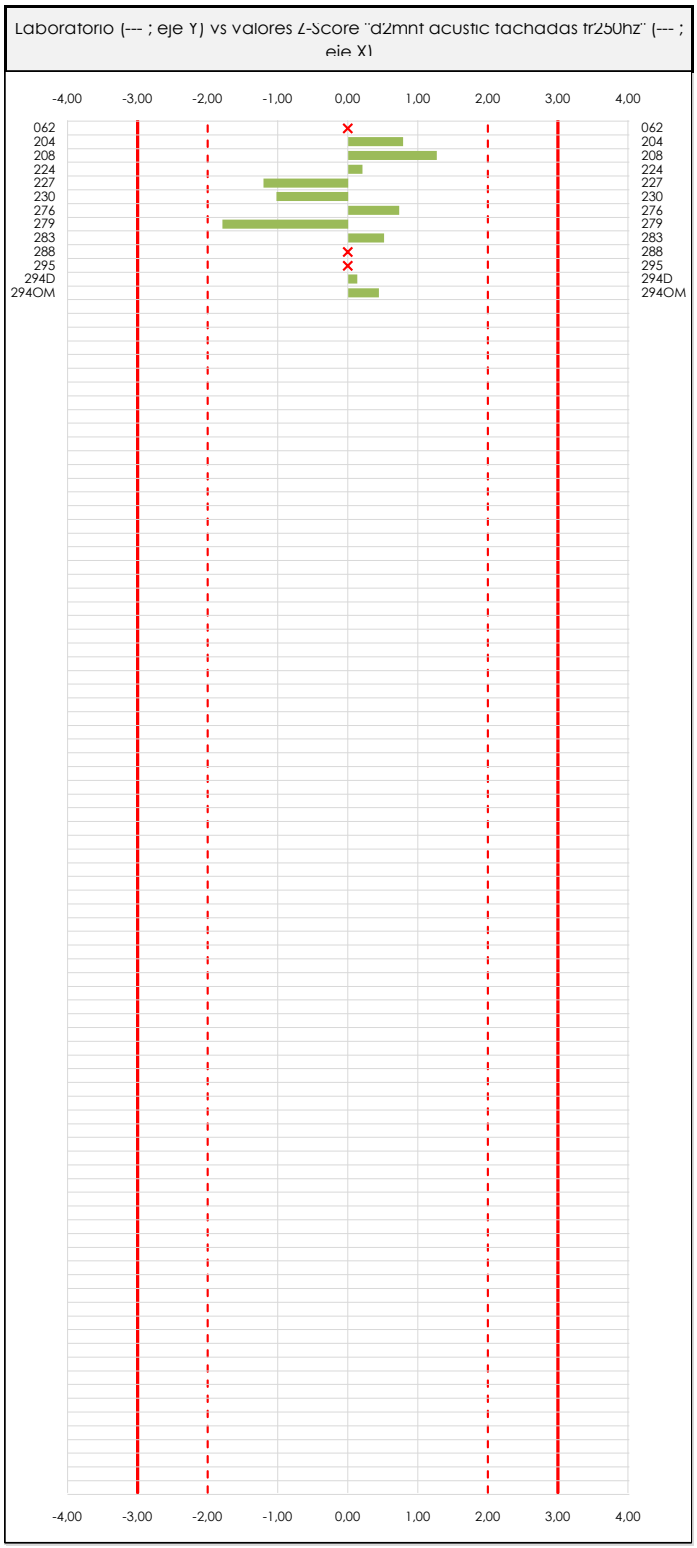
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

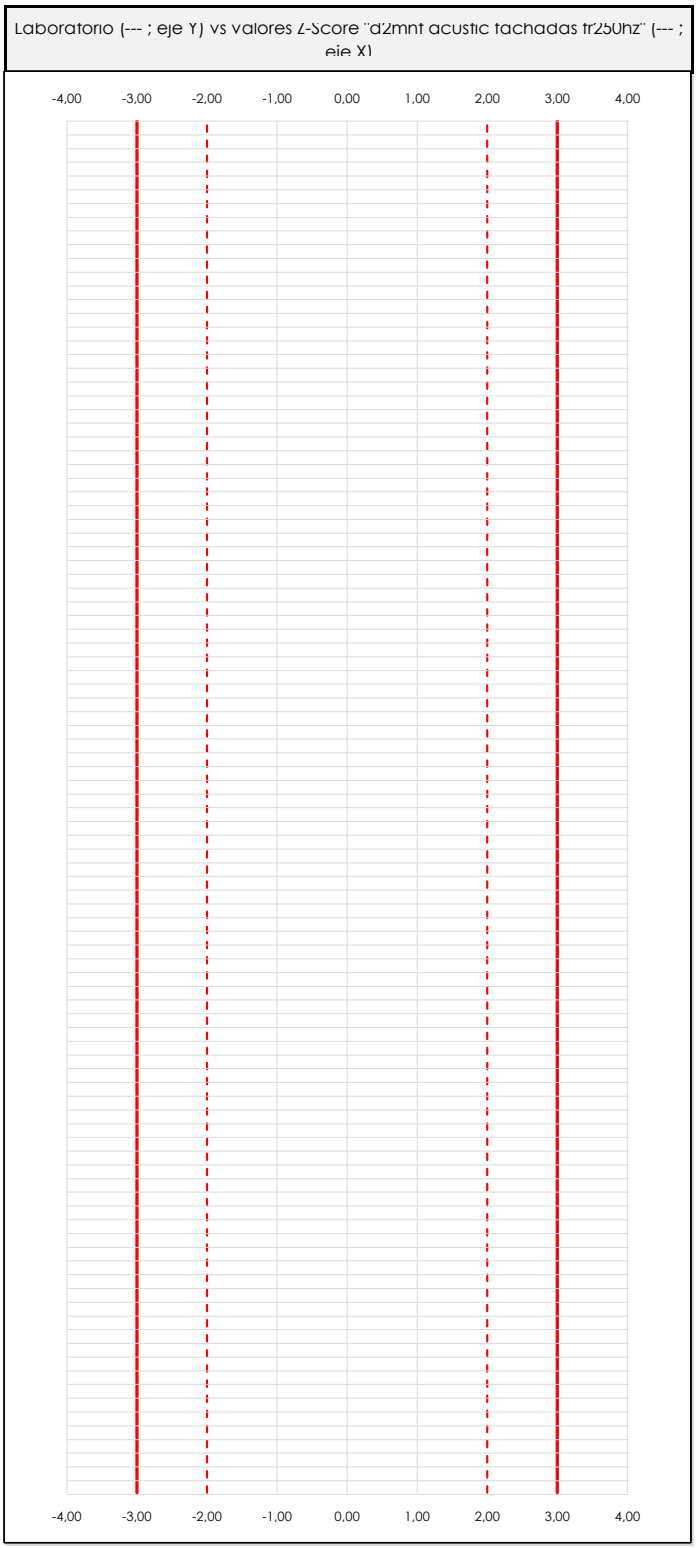
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	31,50	33,80	33,80	34,90	33,60	33,52	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	35,50	36,50	34,70	36,50	34,70	35,58	0,901	2,33	✓	✓	✓			0,781	S
208	36,51	36,25	36,66	34,73	36,25	36,08	0,776	3,77	✓	✓	✓			1,261	S
224	34,50	33,00	36,30	35,60	35,50	34,98	1,279	0,61	✓	✓	✓			0,204	S
227	34,71	31,39	34,27	33,06	34,09	33,51	1,328	-3,63	✓	✓	✓			-1,215	S
230	33,90	32,40	35,10	33,80	33,30	33,70	0,982	-3,07	✓	✓	✓			-1,029	S
276	33,40	35,20	35,50	38,30	35,20	35,52	1,763	2,16	✓	✓	✓			0,723	S
279	30,60	31,60	34,40	33,70	34,20	32,90	1,700	-5,37	✓	✓	✓			-1,799	S
283	35,40	36,30	35,30	34,30	35,20	35,30	0,711	1,53	✓	✓	✓			0,512	S
288	27,00	28,30	30,10	29,20	30,10	28,94	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
295	27,09	27,93	28,01	29,05	30,93	28,60	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
294D	34,90	34,50	35,20	34,80	35,10	34,90	0,274	0,38	✓	✓	✓			0,127	S
294OM	34,30	34,10	36,20	33,90	37,60	35,22	1,618	1,30	✓	✓	✓			0,435	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr250hz (DB)

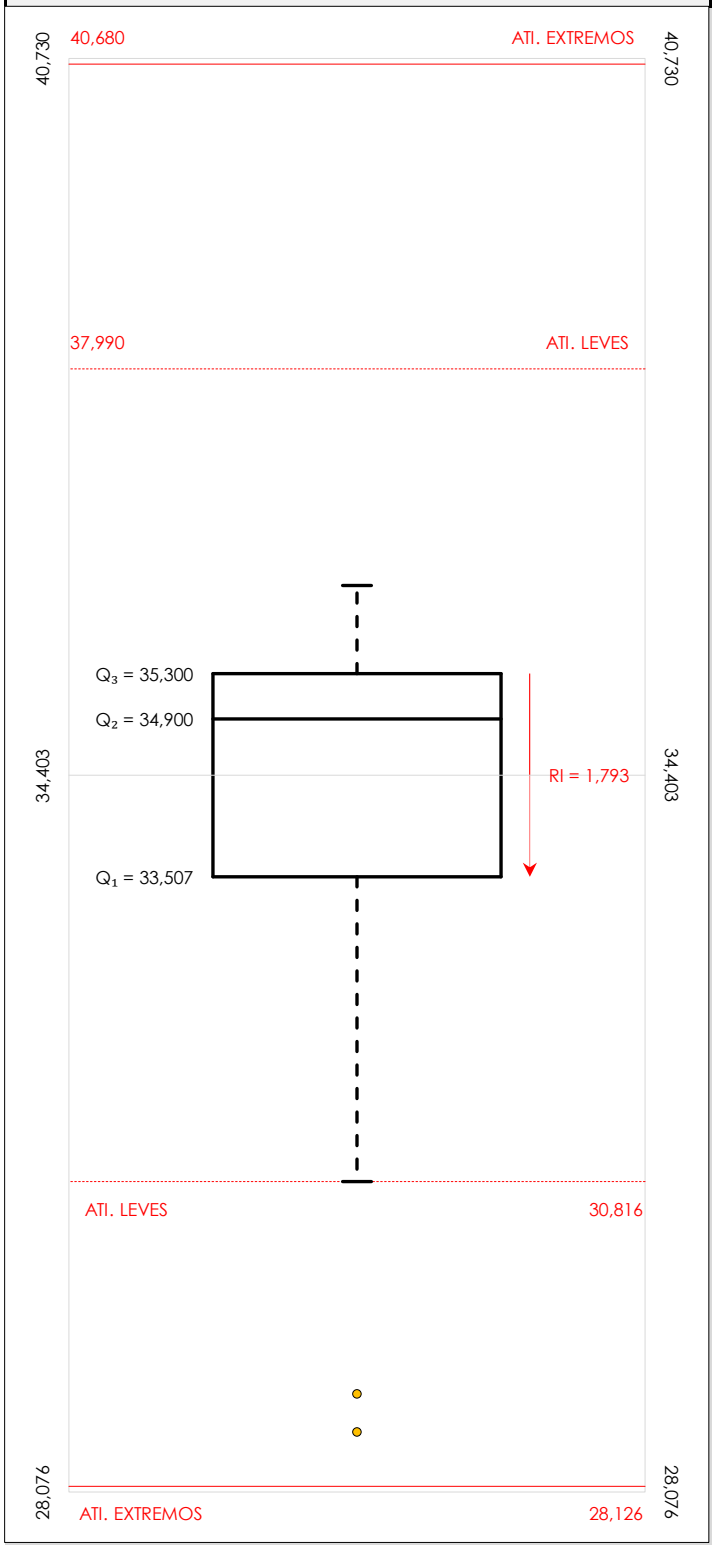
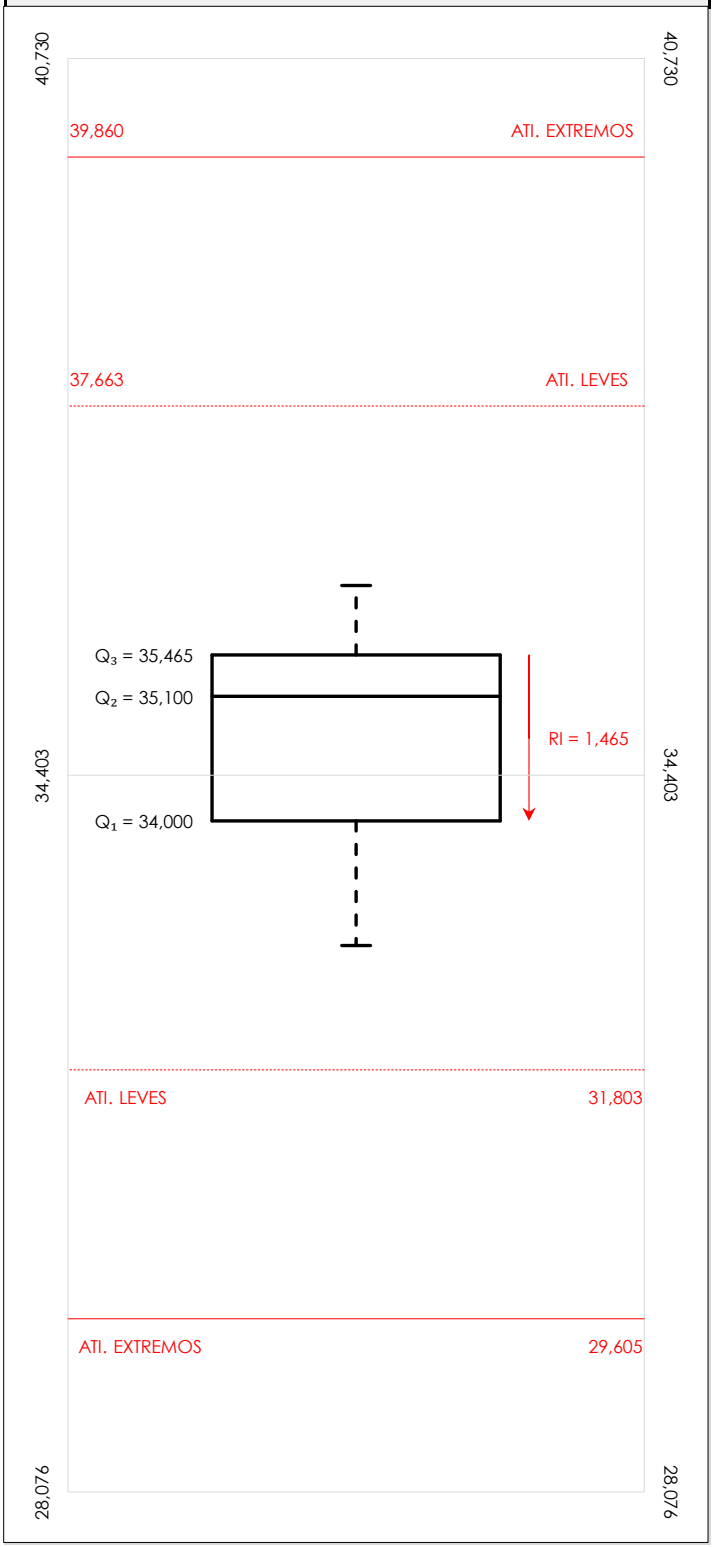


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr250hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR250HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 1 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 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	36,51	36,50	36,66	38,30	37,60	36,08	36,51	36,50	36,66	38,30	37,60	36,08
Valor Mínimo (min ; DB)	27,00	27,93	28,01	29,05	30,10	28,60	30,60	31,39	34,27	33,06	33,30	32,90
Valor Promedio (M ; DB)	33,02	33,17	34,27	33,99	34,29	33,75	34,37	34,12	35,36	34,87	35,11	34,77
Desviación Típica (SDL ;DB)	3,09	2,81	2,49	2,55	2,02	2,41	1,59	1,95	0,81	1,56	1,20	1,04
Coef. Variación (CV ; ---)	0,09	0,08	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,06	0,02	0,04	0,03	0,03
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	1,571	3,474	5,501	7,072	7,371		1,497	3,392	0,780	2,277	4,183	
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%	2,18	1,74	0,322	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,271	2,290	0,1864	1,80	1,50	0,331	2,290	0,1864

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 10 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr315hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

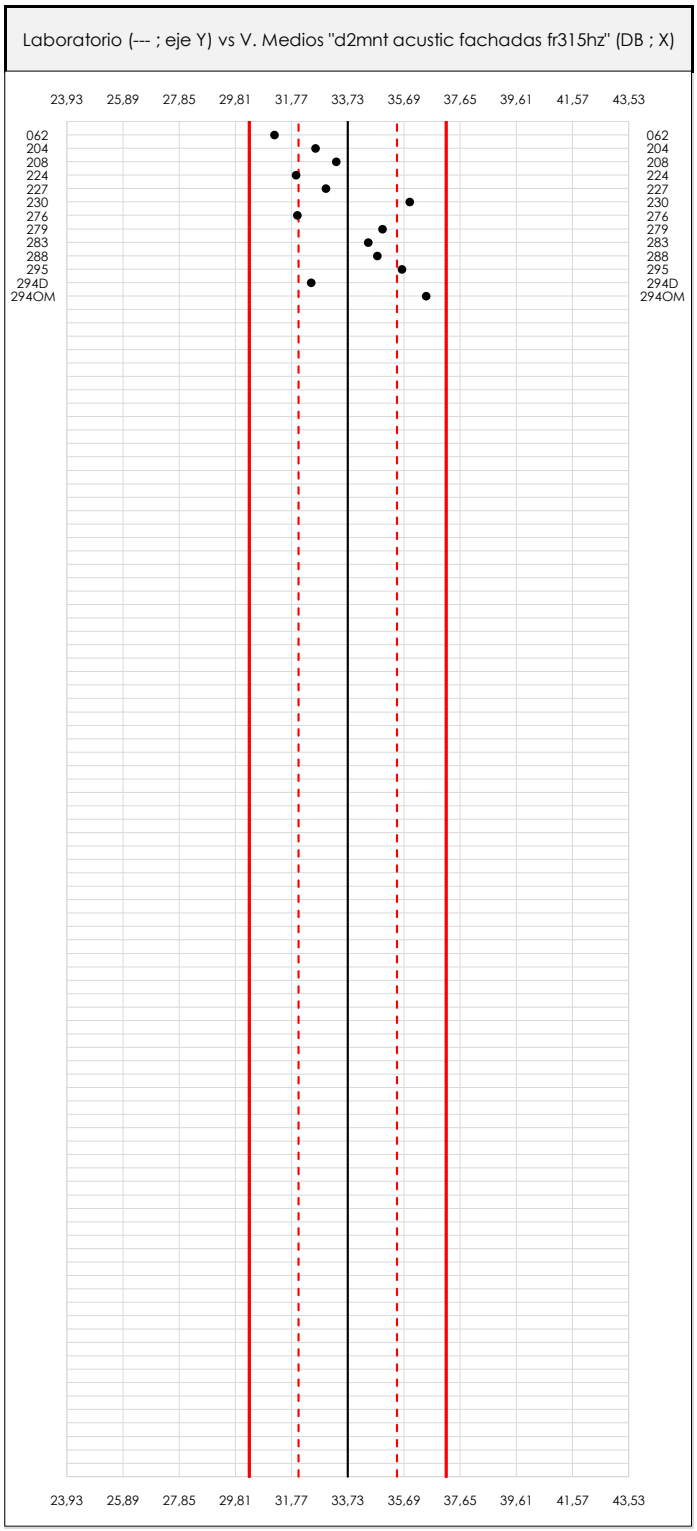
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

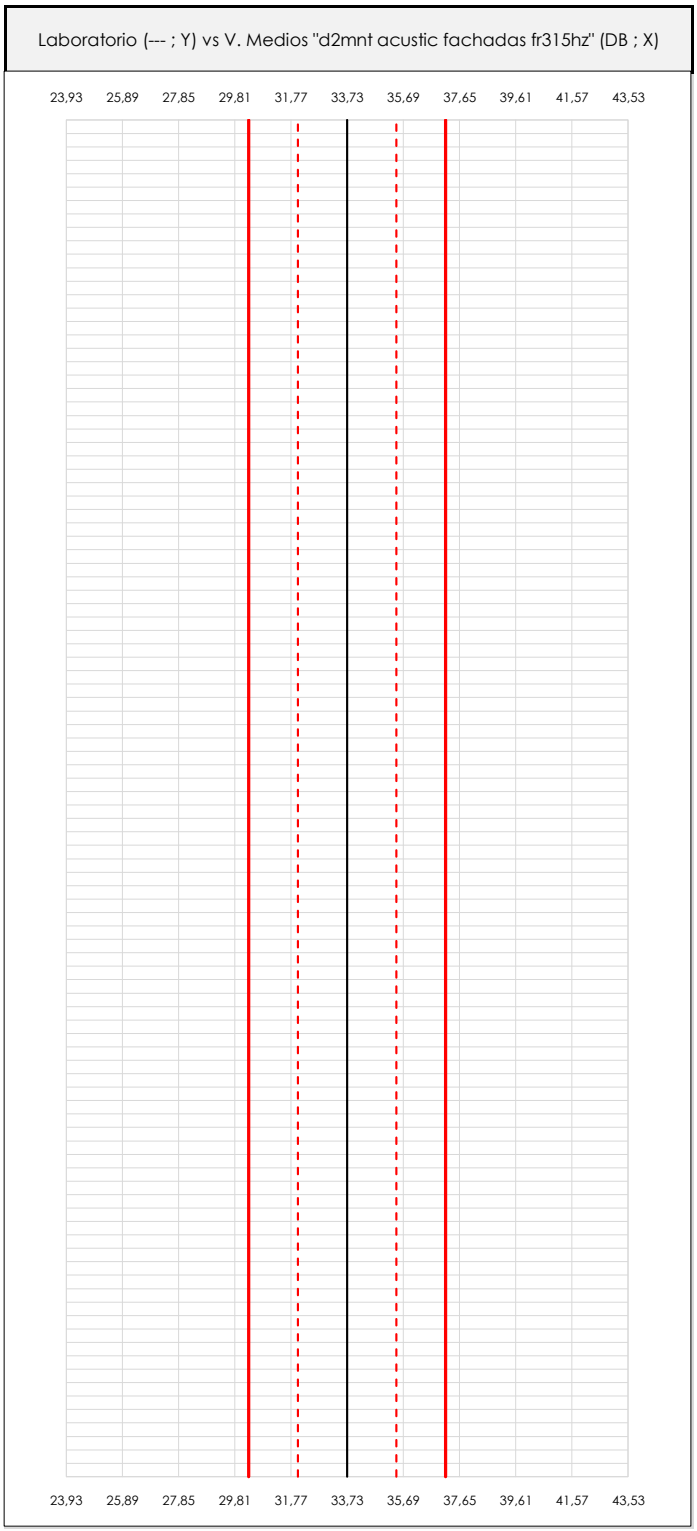
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

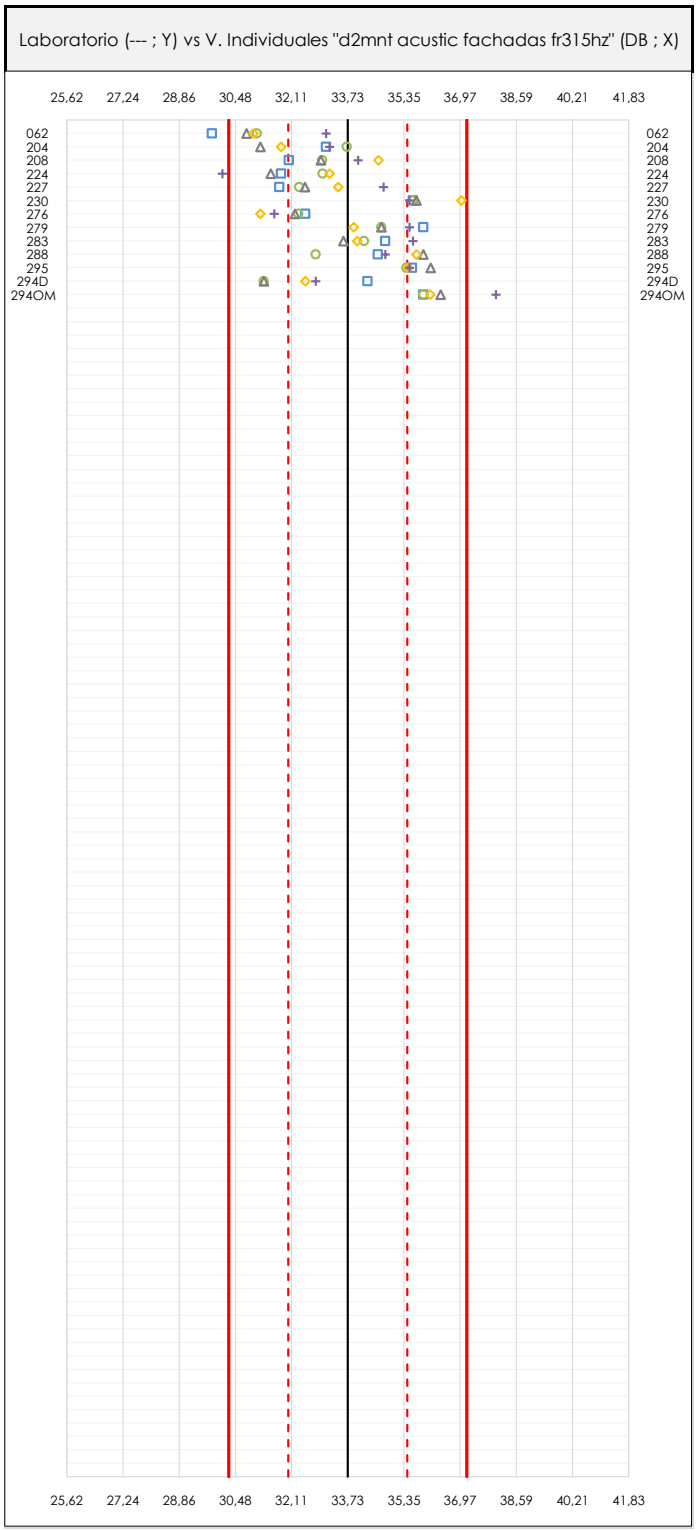
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,44/32,01 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,16/30,29 ; líneas rojas de trazo continuo).

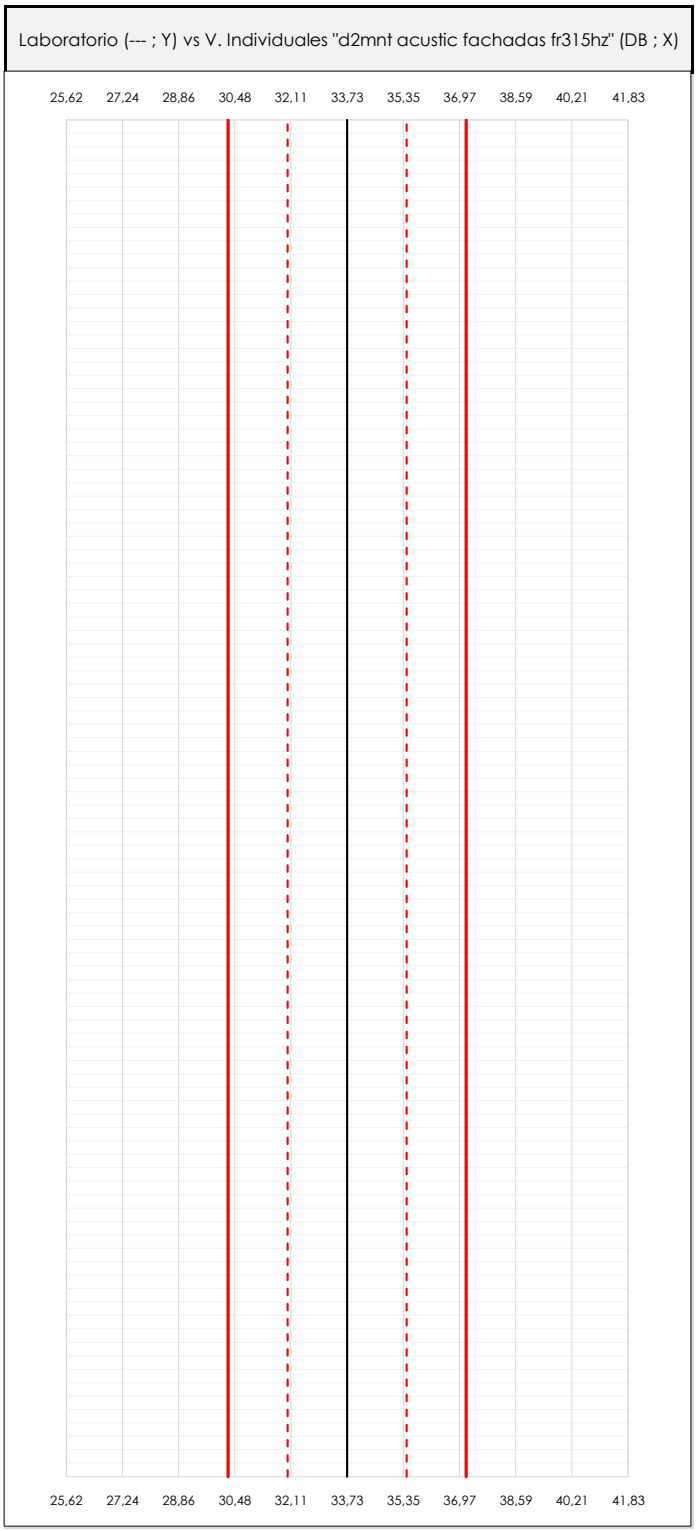
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,44/32,01 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,16/30,29 ; 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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	29,80	31,10	30,80	31,00	33,10	31,16	1,201	-7,61	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	33,10	33,70	31,20	31,80	33,20	32,60	1,051	-3,34	✓	
208	32,03	32,98	32,95	34,61	34,02	33,32	1,009	-1,22	✓	
224	31,80	33,00	31,50	33,20	30,10	31,92	1,256	-5,36	✓	
227	31,75	32,33	32,48	33,45	34,76	32,95	1,179	-2,29	✓	
230	35,60	35,60	35,70	37,00	35,50	35,88	0,630	6,38	✓	
276	32,50	32,30	32,20	31,20	31,60	31,96	0,541	-5,24	✓	
279	35,90	34,70	34,70	33,90	35,50	34,94	0,780	3,60	✓	
283	34,80	34,20	33,60	34,00	35,60	34,44	0,780	2,11	✓	
288	34,60	32,80	35,90	35,70	34,80	34,76	1,230	3,06	✓	
295	35,58	35,42	36,11	35,47	35,51	35,62	0,282	5,61	✓	
294D	34,30	31,30	31,30	32,50	32,80	32,44	1,244	-3,82	✓	
294OM	35,90	35,90	36,40	36,10	38,00	36,46	0,885	8,10	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

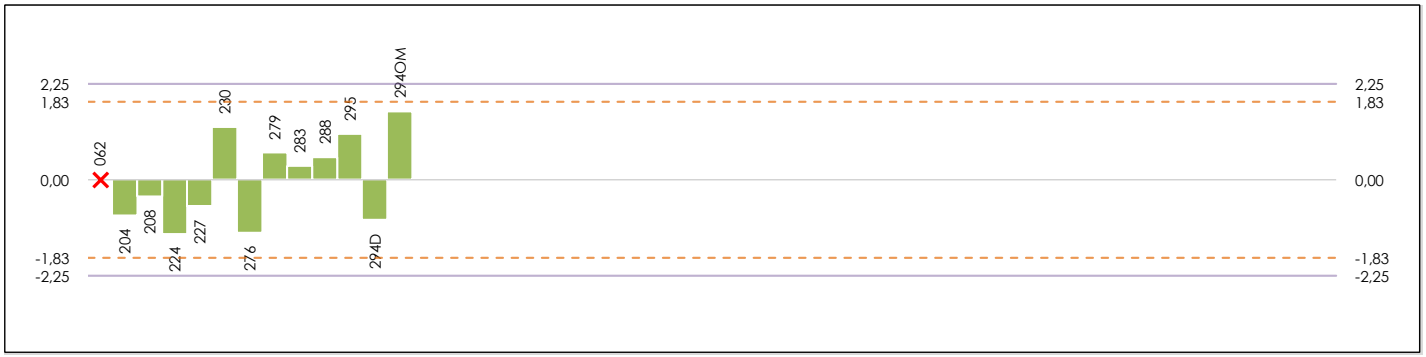
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

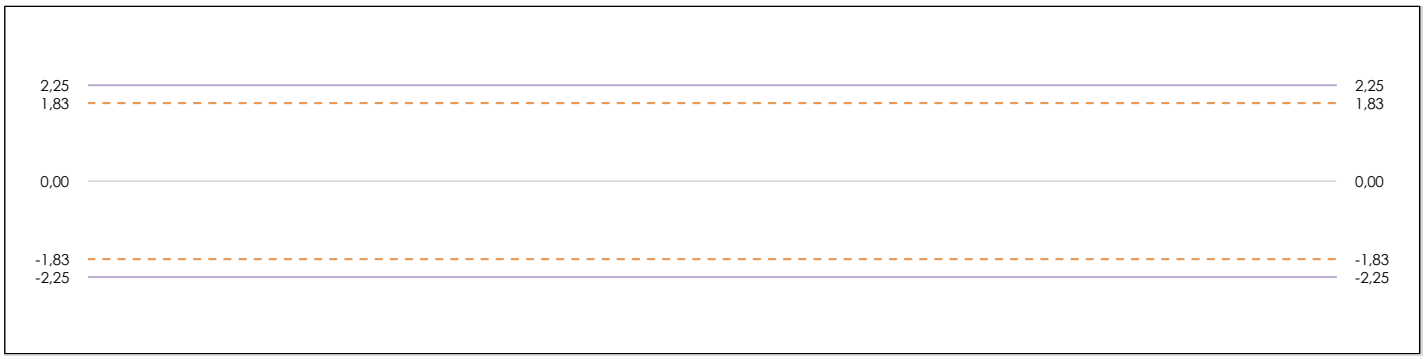
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

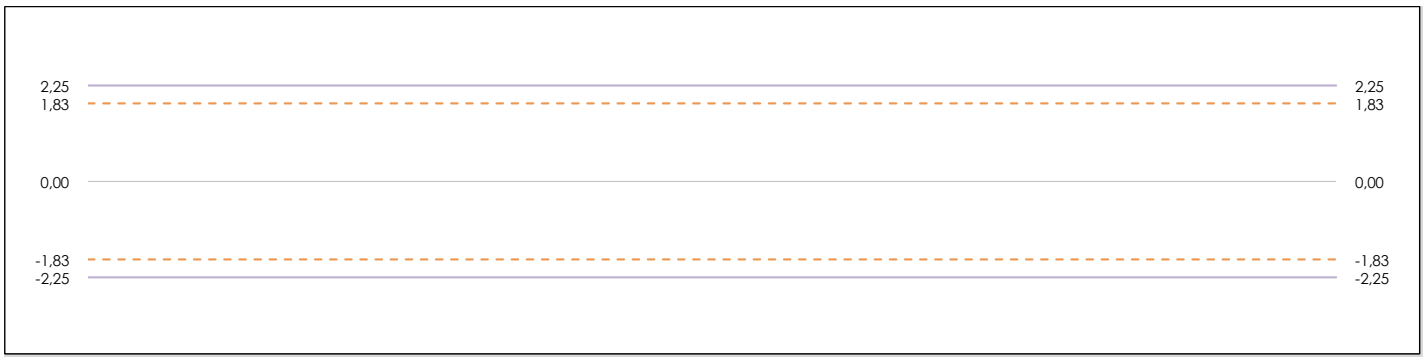
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

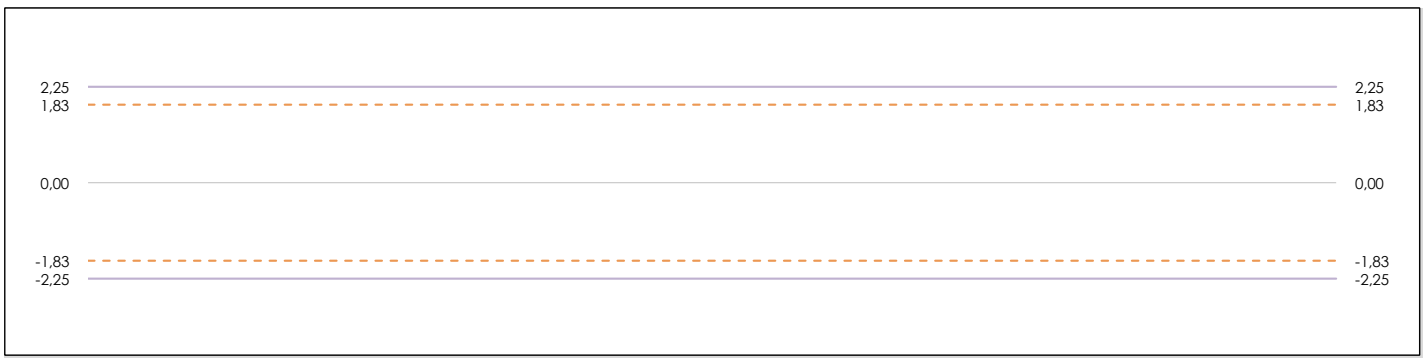
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

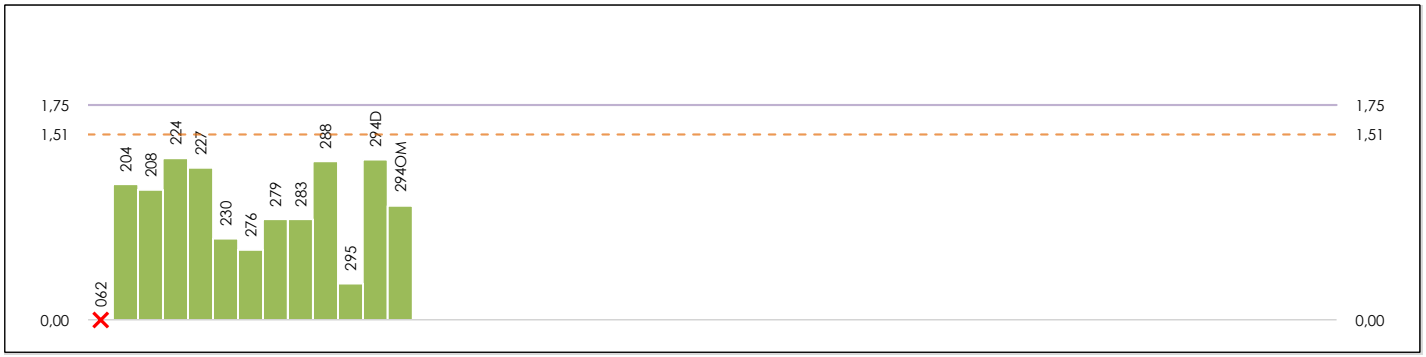
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

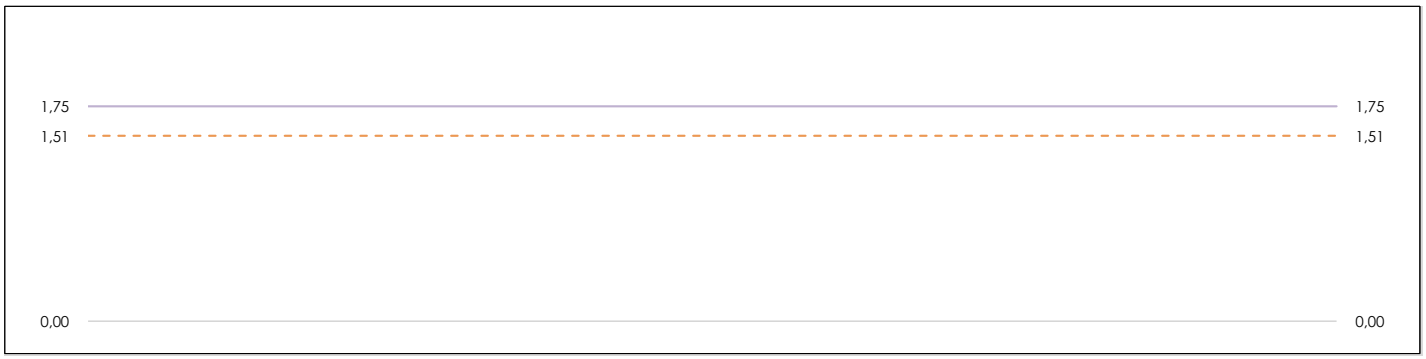
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

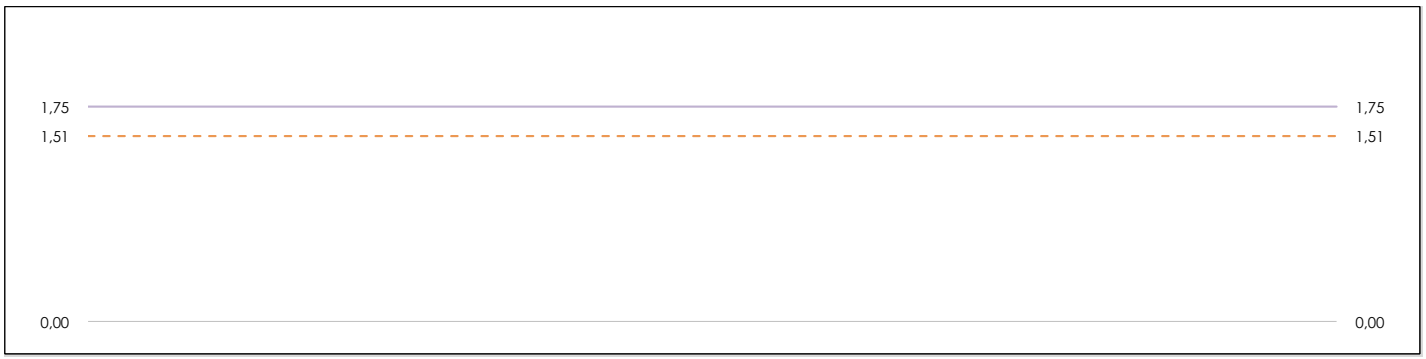
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

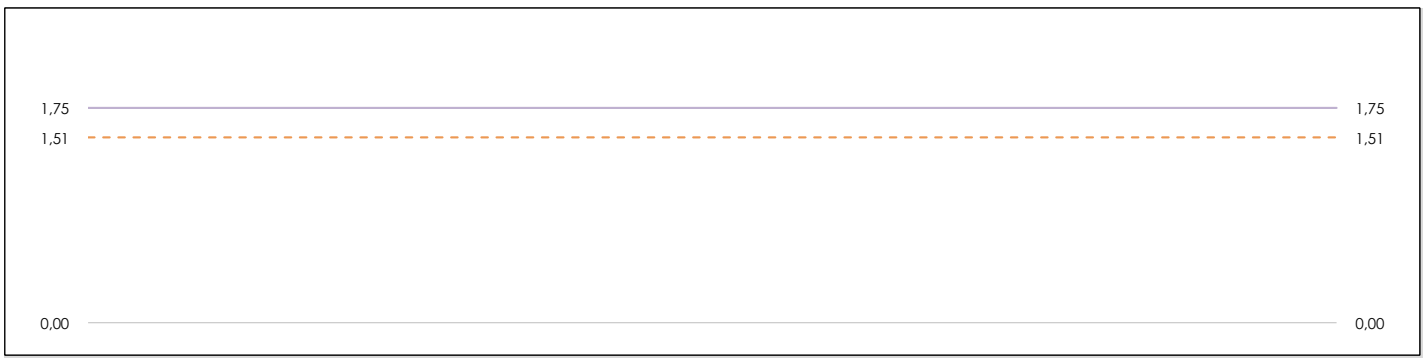
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	29,80	31,100	30,800	31,000	33,100	31,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	33,10	33,700	31,200	31,800	33,200	32,600	1,051	-3,95	-0,84	1,10						✓
208	32,03	32,981	32,950	34,605	34,022	33,317	1,009	-1,84	-0,39	1,06						✓
224	31,80	33,000	31,500	33,200	30,100	31,920	1,256	-5,95	-1,26	1,32		1,261		0,6600		✓
227	31,75	32,328	32,483	33,449	34,758	32,954	1,179	-2,91	-0,62	1,24						✓
230	35,60	35,600	35,700	37,000	35,500	35,880	0,630	5,71	1,21	0,66					0,5719	✓
276	32,50	32,300	32,200	31,200	31,600	31,960	0,541	-5,84	-1,24	0,57				0,6600		✓
279	35,90	34,700	34,700	33,900	35,500	34,940	0,780	2,94	0,62	0,82						✓
283	34,80	34,200	33,600	34,000	35,600	34,440	0,780	1,47	0,31	0,82						✓
288	34,60	32,800	35,900	35,700	34,800	34,760	1,230	2,41	0,51	1,29						✓
295	35,58	35,422	36,112	35,468	35,510	35,618	0,282	4,94	1,05	0,30						✓
294D	34,30	31,300	31,300	32,500	32,800	32,440	1,244	-4,42	-0,94	1,30						✓
294OM	35,90	35,900	36,400	36,100	38,000	36,460	0,885	7,42	1,57	0,93			1,572		0,5719	✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

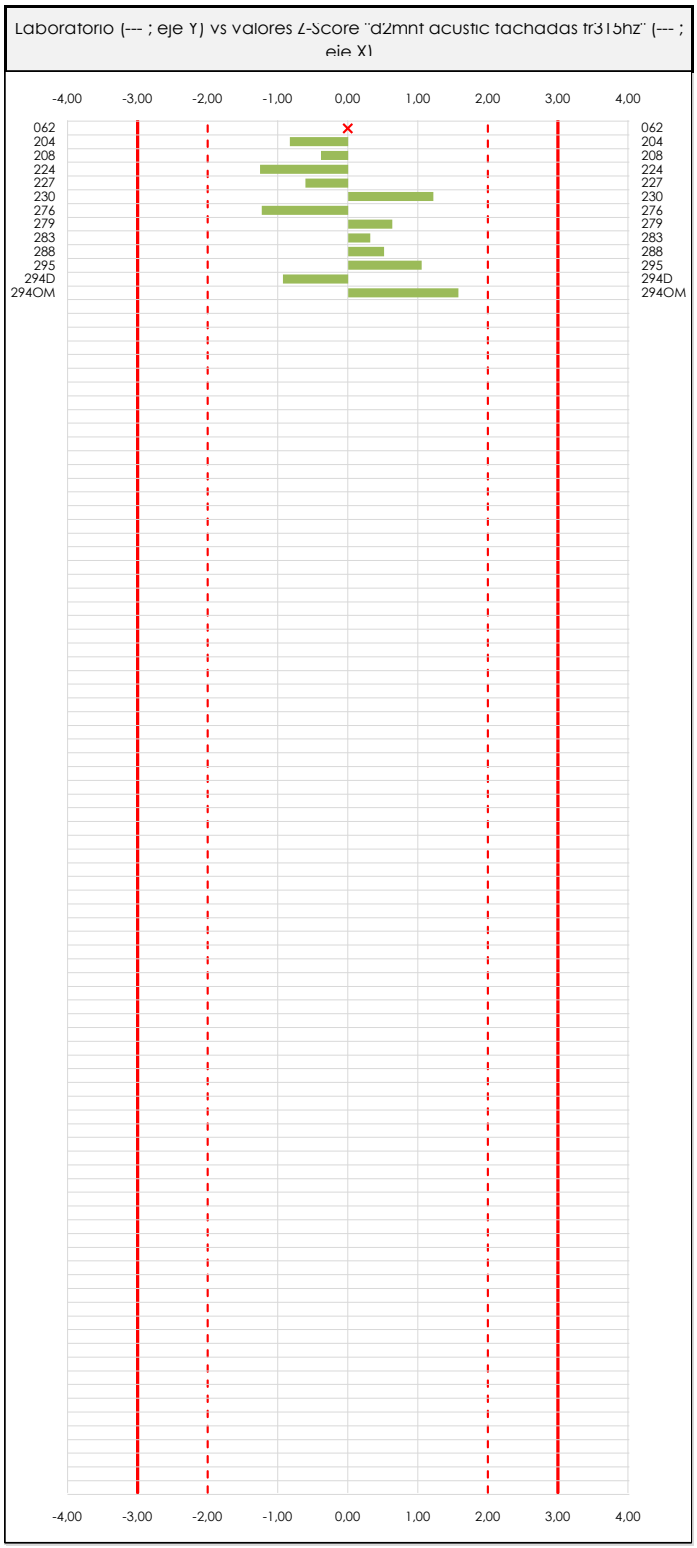
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

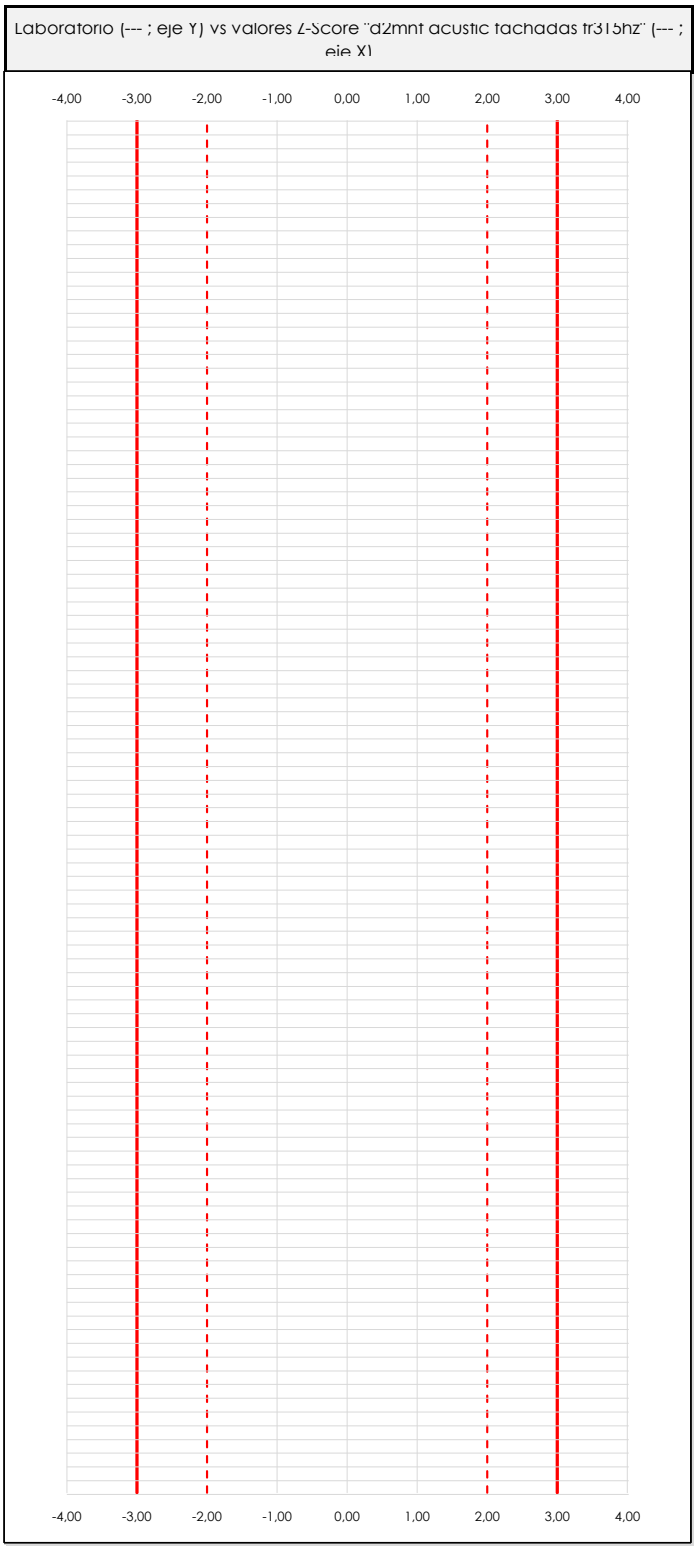
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	29,80	31,10	30,80	31,00	33,10	31,16	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	33,10	33,70	31,20	31,80	33,20	32,60	1,051	-3,95	✓	✓	✓			-0,836	S
208	32,03	32,98	32,95	34,61	34,02	33,32	1,009	-1,84	✓	✓	✓			-0,389	S
224	31,80	33,00	31,50	33,20	30,10	31,92	1,256	-5,95	✓	✓	✓			-1,261	S
227	31,75	32,33	32,48	33,45	34,76	32,95	1,179	-2,91	✓	✓	✓			-0,616	S
230	35,60	35,60	35,70	37,00	35,50	35,88	0,630	5,71	✓	✓	✓			1,210	S
276	32,50	32,30	32,20	31,20	31,60	31,96	0,541	-5,84	✓	✓	✓			-1,236	S
279	35,90	34,70	34,70	33,90	35,50	34,94	0,780	2,94	✓	✓	✓			0,623	S
283	34,80	34,20	33,60	34,00	35,60	34,44	0,780	1,47	✓	✓	✓			0,312	S
288	34,60	32,80	35,90	35,70	34,80	34,76	1,230	2,41	✓	✓	✓			0,511	S
295	35,58	35,42	36,11	35,47	35,51	35,62	0,282	4,94	✓	✓	✓			1,046	S
294D	34,30	31,30	31,30	32,50	32,80	32,44	1,244	-4,42	✓	✓	✓			-0,936	S
294OM	35,90	35,90	36,40	36,10	38,00	36,46	0,885	7,42	✓	✓	✓			1,572	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr315hz (DB)

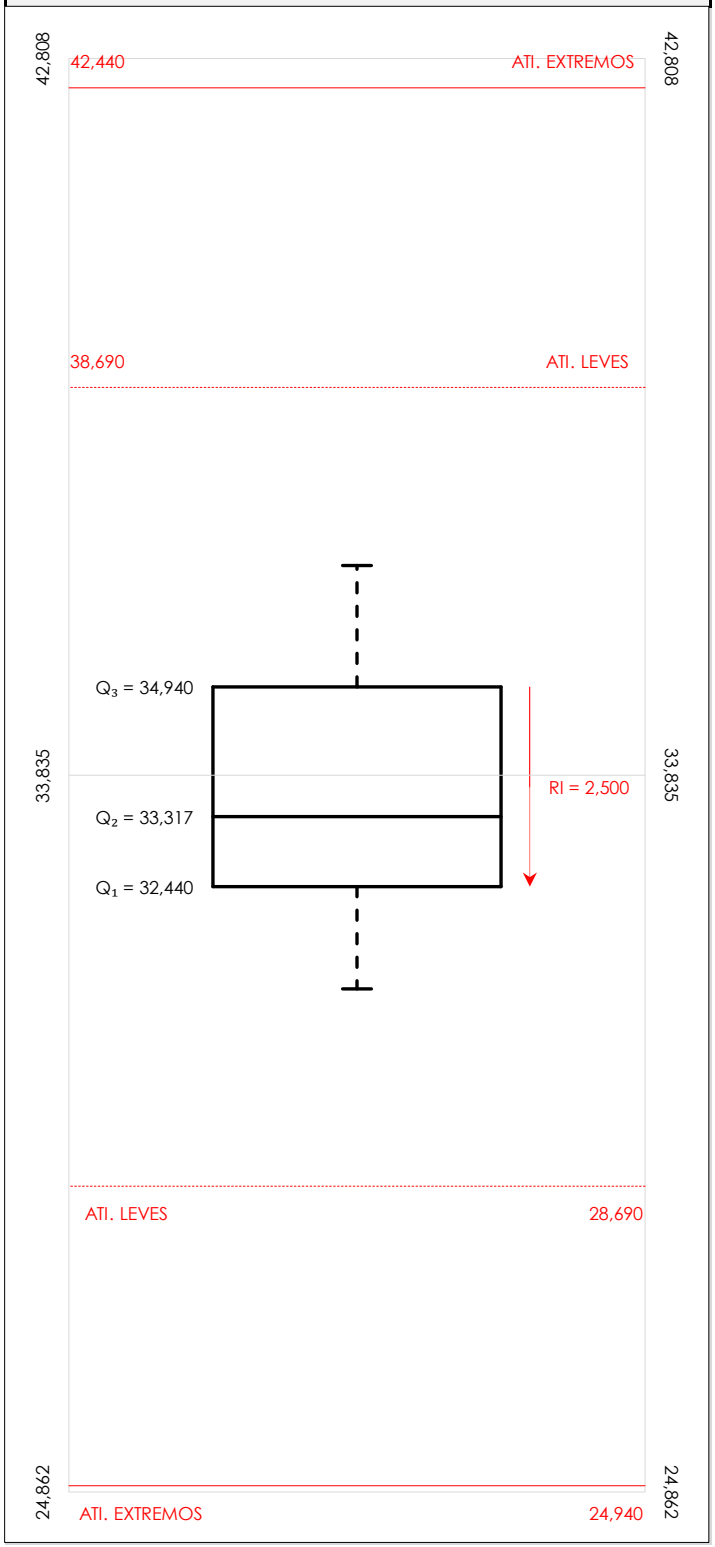
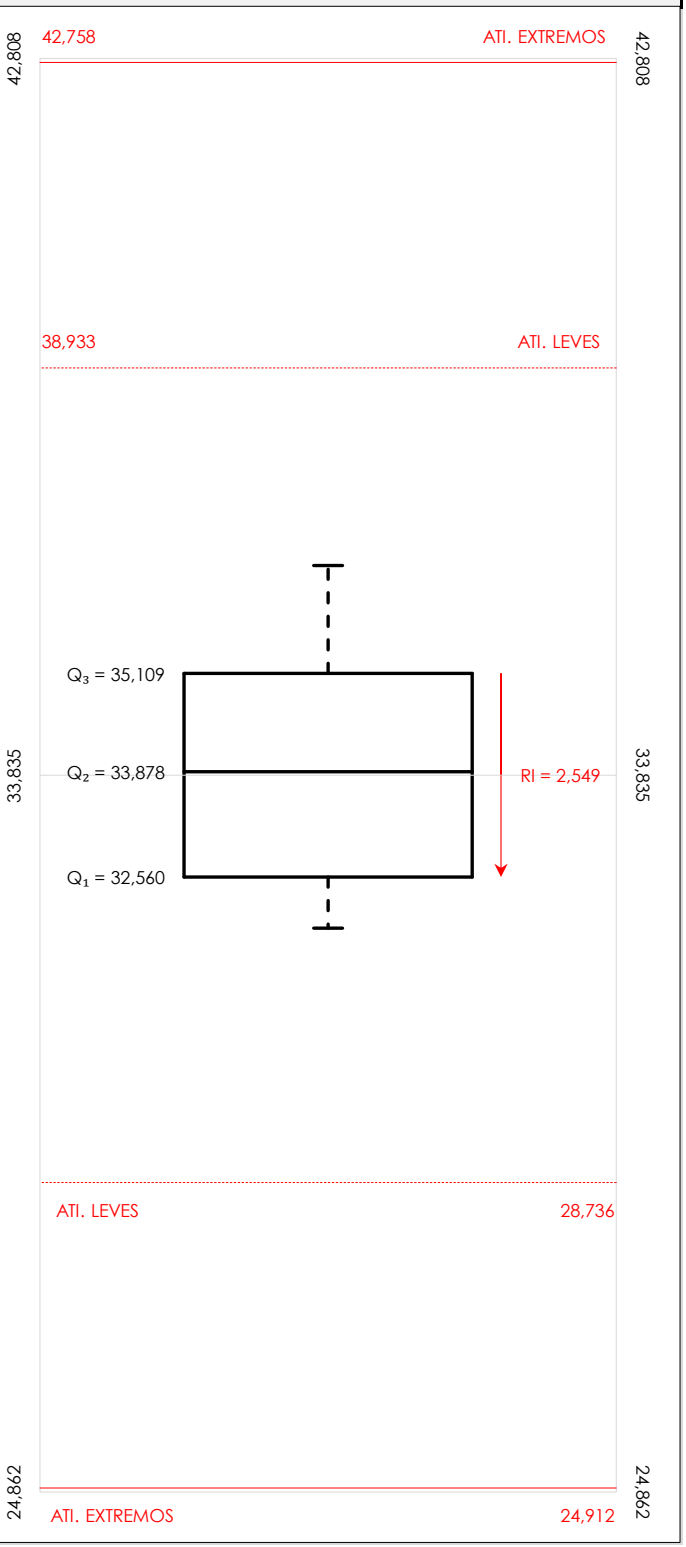


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr315hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR315HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	35,90	35,90	36,40	37,00	38,00	36,46	35,90	35,90	36,40	37,00	38,00	36,46
Valor Mínimo (min ; DB)	29,80	31,10	30,80	31,00	30,10	31,16	31,75	31,30	31,20	31,20	30,10	31,92
Valor Promedio (M ; DB)	33,67	33,49	33,45	33,84	34,19	33,73	33,99	33,69	33,67	34,08	34,28	33,94
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,97	1,59	2,08	1,90	2,04	1,72	1,66	1,48	2,00	1,77	2,10	1,60
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,06	0,05
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	0,951	2,703	2,759	3,710	5,339		0,910	2,644	2,387	3,297	5,033	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr400hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

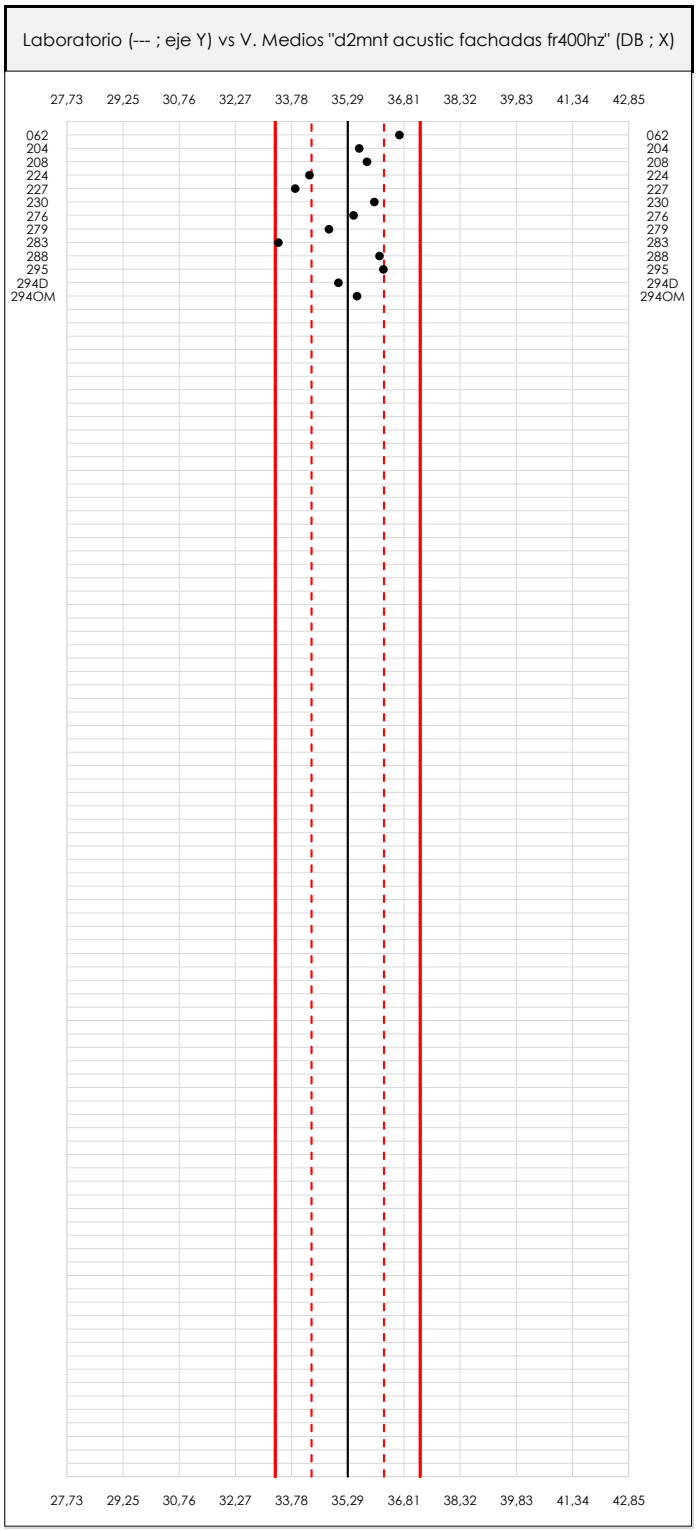
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

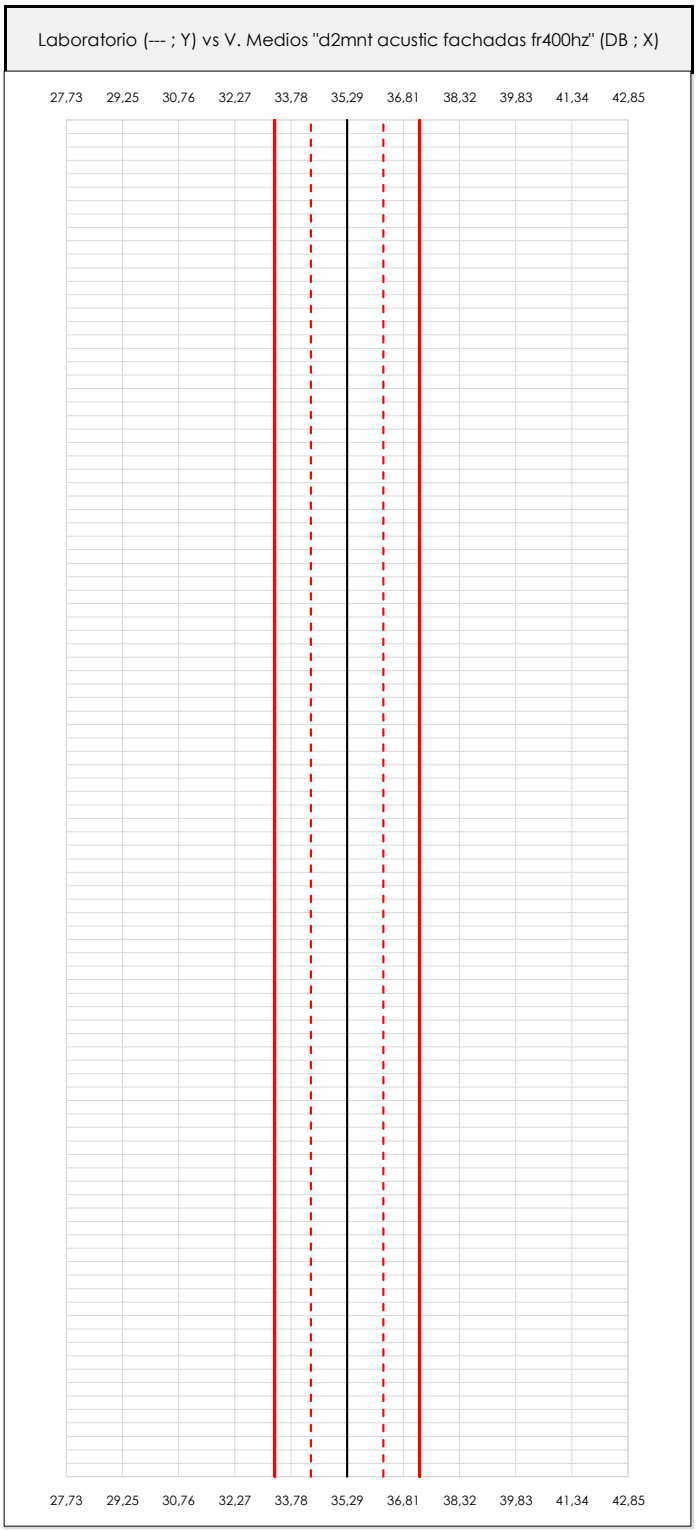
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

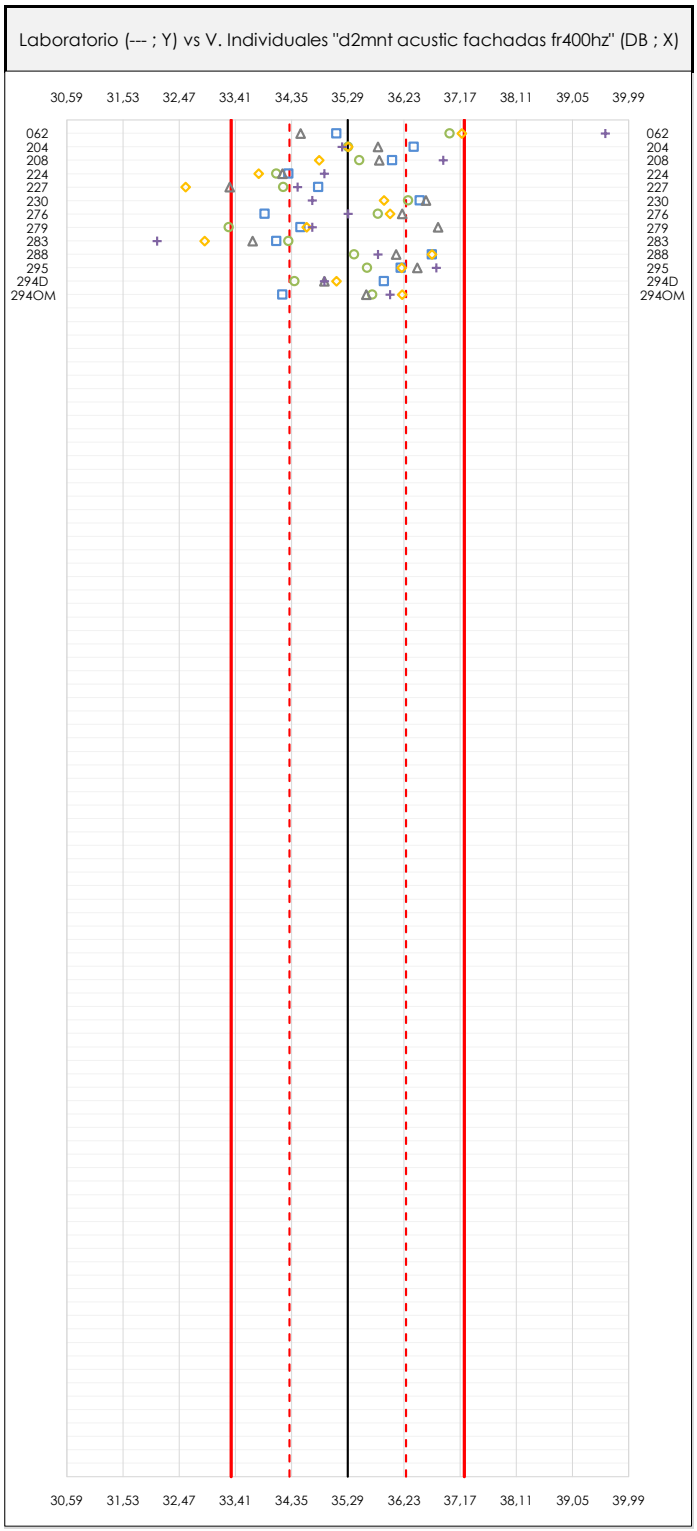
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,29 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,27/34,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,24/33,34 ; líneas rojas de trazo continuo).

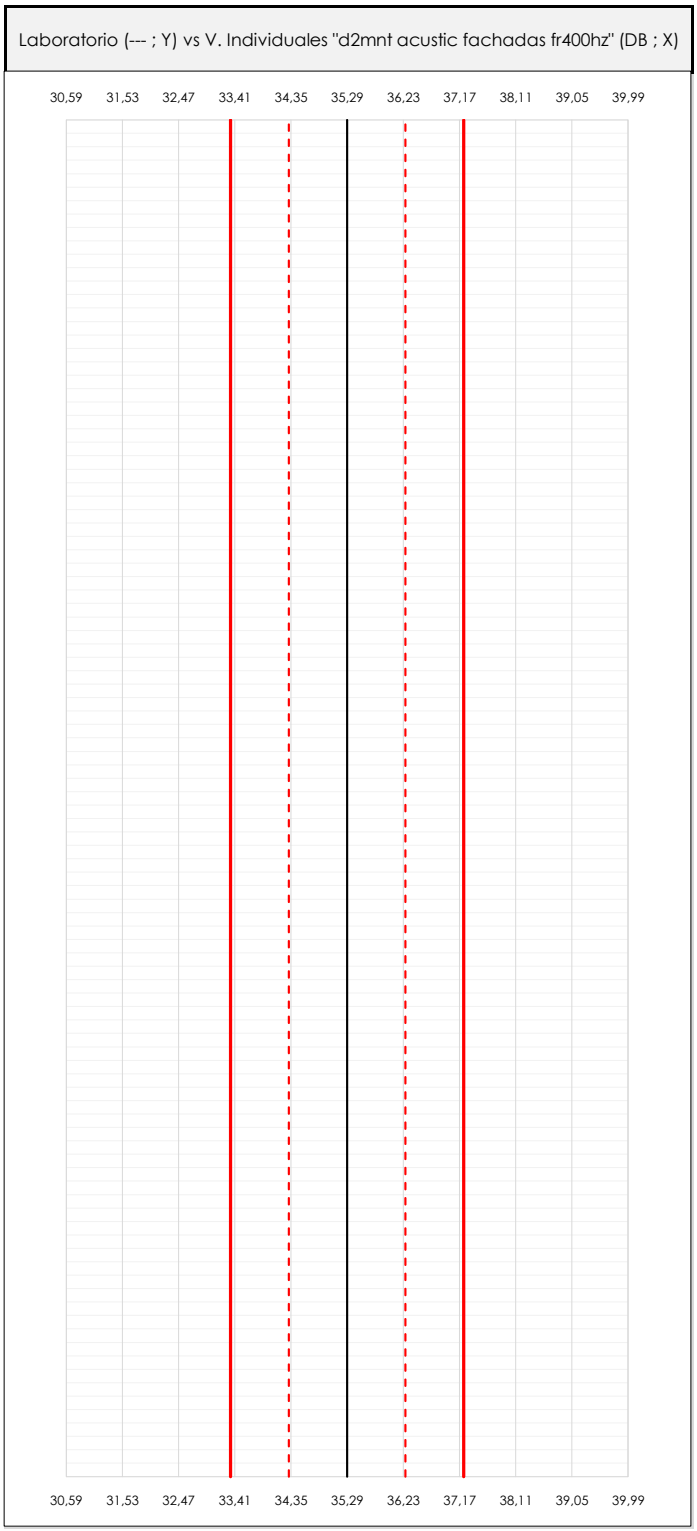
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,29 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,27/34,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,24/33,34 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	35,10	37,00	34,50	37,20	39,60	36,68	2,009	3,93	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	36,40	35,30	35,80	35,30	35,20	35,60	0,505	0,87	✓	
208	36,04	35,49	35,82	34,81	36,89	35,81	0,762	1,46	✓	
224	34,30	34,10	34,20	33,80	34,90	34,26	0,404	-2,93	✓	
227	34,80	34,21	33,32	32,58	34,45	33,87	0,907	-4,03	✓	
230	36,50	36,30	36,60	35,90	34,70	36,00	0,775	2,00	✓	
276	33,90	35,80	36,20	36,00	35,30	35,44	0,924	0,41	✓	
279	34,50	33,30	36,80	34,60	34,70	34,78	1,264	-1,46	✓	
283	34,10	34,30	33,70	32,90	32,10	33,42	0,912	-5,31	✓	
288	36,70	35,40	36,10	36,70	35,80	36,14	0,568	2,40	✓	
295	36,18	35,61	36,46	36,20	36,78	36,24	0,428	2,69	✓	
294D	35,90	34,40	34,90	35,10	34,90	35,04	0,546	-0,72	✓	
294OM	34,20	35,70	35,60	36,20	36,00	35,54	0,786	0,70	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

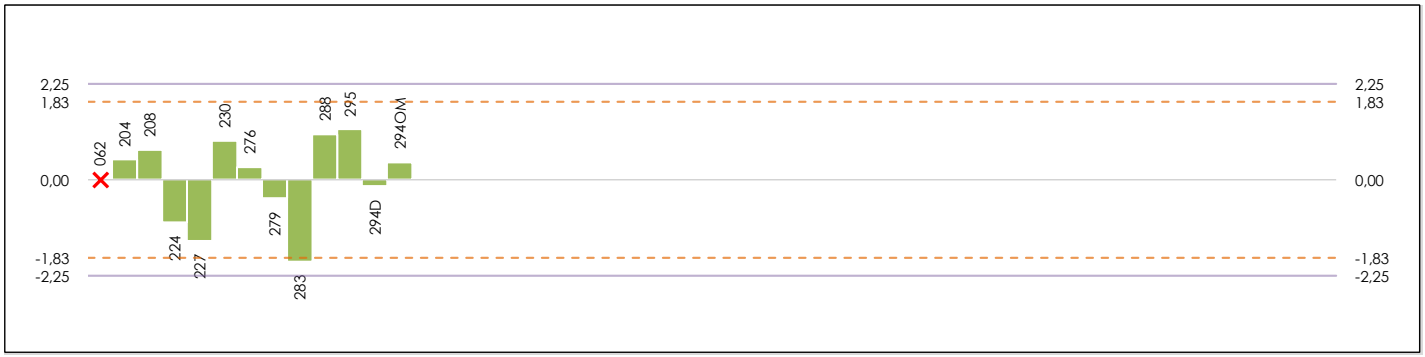
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

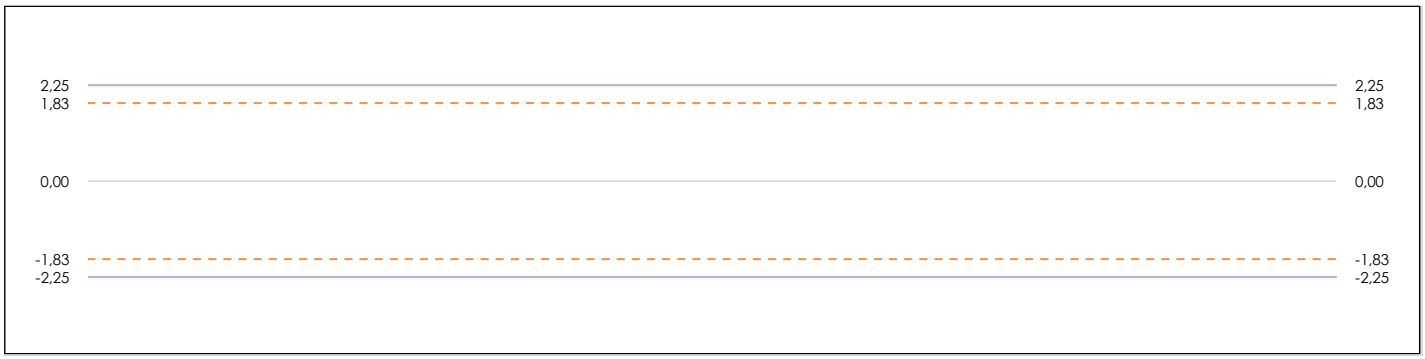
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

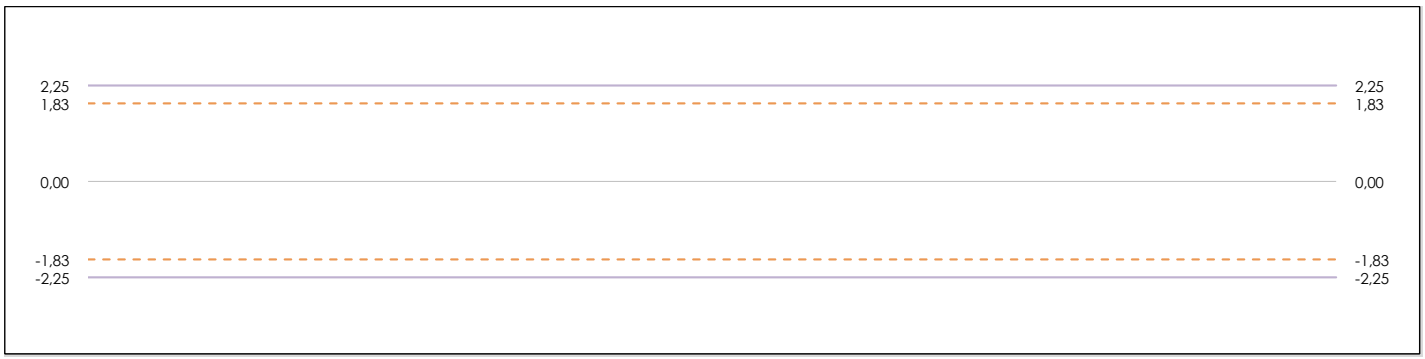
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

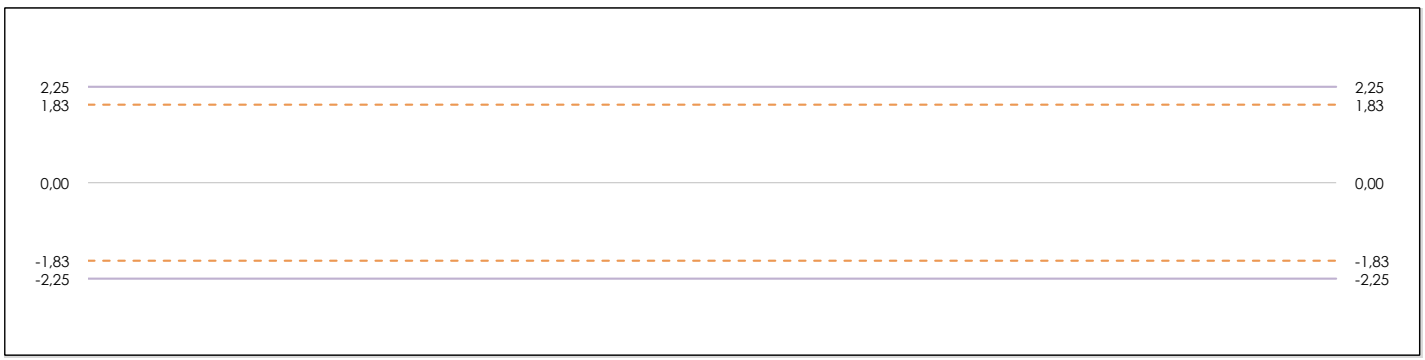
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

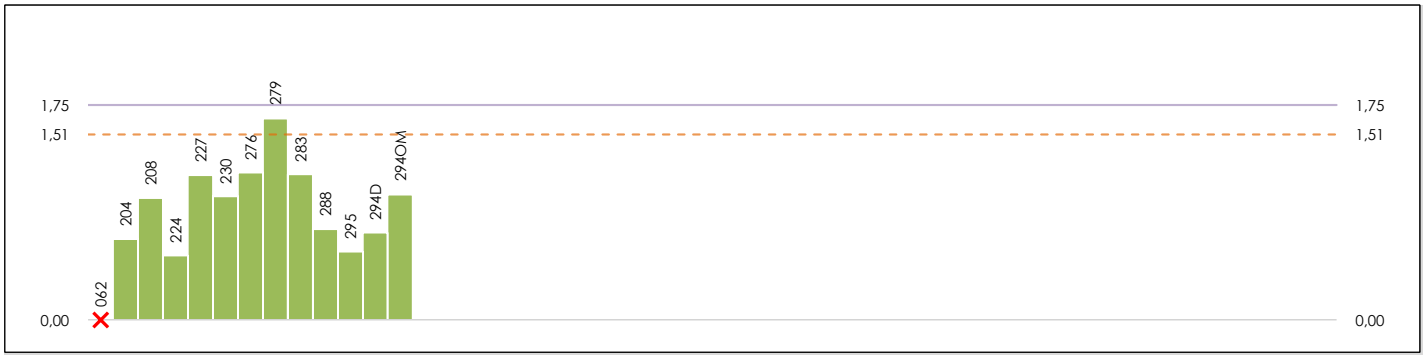
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

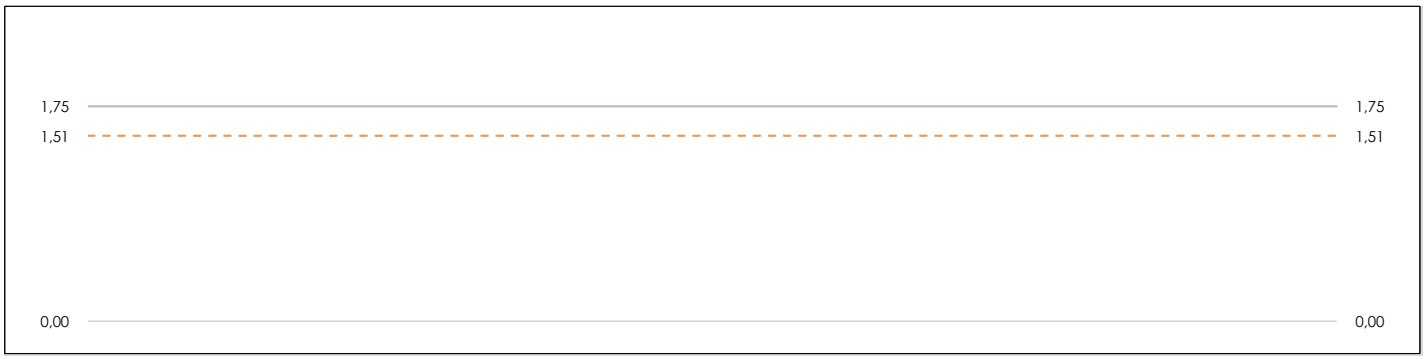
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

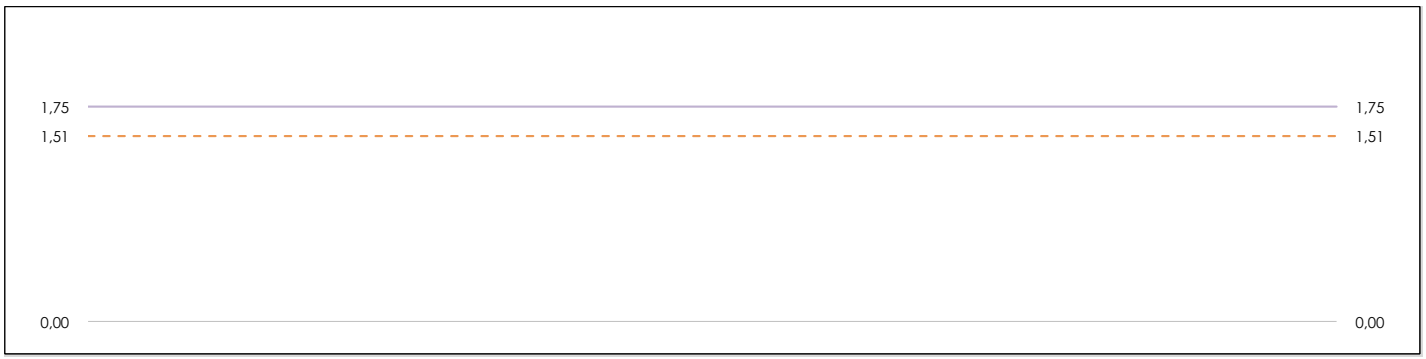
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

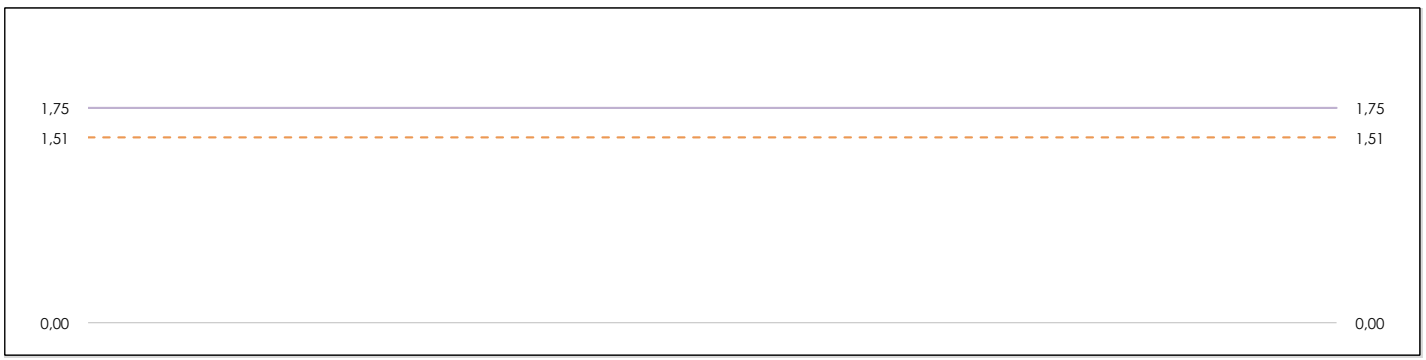
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	35,10	37,000	34,500	37,200	39,600	36,680	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	36,40	35,300	35,800	35,300	35,200	35,600	0,505	1,20	0,46	0,66						✓
208	36,04	35,487	35,816	34,811	36,892	35,809	0,762	1,79	0,68	0,99						✓
224	34,30	34,100	34,200	33,800	34,900	34,260	0,404	-2,61	-1,00	0,52						✓
227	34,80	34,211	33,317	32,577	34,451	33,870	0,907	-3,72	-1,42	1,18				0,3845		✓
230	36,50	36,300	36,600	35,900	34,700	36,000	0,775	2,33	0,89	1,01						✓
276	33,90	35,800	36,200	36,000	35,300	35,440	0,924	0,74	0,28	1,20						✓
279	34,50	33,300	36,800	34,600	34,700	34,780	1,264	-1,13	-0,43	1,64*	0,224					✓
283	34,10	34,300	33,700	32,900	32,100	33,420	0,912	-5,00	-1,91*	1,18	0,224	1,909		0,3845		✓
288	36,70	35,400	36,100	36,700	35,800	36,140	0,568	2,73	1,04	0,74					0,7354	✓
295	36,18	35,613	36,455	36,198	36,775	36,244	0,428	3,03	1,16	0,55			1,157		0,7354	✓
294D	35,90	34,400	34,900	35,100	34,900	35,040	0,546	-0,39	-0,15	0,71						✓
294OM	34,20	35,700	35,600	36,200	36,000	35,540	0,786	1,03	0,39	1,02						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

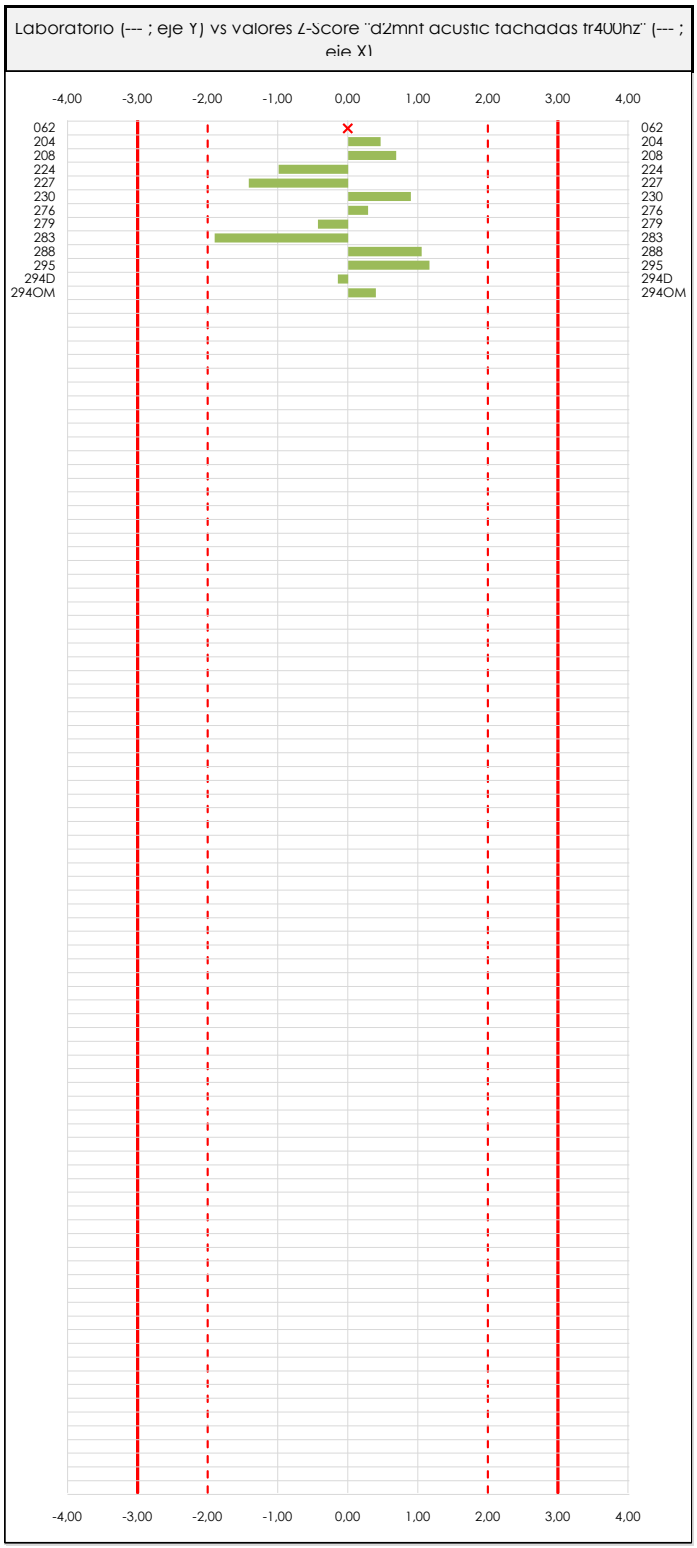
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

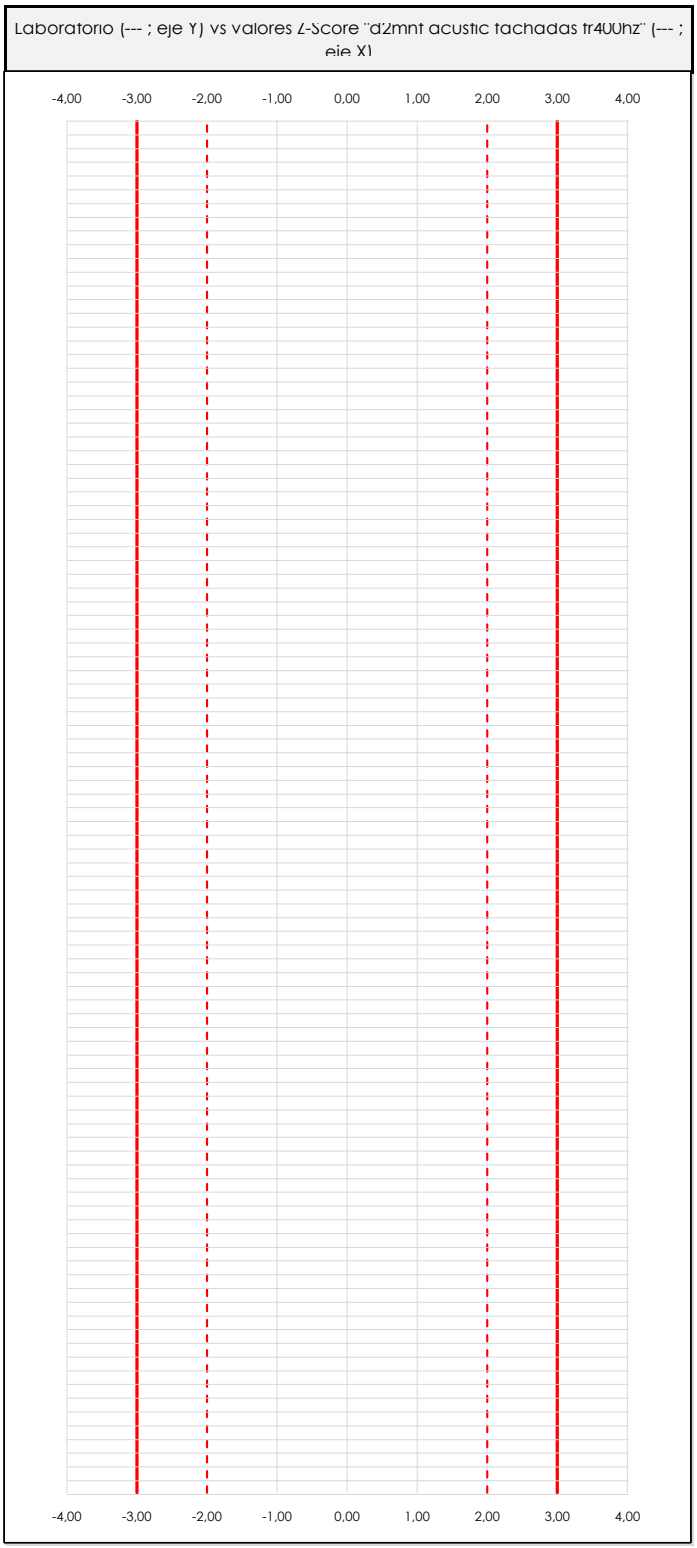
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	35,10	37,00	34,50	37,20	39,60	36,68	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	36,40	35,30	35,80	35,30	35,20	35,60	0,505	1,20	✓	✓	✓			0,457	S
208	36,04	35,49	35,82	34,81	36,89	35,81	0,762	1,79	✓	✓	✓			0,684	S
224	34,30	34,10	34,20	33,80	34,90	34,26	0,404	-2,61	✓	✓	✓			-0,997	S
227	34,80	34,21	33,32	32,58	34,45	33,87	0,907	-3,72	✓	✓	✓			-1,420	S
230	36,50	36,30	36,60	35,90	34,70	36,00	0,775	2,33	✓	✓	✓			0,892	S
276	33,90	35,80	36,20	36,00	35,30	35,44	0,924	0,74	✓	✓	✓			0,284	S
279	34,50	33,30	36,80	34,60	34,70	34,78	1,264	-1,13	✓	✓	✓			-0,433	S
283	34,10	34,30	33,70	32,90	32,10	33,42	0,912	-5,00	✓	✓	✓			-1,909	S
288	36,70	35,40	36,10	36,70	35,80	36,14	0,568	2,73	✓	✓	✓			1,044	S
295	36,18	35,61	36,46	36,20	36,78	36,24	0,428	3,03	✓	✓	✓			1,157	S
294D	35,90	34,40	34,90	35,10	34,90	35,04	0,546	-0,39	✓	✓	✓			-0,150	S
294OM	34,20	35,70	35,60	36,20	36,00	35,54	0,786	1,03	✓	✓	✓			0,392	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr400hz (DB)

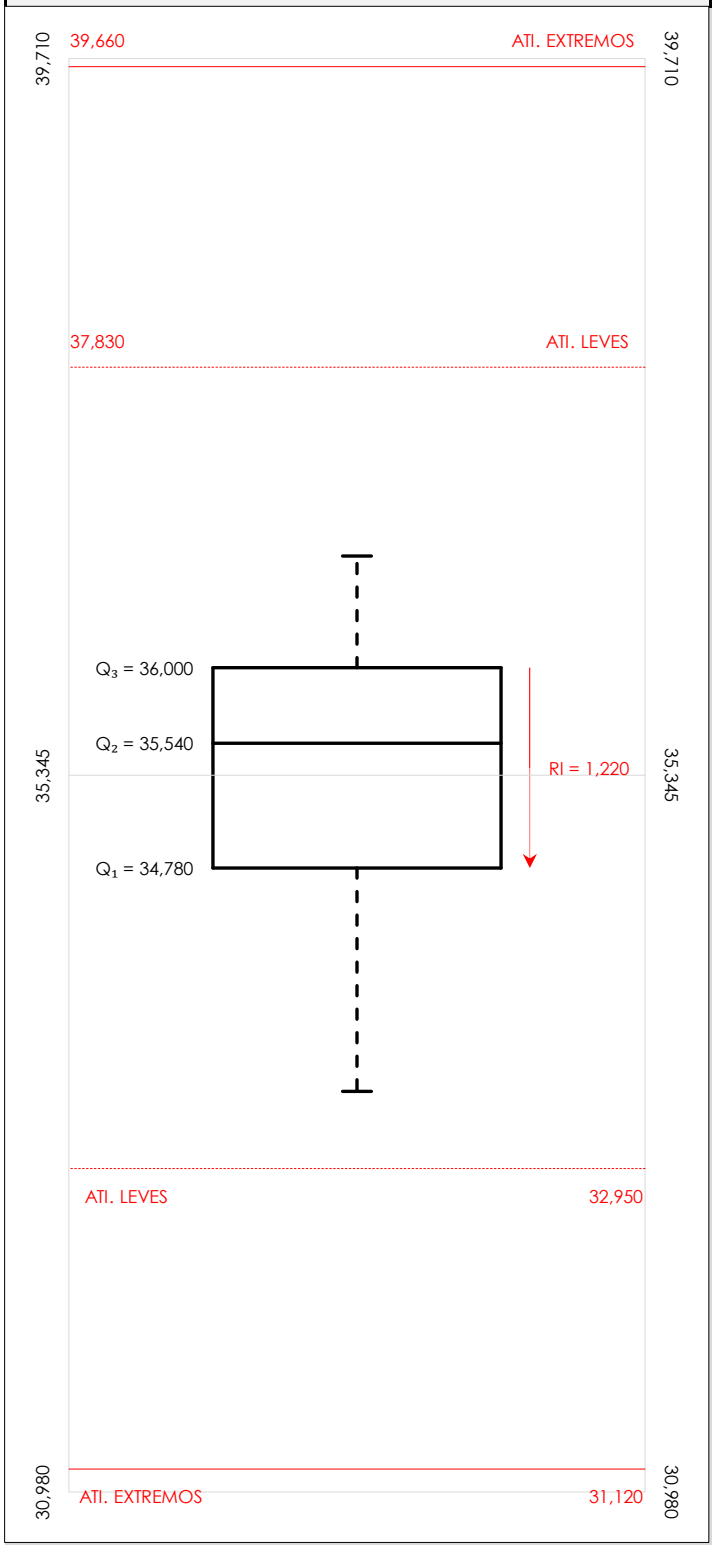
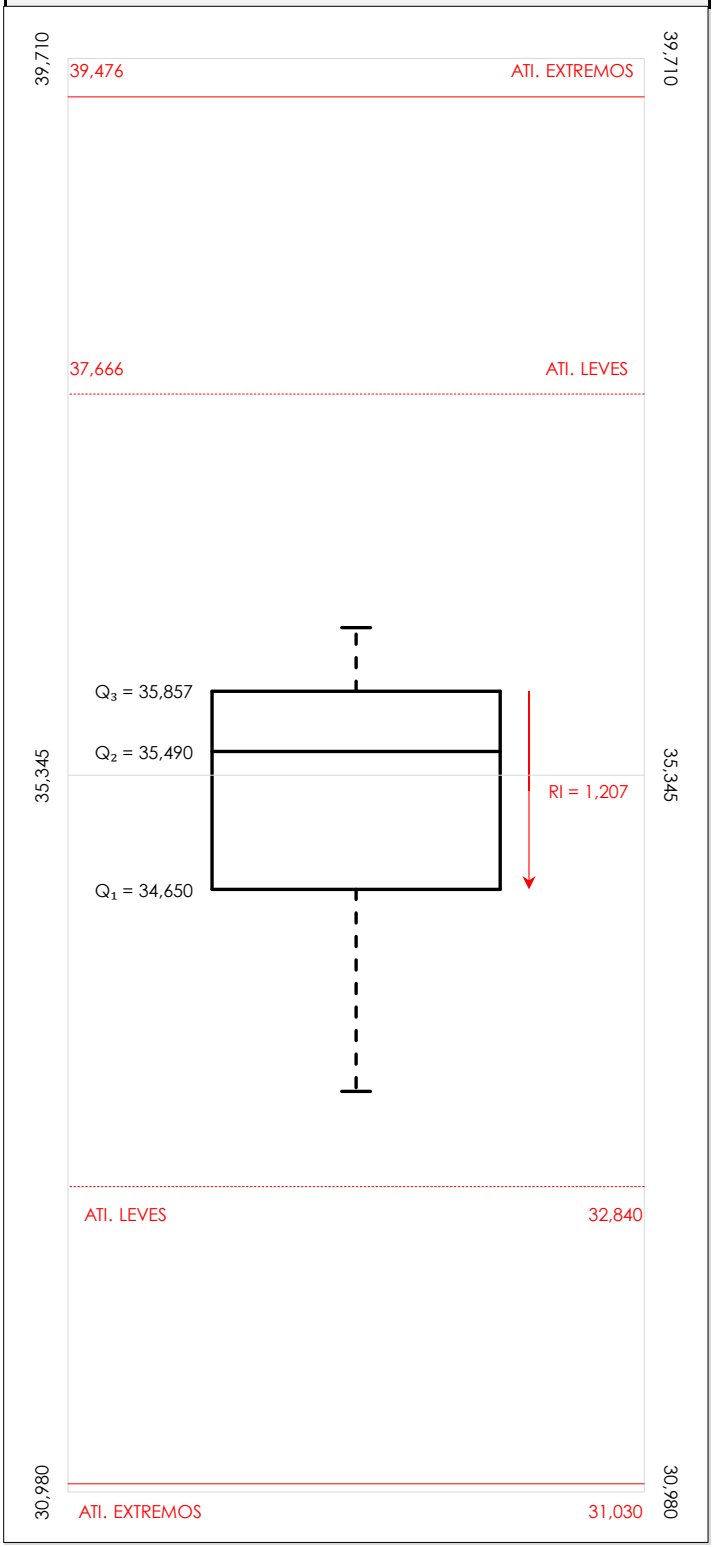


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr400hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR400HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	36,70	37,00	36,80	37,20	39,60	36,68	36,70	36,30	36,80	36,70	36,89	36,24
Valor Mínimo (min ; DB)	33,90	33,30	33,32	32,58	32,10	33,42	33,90	33,30	33,32	32,58	32,10	33,42
Valor Promedio (M ; DB)	35,28	35,15	35,38	35,18	35,49	35,29	35,29	34,99	35,46	35,01	35,14	35,18
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,03	1,02	1,15	1,42	1,72	0,98	1,08	0,90	1,16	1,33	1,25	0,92
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,03
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	0,859	2,569	0,779	1,638	3,548		0,594	2,136	0,730	1,324	3,189	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr500hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

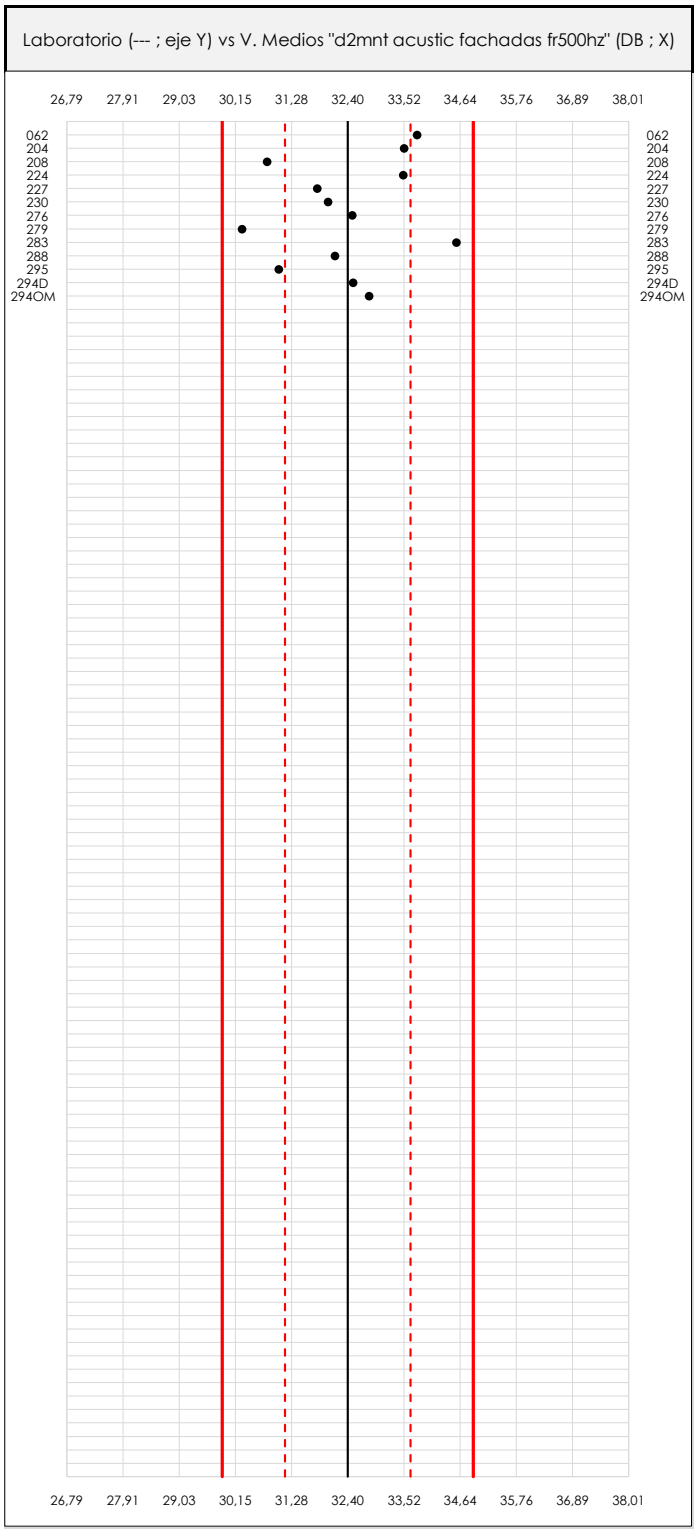
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

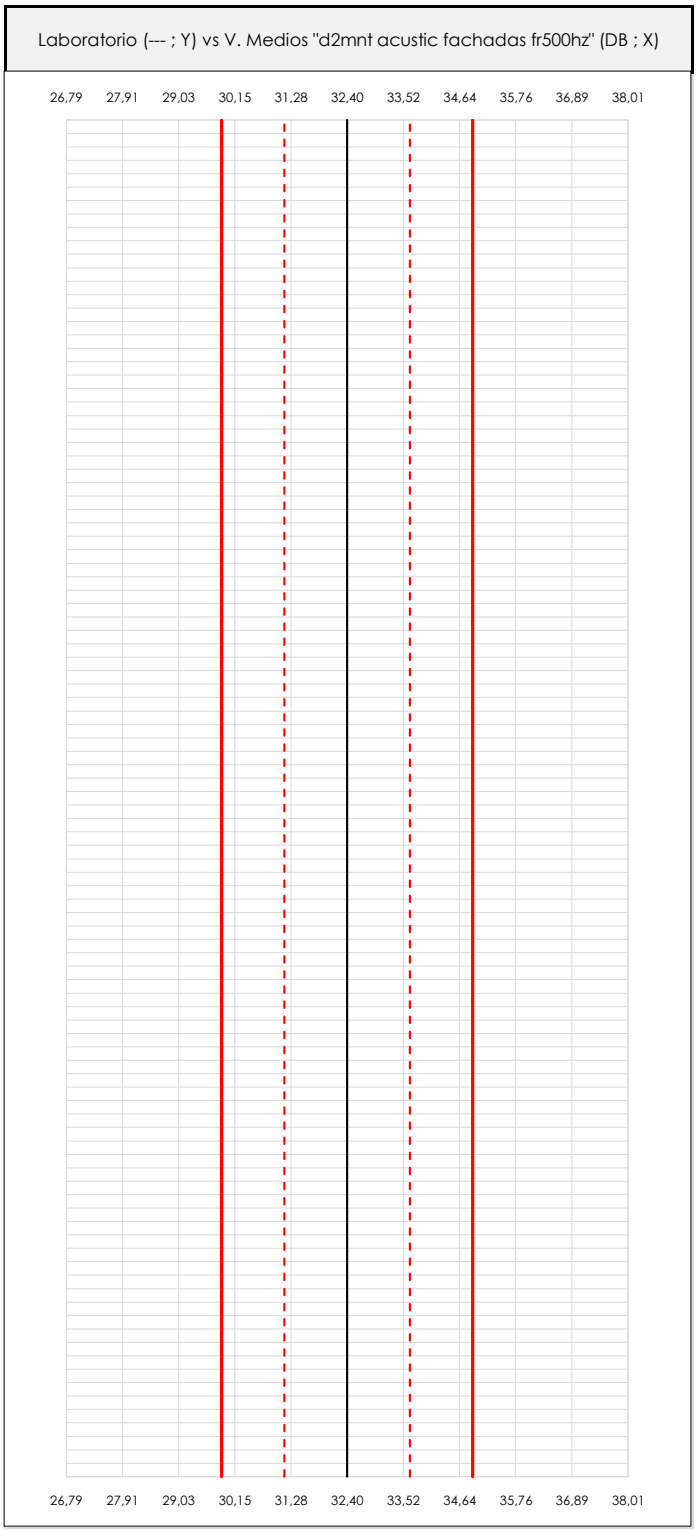
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

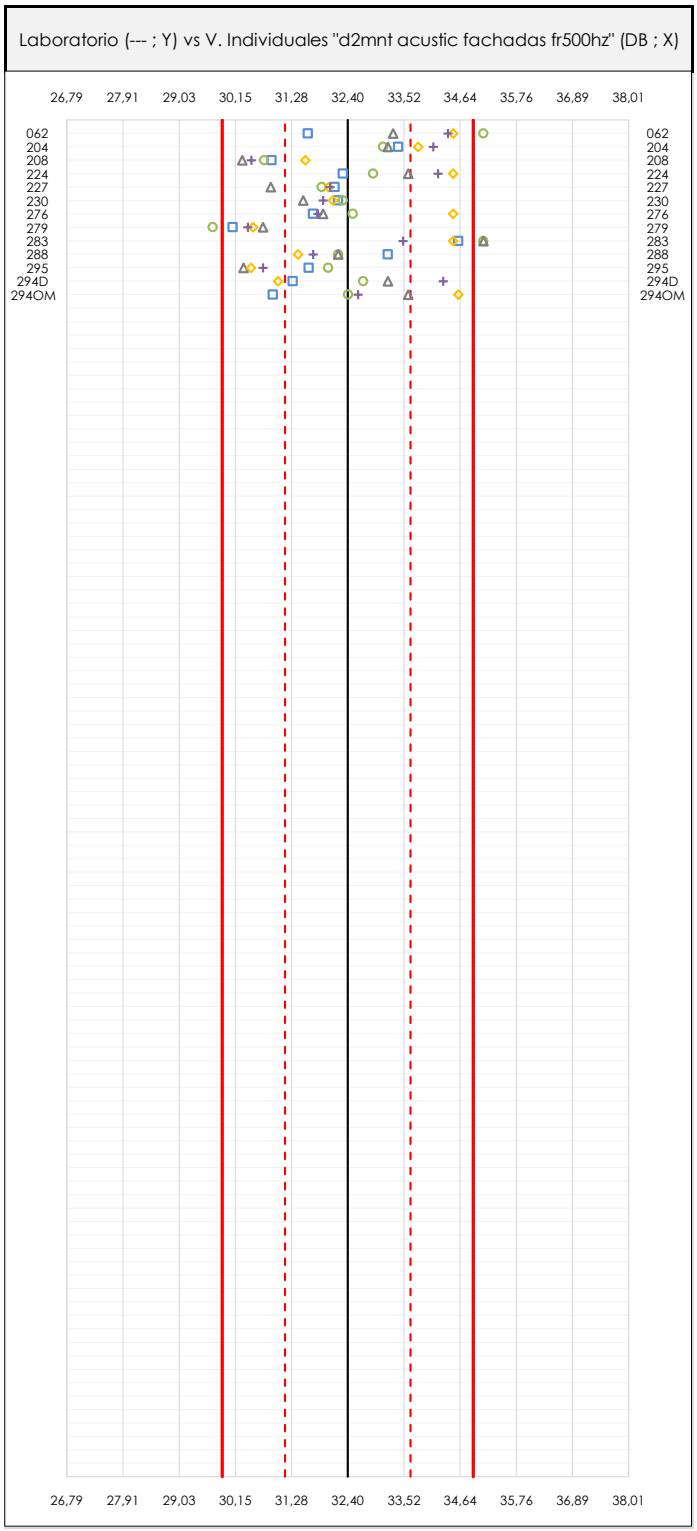
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,65/31,14 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (34,90/29,89 ; líneas rojas de trazo continuo).

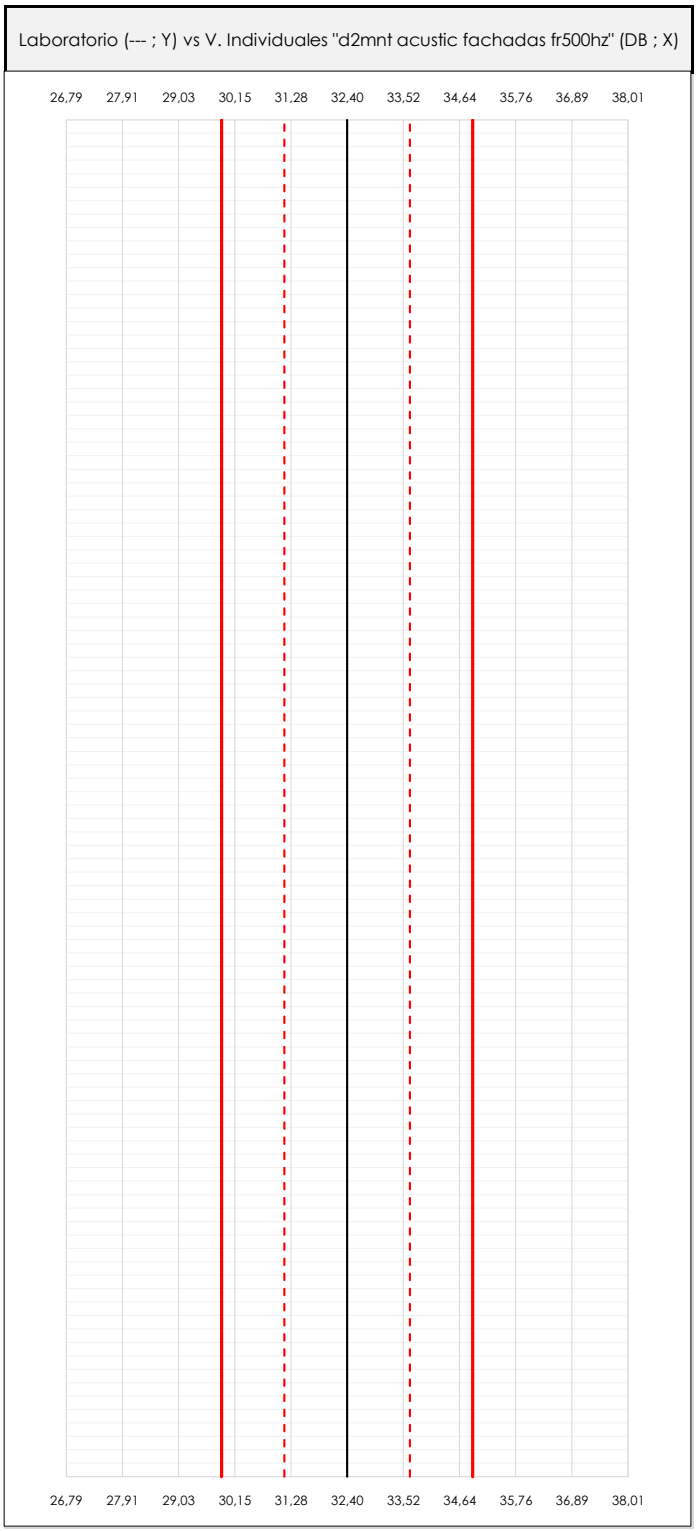
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,40 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,65/31,14 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (34,90/29,89 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	31,60	35,10	33,30	34,50	34,40	33,78	1,381	4,27	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	33,40	33,10	33,20	33,80	34,10	33,52	0,421	3,47	✓	
208	30,88	30,73	30,28	31,55	30,46	30,78	0,488	-4,99	✓	
224	32,30	32,90	33,60	34,50	34,20	33,50	0,908	3,40	✓	
227	32,13	31,87	30,86	32,01	32,04	31,78	0,527	-1,90	✓	
230	32,20	32,30	31,50	32,10	31,90	32,00	0,316	-1,23	✓	
276	31,70	32,50	31,90	34,50	31,80	32,48	1,171	0,26	✓	
279	30,10	29,70	30,70	30,50	30,40	30,28	0,390	-6,54	✓	
283	34,60	35,10	35,10	34,50	33,50	34,56	0,654	6,68	✓	
288	33,20	32,20	32,20	31,40	31,70	32,14	0,684	-0,79	✓	
295	31,62	32,00	30,32	30,46	30,71	31,02	0,746	-4,25	✓	
294D	31,30	32,70	33,20	31,00	34,30	32,50	1,366	0,32	✓	
294OM	30,90	32,40	33,60	34,60	32,60	32,82	1,386	1,31	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

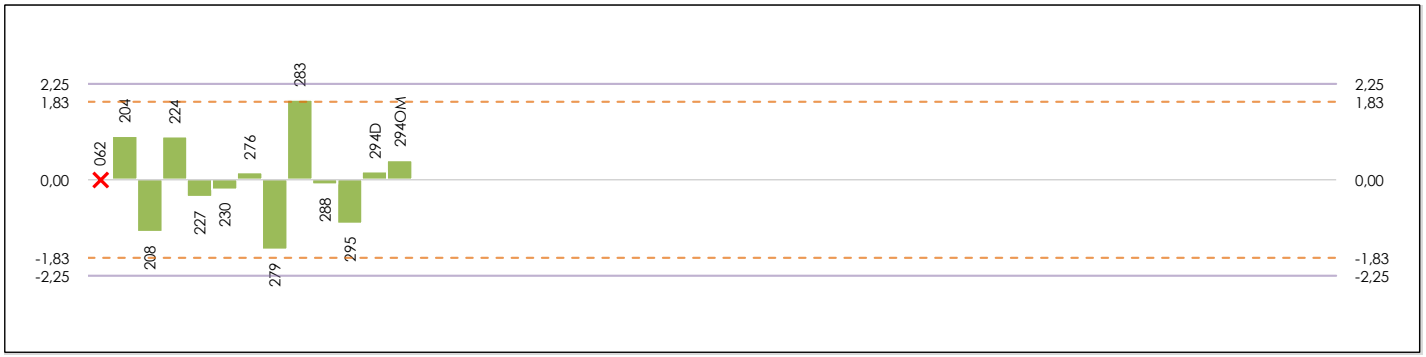
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

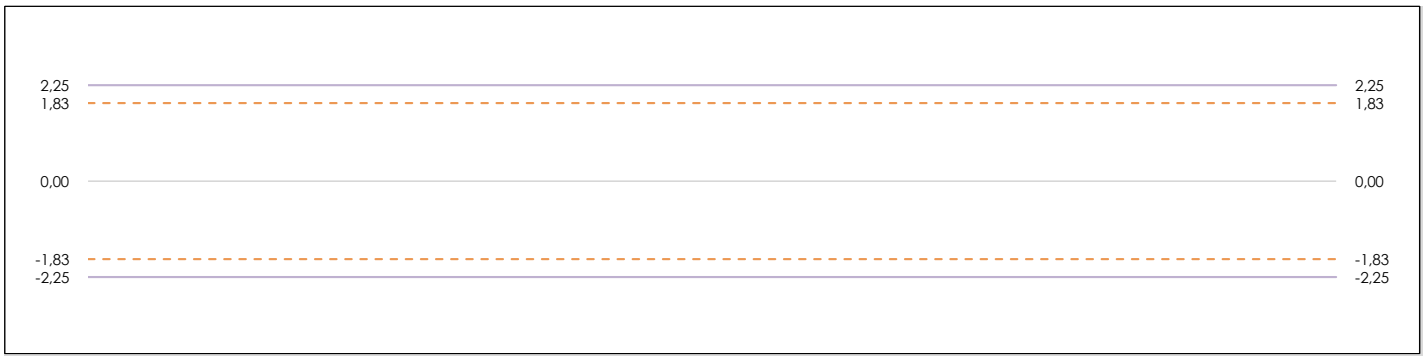
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

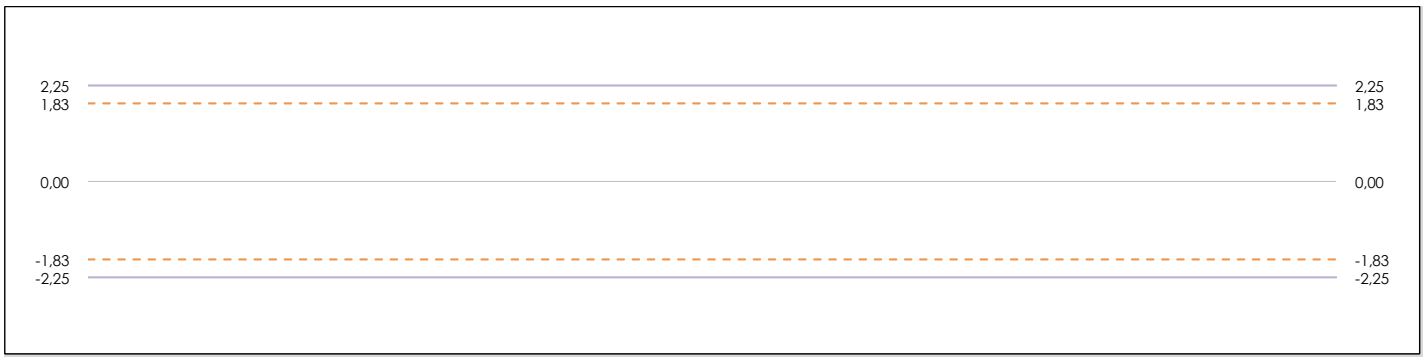
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

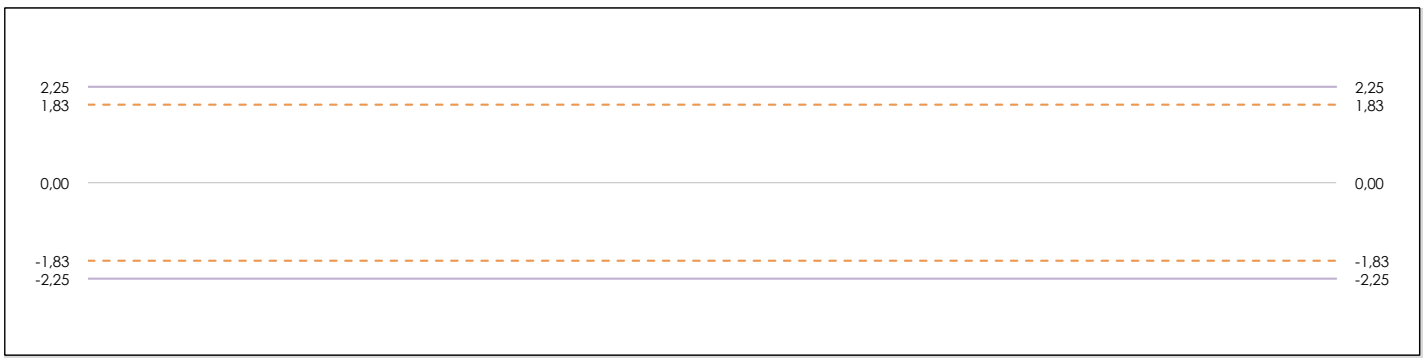
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

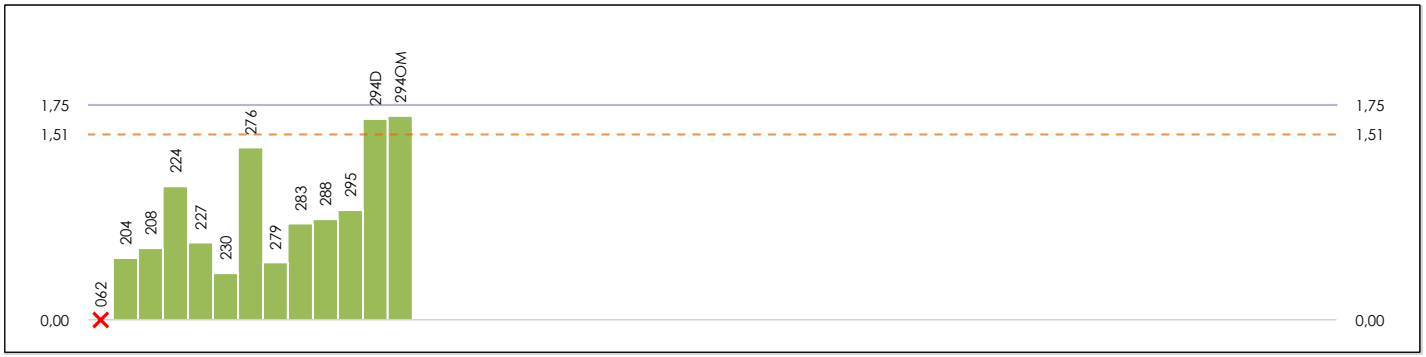
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

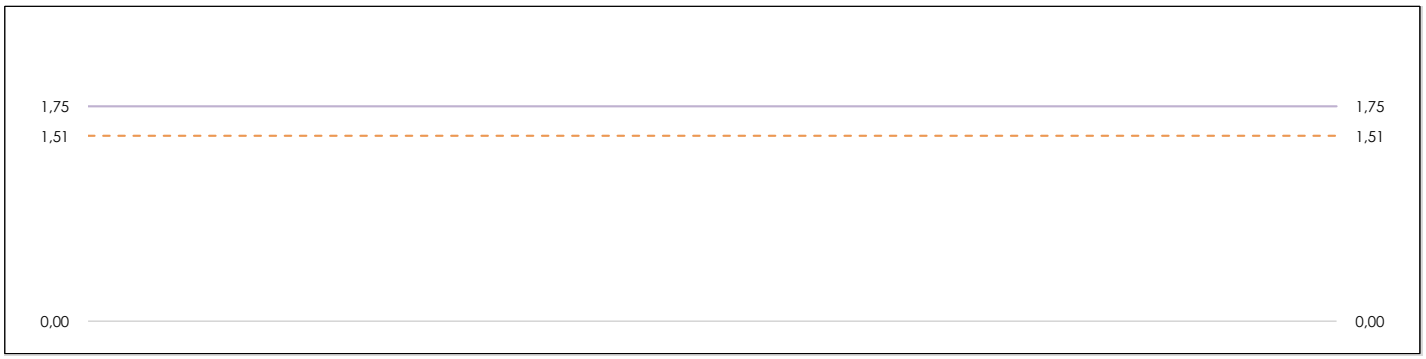
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

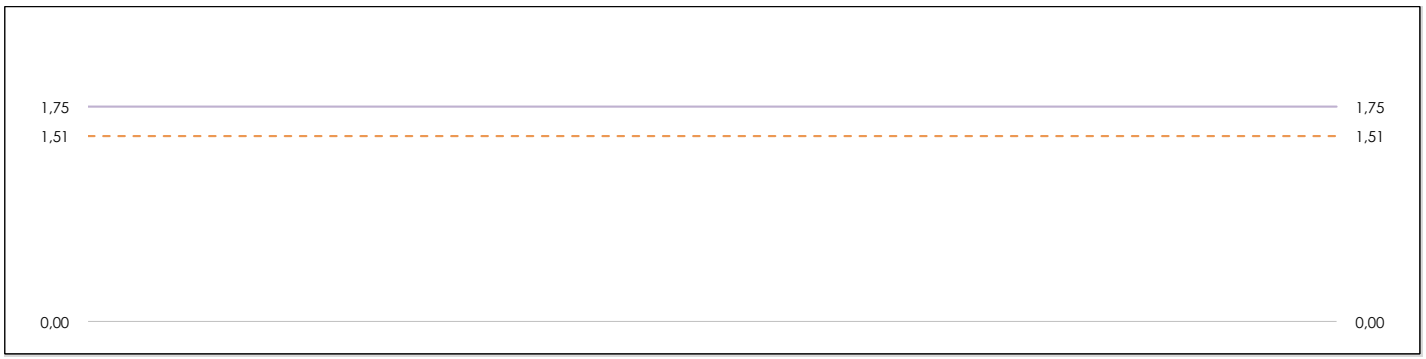
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

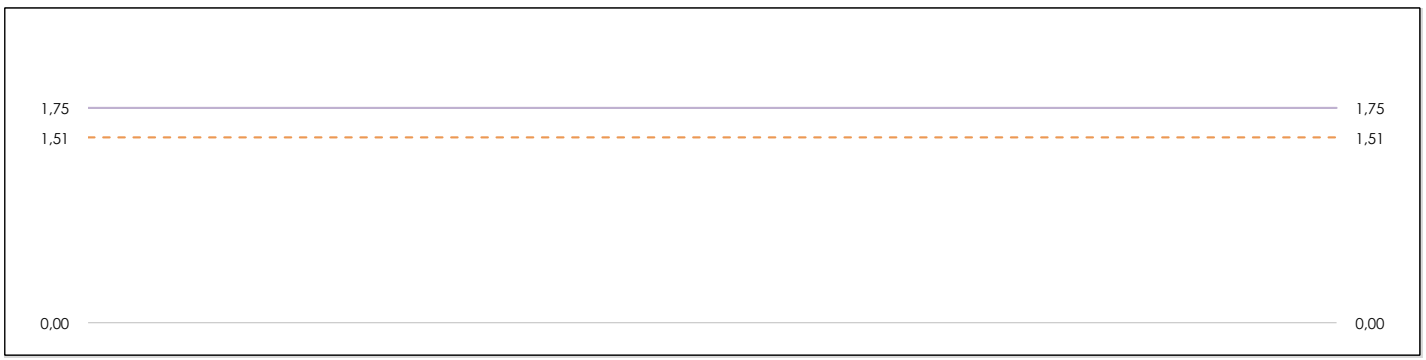
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	31,60	35,100	33,300	34,500	34,400	33,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	33,40	33,100	33,200	33,800	34,100	33,520	0,421	3,84	1,00	0,50					0,5259	✓
208	30,88	30,728	30,283	31,551	30,464	30,781	0,488	-4,65	-1,22	0,58				0,5538		✓
224	32,30	32,900	33,600	34,500	34,200	33,500	0,908	3,77	0,99	1,09						✓
227	32,13	31,871	30,856	32,014	32,041	31,783	0,527	-1,55	-0,40	0,63						✓
230	32,20	32,300	31,500	32,100	31,900	32,000	0,316	-0,87	-0,23	0,38						✓
276	31,70	32,500	31,900	34,500	31,800	32,480	1,171	0,61	0,16	1,40						✓
279	30,10	29,700	30,700	30,500	30,400	30,280	0,390	-6,20	-1,62	0,47		1,621		0,5538		✓
283	34,60	35,100	35,100	34,500	33,500	34,560	0,654	7,06	1,84*	0,78	0,229		1,844		0,5259	✓
288	33,20	32,200	32,200	31,400	31,700	32,140	0,684	-0,44	-0,11	0,82						✓
295	31,62	32,001	30,315	30,461	30,705	31,020	0,746	-3,91	-1,02	0,89						✓
294D	31,30	32,700	33,200	31,000	34,300	32,500	1,366	0,68	0,18	1,63*	0,229					✓
294OM	30,90	32,400	33,600	34,600	32,600	32,820	1,386	1,67	0,44	1,66*	0,229					✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

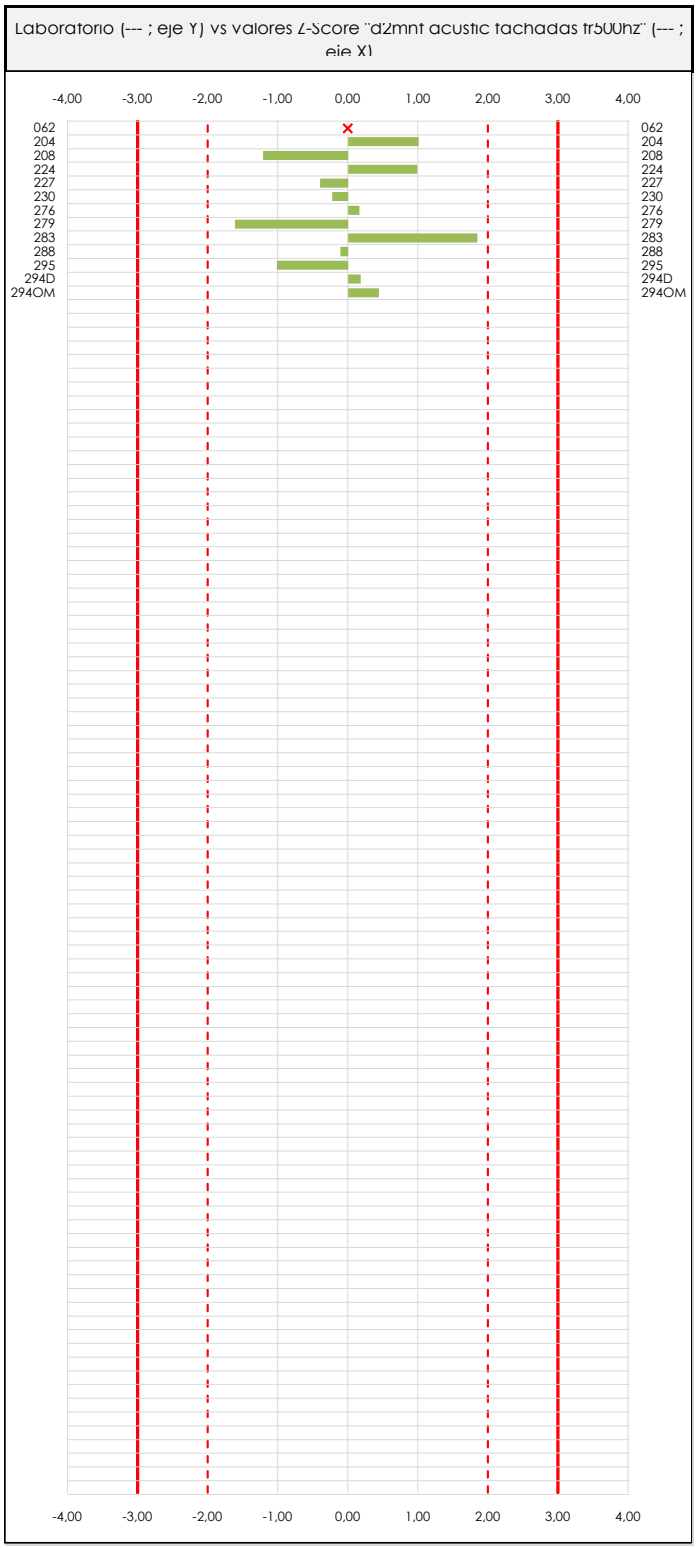
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

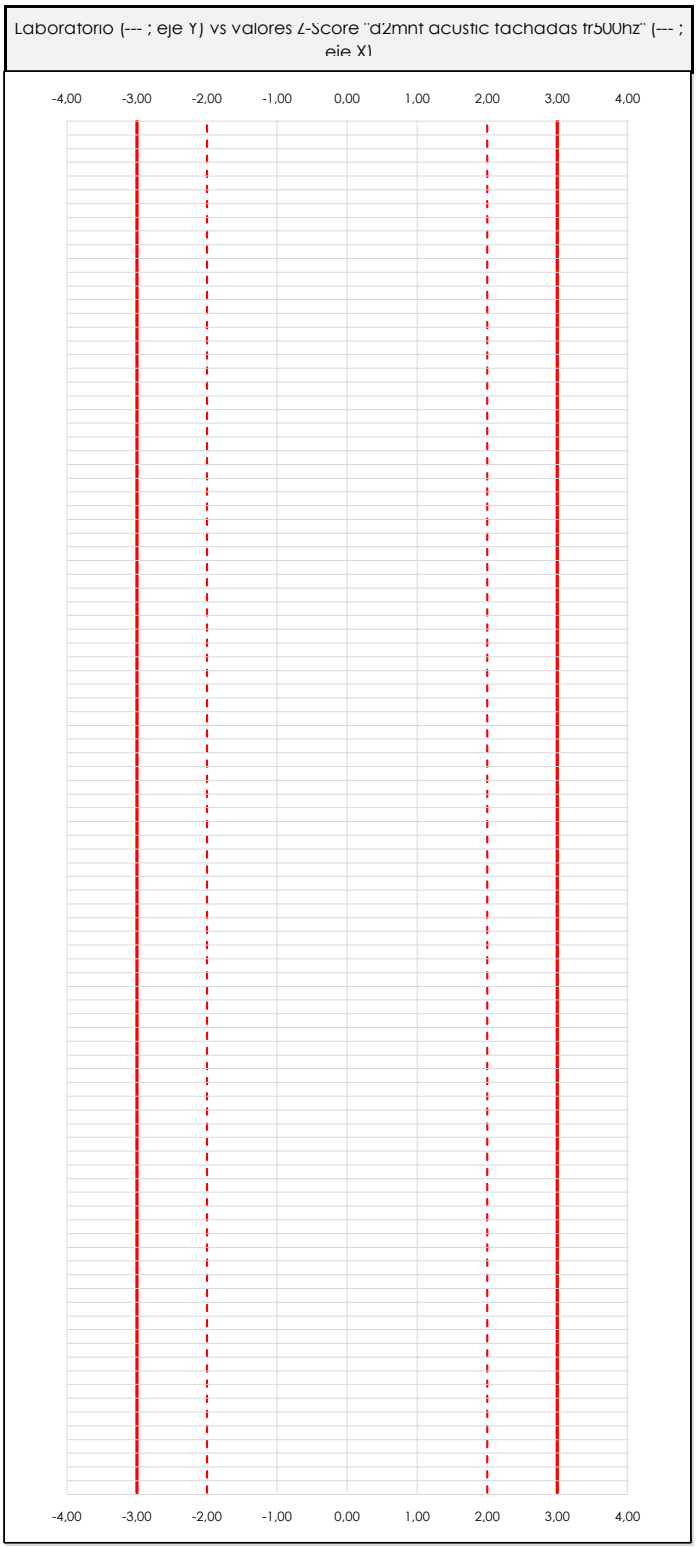
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	31,60	35,10	33,30	34,50	34,40	33,78	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	33,40	33,10	33,20	33,80	34,10	33,52	0,421	3,84	✓	✓	✓			1,002	S
208	30,88	30,73	30,28	31,55	30,46	30,78	0,488	-4,65	✓	✓	✓			-1,215	S
224	32,30	32,90	33,60	34,50	34,20	33,50	0,908	3,77	✓	✓	✓			0,986	S
227	32,13	31,87	30,86	32,01	32,04	31,78	0,527	-1,55	✓	✓	✓			-0,404	S
230	32,20	32,30	31,50	32,10	31,90	32,00	0,316	-0,87	✓	✓	✓			-0,228	S
276	31,70	32,50	31,90	34,50	31,80	32,48	1,171	0,61	✓	✓	✓			0,160	S
279	30,10	29,70	30,70	30,50	30,40	30,28	0,390	-6,20	✓	✓	✓			-1,621	S
283	34,60	35,10	35,10	34,50	33,50	34,56	0,654	7,06	✓	✓	✓			1,844	S
288	33,20	32,20	32,20	31,40	31,70	32,14	0,684	-0,44	✓	✓	✓			-0,115	S
295	31,62	32,00	30,32	30,46	30,71	31,02	0,746	-3,91	✓	✓	✓			-1,022	S
294D	31,30	32,70	33,20	31,00	34,30	32,50	1,366	0,68	✓	✓	✓			0,177	S
294OM	30,90	32,40	33,60	34,60	32,60	32,82	1,386	1,67	✓	✓	✓			0,436	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

CSIC Consejo Superior de Investigaciones Científicas — Instituto Eduardo Torroja

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr500hz (DB)

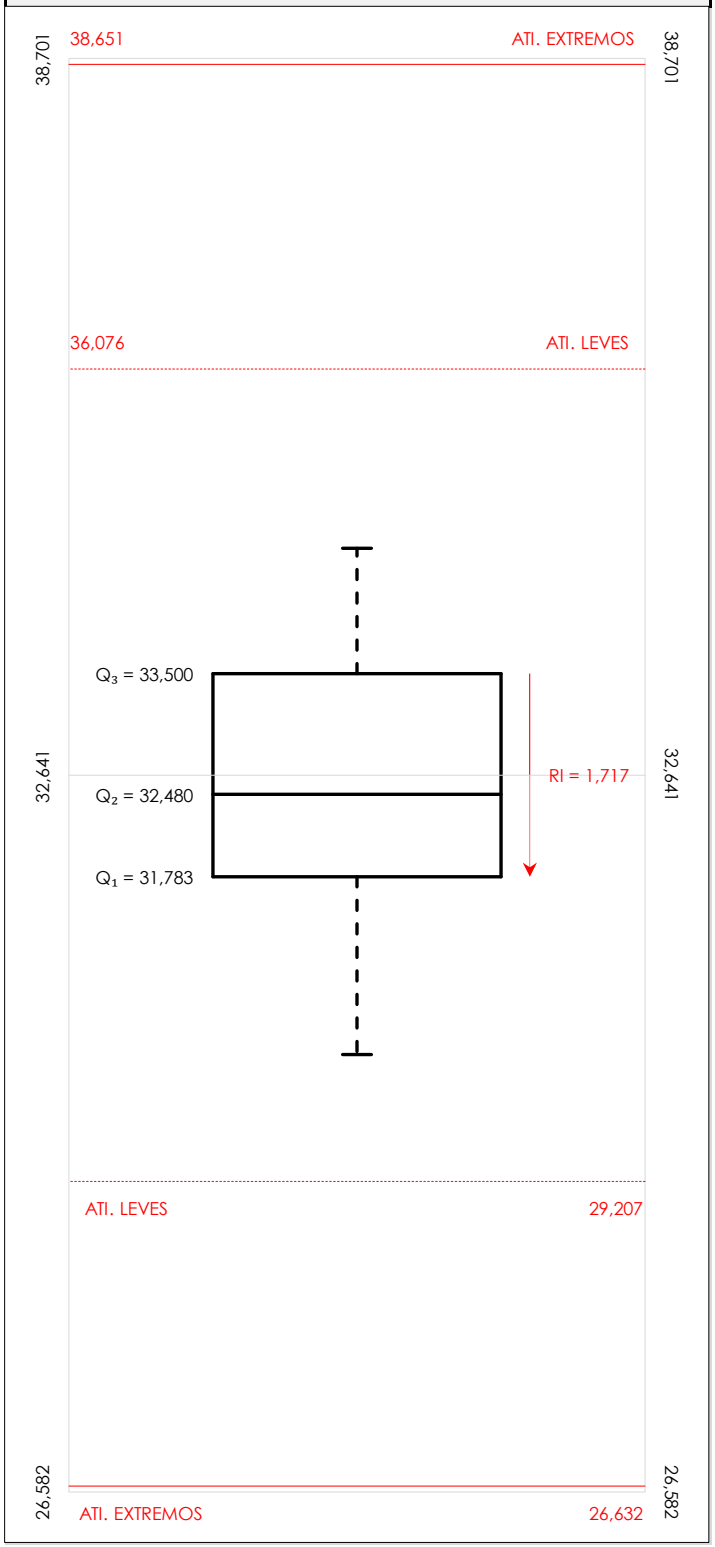
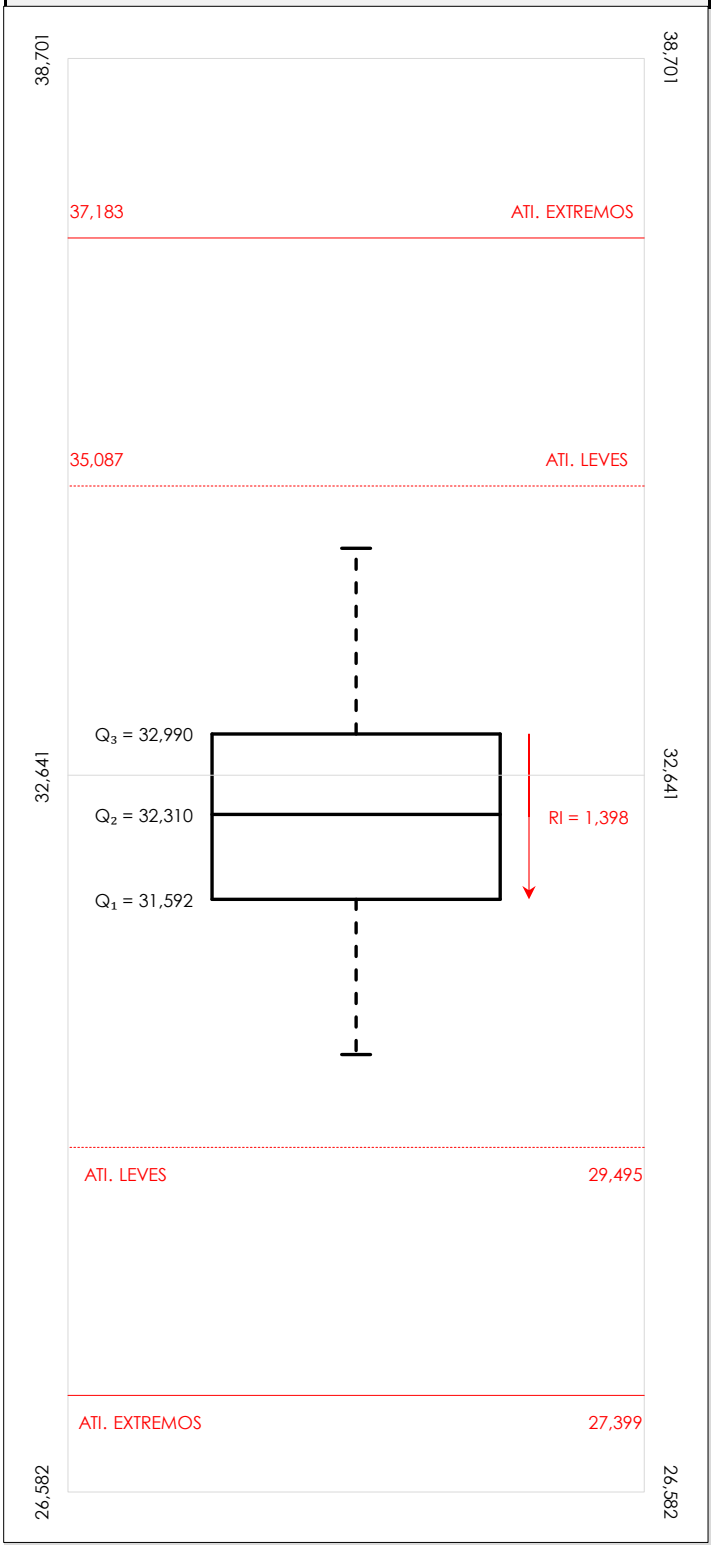


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr500hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR500HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	34,60	35,10	35,10	34,60	34,40	34,56	34,60	35,10	35,10	34,60	34,30	34,56
Valor Mínimo (min ; DB)	30,10	29,70	30,28	30,46	30,40	30,28	30,10	29,70	30,28	30,46	30,40	30,28
Valor Promedio (M ; %)	31,99	32,51	32,29	32,73	32,47	32,40	32,03	32,29	32,20	32,58	32,31	32,28
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,20	1,47	1,51	1,69	1,49	1,25	1,25	1,30	1,54	1,68	1,44	1,24
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04
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	0,791	2,466	1,413	2,205	4,116		0,698	2,317	1,386	2,085	4,002	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr630hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

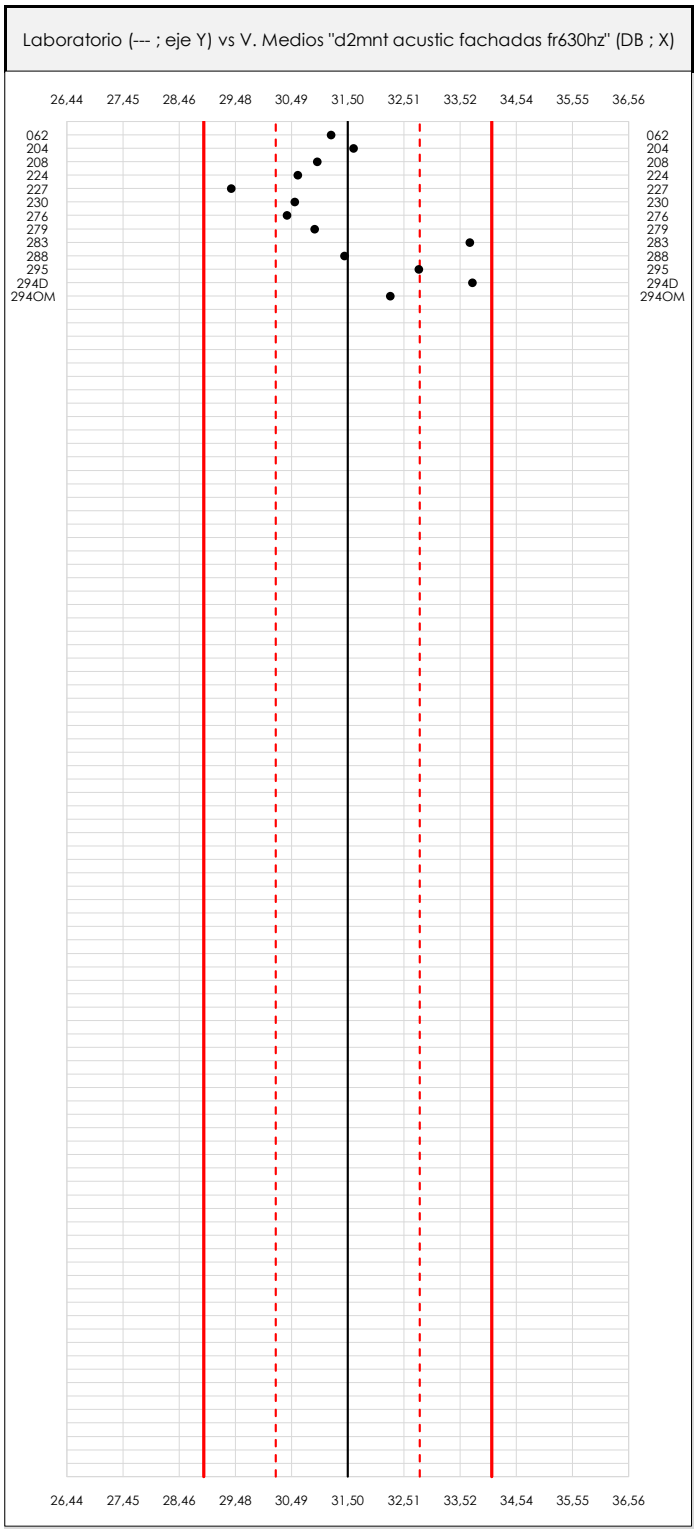
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

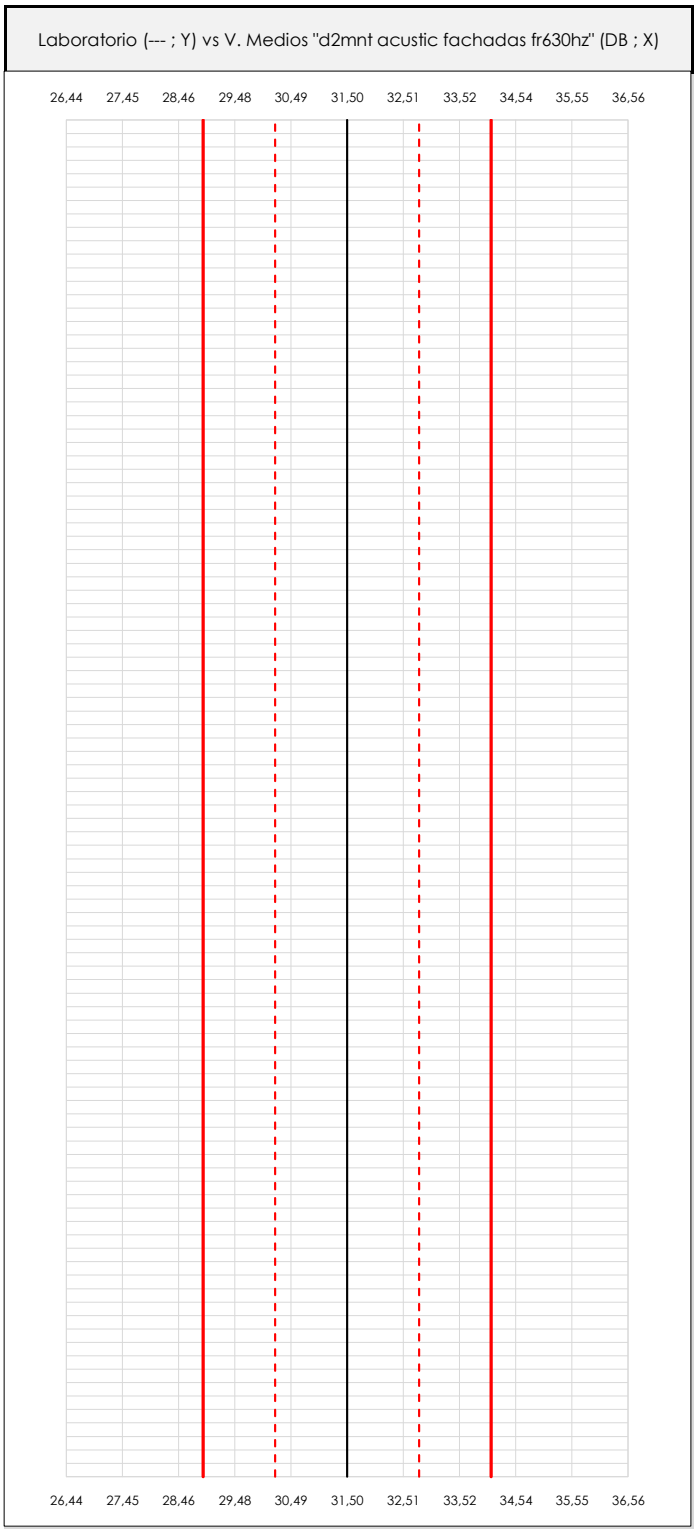
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

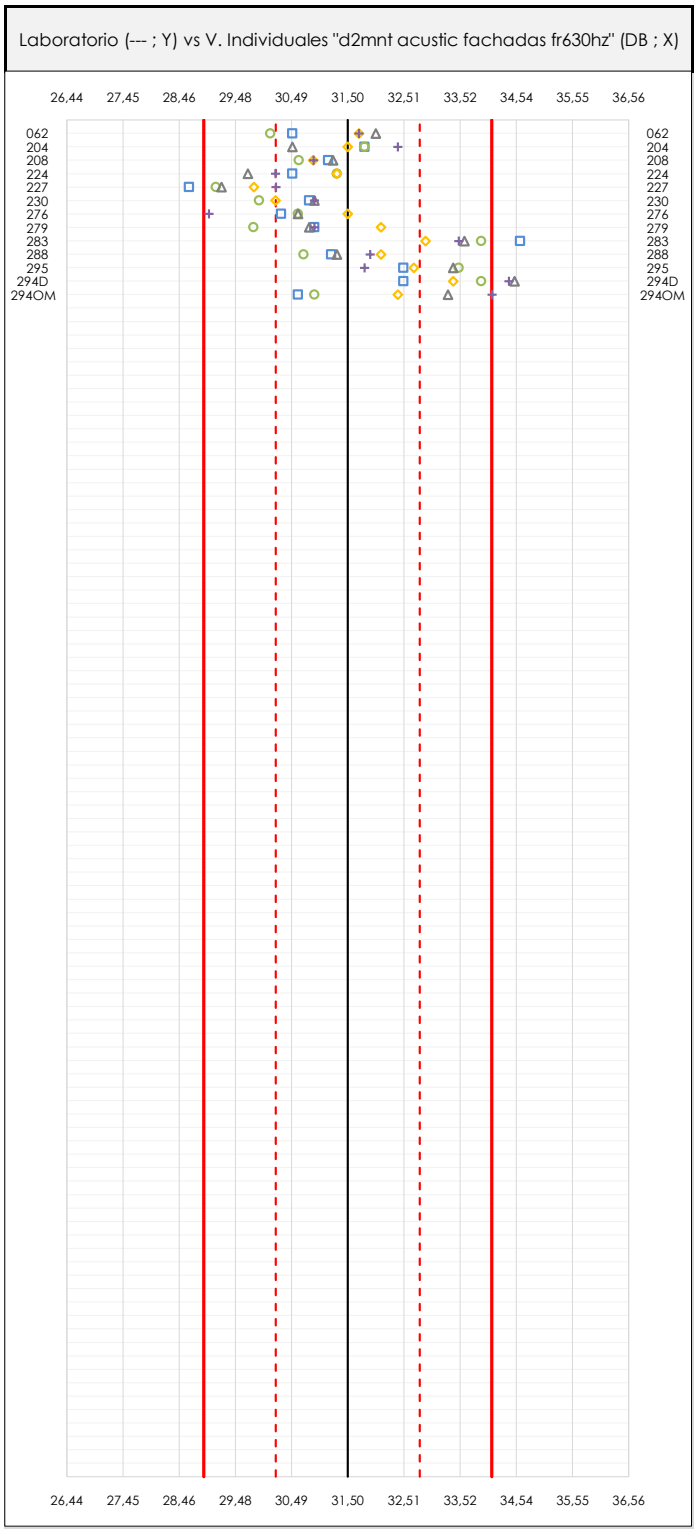
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (31,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (32,80/30,20 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (34,09/28,91 ; líneas rojas de trazo continuo).

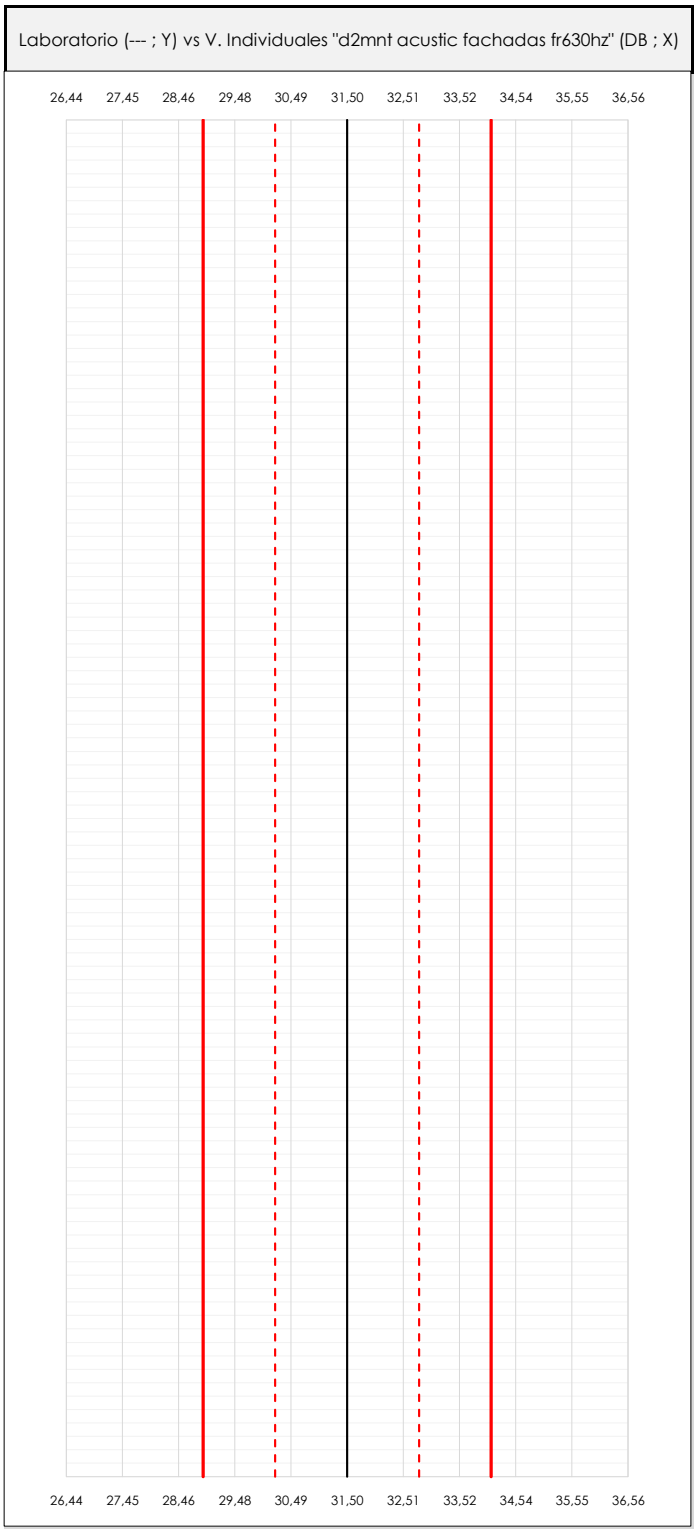
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (31,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (32,80/30,20 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (34,09/28,91 ; 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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	30,50	30,10	32,00	31,70	31,70	31,20	0,843	-0,95	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	31,80	31,80	30,50	31,50	32,40	31,60	0,696	0,32	✓	
208	31,15	30,62	31,23	30,87	30,88	30,95	0,245	-1,75	✓	
224	30,50	31,30	29,70	31,30	30,20	30,60	0,700	-2,86	✓	
227	28,64	29,12	29,22	29,81	30,20	29,40	0,611	-6,67	✓	
230	30,80	29,90	30,90	30,20	30,90	30,54	0,462	-3,05	✓	
276	30,30	30,60	30,60	31,50	29,00	30,40	0,903	-3,49	✓	
279	30,90	29,80	30,80	32,10	30,90	30,90	0,815	-1,91	✓	
283	34,60	33,90	33,60	32,90	33,50	33,70	0,620	6,98	✓	
288	31,20	30,70	31,30	32,10	31,90	31,44	0,564	-0,19	✓	
295	32,50	33,50	33,40	32,69	31,80	32,78	0,696	4,05	✓	
294D	32,50	33,90	34,50	33,40	34,40	33,74	0,820	7,11	✓	
294OM	30,60	30,90	33,30	32,40	34,10	32,26	1,508	2,41	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

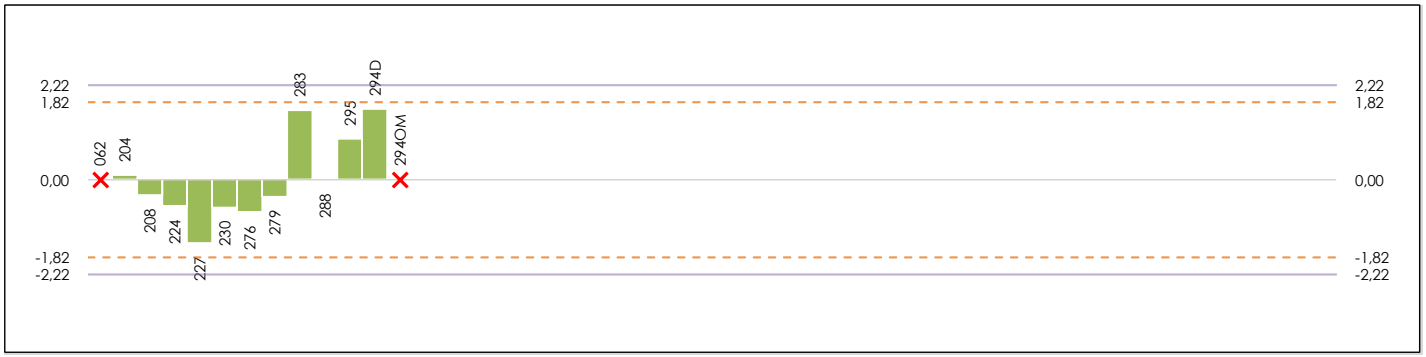
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

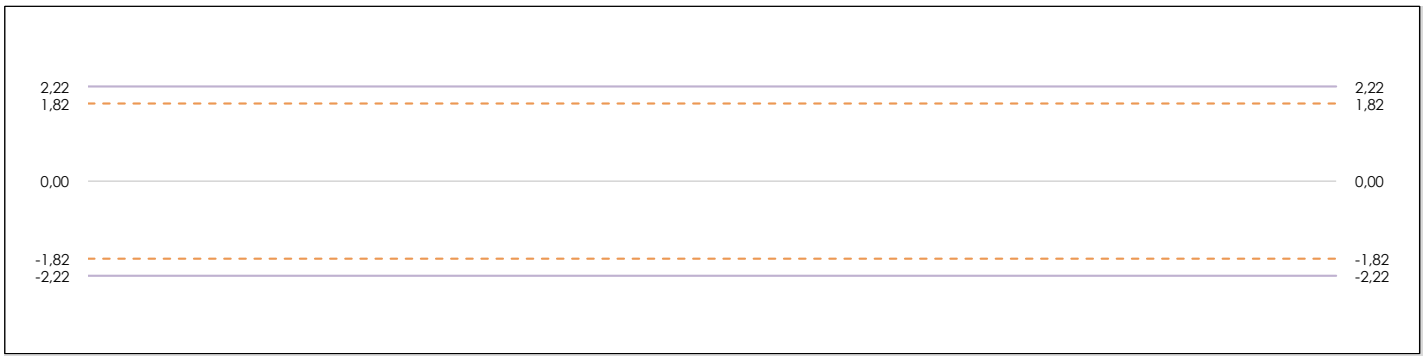
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

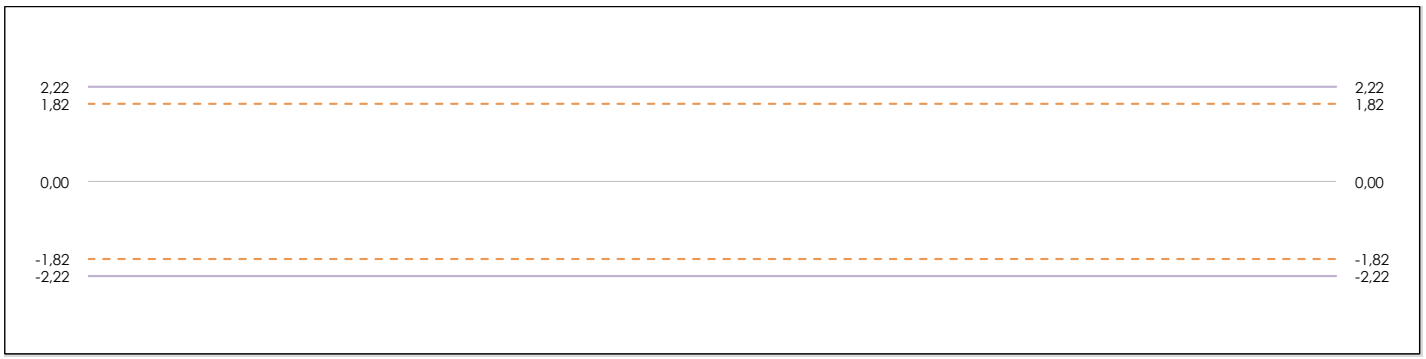
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

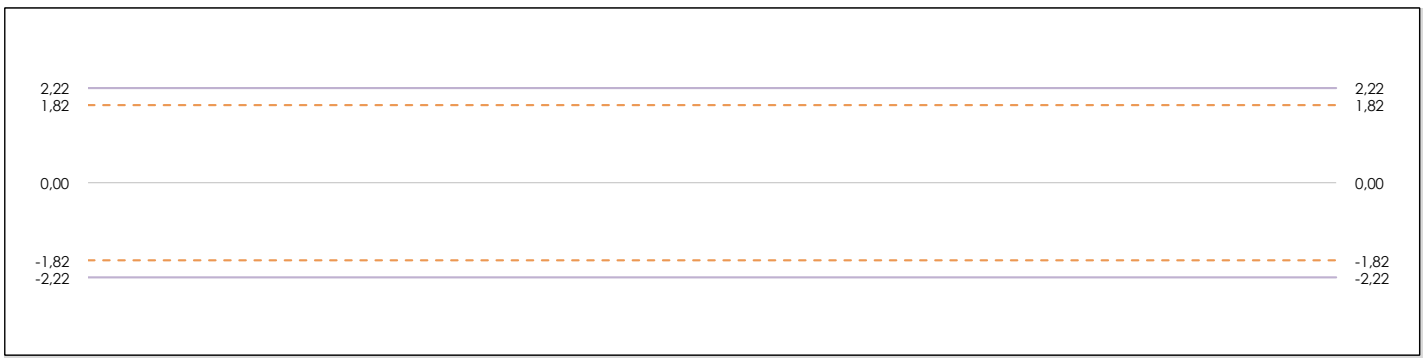
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

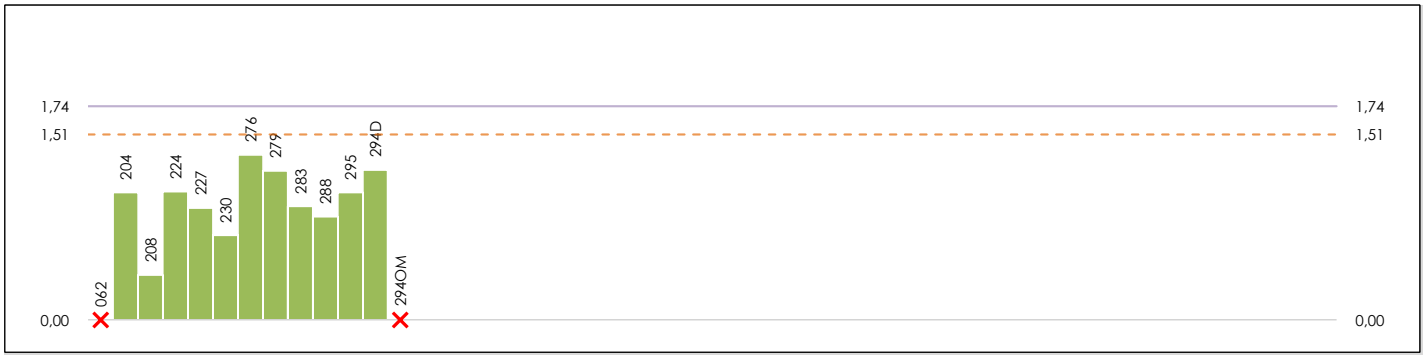
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

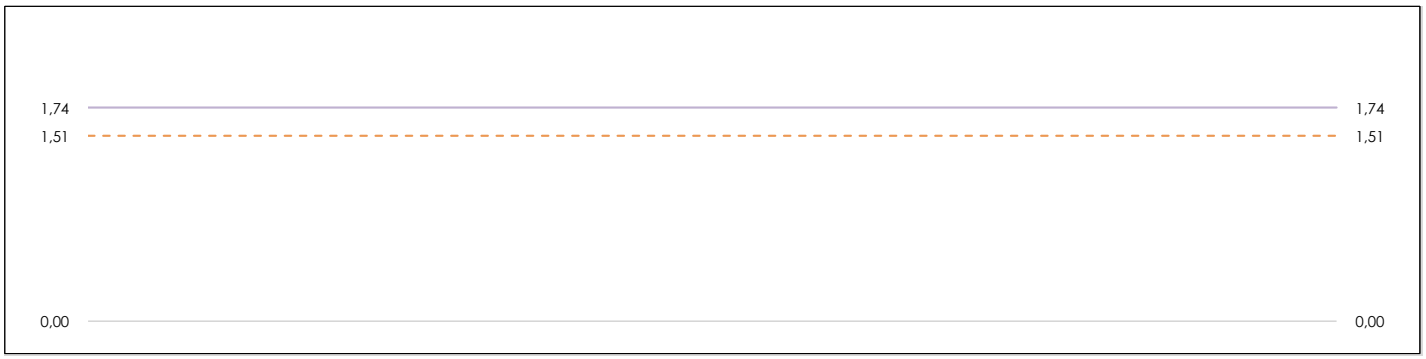
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

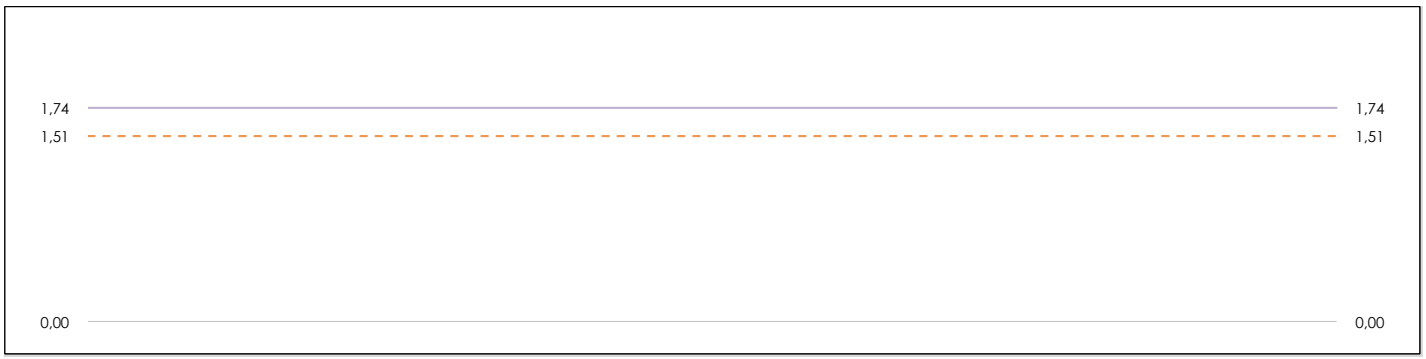
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

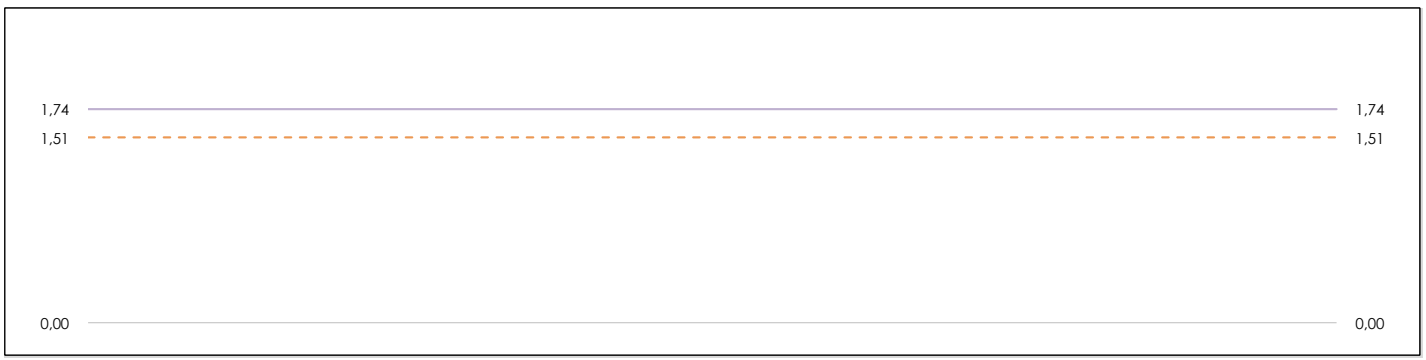
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	30,50	30,100	32,000	31,700	31,700	31,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	31,80	31,800	30,500	31,500	32,400	31,600	0,696	0,45	0,10	1,04						✓
208	31,15	30,619	31,235	30,874	30,879	30,950	0,245	-1,62	-0,36	0,36						✓
224	30,50	31,300	29,700	31,300	30,200	30,600	0,700	-2,73	-0,62	1,04						✓
227	28,64	29,124	29,220	29,810	30,202	29,399	0,611	-6,55	-1,47	0,91		1,475		0,6696		✓
230	30,80	29,900	30,900	30,200	30,900	30,540	0,462	-2,92	-0,66	0,69						✓
276	30,30	30,600	30,600	31,500	29,000	30,400	0,903	-3,37	-0,76	1,34				0,6696		✓
279	30,90	29,800	30,800	32,100	30,900	30,900	0,815	-1,78	-0,40	1,21						✓
283	34,60	33,900	33,600	32,900	33,500	33,700	0,620	7,12	1,61	0,92					0,3589	✓
288	31,20	30,700	31,300	32,100	31,900	31,440	0,564	-0,06	-0,01	0,84						✓
295	32,50	33,495	33,395	32,692	31,798	32,776	0,696	4,19	0,94	1,04						✓
294D	32,50	33,900	34,500	33,400	34,400	33,740	0,820	7,25	1,63	1,22			1,634		0,3589	✓
294OM	30,60	30,900	33,300	32,400	34,100	32,260	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

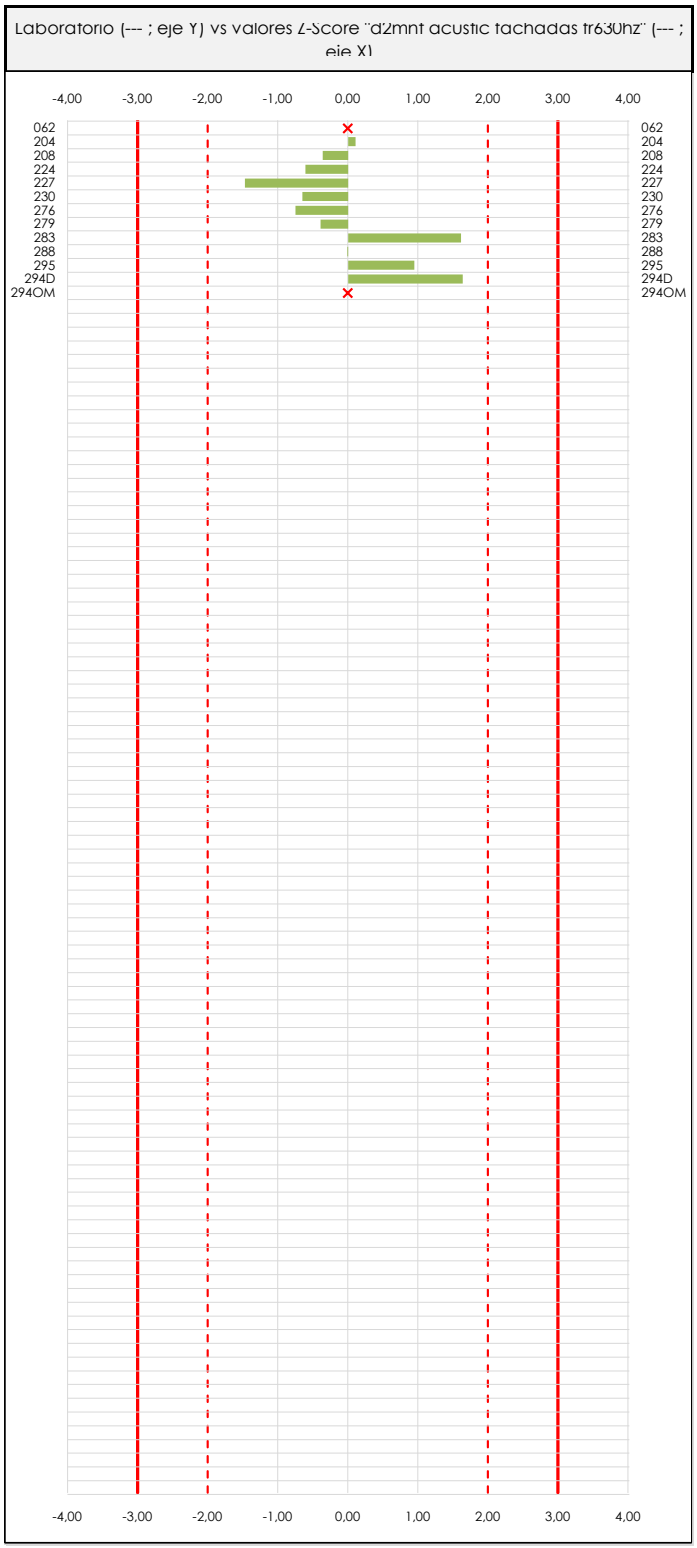
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

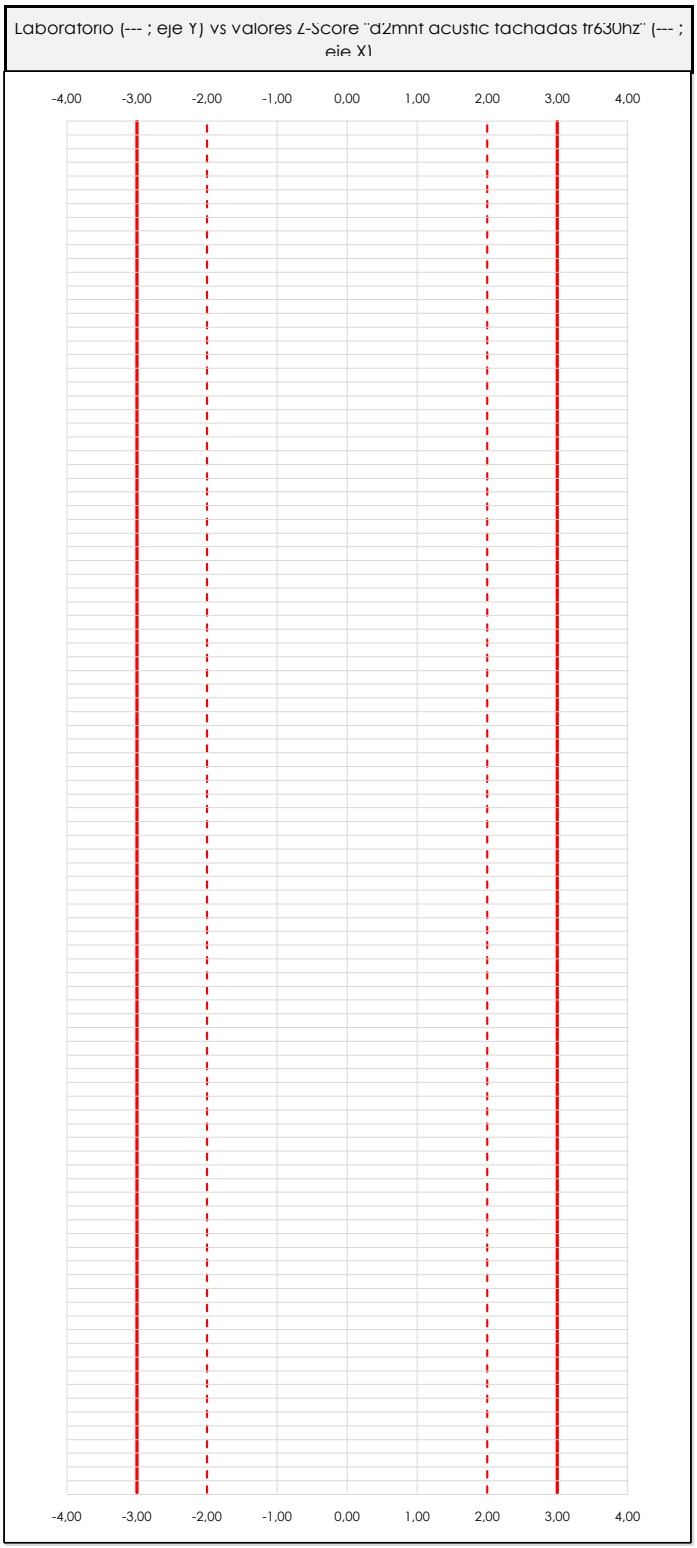
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	30,50	30,10	32,00	31,70	31,70	31,20	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	31,80	31,80	30,50	31,50	32,40	31,60	0,696	0,45	✓	✓	✓			0,101	S
208	31,15	30,62	31,23	30,87	30,88	30,95	0,245	-1,62	✓	✓	✓			-0,364	S
224	30,50	31,30	29,70	31,30	30,20	30,60	0,700	-2,73	✓	✓	✓			-0,615	S
227	28,64	29,12	29,22	29,81	30,20	29,40	0,611	-6,55	✓	✓	✓			-1,475	S
230	30,80	29,90	30,90	30,20	30,90	30,54	0,462	-2,92	✓	✓	✓			-0,658	S
276	30,30	30,60	30,60	31,50	29,00	30,40	0,903	-3,37	✓	✓	✓			-0,758	S
279	30,90	29,80	30,80	32,10	30,90	30,90	0,815	-1,78	✓	✓	✓			-0,400	S
283	34,60	33,90	33,60	32,90	33,50	33,70	0,620	7,12	✓	✓	✓			1,605	S
288	31,20	30,70	31,30	32,10	31,90	31,44	0,564	-0,06	✓	✓	✓			-0,013	S
295	32,50	33,50	33,40	32,69	31,80	32,78	0,696	4,19	✓	✓	✓			0,944	S
294D	32,50	33,90	34,50	33,40	34,40	33,74	0,820	7,25	✓	✓	✓			1,634	S
294OM	30,60	30,90	33,30	32,40	34,10	32,26	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr630hz (DB)

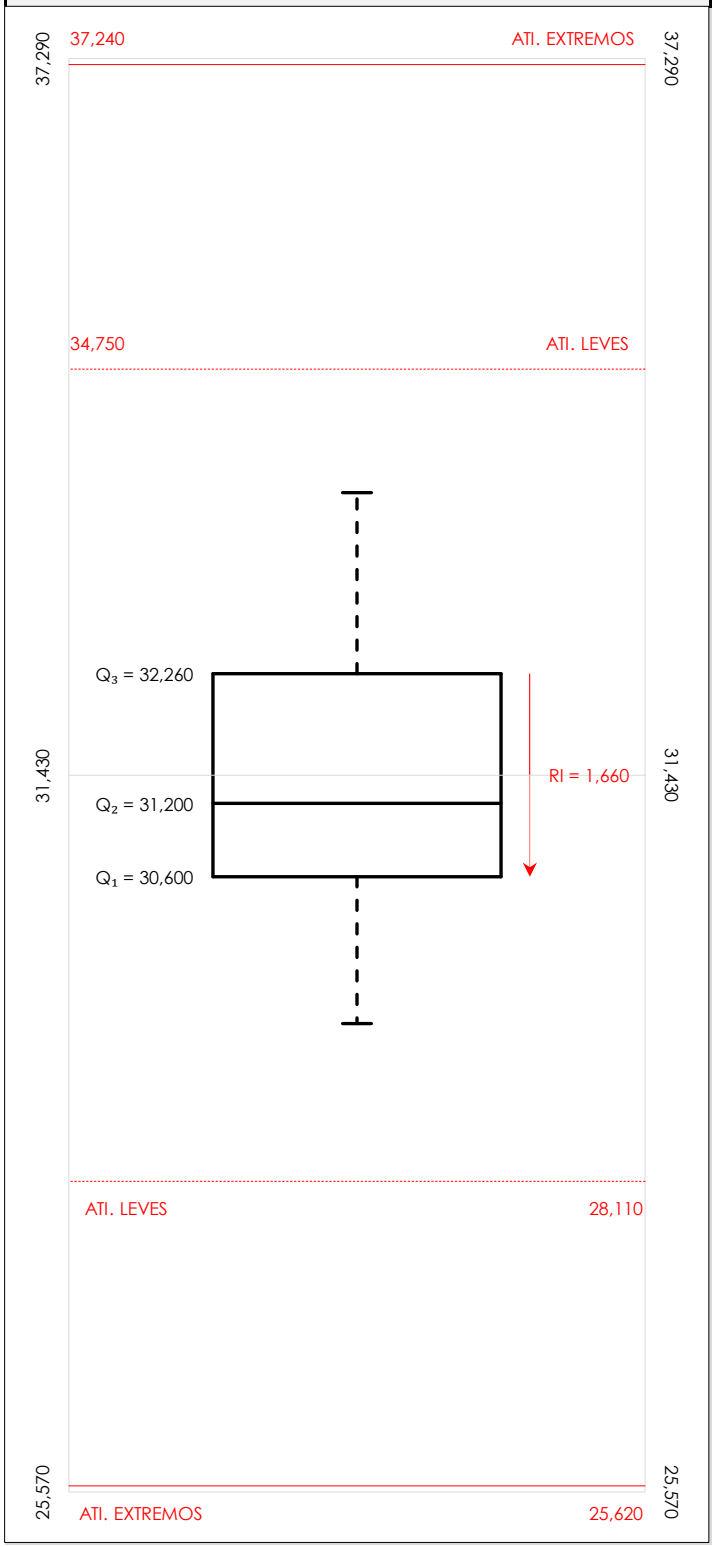
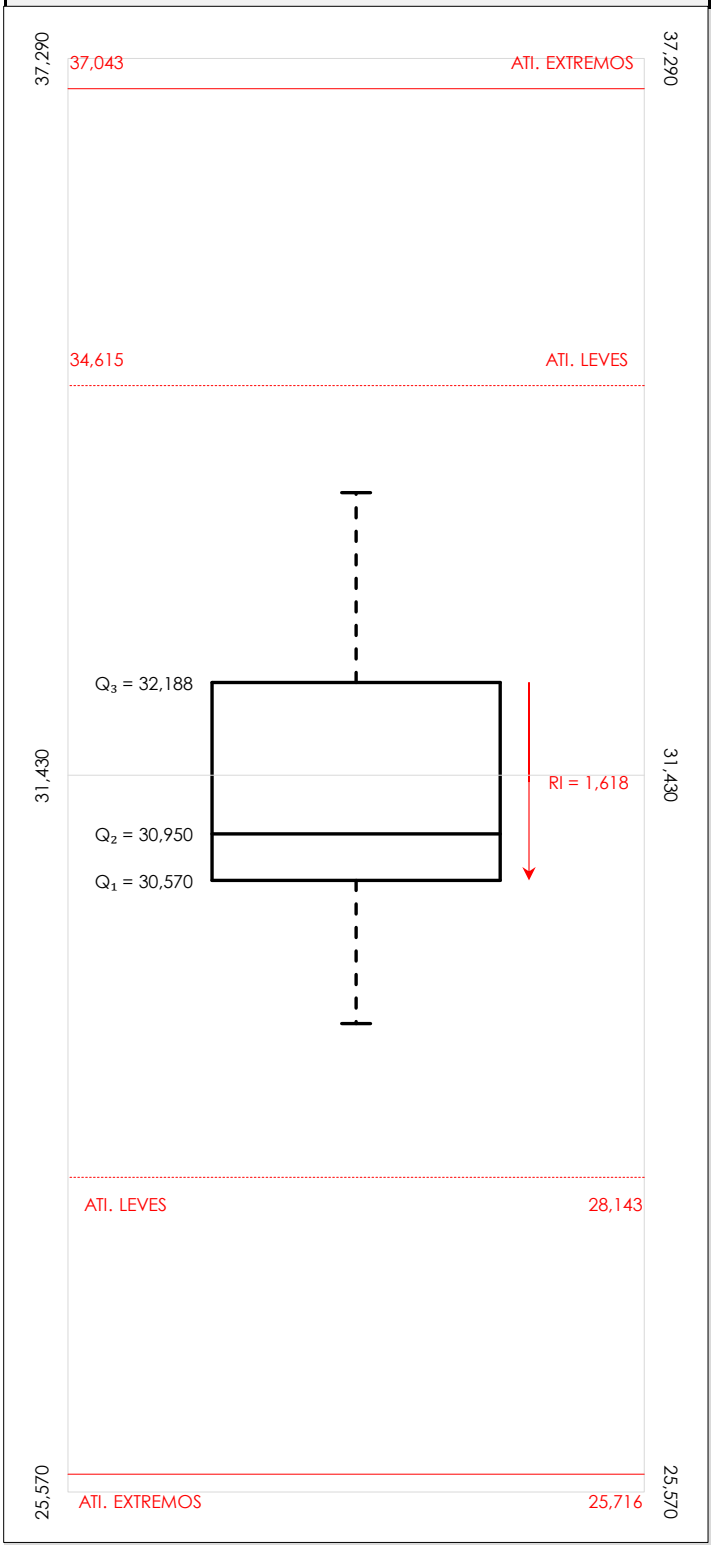


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr630hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR630HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 2 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	34,60	33,90	34,50	33,40	34,40	33,74	34,60	33,90	34,50	33,40	34,40	33,74
Valor Mínimo (min ; DB)	28,64	29,12	29,22	29,81	29,00	29,40	28,64	29,12	29,22	29,81	29,00	29,40
Valor Promedio (M ; DB)	31,23	31,24	31,62	31,73	31,68	31,50	31,35	31,38	31,43	31,67	31,46	31,46
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,42	1,59	1,62	1,04	1,60	1,30	1,52	1,70	1,68	1,11	1,56	1,40
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,05	0,05	0,03	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,04
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	0,611	2,167	1,560	2,171	4,084		0,451	1,862	1,859	2,311	4,213	
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%	2,22	1,74	0,322	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,51	0,271	2,355	0,2213	1,82	1,51	0,308	2,355	0,2213

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 11 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr800hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

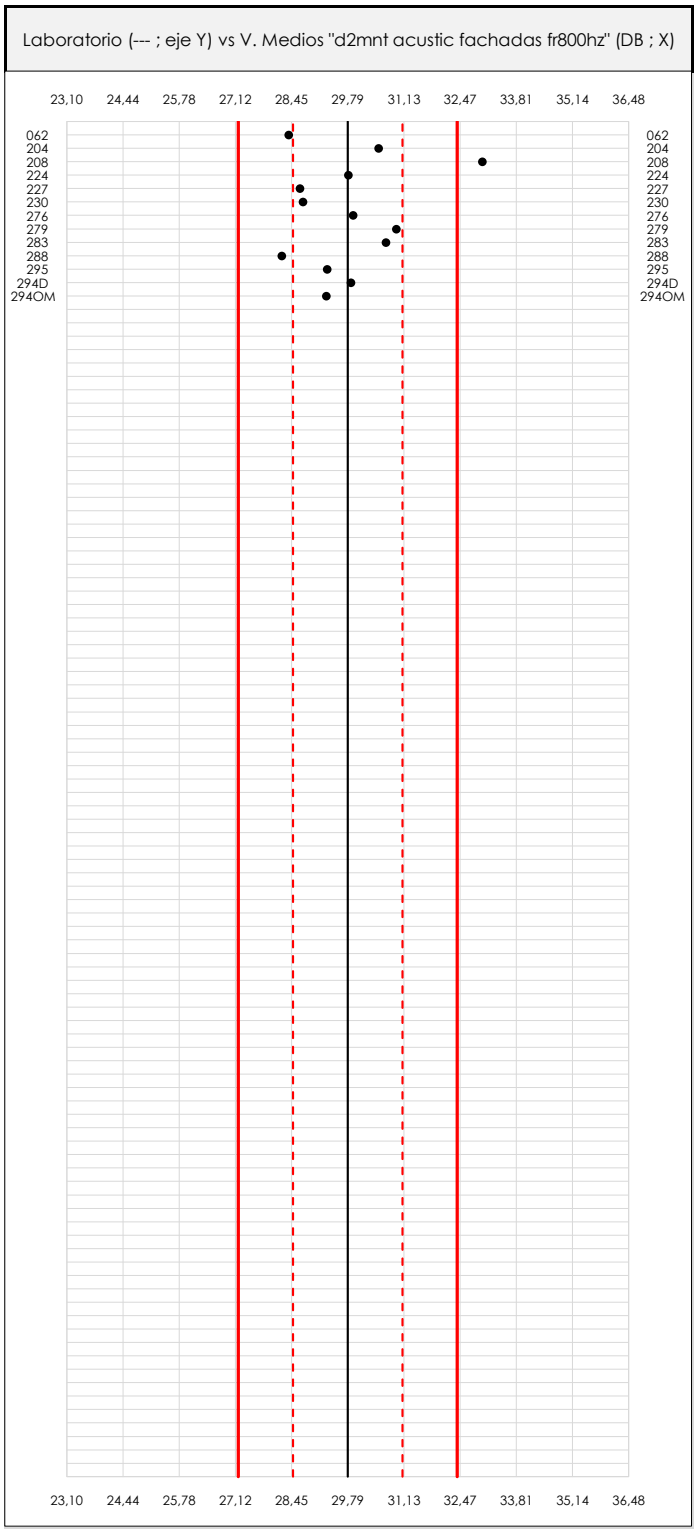
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

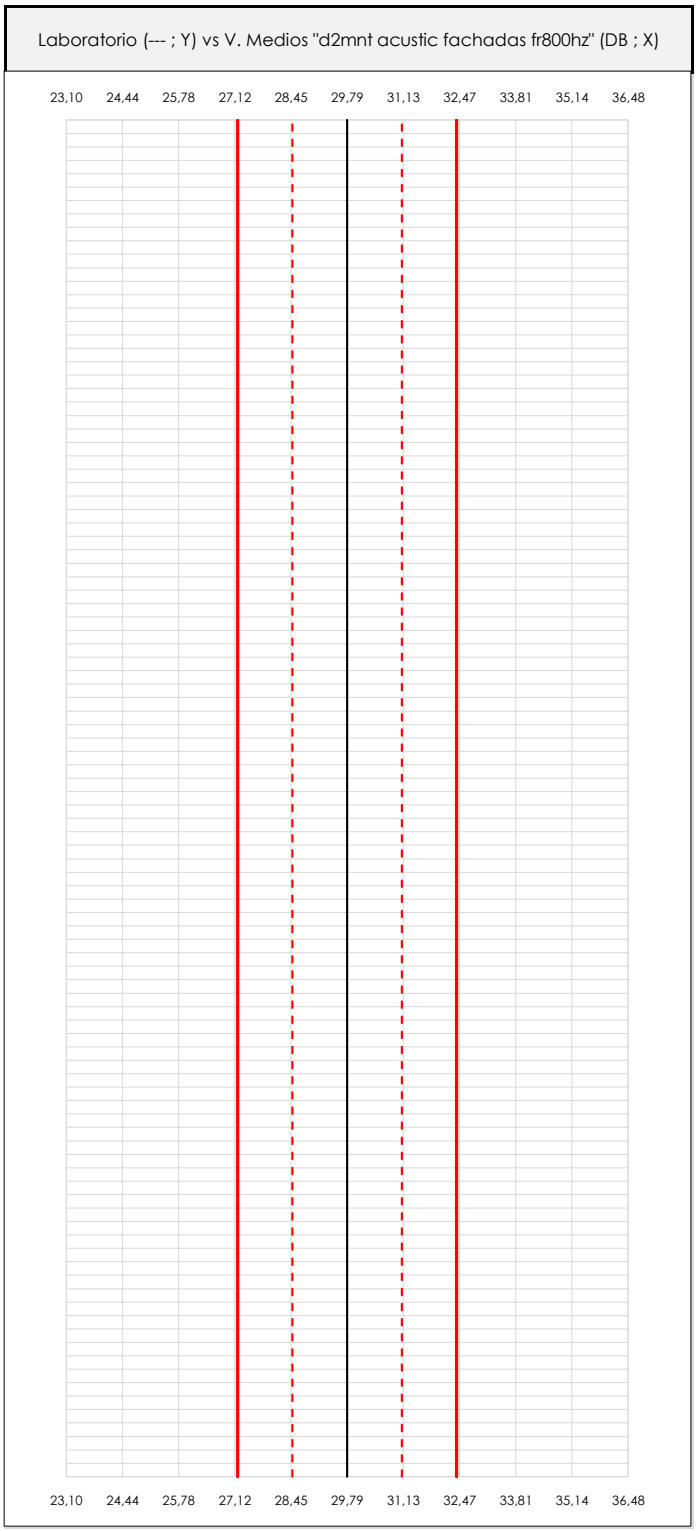
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

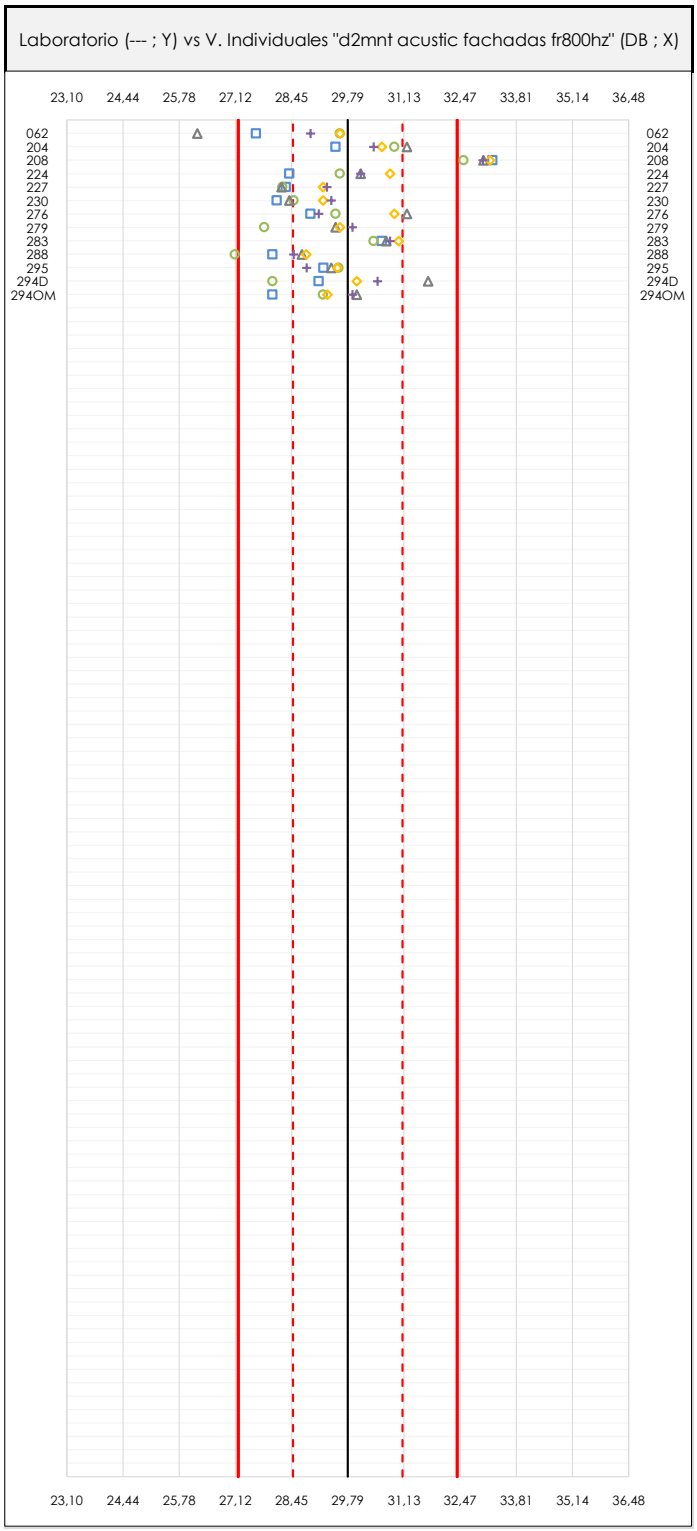
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (29,79 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,09/28,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,40/27,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

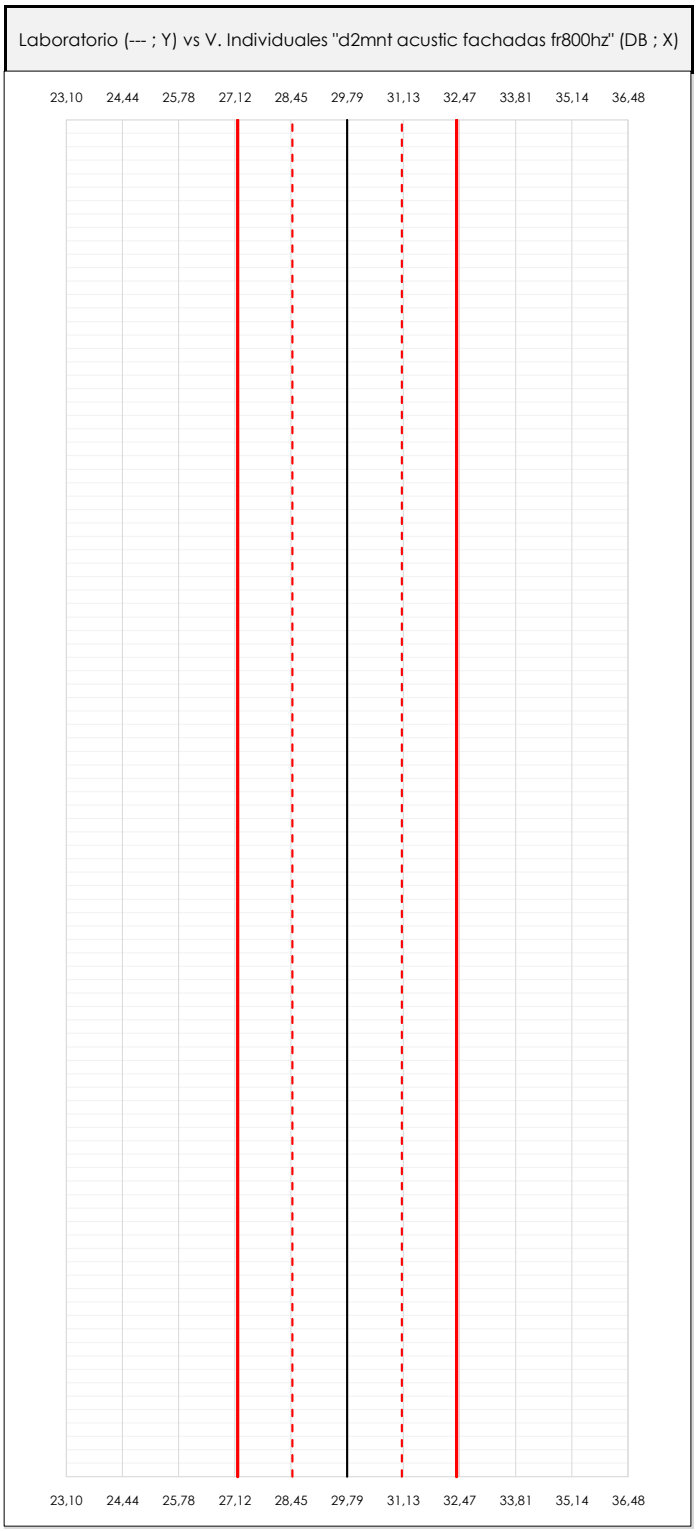
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (29,79 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,09/28,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,40/27,18 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	27,60	29,60	26,20	29,60	28,90	28,38	1,467	-4,74	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	29,50	30,90	31,20	30,60	30,40	30,52	0,646	2,45	✓	
208	33,24	32,54	33,02	33,17	33,01	33,00	0,272	10,76	✓	
224	28,40	29,60	30,10	30,80	30,10	29,80	0,892	0,03	✓	
227	28,31	28,23	28,21	29,20	29,29	28,65	0,546	-3,84	✓	
230	28,10	28,50	28,40	29,20	29,40	28,72	0,554	-3,60	✓	
276	28,90	29,50	31,20	30,90	29,10	29,92	1,059	0,43	✓	
279	37,90	27,80	29,50	29,60	29,90	30,94	3,977	3,86	✓	
283	30,60	30,40	30,70	31,00	30,80	30,70	0,224	3,05	✓	
288	28,00	27,10	28,70	28,80	28,50	28,22	0,698	-5,27	✓	
295	29,21	29,57	29,40	29,54	28,80	29,30	0,312	-1,64	✓	
294D	29,10	28,00	31,70	30,00	30,50	29,86	1,401	0,23	✓	
294OM	28,00	29,20	30,00	29,30	29,90	29,28	0,798	-1,72	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

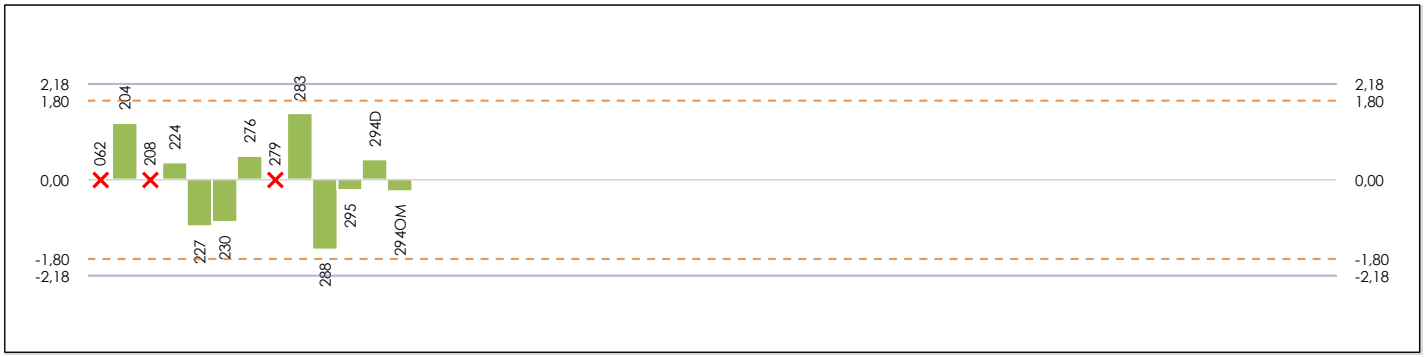
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

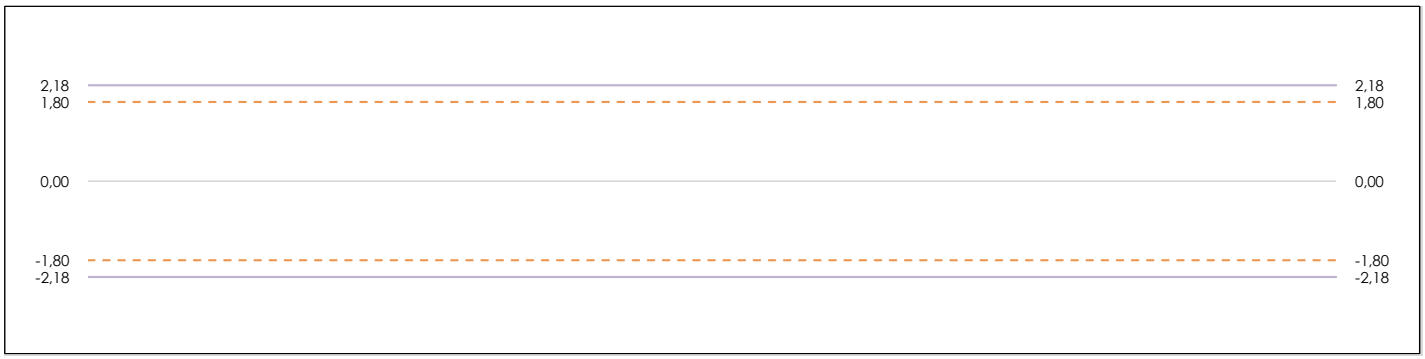
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

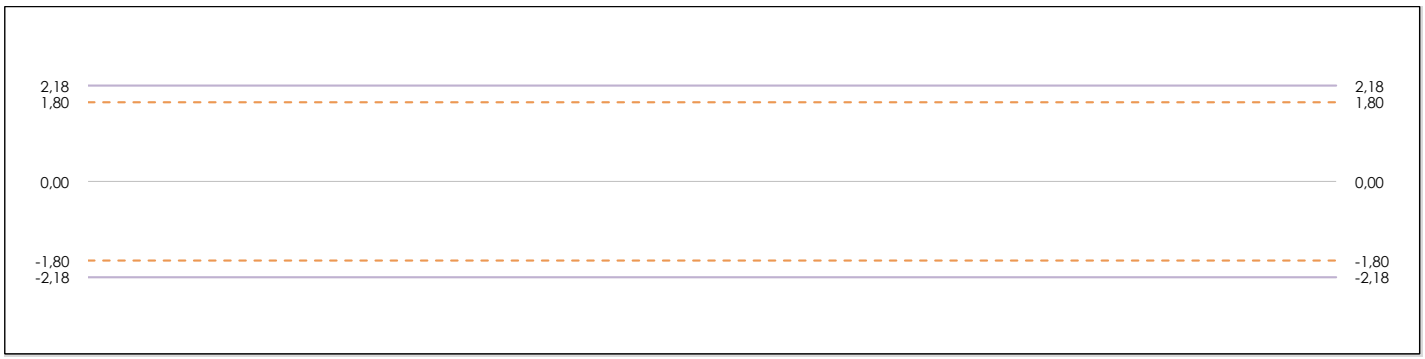
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

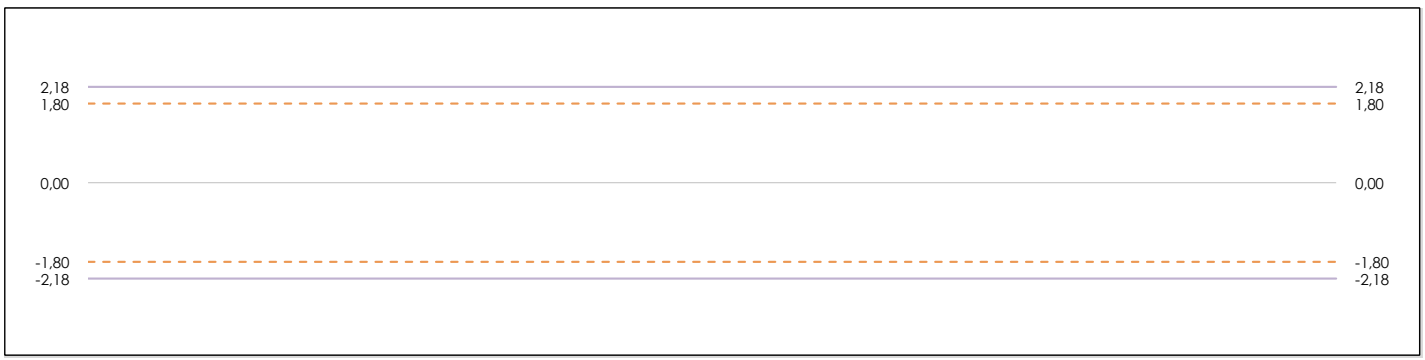
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

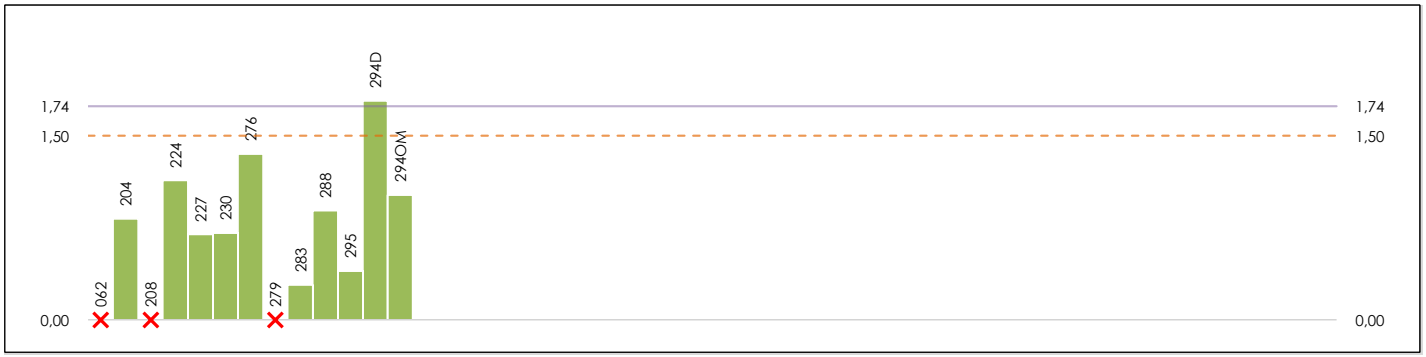
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

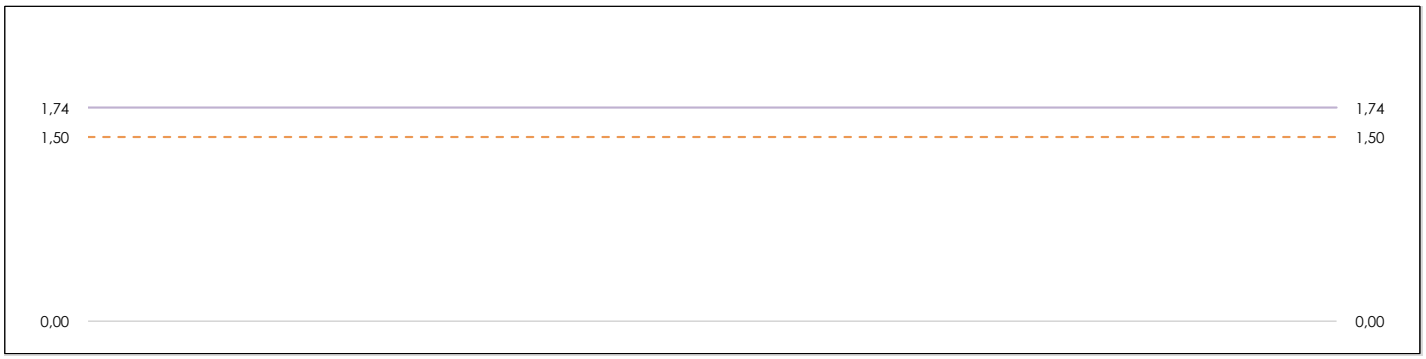
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

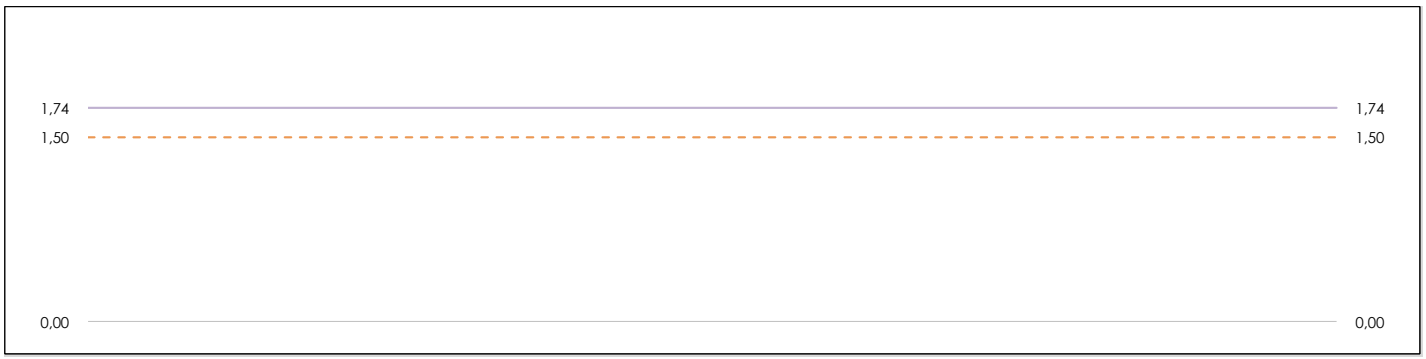
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

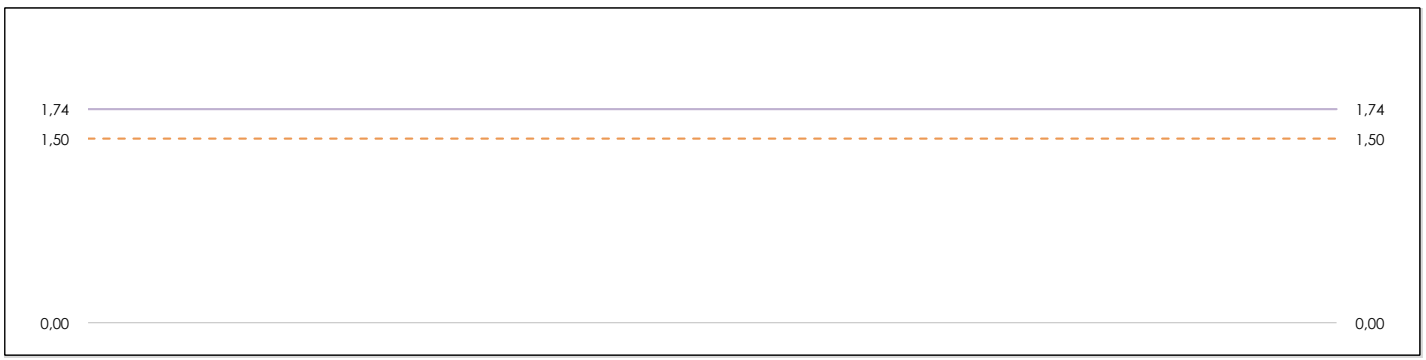
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	27,60	29,600	26,200	29,600	28,900	28,380	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	29,50	30,900	31,200	30,600	30,400	30,520	0,646	3,47	1,26	0,82					0,4757	✓
208	33,24	32,542	33,024	33,174	33,007	32,997	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
224	28,40	29,600	30,100	30,800	30,100	29,800	0,892	1,03	0,37	1,13						✓
227	28,31	28,233	28,207	29,195	29,289	28,647	0,546	-2,88	-1,05	0,69				0,5085		✓
230	28,10	28,500	28,400	29,200	29,400	28,720	0,554	-2,63	-0,96	0,71						✓
276	28,90	29,500	31,200	30,900	29,100	29,920	1,059	1,43	0,52	1,35						✓
279	37,90	27,800	29,500	29,600	29,900	30,940	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
283	30,60	30,400	30,700	31,000	30,800	30,700	0,224	4,08	1,48	0,28			1,481		0,4757	✓
288	28,00	27,100	28,700	28,800	28,500	28,220	0,698	-4,33	-1,57	0,89		1,572		0,5085		✓
295	29,21	29,565	29,395	29,535	28,804	29,302	0,312	-0,66	-0,24	0,40						✓
294D	29,10	28,000	31,700	30,000	30,500	29,860	1,401	1,23	0,45	1,78**	0,318					✓
294OM	28,00	29,200	30,000	29,300	29,900	29,280	0,798	-0,74	-0,27	1,02						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

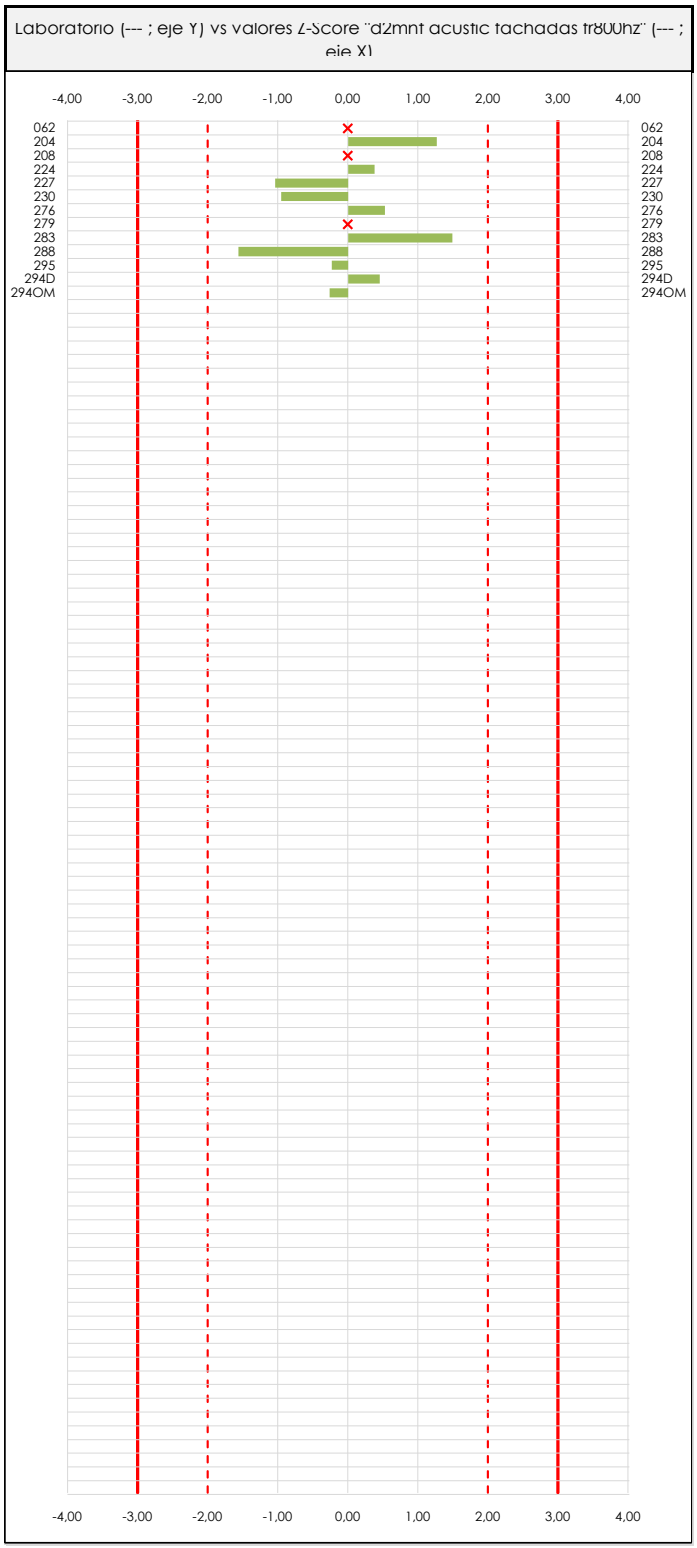
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

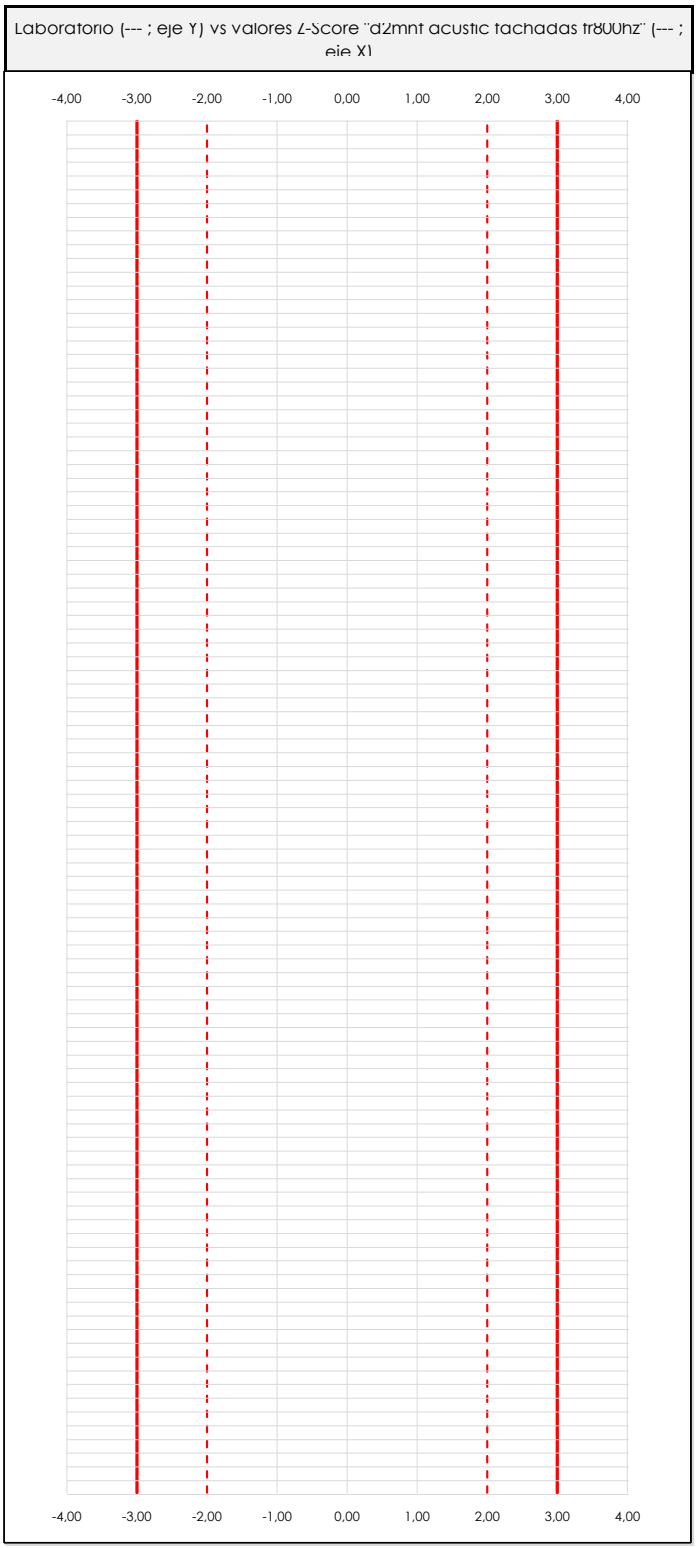
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	27,60	29,60	26,20	29,60	28,90	28,38	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	29,50	30,90	31,20	30,60	30,40	30,52	0,646	3,47	✓	✓	✓			1,259	S
208	33,24	32,54	33,02	33,17	33,01	33,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
224	28,40	29,60	30,10	30,80	30,10	29,80	0,892	1,03	✓	✓	✓			0,373	S
227	28,31	28,23	28,21	29,20	29,29	28,65	0,546	-2,88	✓	✓	✓			-1,047	S
230	28,10	28,50	28,40	29,20	29,40	28,72	0,554	-2,63	✓	✓	✓			-0,956	S
276	28,90	29,50	31,20	30,90	29,10	29,92	1,059	1,43	✓	✓	✓			0,521	S
279	37,90	27,80	29,50	29,60	29,90	30,94	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
283	30,60	30,40	30,70	31,00	30,80	30,70	0,224	4,08	✓	✓	✓			1,481	S
288	28,00	27,10	28,70	28,80	28,50	28,22	0,698	-4,33	✓	✓	✓			-1,572	S
295	29,21	29,57	29,40	29,54	28,80	29,30	0,312	-0,66	✓	✓	✓			-0,240	S
294D	29,10	28,00	31,70	30,00	30,50	29,86	1,401	1,23	✓	✓	✓			0,447	S
294OM	28,00	29,20	30,00	29,30	29,90	29,28	0,798	-0,74	✓	✓	✓			-0,267	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr800hz (DB)

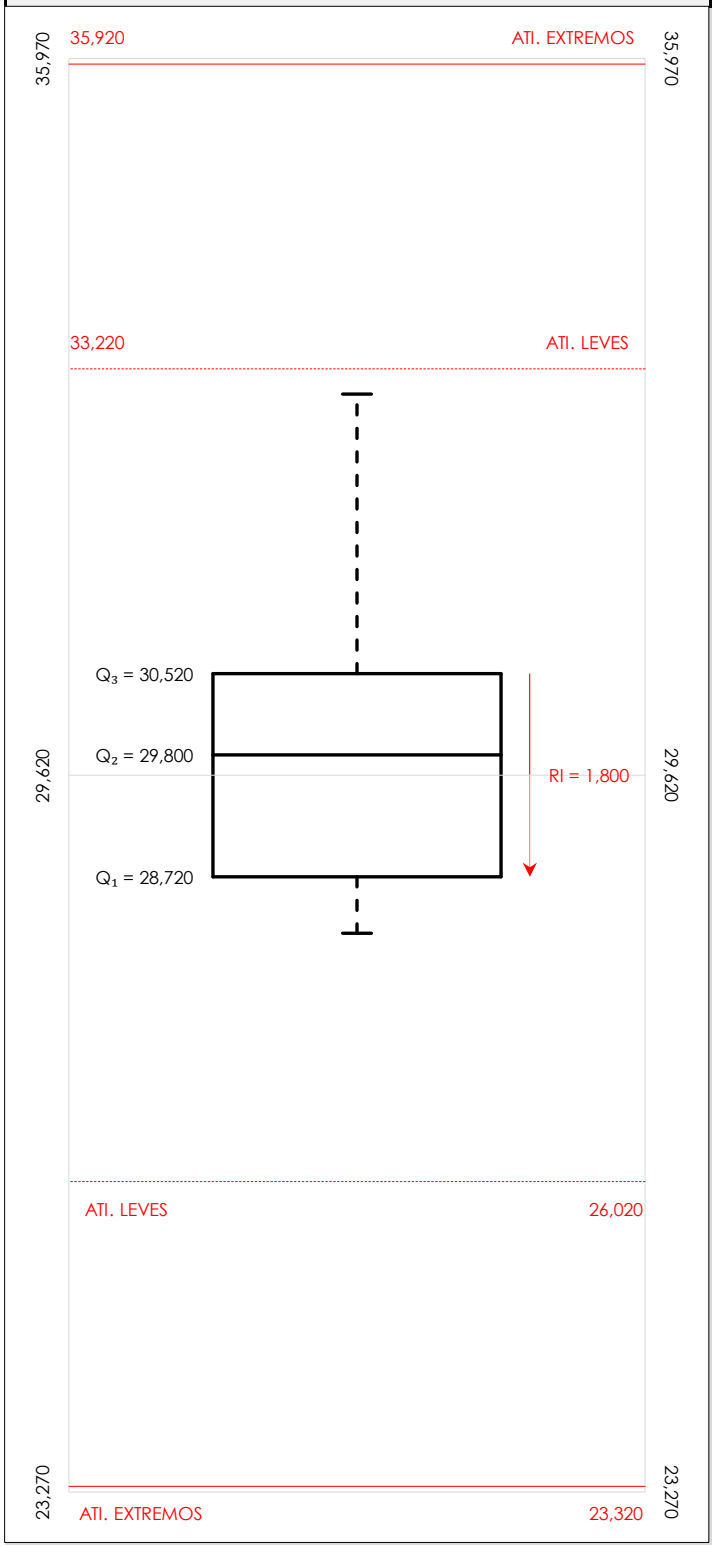
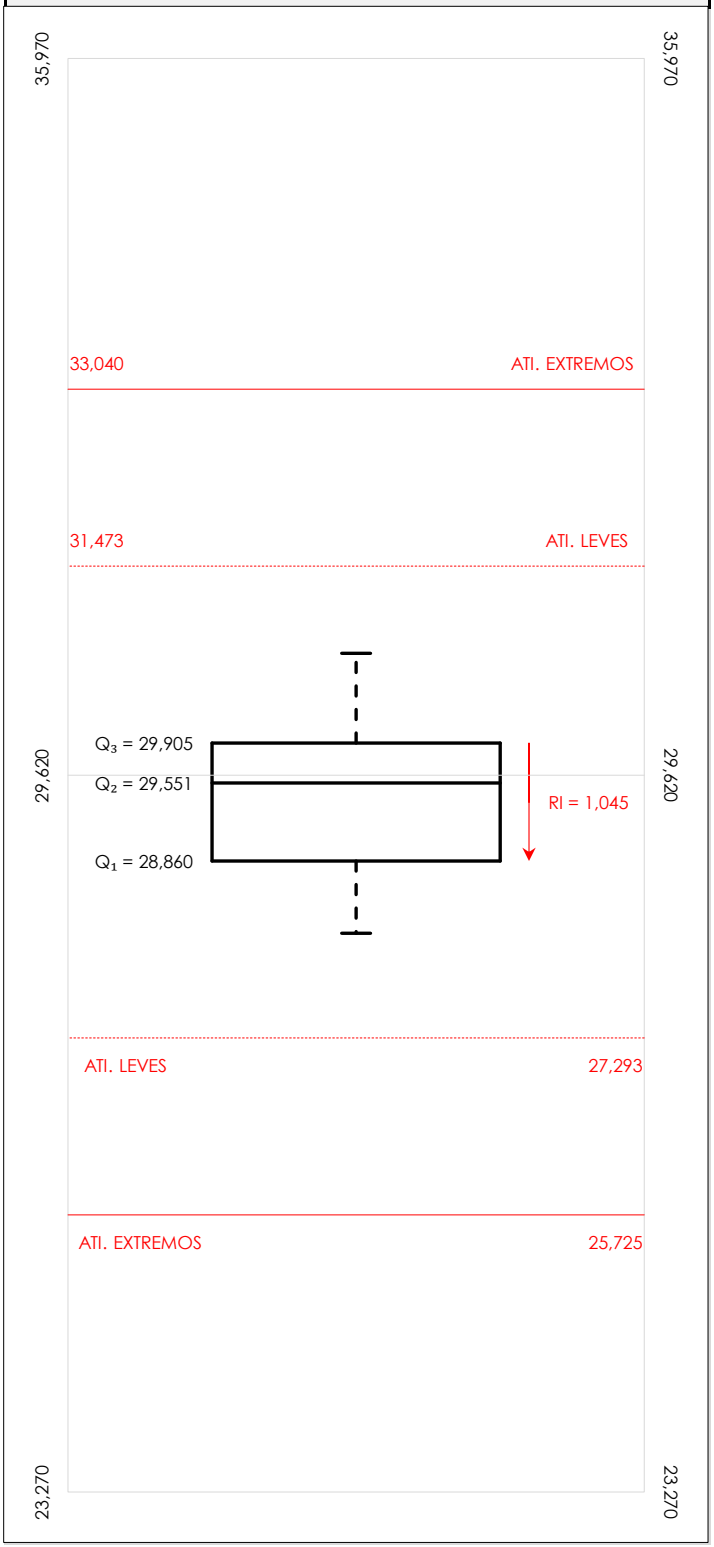


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr800hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR800HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 1 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 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	37,90	32,54	33,02	33,17	33,01	33,00	30,60	30,90	31,70	31,00	30,80	30,70
Valor Mínimo (min ; DB)	27,60	27,10	26,20	28,80	28,50	28,22	28,00	27,10	28,21	28,80	28,50	28,22
Valor Promedio (M ; DB)	29,76	29,30	29,87	30,13	29,89	29,79	28,81	29,10	29,96	29,93	29,68	29,50
Desviación Típica (SDL ; DB)	2,86	1,45	1,77	1,17	1,17	1,30	0,83	1,15	1,25	0,83	0,77	0,81
Coef. Variación (CV ; ---)	0,10	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03
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	1,862	3,783	1,327	3,189	4,950		0,617	2,178	0,536	1,154	2,977	
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%	2,18	1,74	0,322	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,271	2,290	0,1864	1,80	1,50	0,331	2,290	0,1864

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 10 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr1000hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

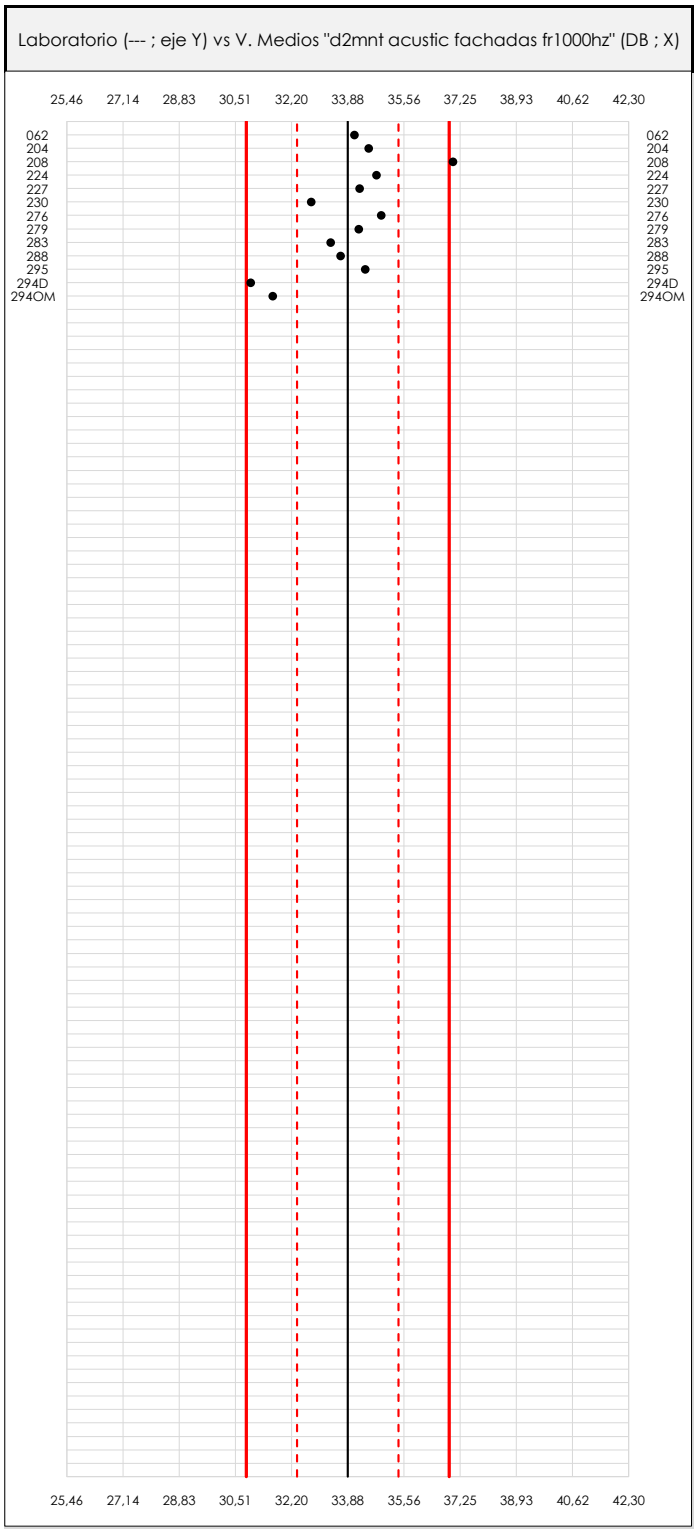
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

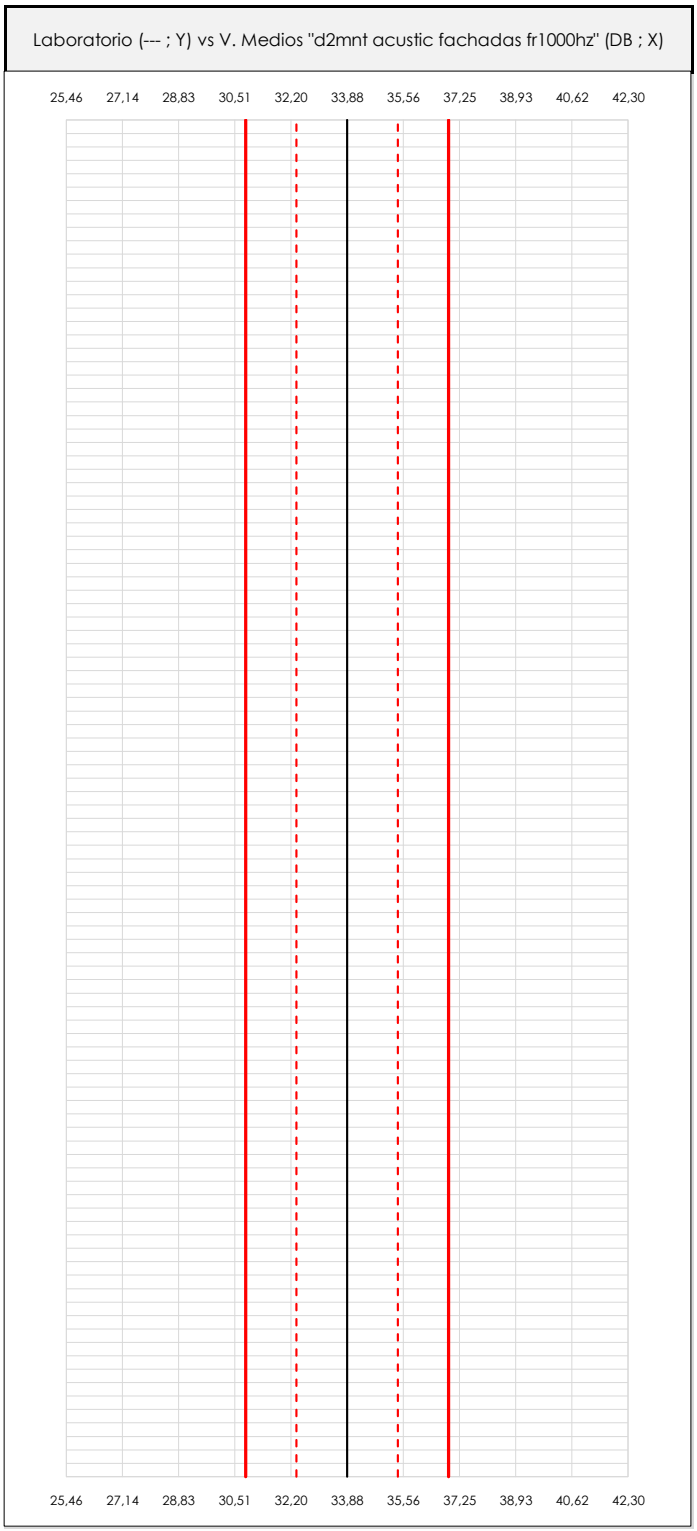
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

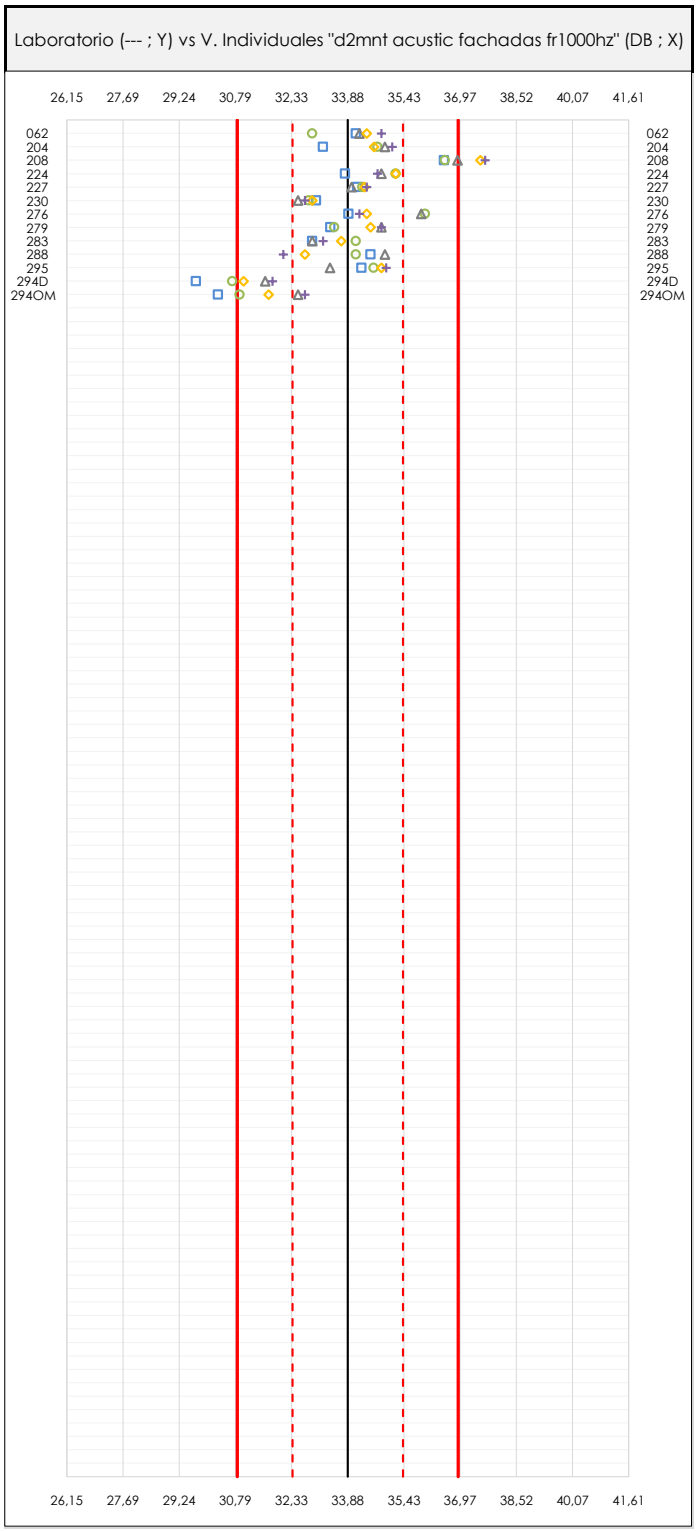
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,88 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,40/32,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,92/30,84 ; líneas rojas de trazo continuo).

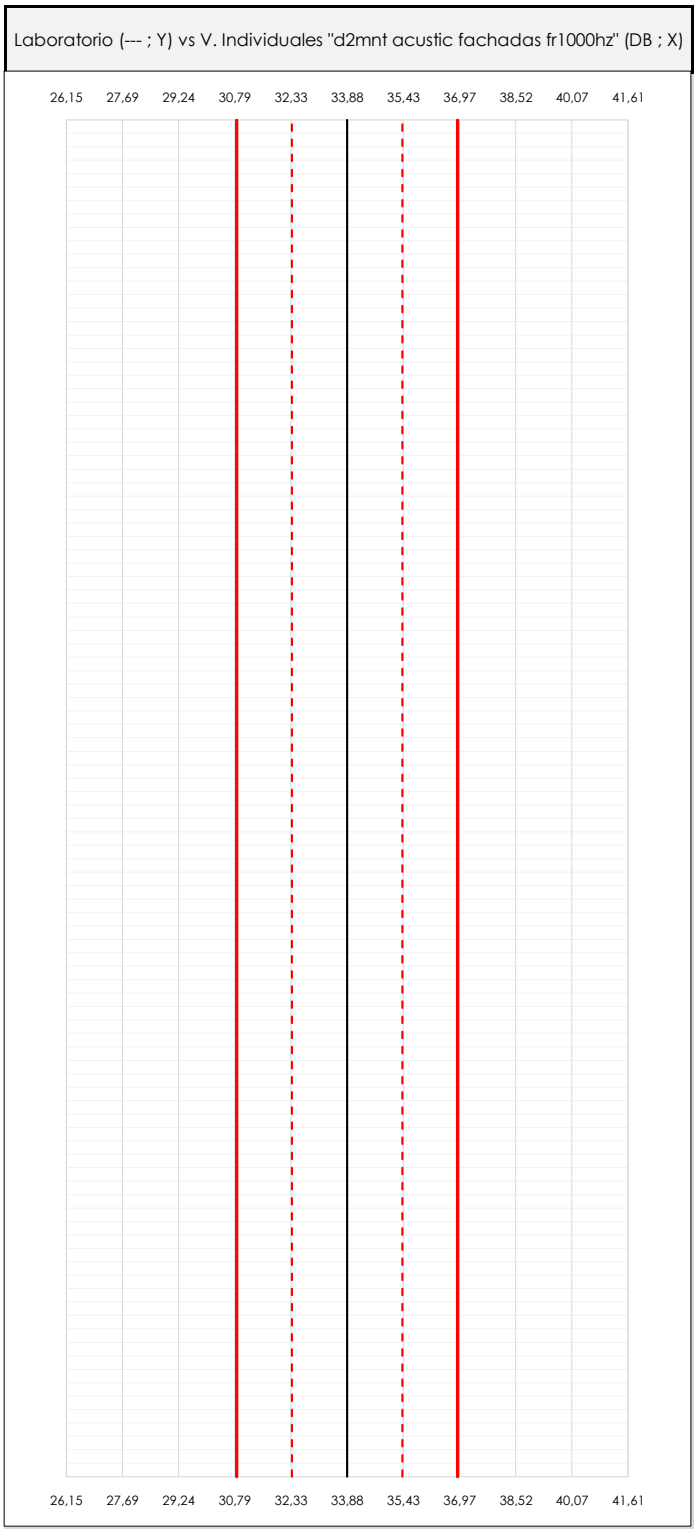
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,88 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,40/32,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (36,92/30,84 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	34,10	32,90	34,20	34,40	34,80	34,08	0,712	0,59	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	33,20	34,70	34,90	34,60	35,10	34,50	0,752	1,83	✓	
208	36,53	36,55	36,90	37,53	37,65	37,03	0,533	9,30	✓	
224	33,80	35,20	34,80	35,20	34,70	34,74	0,573	2,54	✓	
227	34,14	34,27	33,98	34,33	34,40	34,23	0,168	1,02	✓	
230	33,00	32,80	32,50	32,90	32,70	32,78	0,192	-3,24	✓	
276	33,90	36,00	35,90	34,40	34,20	34,88	0,993	2,95	✓	
279	33,40	33,50	34,80	34,50	34,80	34,20	0,696	0,95	✓	
283	32,90	34,10	32,90	33,70	33,20	33,36	0,527	-1,53	✓	
288	34,50	34,10	34,90	32,70	32,10	33,66	1,203	-0,65	✓	
295	34,26	34,59	33,38	34,80	34,93	34,39	0,621	1,52	✓	
294D	29,70	30,70	31,60	31,00	31,80	30,96	0,832	-8,62	✓	
294OM	30,30	30,90	32,50	31,70	32,70	31,62	1,026	-6,67	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

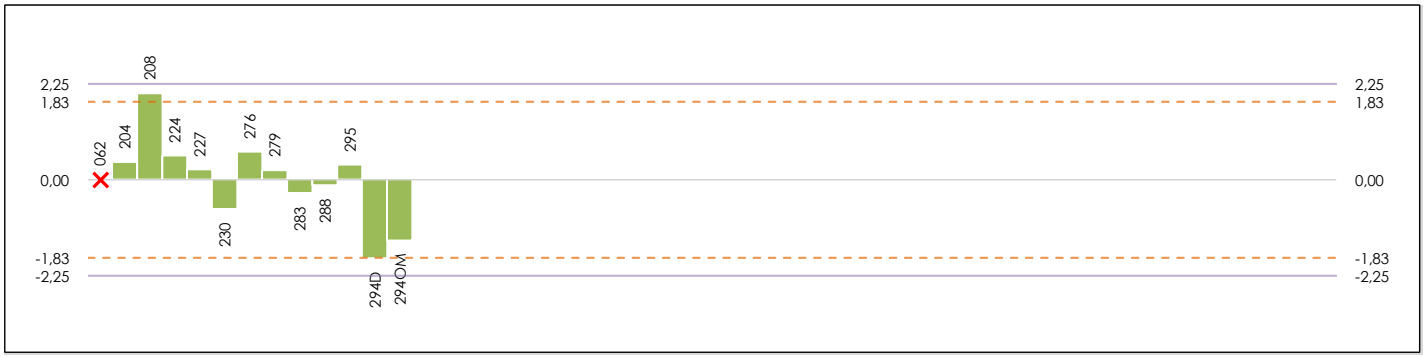
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

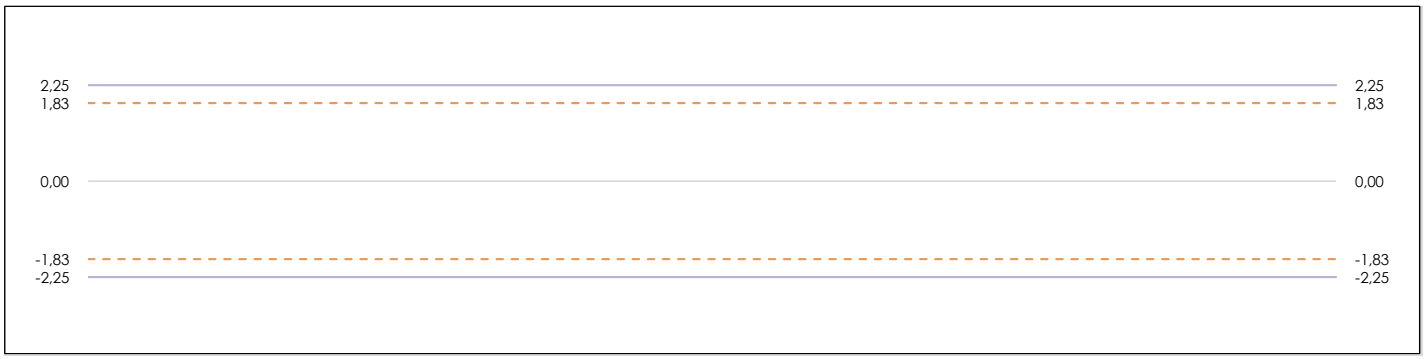
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

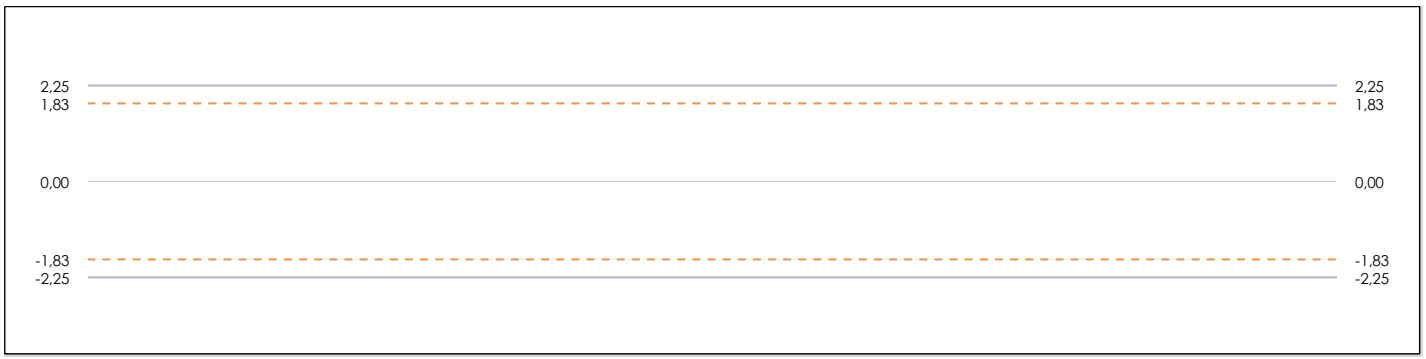
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

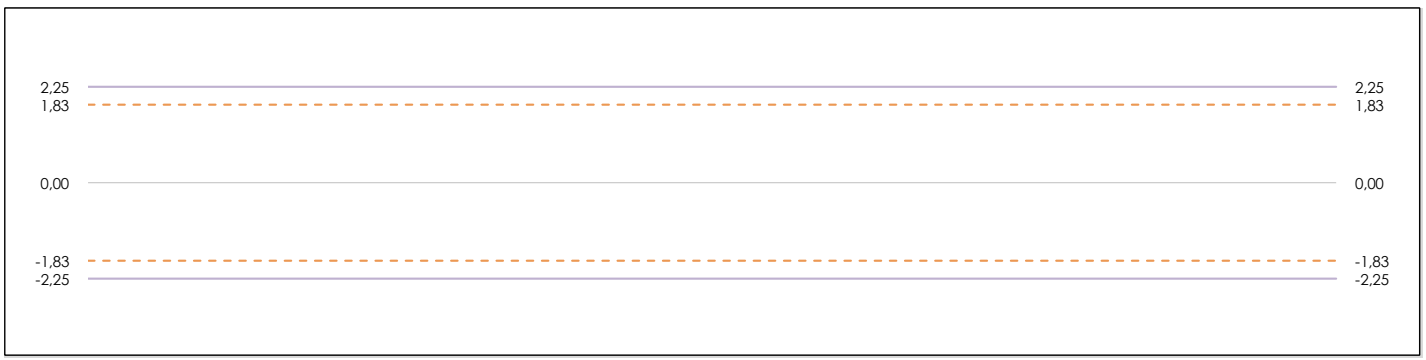
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

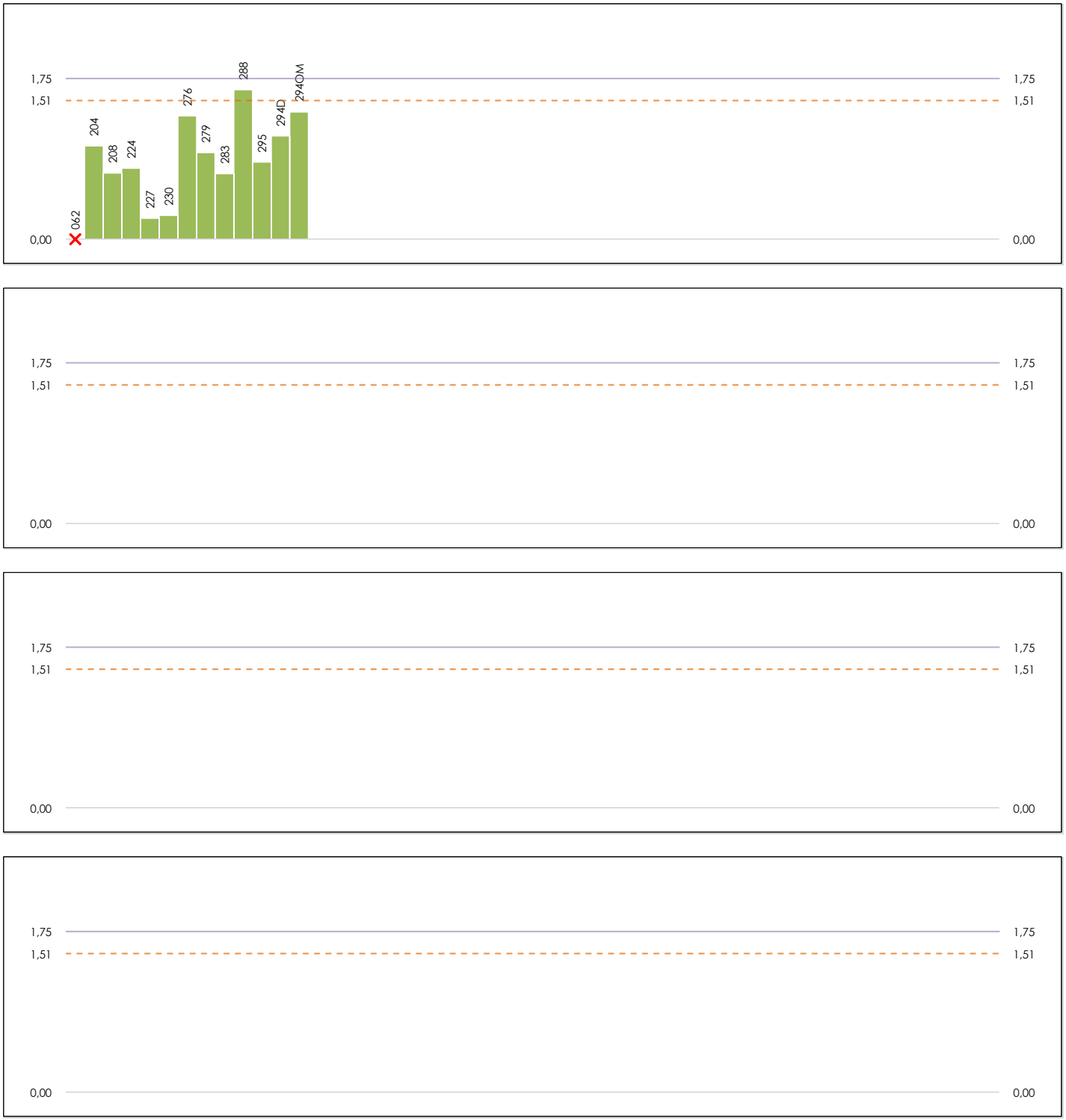
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	34,10	32,900	34,200	34,400	34,800	34,080	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	33,20	34,700	34,900	34,600	35,100	34,500	0,752	1,88	0,40	1,02						✓
208	36,53	36,547	36,896	37,526	37,655	37,031	0,533	9,36	2,00*	0,72	0,220		1,997		0,5369	✓
224	33,80	35,200	34,800	35,200	34,700	34,740	0,573	2,59	0,55	0,77						✓
227	34,14	34,275	33,979	34,334	34,400	34,225	0,168	1,07	0,23	0,23						✓
230	33,00	32,800	32,500	32,900	32,700	32,780	0,192	-3,20	-0,68	0,26						✓
276	33,90	36,000	35,900	34,400	34,200	34,880	0,993	3,00	0,64	1,34					0,5369	✓
279	33,40	33,500	34,800	34,500	34,800	34,200	0,696	1,00	0,21	0,94						✓
283	32,90	34,100	32,900	33,700	33,200	33,360	0,527	-1,48	-0,32	0,71						✓
288	34,50	34,100	34,900	32,700	32,100	33,660	1,203	-0,60	-0,13	1,63*	0,220					✓
295	34,26	34,593	33,383	34,804	34,934	34,394	0,621	1,57	0,34	0,84						✓
294D	29,70	30,700	31,600	31,000	31,800	30,960	0,832	-8,57	-1,83	1,12		1,829		0,4187		✓
294OM	30,30	30,900	32,500	31,700	32,700	31,620	1,026	-6,62	-1,41	1,39				0,4187		✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

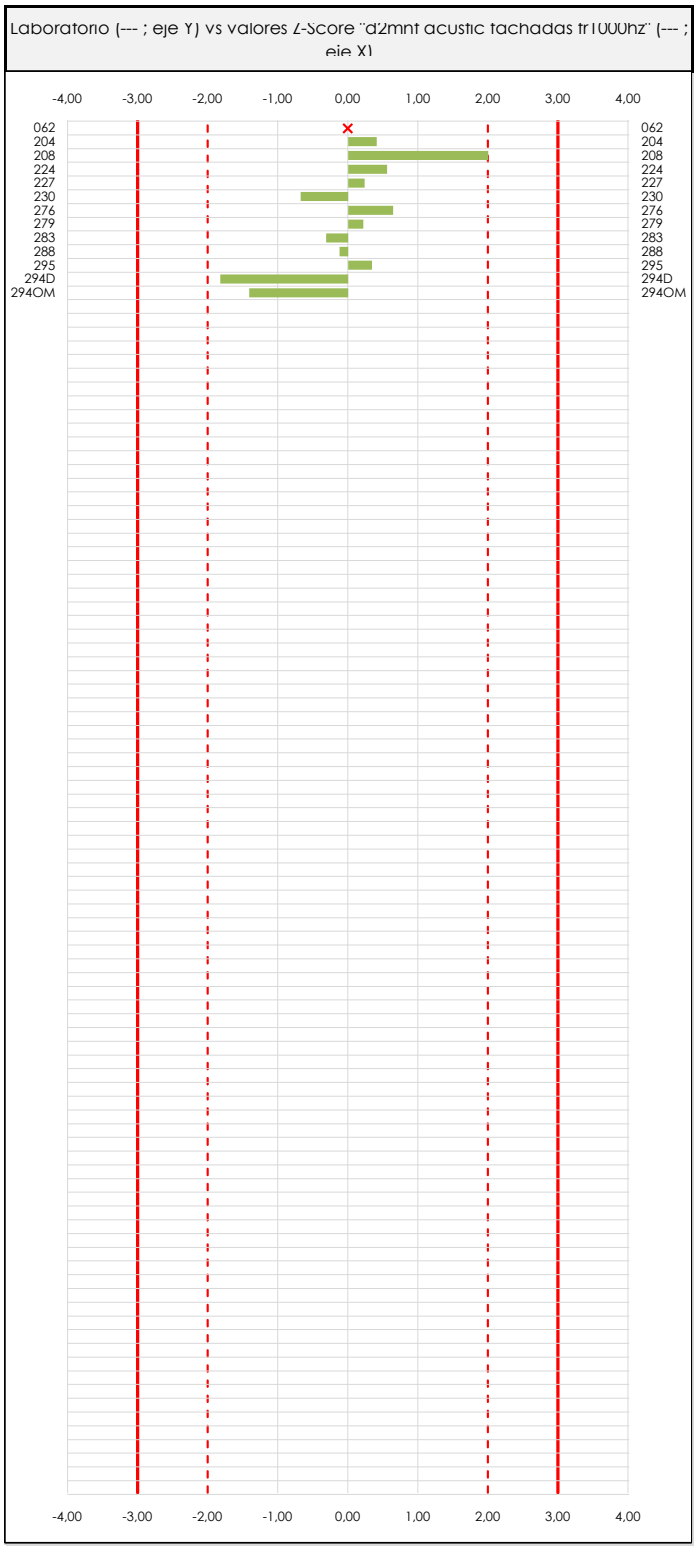
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

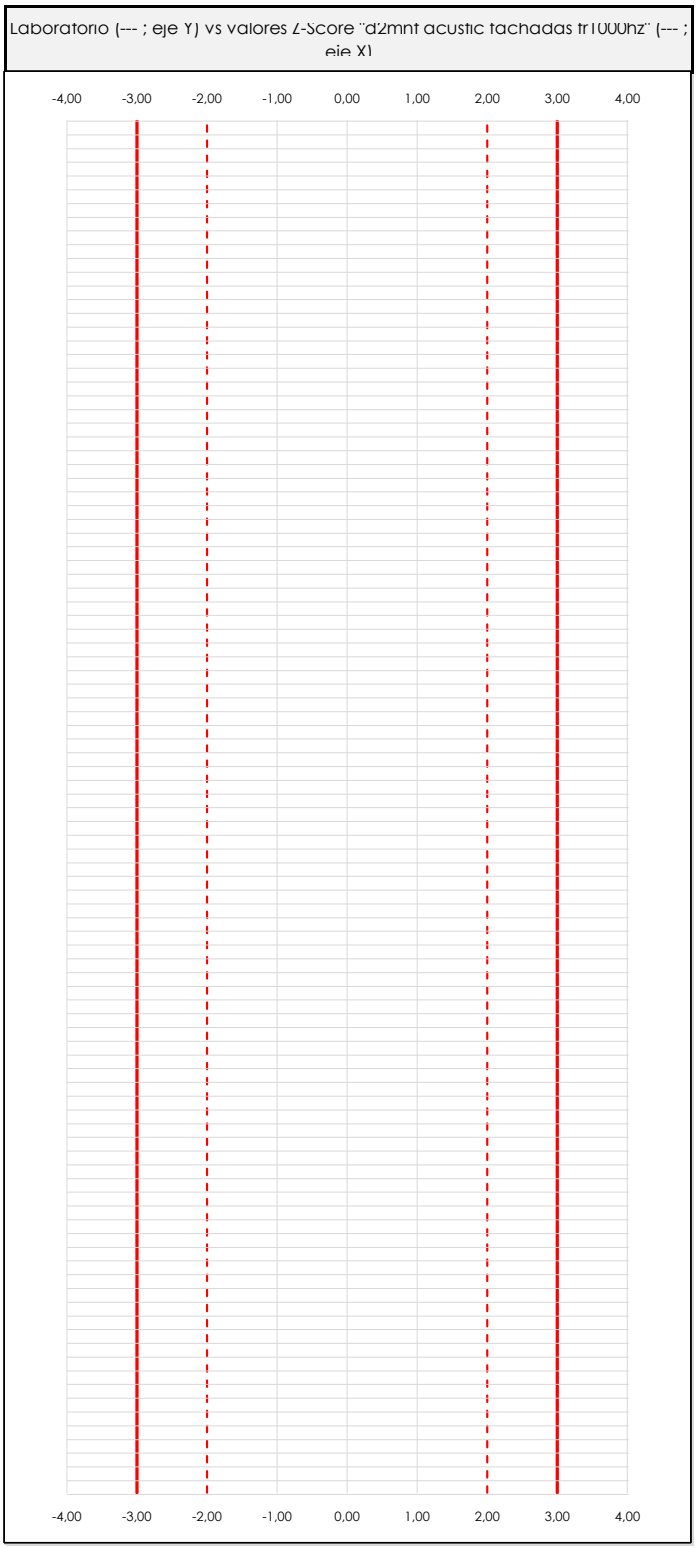
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	34,10	32,90	34,20	34,40	34,80	34,08	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	33,20	34,70	34,90	34,60	35,10	34,50	0,752	1,88	✓	✓	✓			0,402	S
208	36,53	36,55	36,90	37,53	37,65	37,03	0,533	9,36	✓	✓	✓			1,997	S
224	33,80	35,20	34,80	35,20	34,70	34,74	0,573	2,59	✓	✓	✓			0,553	S
227	34,14	34,27	33,98	34,33	34,40	34,23	0,168	1,07	✓	✓	✓			0,229	S
230	33,00	32,80	32,50	32,90	32,70	32,78	0,192	-3,20	✓	✓	✓			-0,682	S
276	33,90	36,00	35,90	34,40	34,20	34,88	0,993	3,00	✓	✓	✓			0,641	S
279	33,40	33,50	34,80	34,50	34,80	34,20	0,696	1,00	✓	✓	✓			0,213	S
283	32,90	34,10	32,90	33,70	33,20	33,36	0,527	-1,48	✓	✓	✓			-0,317	S
288	34,50	34,10	34,90	32,70	32,10	33,66	1,203	-0,60	✓	✓	✓			-0,128	S
295	34,26	34,59	33,38	34,80	34,93	34,39	0,621	1,57	✓	✓	✓			0,335	S
294D	29,70	30,70	31,60	31,00	31,80	30,96	0,832	-8,57	✓	✓	✓			-1,829	S
294OM	30,30	30,90	32,50	31,70	32,70	31,62	1,026	-6,62	✓	✓	✓			-1,413	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr1000hz (DB)

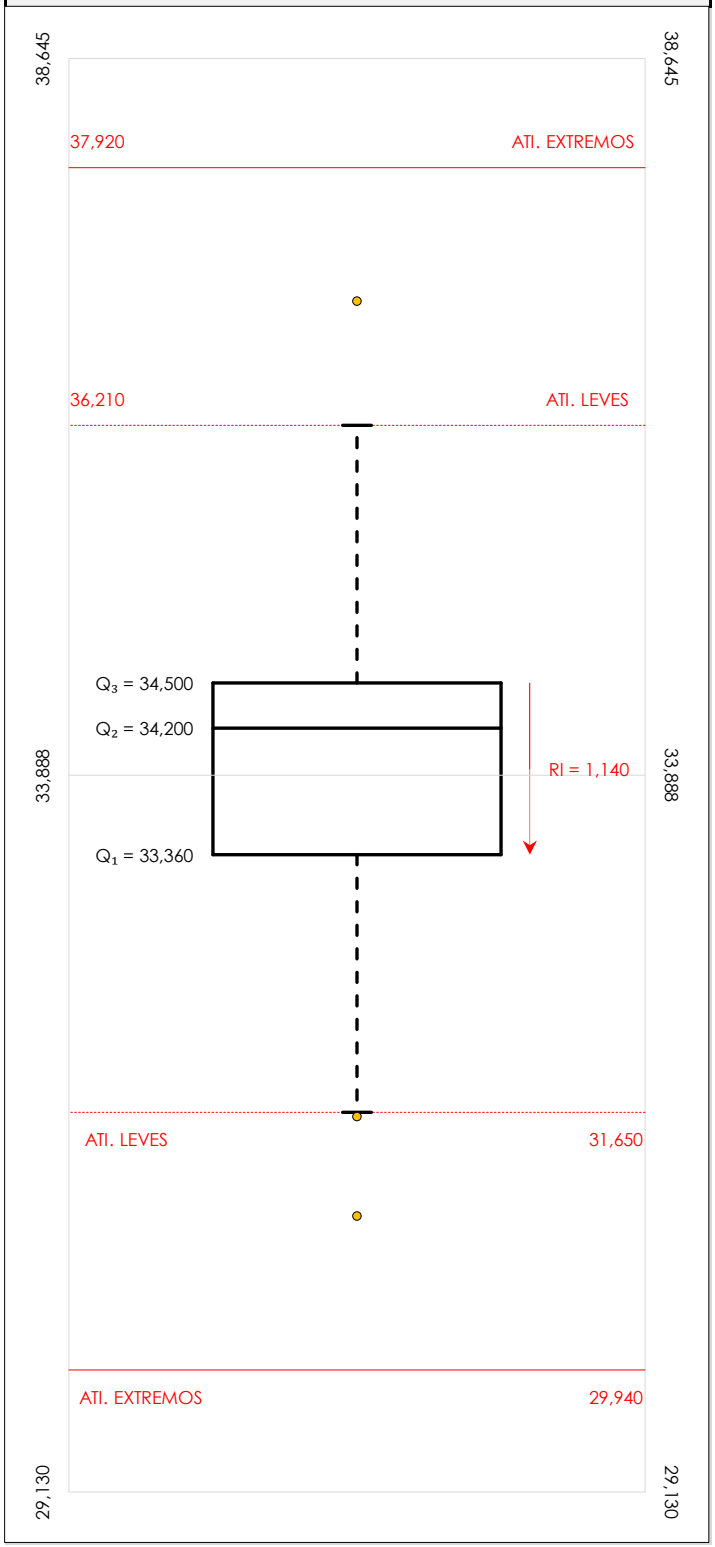
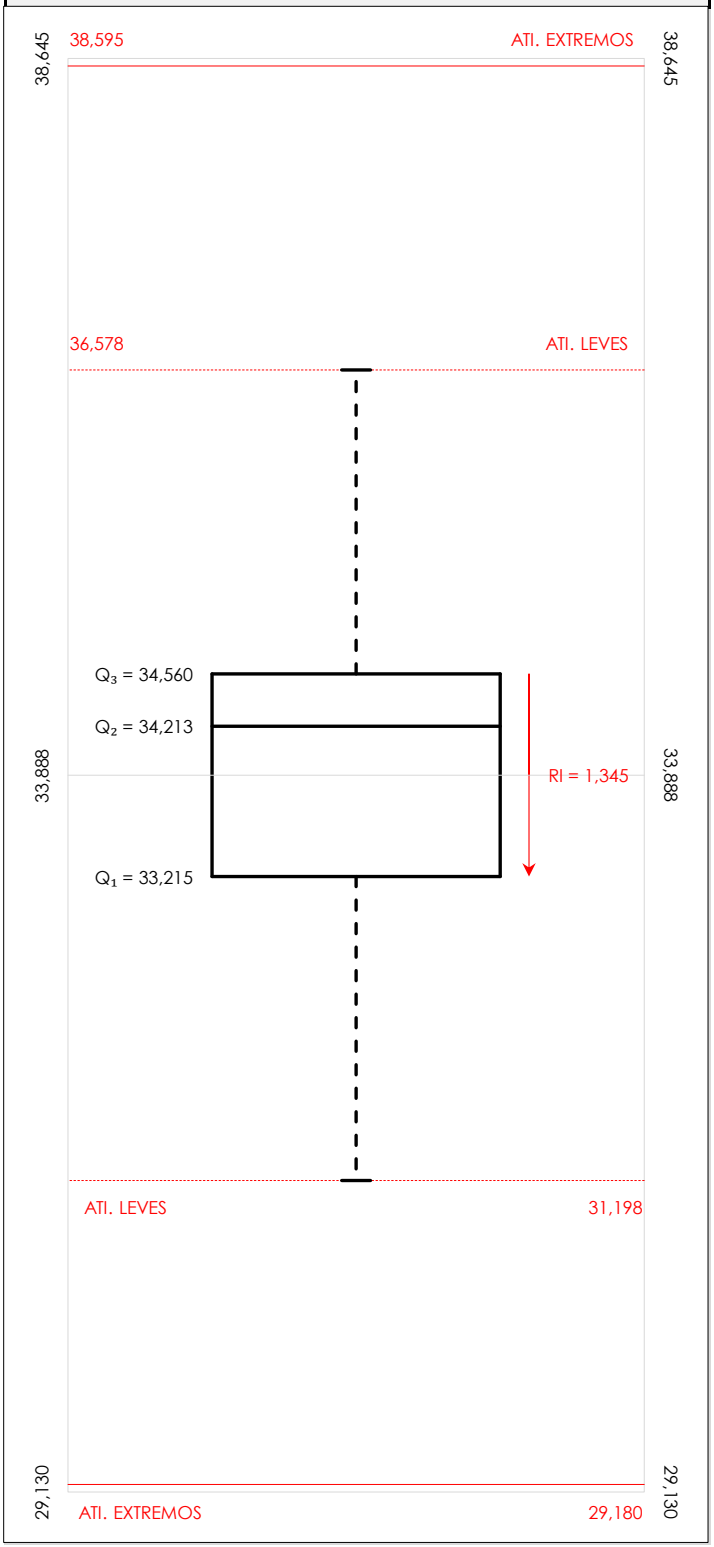


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr1000hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1000HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	36,53	36,55	36,90	37,53	37,65	37,03	36,53	36,55	36,90	37,53	37,65	37,03
Valor Mínimo (min ; DB)	29,70	30,70	31,60	31,00	31,80	30,96	29,70	30,70	31,60	31,00	31,80	30,96
Valor Promedio (M ; DB)	33,36	33,87	34,10	33,98	34,08	33,88	33,30	33,95	34,09	33,95	34,02	33,86
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,75	1,73	1,49	1,65	1,58	1,52	1,82	1,78	1,56	1,72	1,63	1,59
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
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	0,544	2,045	2,203	2,747	4,594		0,548	2,051	2,408	2,956	4,766	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr1250hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

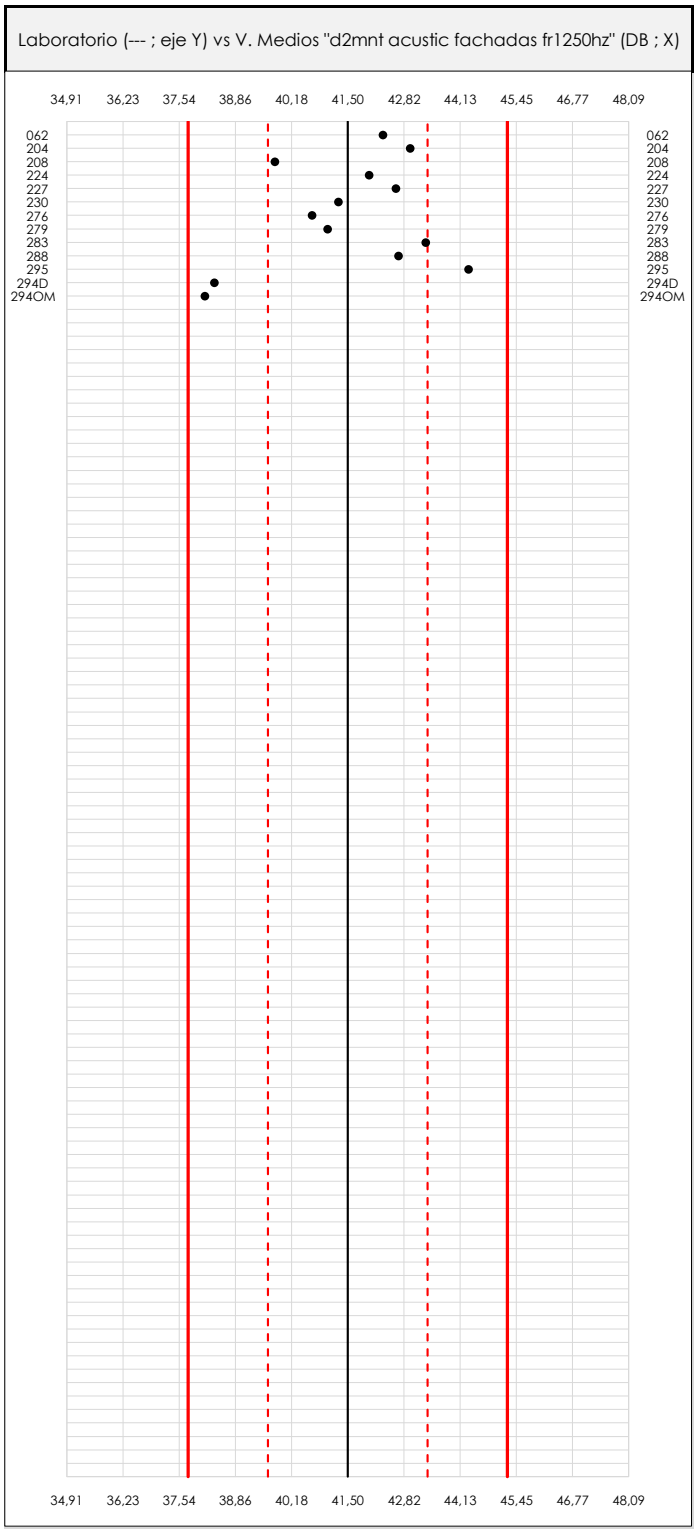
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

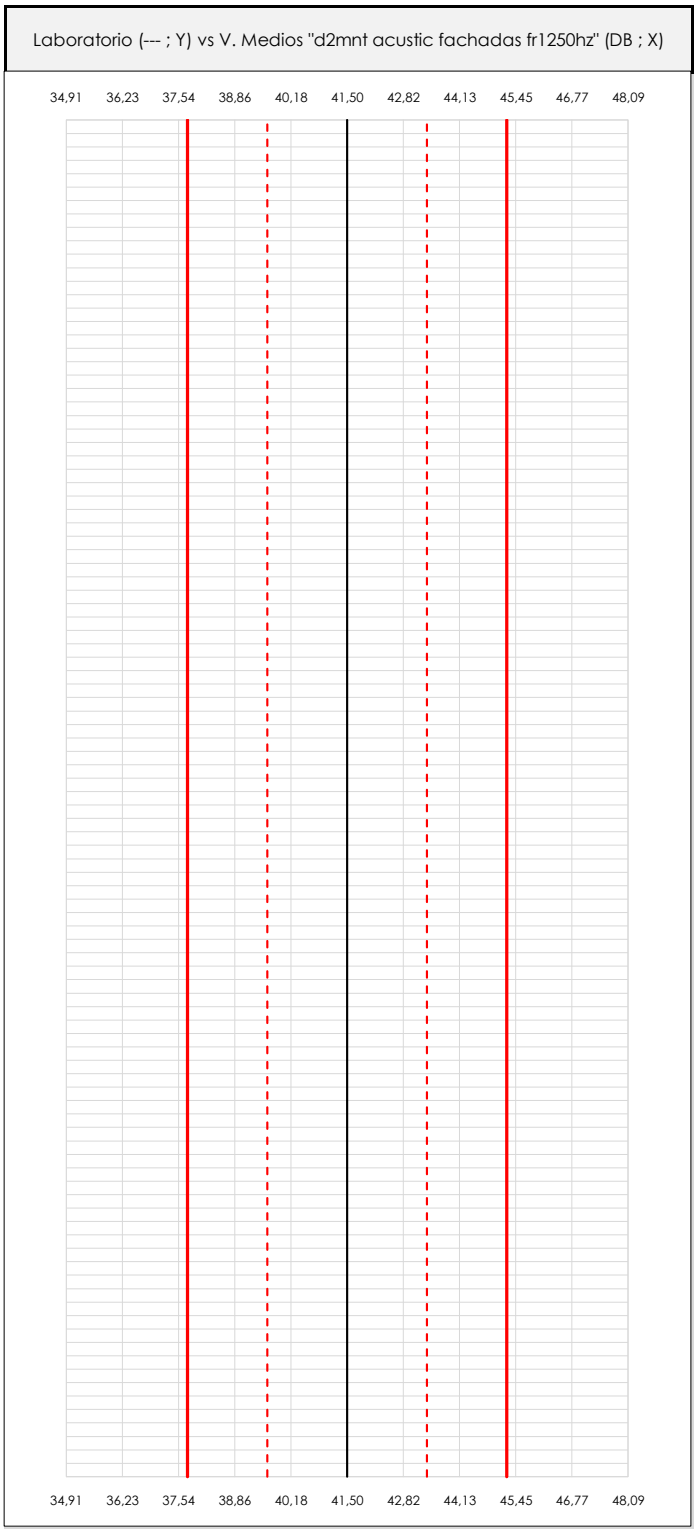
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

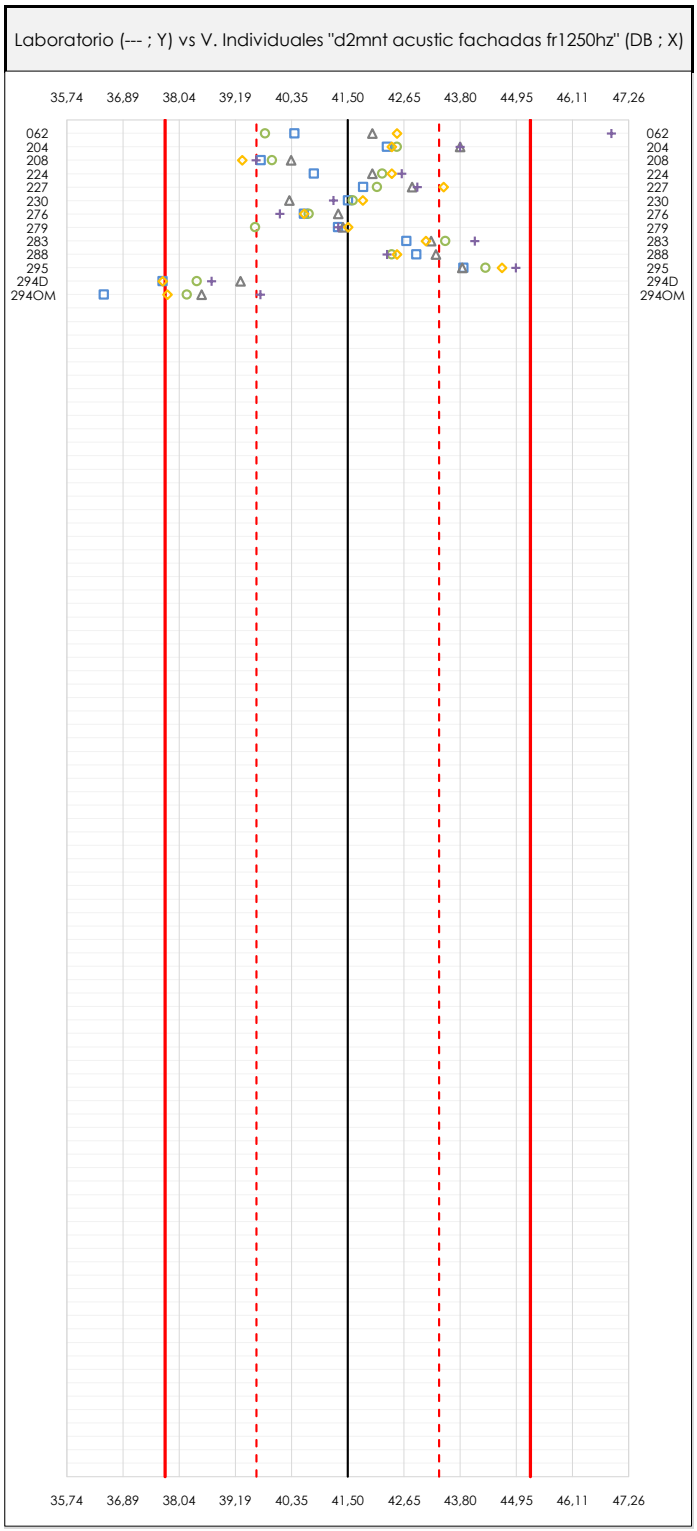
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (41,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,37/39,63 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,24/37,75 ; líneas rojas de trazo continuo).

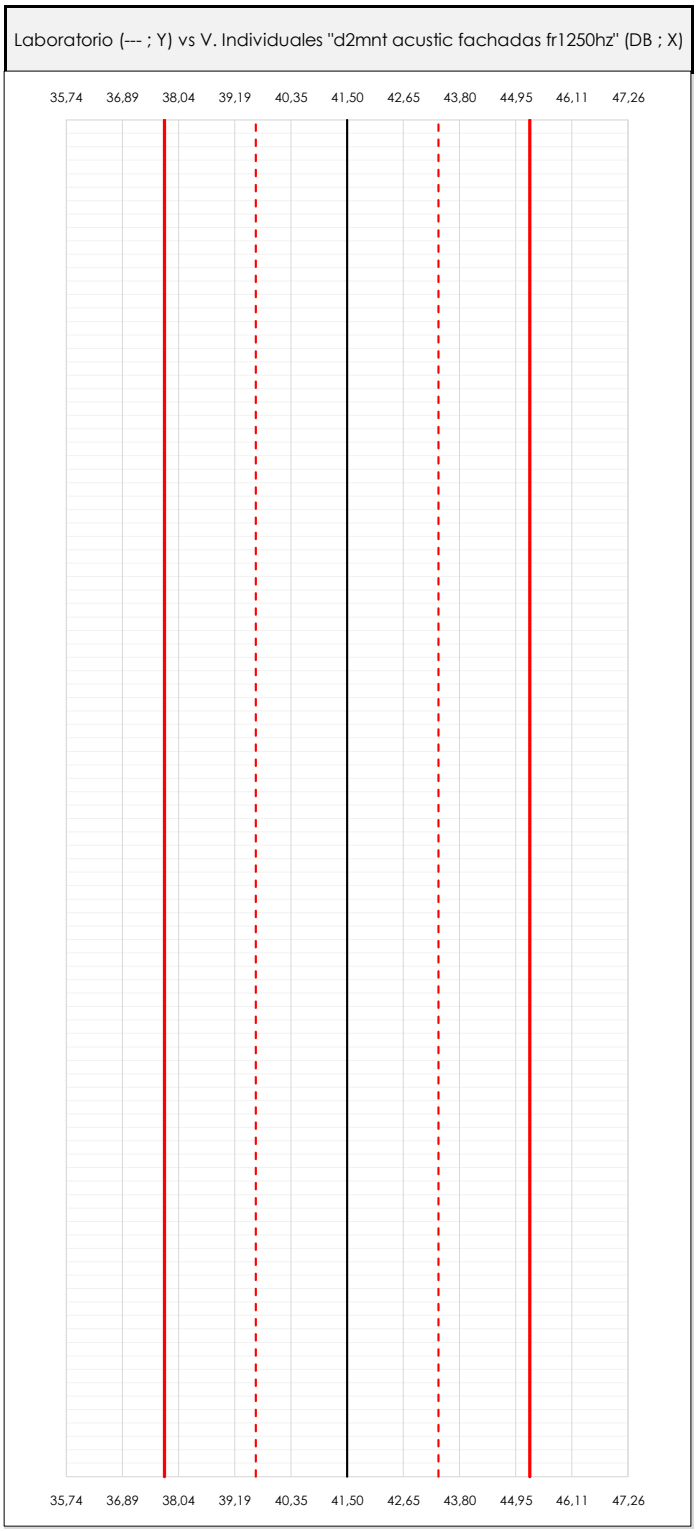
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (41,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,37/39,63 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,24/37,75 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	40,40	39,80	42,00	42,50	46,90	42,32	2,791	1,98	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	42,30	42,50	43,80	42,40	43,80	42,96	0,770	3,52	✓	
208	39,72	39,95	40,33	39,33	39,61	39,79	0,376	-4,12	✓	
224	40,80	42,20	42,00	42,40	42,60	42,00	0,707	1,21	✓	
227	41,82	42,10	42,81	43,46	42,92	42,62	0,664	2,71	✓	
230	41,50	41,60	40,30	41,80	41,20	41,28	0,589	-0,53	✓	
276	40,60	40,70	41,30	40,60	40,10	40,66	0,428	-2,02	✓	
279	41,30	39,60	41,40	41,50	41,30	41,02	0,798	-1,15	✓	
283	42,70	43,50	43,20	43,10	44,10	43,32	0,522	4,39	✓	
288	42,90	42,40	43,30	42,50	42,30	42,68	0,415	2,85	✓	
295	43,87	44,33	43,85	44,65	44,94	44,33	0,480	6,82	✓	
294D	37,70	38,40	39,30	37,70	38,70	38,36	0,684	-7,56	✓	
294OM	36,50	38,20	38,50	37,80	39,70	38,14	1,159	-8,09	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

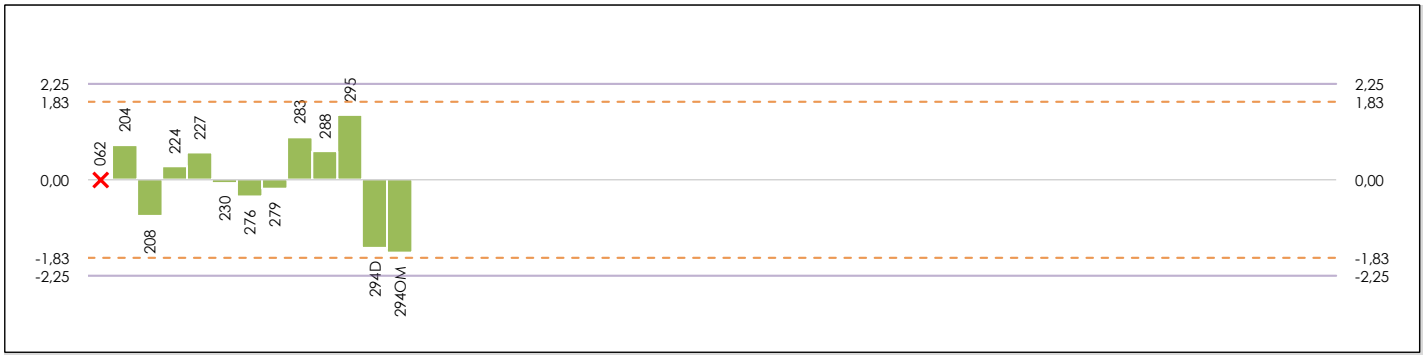
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

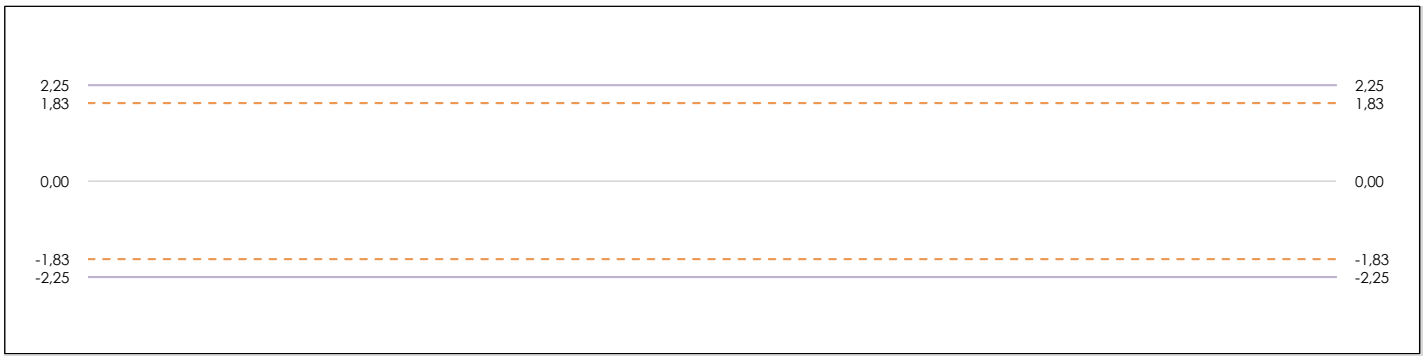
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

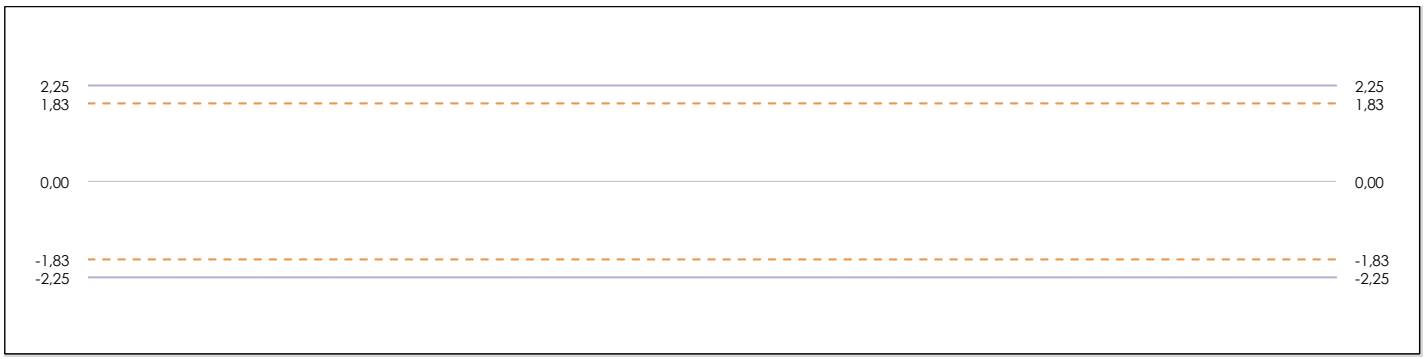
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

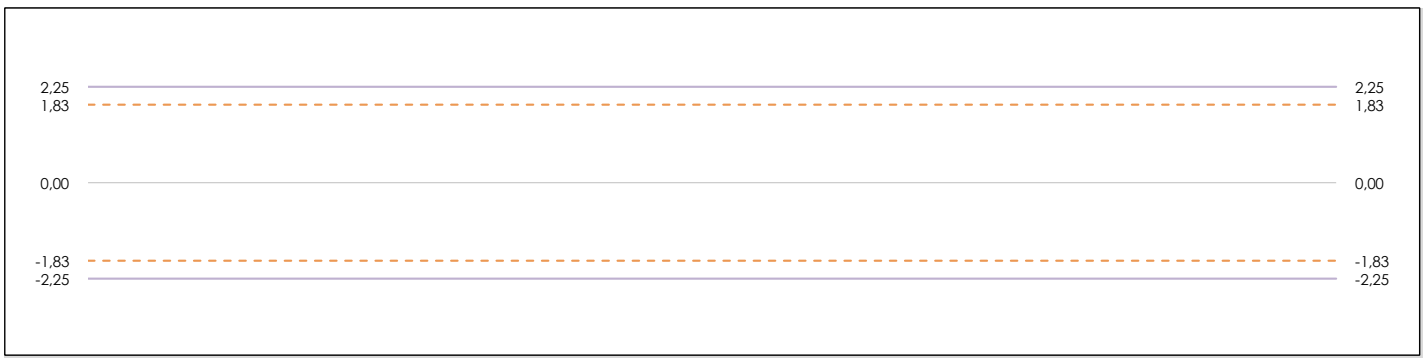
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

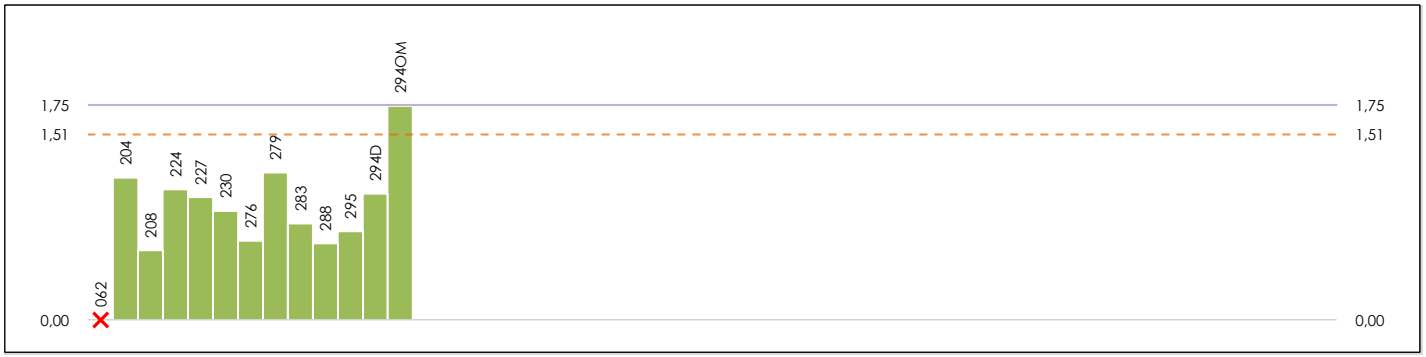
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

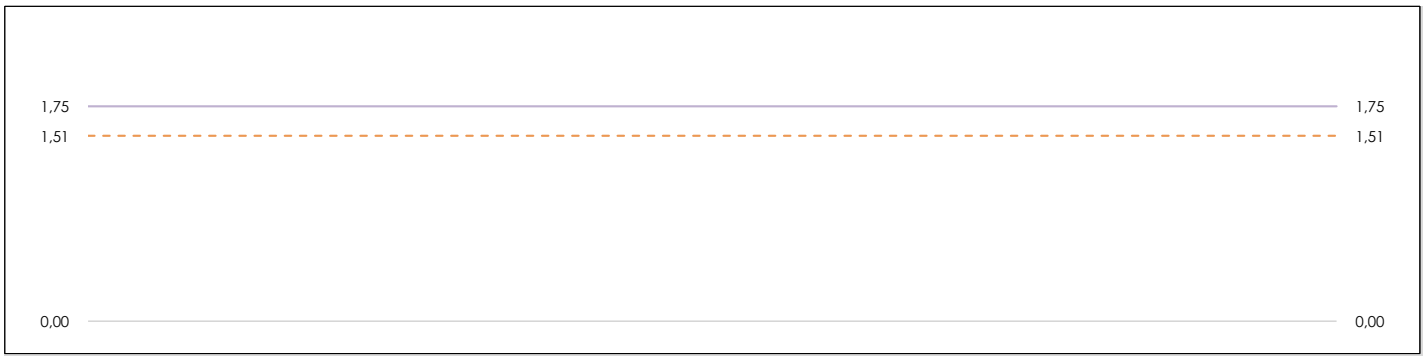
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

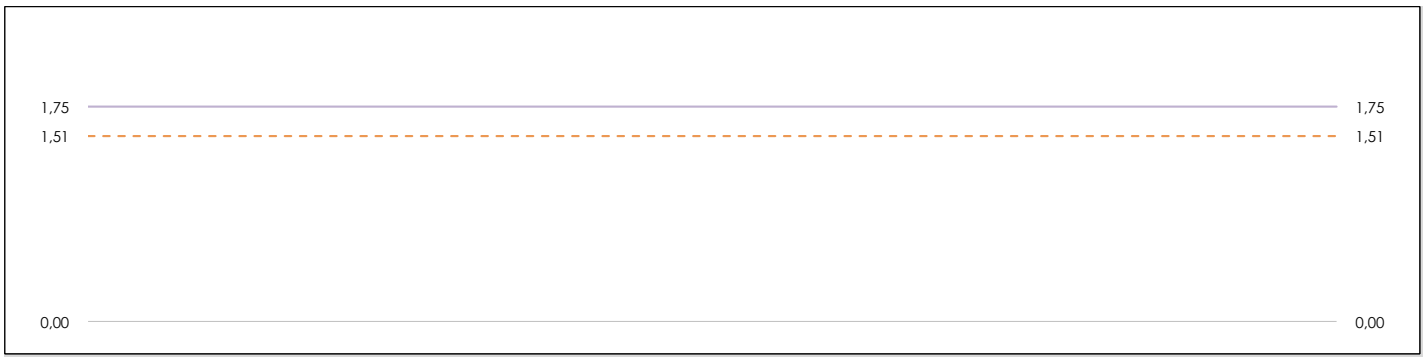
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

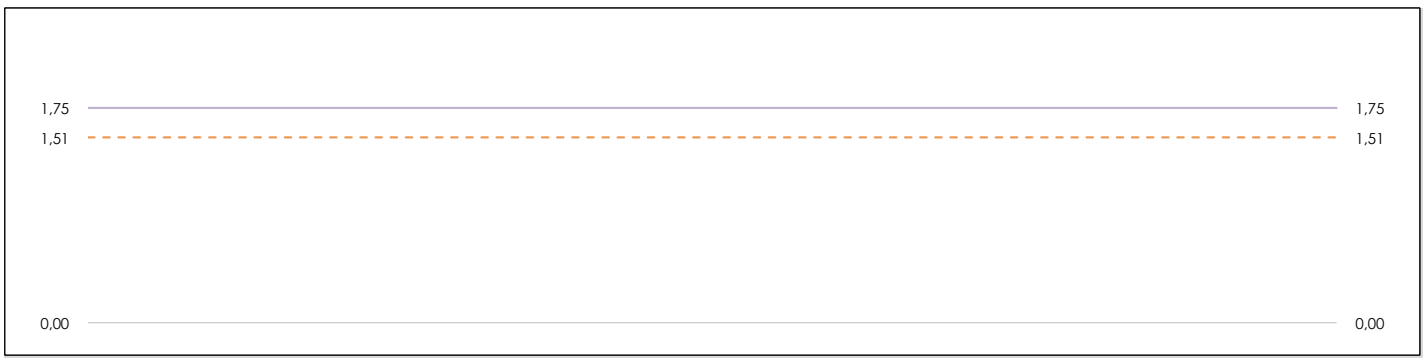
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	40,40	39,800	42,000	42,500	46,900	42,320	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	42,30	42,500	43,800	42,400	43,800	42,960	0,770	3,69	0,79	1,16						✓
208	39,72	39,945	40,330	39,328	39,614	39,787	0,376	-3,97	-0,85	0,56						✓
224	40,80	42,200	42,000	42,400	42,600	42,000	0,707	1,38	0,29	1,06						✓
227	41,82	42,096	42,813	43,464	42,921	42,622	0,664	2,88	0,61	1,00						✓
230	41,50	41,600	40,300	41,800	41,200	41,280	0,589	-0,36	-0,08	0,88						✓
276	40,60	40,700	41,300	40,600	40,100	40,660	0,428	-1,86	-0,40	0,64						✓
279	41,30	39,600	41,400	41,500	41,300	41,020	0,798	-0,99	-0,21	1,20						✓
283	42,70	43,500	43,200	43,100	44,100	43,320	0,522	4,56	0,98	0,78					0,6552	✓
288	42,90	42,400	43,300	42,500	42,300	42,680	0,415	3,02	0,64	0,62						✓
295	43,87	44,325	43,847	44,653	44,938	44,326	0,480	6,99	1,49	0,72			1,494		0,6552	✓
294D	37,70	38,400	39,300	37,700	38,700	38,360	0,684	-7,41	-1,58	1,03				0,4125		✓
294OM	36,50	38,200	38,500	37,800	39,700	38,140	1,159	-7,94	-1,70	1,74*	0,252	1,697		0,4125		✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

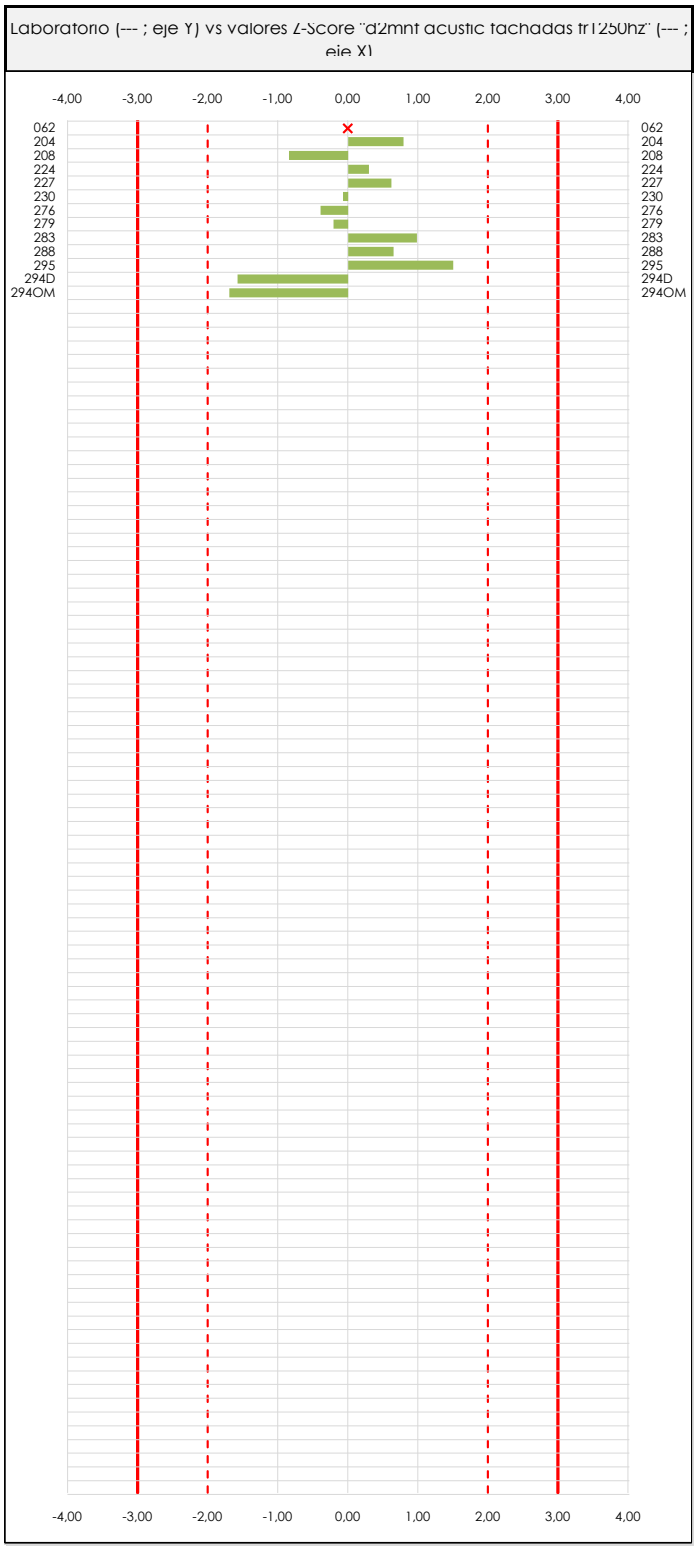
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

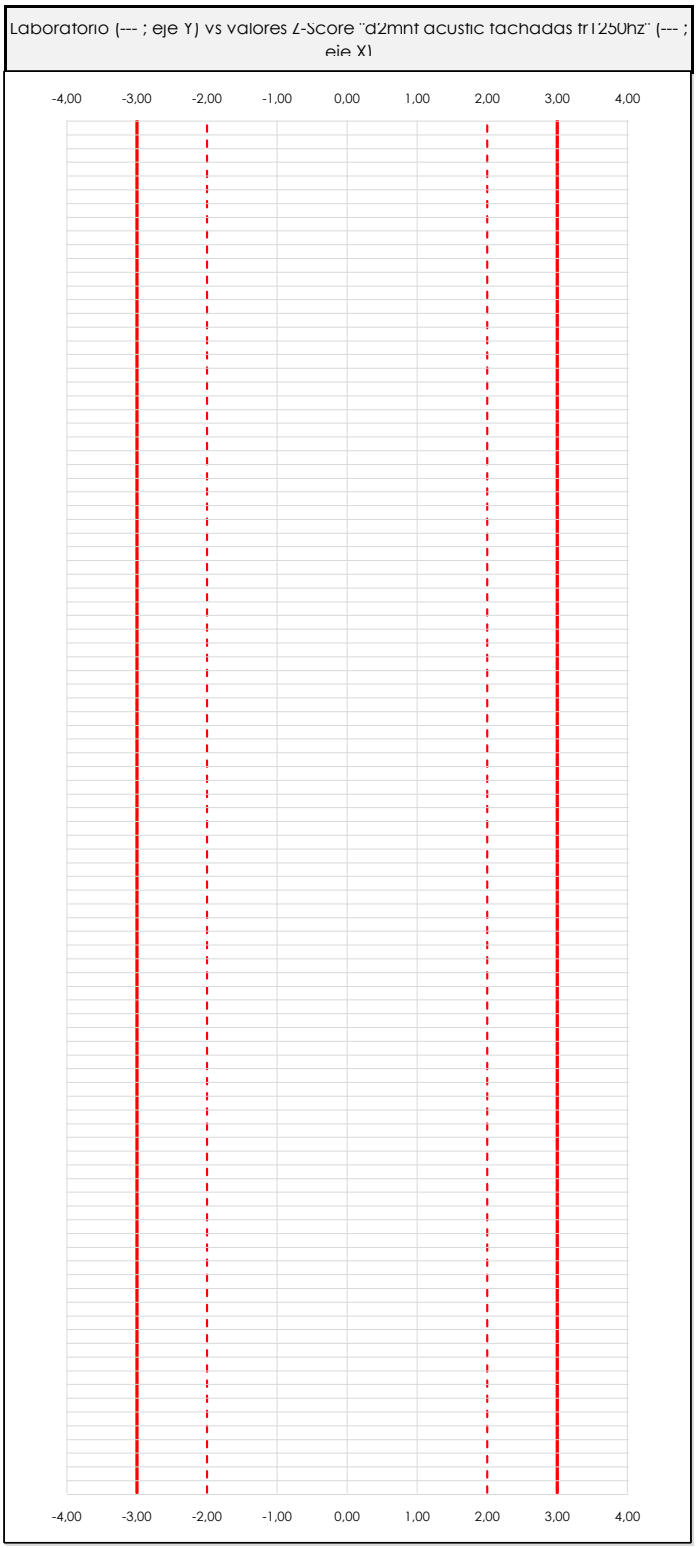
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	40,40	39,80	42,00	42,50	46,90	42,32	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	42,30	42,50	43,80	42,40	43,80	42,96	0,770	3,69	✓	✓	✓			0,789	S
208	39,72	39,95	40,33	39,33	39,61	39,79	0,376	-3,97	✓	✓	✓			-0,847	S
224	40,80	42,20	42,00	42,40	42,60	42,00	0,707	1,38	✓	✓	✓			0,294	S
227	41,82	42,10	42,81	43,46	42,92	42,62	0,664	2,88	✓	✓	✓			0,615	S
230	41,50	41,60	40,30	41,80	41,20	41,28	0,589	-0,36	✓	✓	✓			-0,077	S
276	40,60	40,70	41,30	40,60	40,10	40,66	0,428	-1,86	✓	✓	✓			-0,397	S
279	41,30	39,60	41,40	41,50	41,30	41,02	0,798	-0,99	✓	✓	✓			-0,211	S
283	42,70	43,50	43,20	43,10	44,10	43,32	0,522	4,56	✓	✓	✓			0,975	S
288	42,90	42,40	43,30	42,50	42,30	42,68	0,415	3,02	✓	✓	✓			0,645	S
295	43,87	44,33	43,85	44,65	44,94	44,33	0,480	6,99	✓	✓	✓			1,494	S
294D	37,70	38,40	39,30	37,70	38,70	38,36	0,684	-7,41	✓	✓	✓			-1,583	S
294OM	36,50	38,20	38,50	37,80	39,70	38,14	1,159	-7,94	✓	✓	✓			-1,697	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr1250hz (DB)

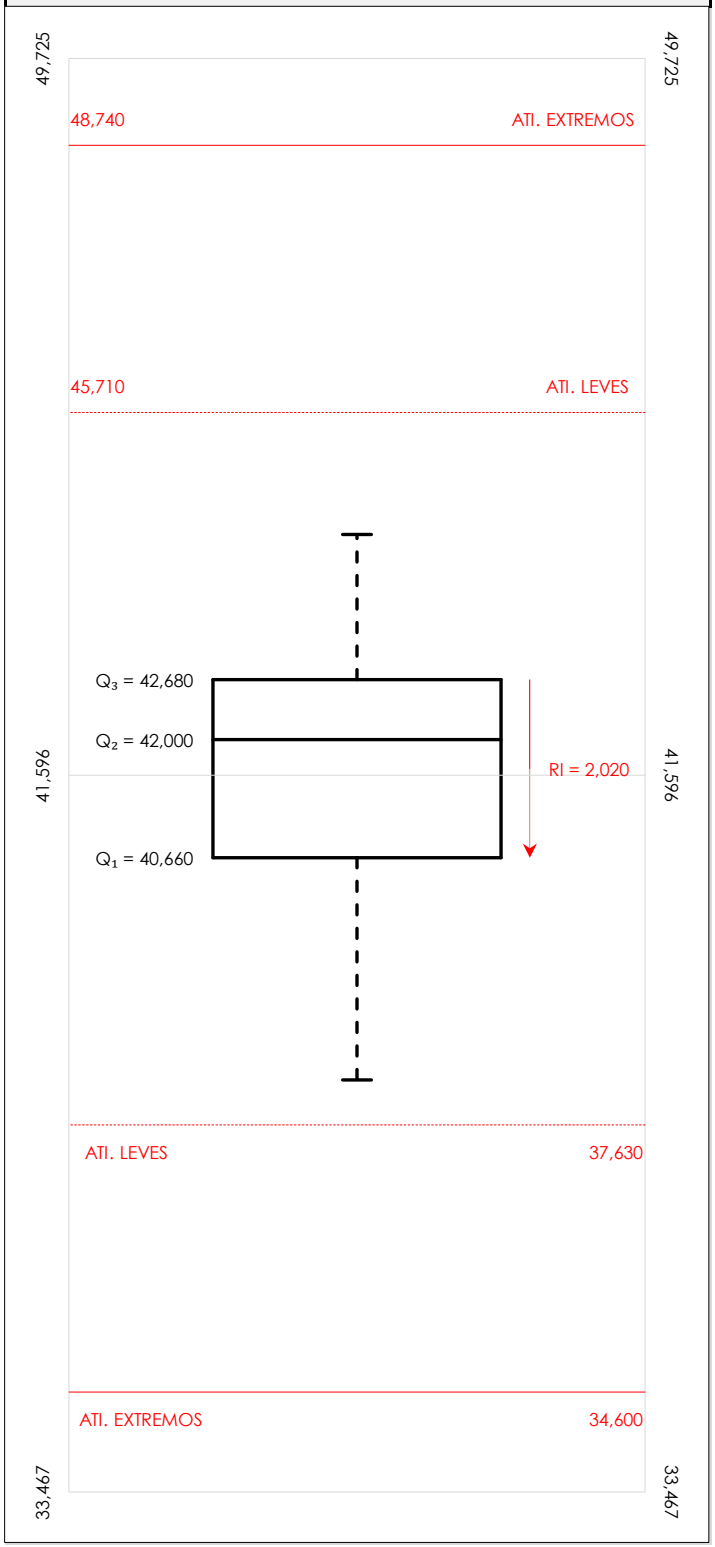
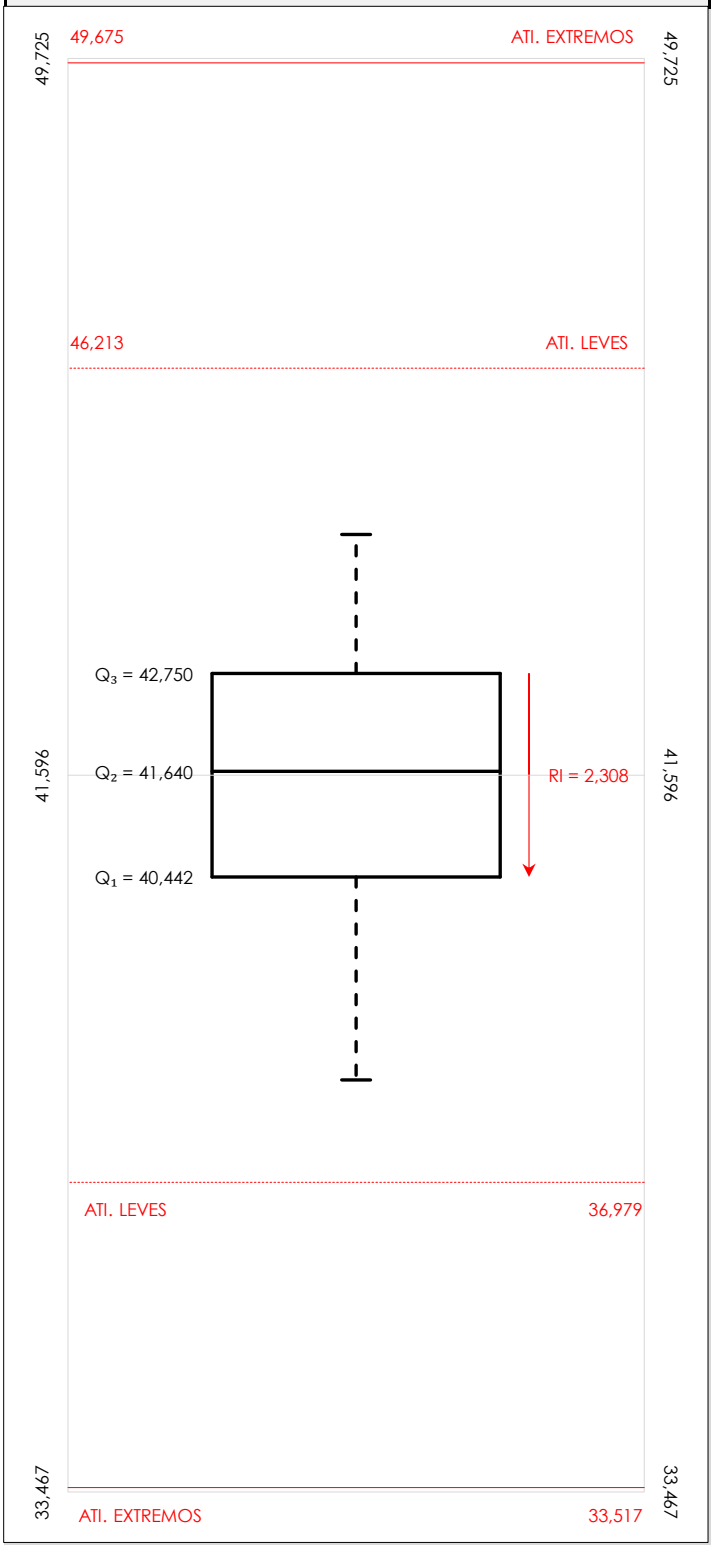


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr1250hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1250HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	43,87	44,33	43,85	44,65	46,90	44,33	43,87	44,33	43,85	44,65	44,94	44,33
Valor Mínimo (min ; DB)	36,50	38,20	38,50	37,70	38,70	38,14	36,50	38,20	38,50	37,70	38,70	38,14
Valor Promedio (M ; DB)	40,93	41,17	41,70	41,52	42,17	41,50	40,97	41,29	41,67	41,44	41,77	41,43
Desviación Típica (SDL ; DB)	2,06	1,90	1,72	2,12	2,38	1,87	2,14	1,94	1,79	2,19	1,99	1,94
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,05	0,04	0,05	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,05
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	1,009	2,784	3,304	4,313	5,757		0,444	1,847	3,670	4,114	5,622	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr1600hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

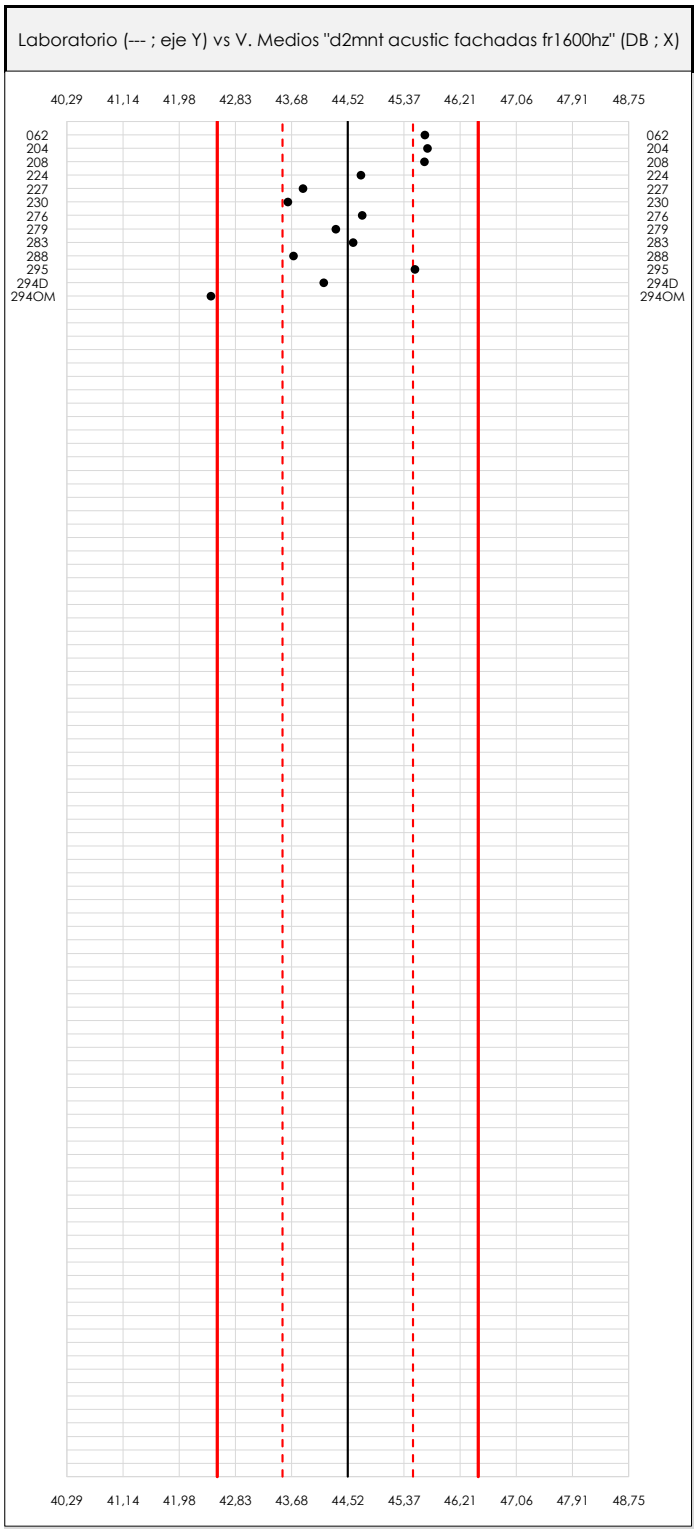
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

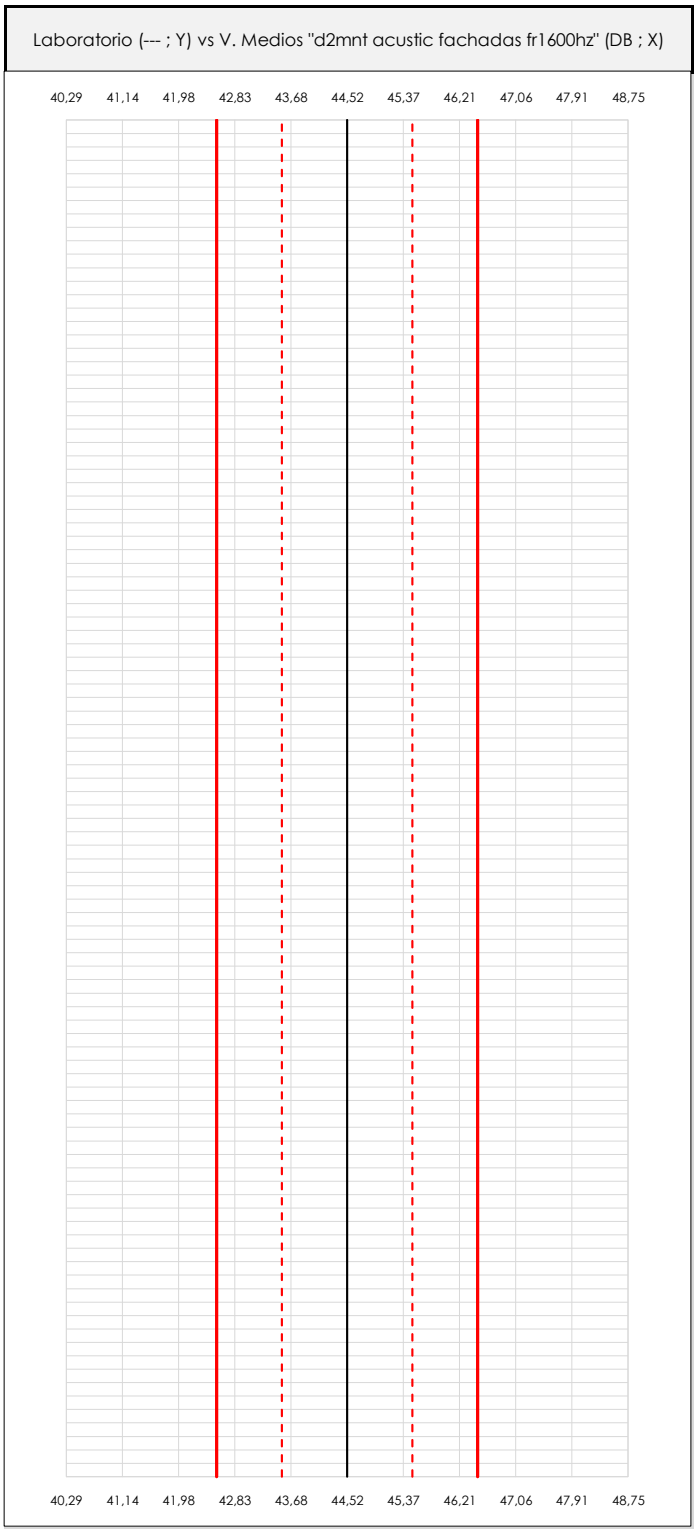
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

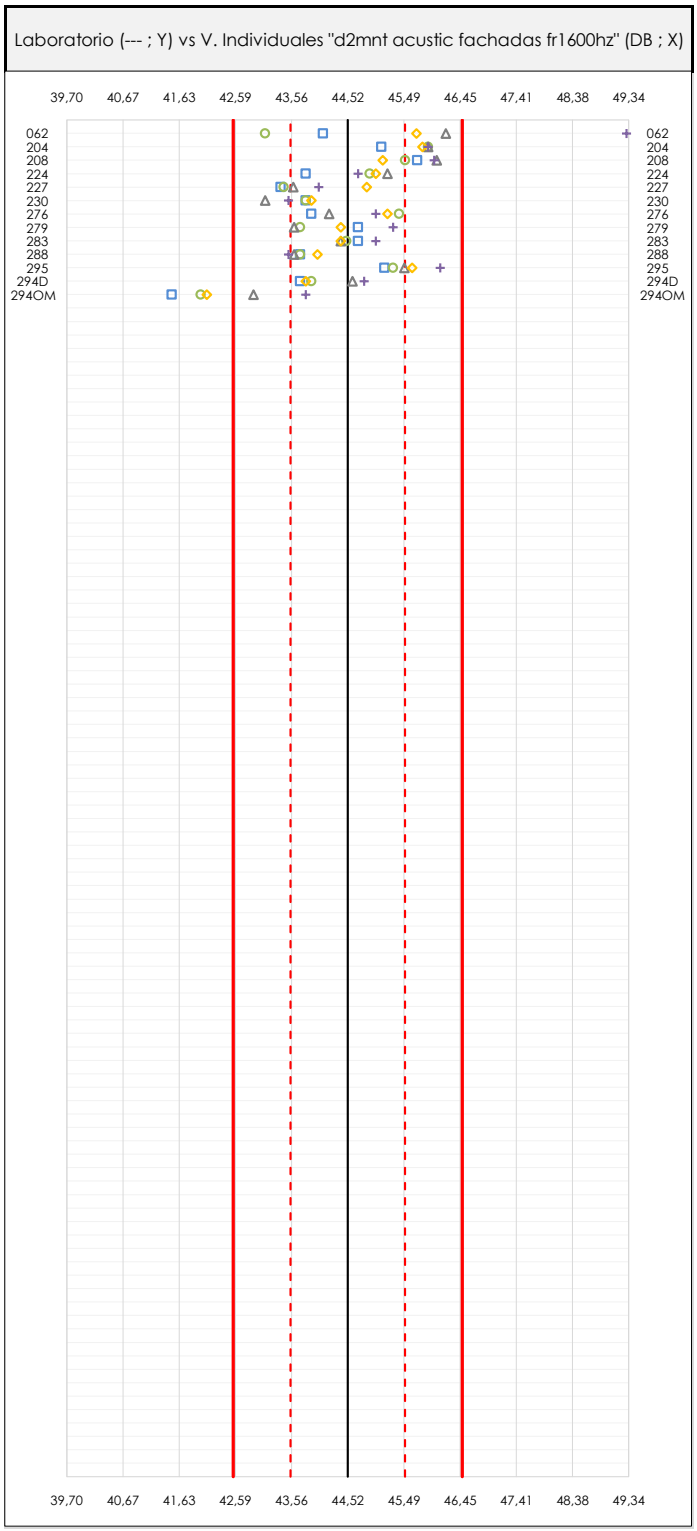
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,52 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,51/43,54 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,49/42,56 ; líneas rojas de trazo continuo).

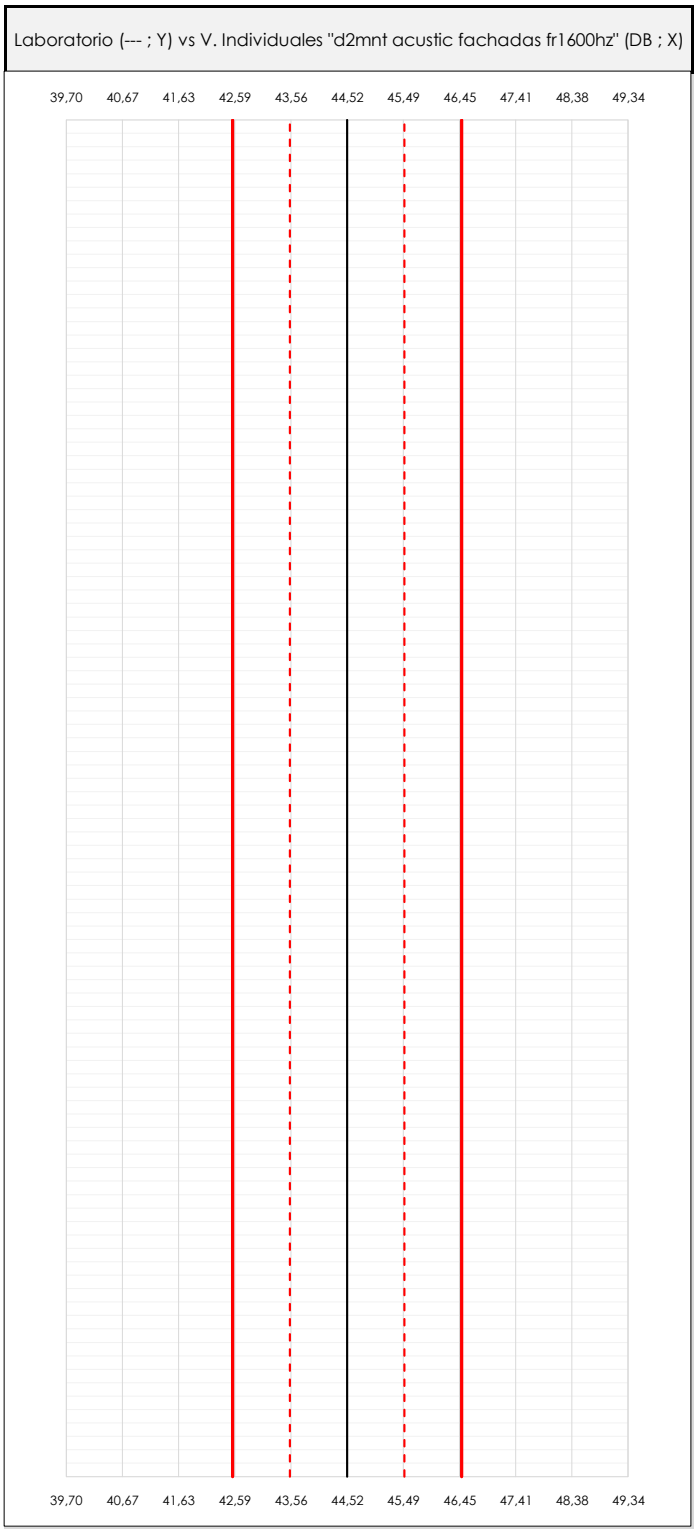
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,52 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,51/43,54 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,49/42,56 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	44,10	43,10	46,20	45,70	49,30	45,68	2,373	2,60	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	45,10	45,90	45,90	45,80	45,90	45,72	0,349	2,69	✓	
208	45,71	45,50	46,05	45,12	46,00	45,68	0,382	2,59	✓	
224	43,80	44,90	45,20	45,00	44,70	44,72	0,545	0,44	✓	
227	43,37	43,42	43,58	44,84	44,02	43,85	0,613	-1,52	✓	
230	43,80	43,80	43,10	43,90	43,50	43,62	0,327	-2,03	✓	
276	43,90	45,40	44,20	45,20	45,00	44,74	0,654	0,49	✓	
279	44,70	43,70	43,60	44,40	45,30	44,34	0,709	-0,41	✓	
283	44,70	44,50	44,40	44,40	45,00	44,60	0,255	0,17	✓	
288	43,70	43,70	43,60	44,00	43,50	43,70	0,187	-1,85	✓	
295	45,15	45,30	45,49	45,62	46,11	45,53	0,368	2,27	✓	
294D	43,70	43,90	44,60	43,80	44,80	44,16	0,503	-0,82	✓	
294OM	41,50	42,00	42,90	42,10	43,80	42,46	0,902	-4,63	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

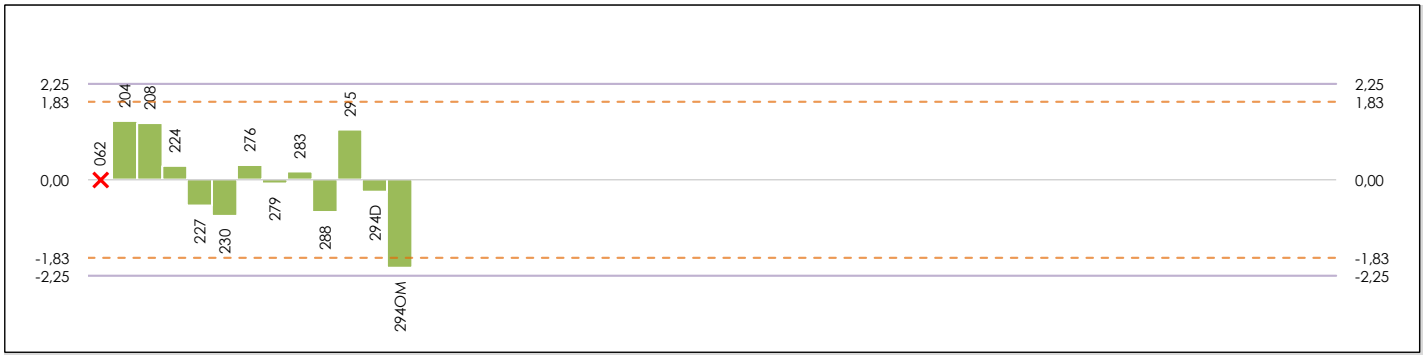
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

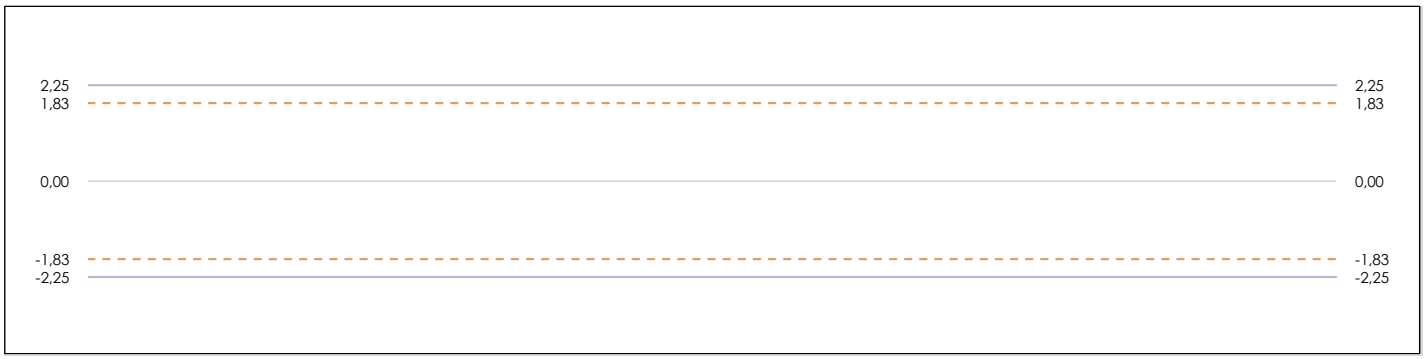
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

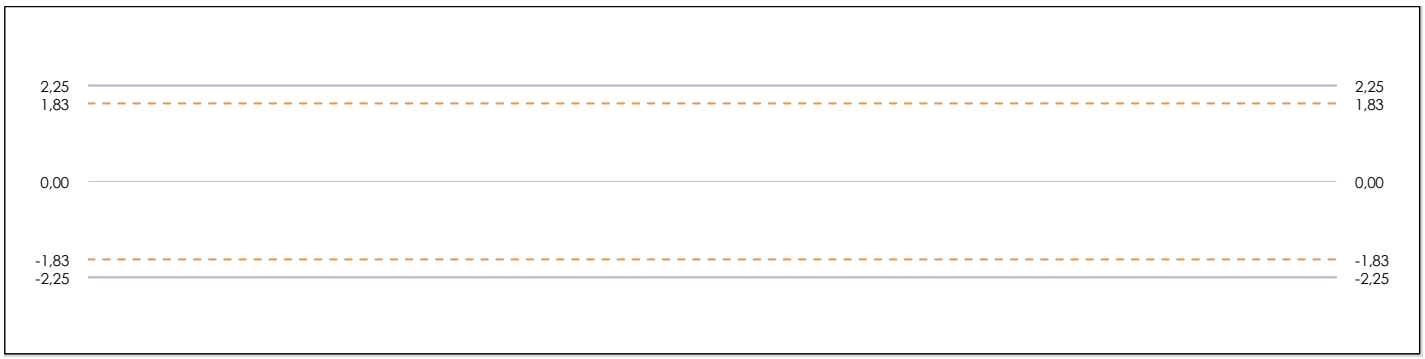
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

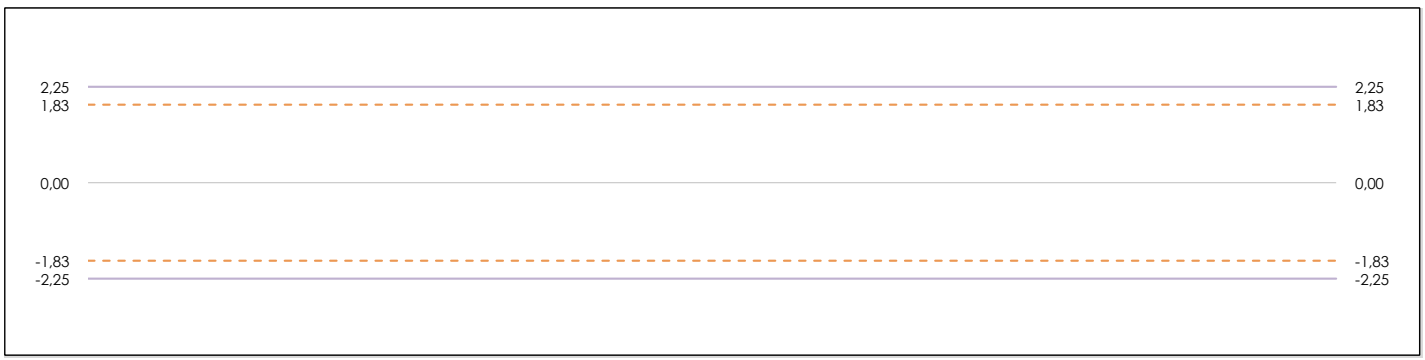
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

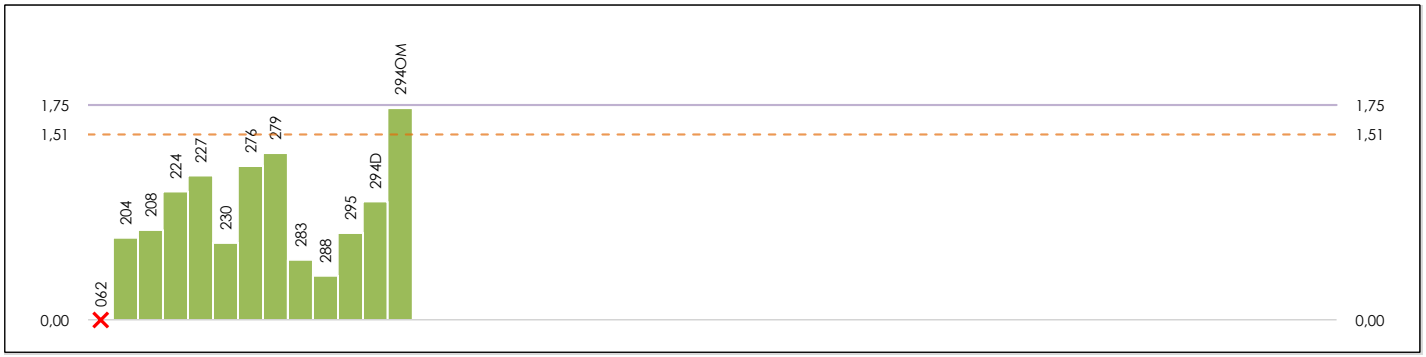
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

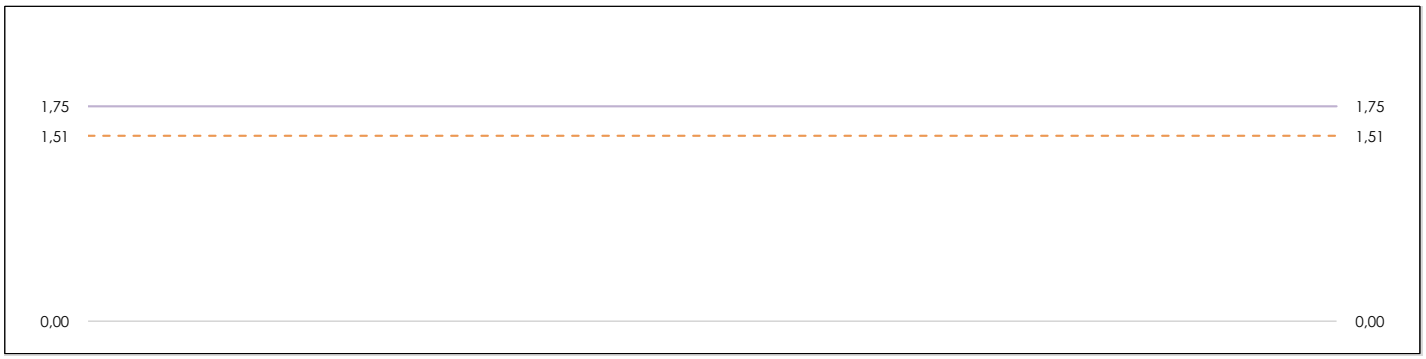
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

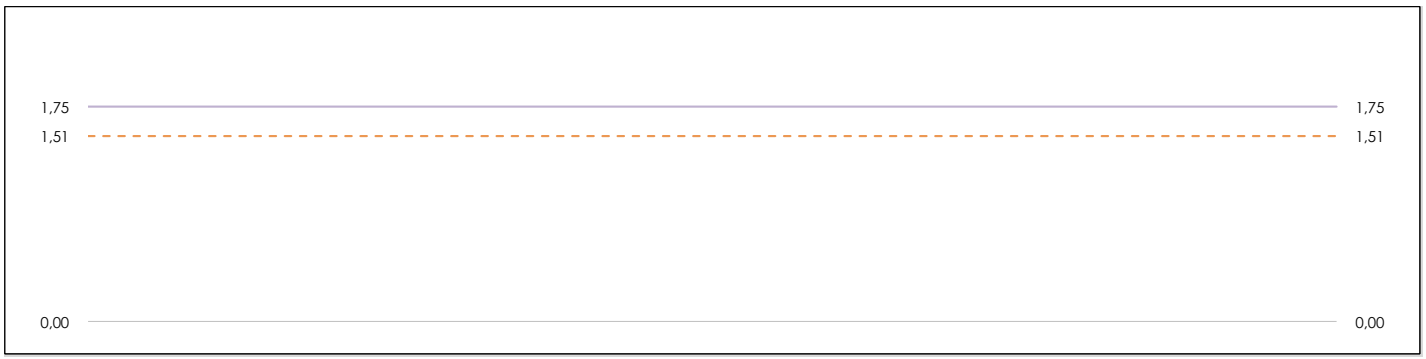
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

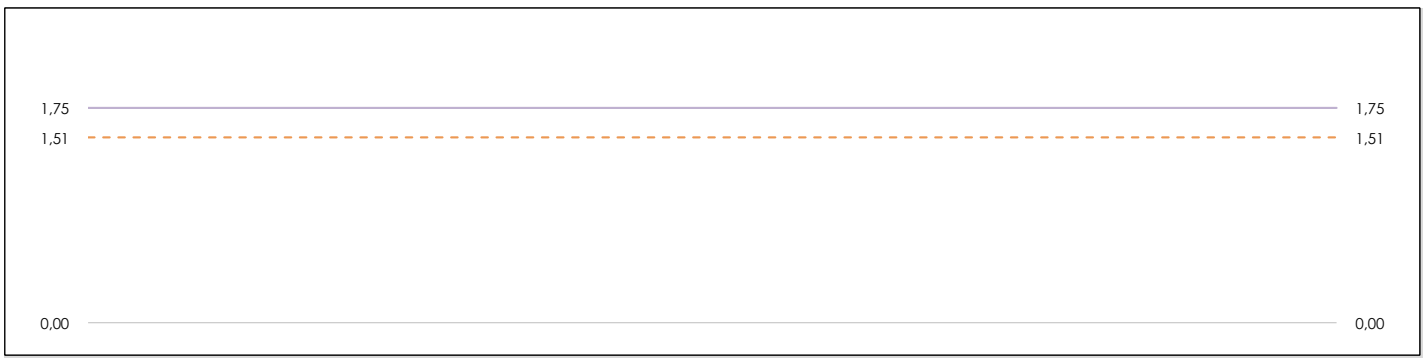
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	44,10	43,100	46,200	45,700	49,300	45,680	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	45,10	45,900	45,900	45,800	45,900	45,720	0,349	2,91	1,35	0,67			1,347		0,6169	✓
208	45,71	45,502	46,046	45,120	46,003	45,677	0,382	2,81	1,30	0,73					0,6169	✓
224	43,80	44,900	45,200	45,000	44,700	44,720	0,545	0,66	0,31	1,04						✓
227	43,37	43,421	43,582	44,844	44,021	43,848	0,613	-1,30	-0,60	1,17						✓
230	43,80	43,800	43,100	43,900	43,500	43,620	0,327	-1,82	-0,84	0,63				0,4784		✓
276	43,90	45,400	44,200	45,200	45,000	44,740	0,654	0,71	0,33	1,25						✓
279	44,70	43,700	43,600	44,400	45,300	44,340	0,709	-0,19	-0,09	1,36						✓
283	44,70	44,500	44,400	44,400	45,000	44,600	0,255	0,39	0,18	0,49						✓
288	43,70	43,700	43,600	44,000	43,500	43,700	0,187	-1,64	-0,76	0,36						✓
295	45,15	45,295	45,494	45,621	46,108	45,534	0,368	2,49	1,15	0,70						✓
294D	43,70	43,900	44,600	43,800	44,800	44,160	0,503	-0,60	-0,28	0,96						✓
294OM	41,50	42,000	42,900	42,100	43,800	42,460	0,902	-4,43	-2,05*	1,72*	0,248	2,049		0,4784		✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

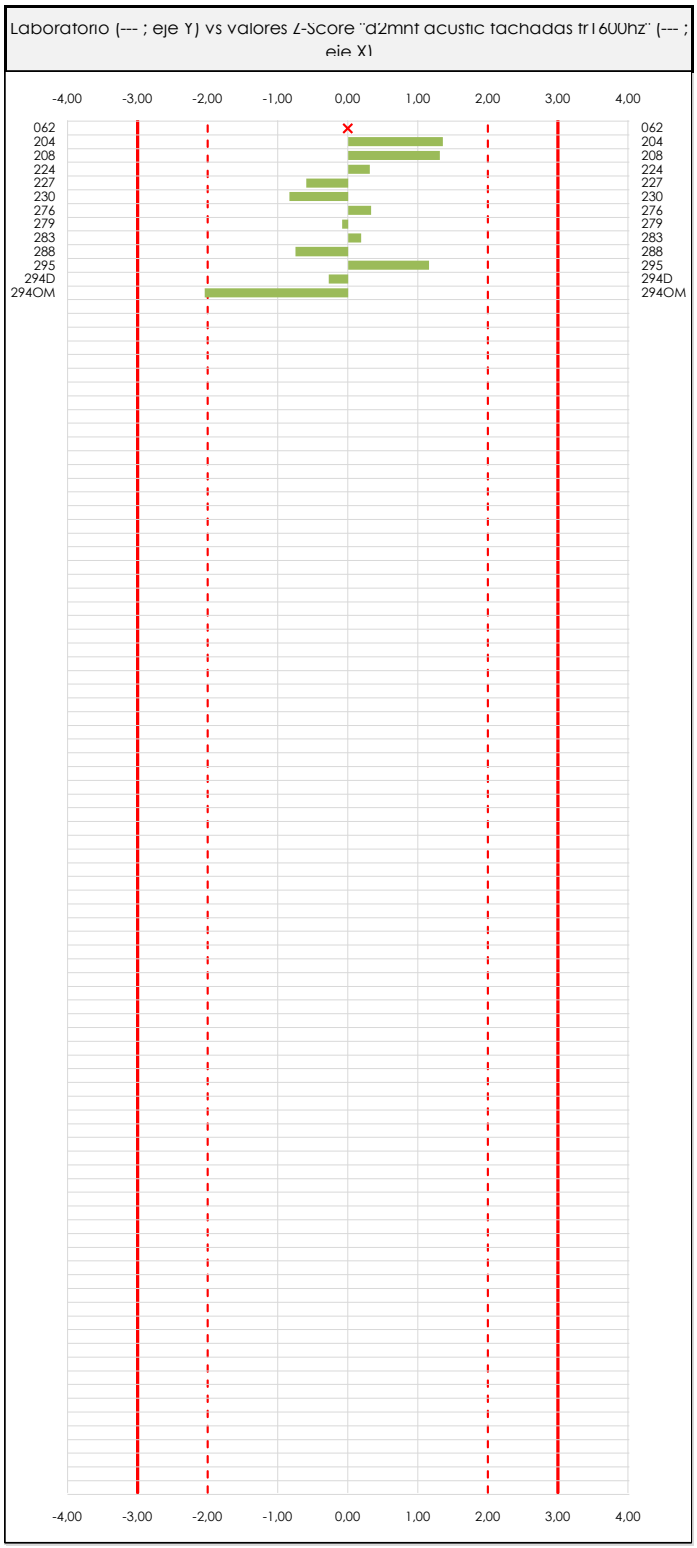
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

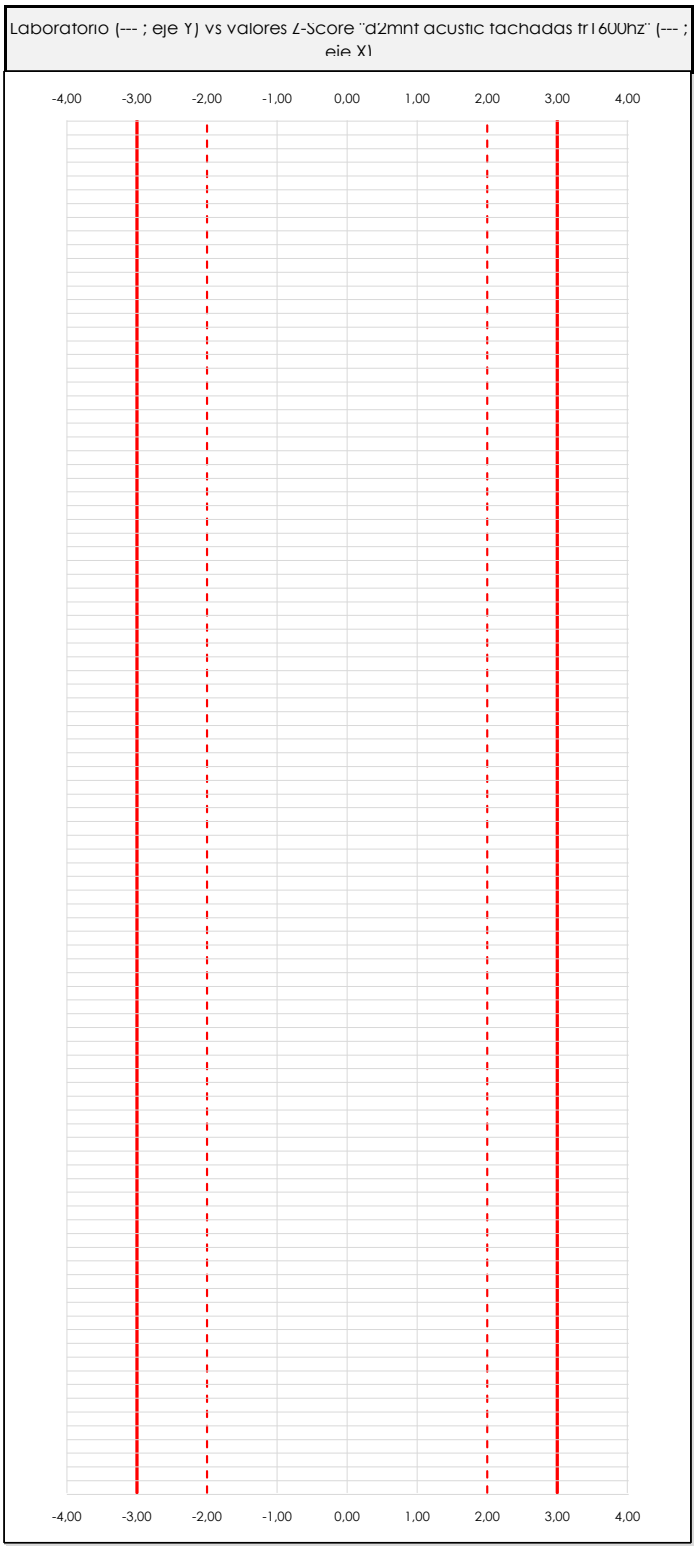
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	44,10	43,10	46,20	45,70	49,30	45,68	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	45,10	45,90	45,90	45,80	45,90	45,72	0,349	2,91	✓	✓	✓			1,347	S
208	45,71	45,50	46,05	45,12	46,00	45,68	0,382	2,81	✓	✓	✓			1,302	S
224	43,80	44,90	45,20	45,00	44,70	44,72	0,545	0,66	✓	✓	✓			0,306	S
227	43,37	43,42	43,58	44,84	44,02	43,85	0,613	-1,30	✓	✓	✓			-0,603	S
230	43,80	43,80	43,10	43,90	43,50	43,62	0,327	-1,82	✓	✓	✓			-0,840	S
276	43,90	45,40	44,20	45,20	45,00	44,74	0,654	0,71	✓	✓	✓			0,327	S
279	44,70	43,70	43,60	44,40	45,30	44,34	0,709	-0,19	✓	✓	✓			-0,090	S
283	44,70	44,50	44,40	44,40	45,00	44,60	0,255	0,39	✓	✓	✓			0,181	S
288	43,70	43,70	43,60	44,00	43,50	43,70	0,187	-1,64	✓	✓	✓			-0,757	S
295	45,15	45,30	45,49	45,62	46,11	45,53	0,368	2,49	✓	✓	✓			1,154	S
294D	43,70	43,90	44,60	43,80	44,80	44,16	0,503	-0,60	✓	✓	✓			-0,278	S
294OM	41,50	42,00	42,90	42,10	43,80	42,46	0,902	-4,43	✓	✓	✓			-2,049	D

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr1600hz (DB)

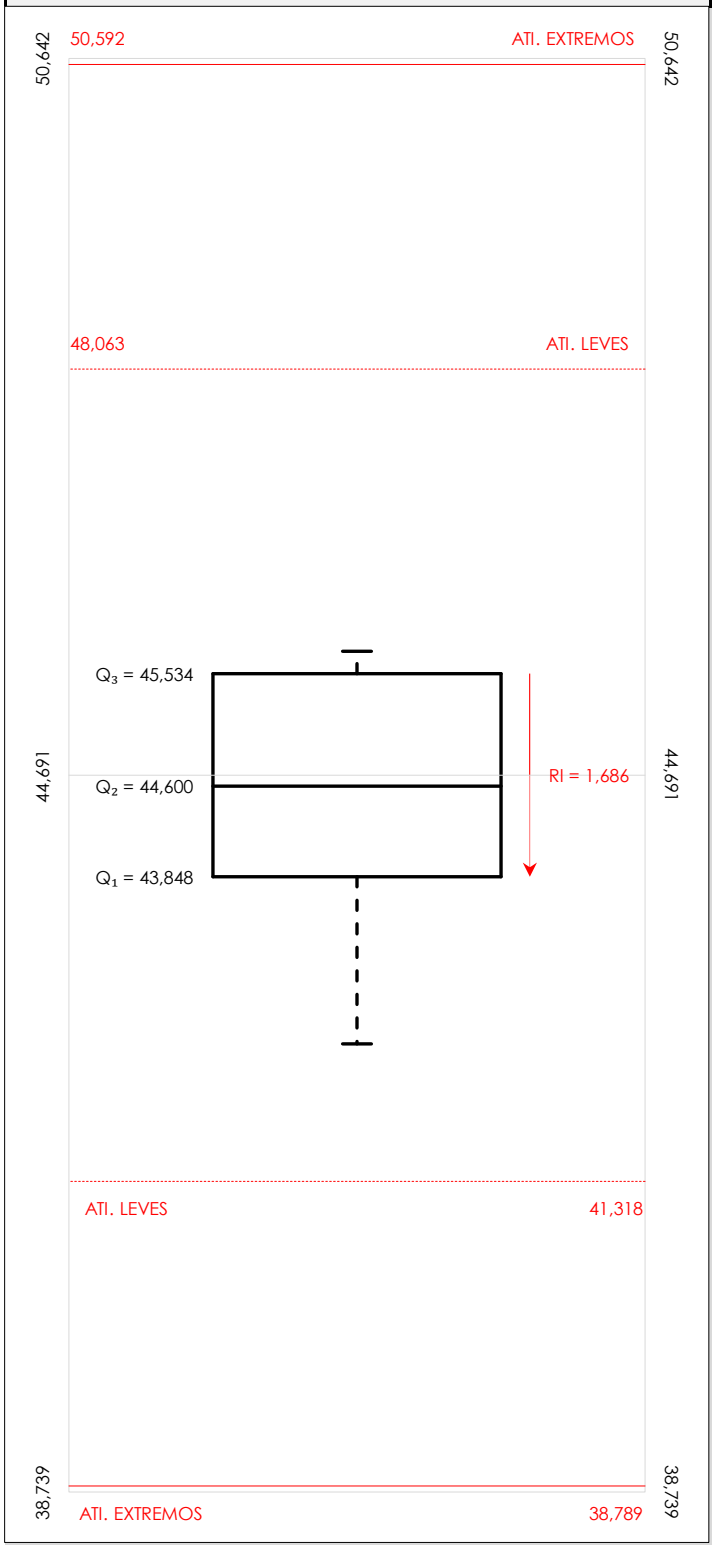
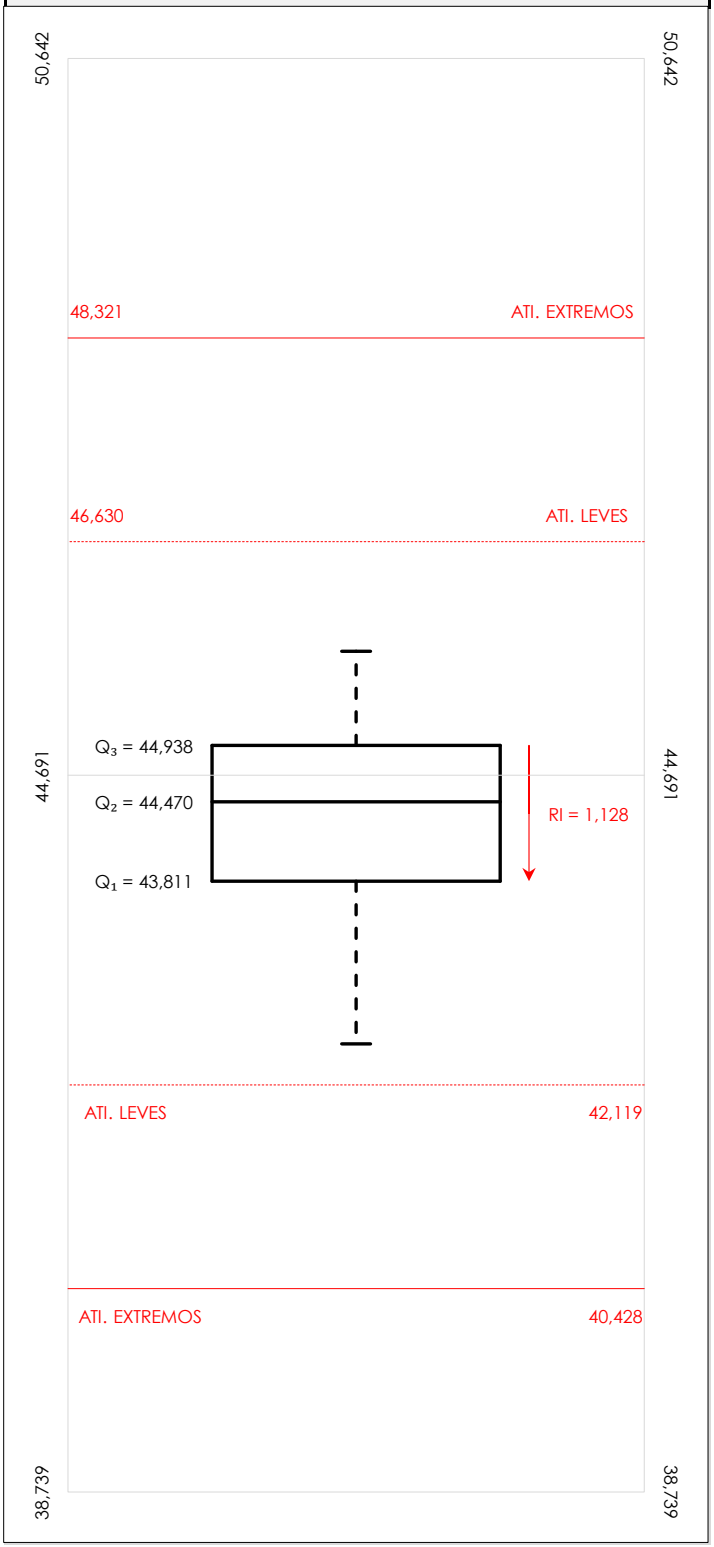


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr1600hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR1600HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	45,71	45,90	46,20	45,80	49,30	45,72	45,71	45,90	46,05	45,80	46,11	45,72
Valor Mínimo (min ; DB)	41,50	42,00	42,90	42,10	43,50	42,46	41,50	42,00	42,90	42,10	43,50	42,46
Valor Promedio (M ; DB)	44,10	44,24	44,52	44,61	45,15	44,52	44,09	44,33	44,39	44,52	44,80	44,43
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,05	1,13	1,15	1,01	1,54	0,98	1,10	1,12	1,08	1,00	0,94	0,96
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
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	0,686	2,295	0,828	1,514	3,411		0,273	1,449	0,867	1,140	2,960	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr2000hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

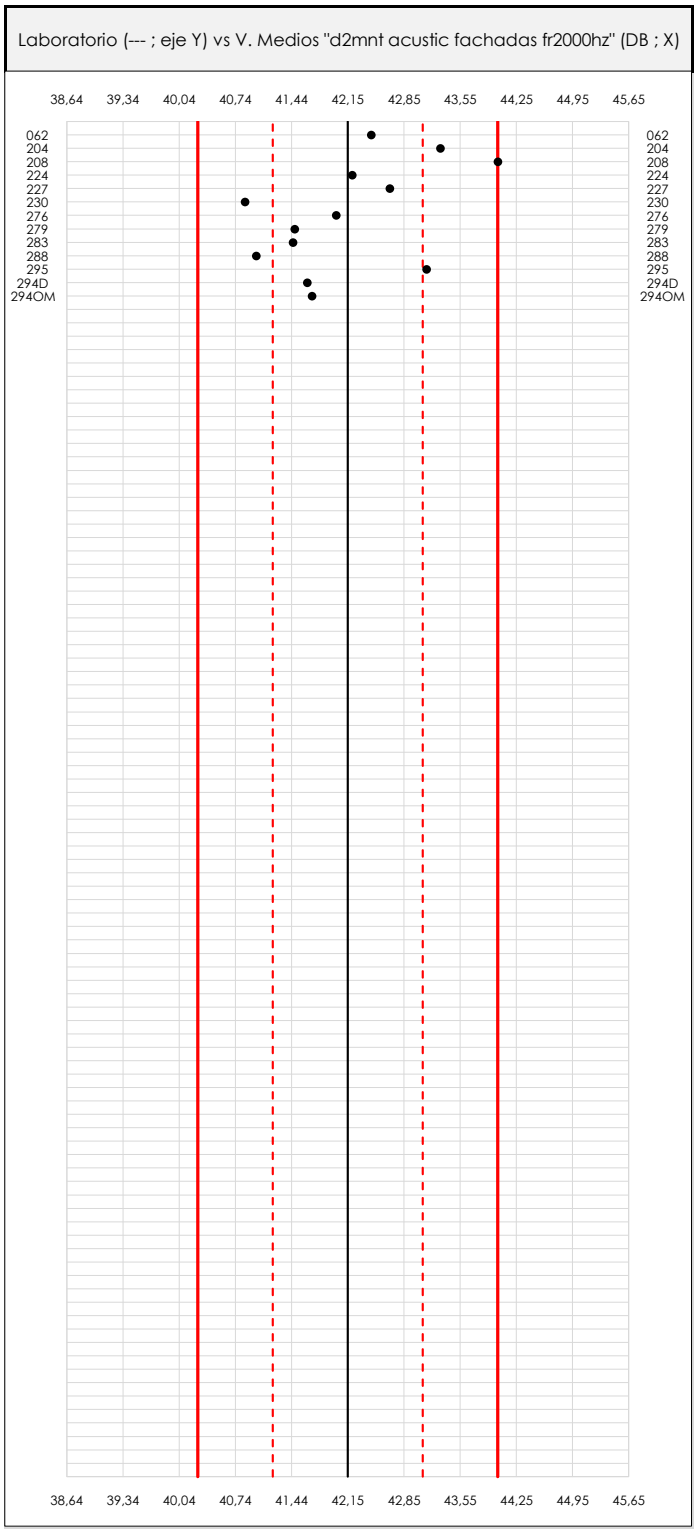
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

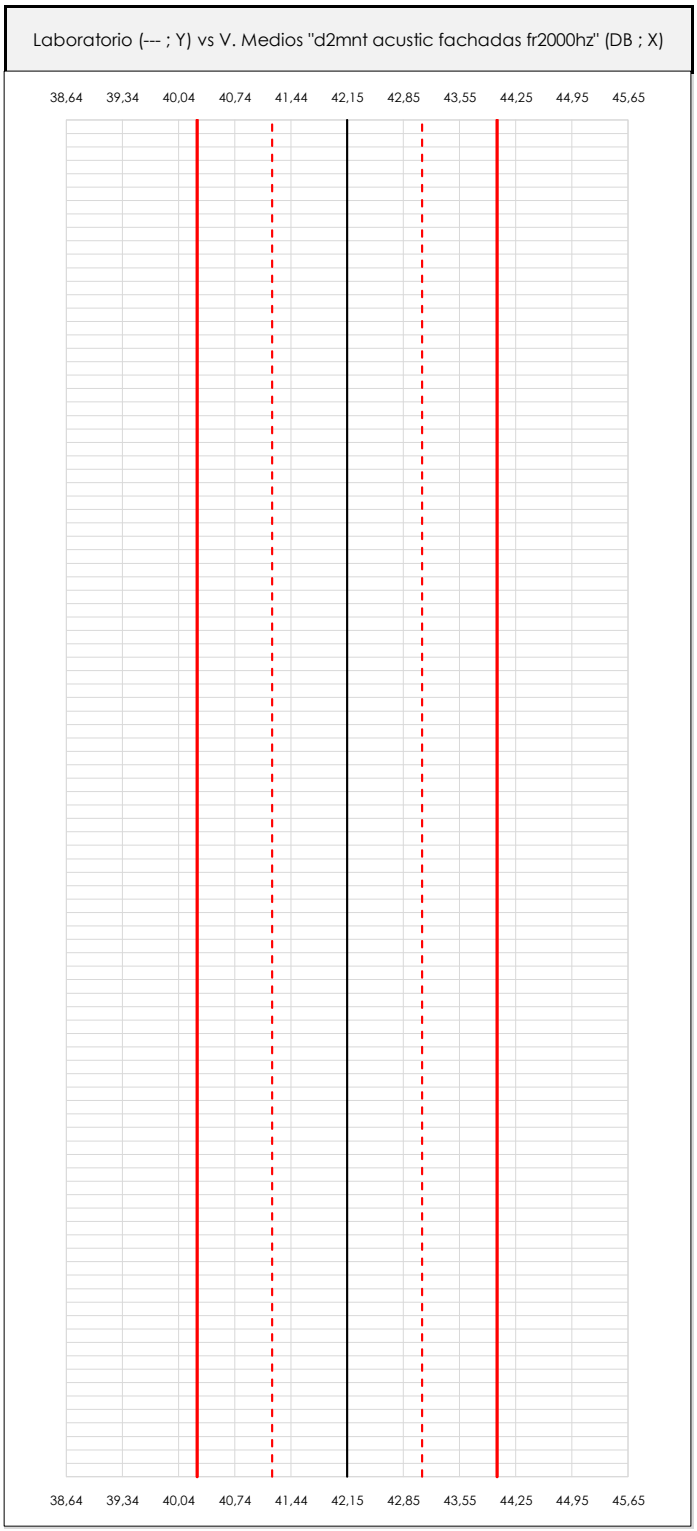
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

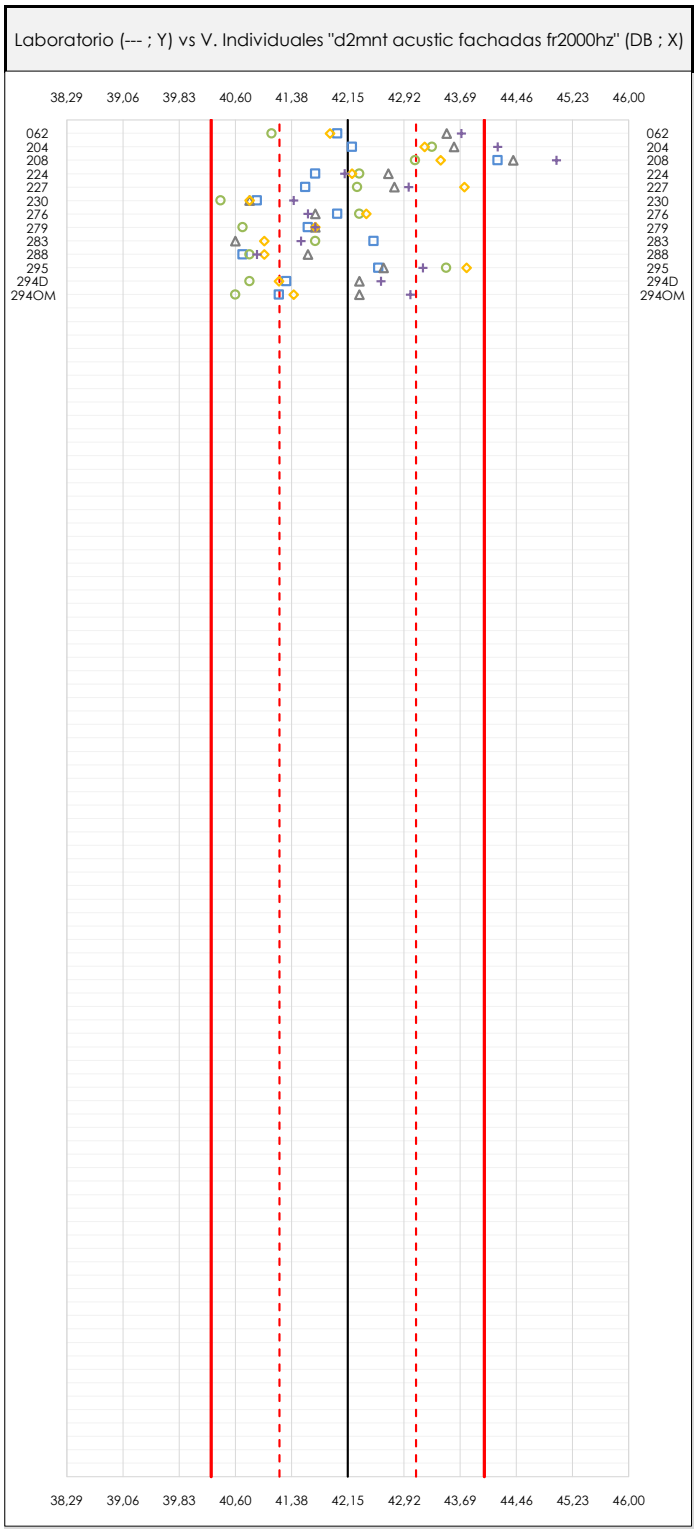
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,15 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,08/41,21 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,02/40,27 ; líneas rojas de trazo continuo).

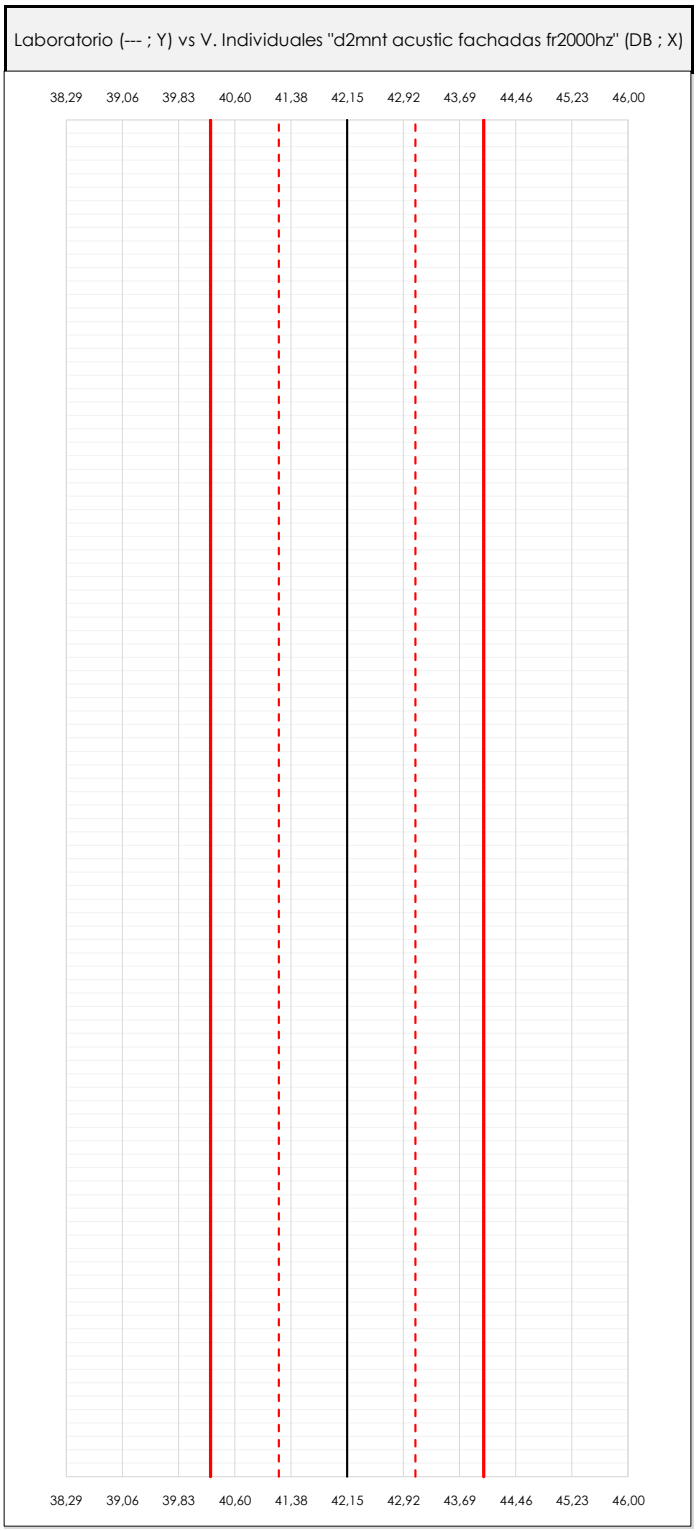
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,15 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,08/41,21 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,02/40,27 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	42,00	41,10	43,50	41,90	43,70	42,44	1,117	0,70	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	42,20	43,30	43,60	43,20	44,20	43,30	0,728	2,74	✓	
208	44,20	43,07	44,41	43,41	45,01	44,02	0,780	4,45	✓	
224	41,70	42,30	42,70	42,20	42,10	42,20	0,361	0,13	✓	
227	41,56	42,27	42,79	43,74	42,98	42,67	0,814	1,24	✓	
230	40,90	40,40	40,80	40,80	41,40	40,86	0,358	-3,05	✓	
276	42,00	42,30	41,70	42,40	41,60	42,00	0,354	-0,35	✓	
279	41,60	40,70	41,70	41,70	41,70	41,48	0,438	-1,58	✓	
283	42,50	41,70	40,60	41,00	41,50	41,46	0,723	-1,63	✓	
288	40,70	40,80	41,60	41,00	40,90	41,00	0,354	-2,72	✓	
295	42,56	43,49	42,63	43,77	43,17	43,13	0,527	2,33	✓	
294D	41,30	40,80	42,30	41,20	42,60	41,64	0,770	-1,20	✓	
294OM	41,20	40,60	42,30	41,40	43,00	41,70	0,949	-1,06	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

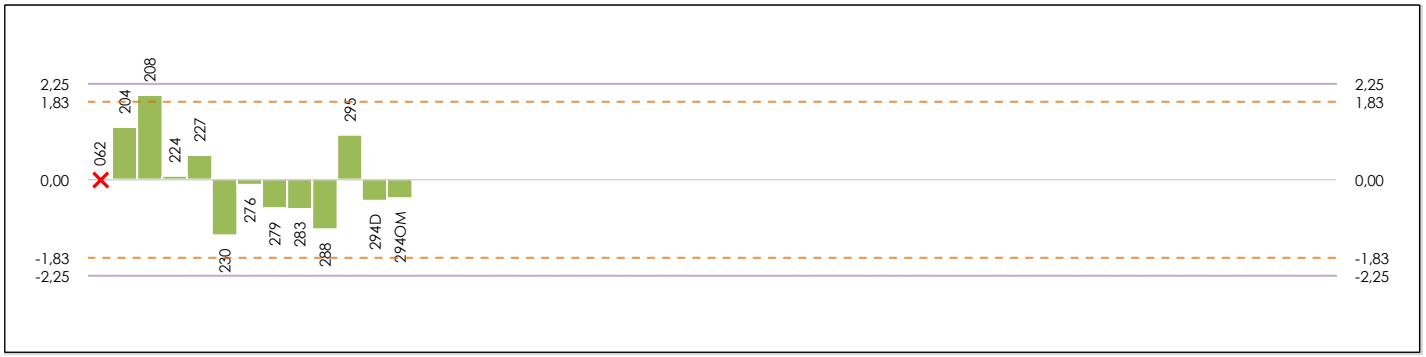
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

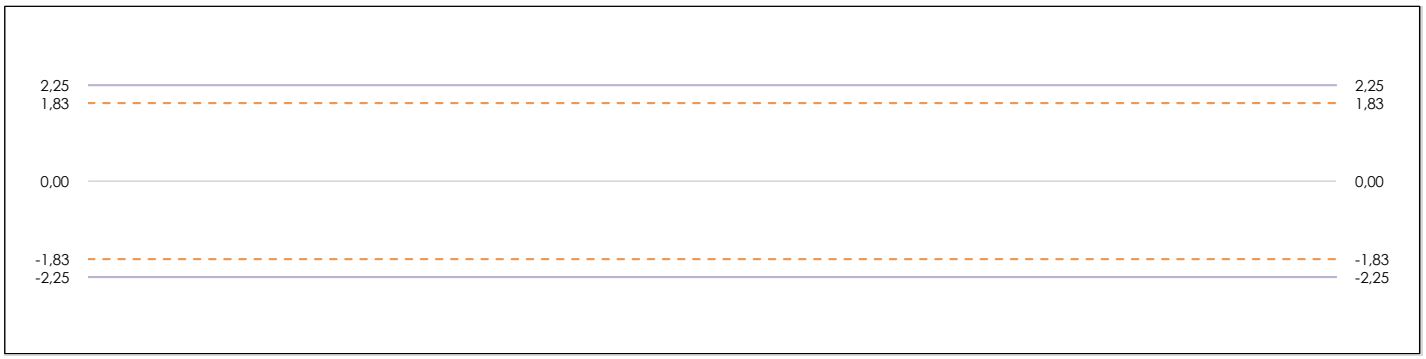
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

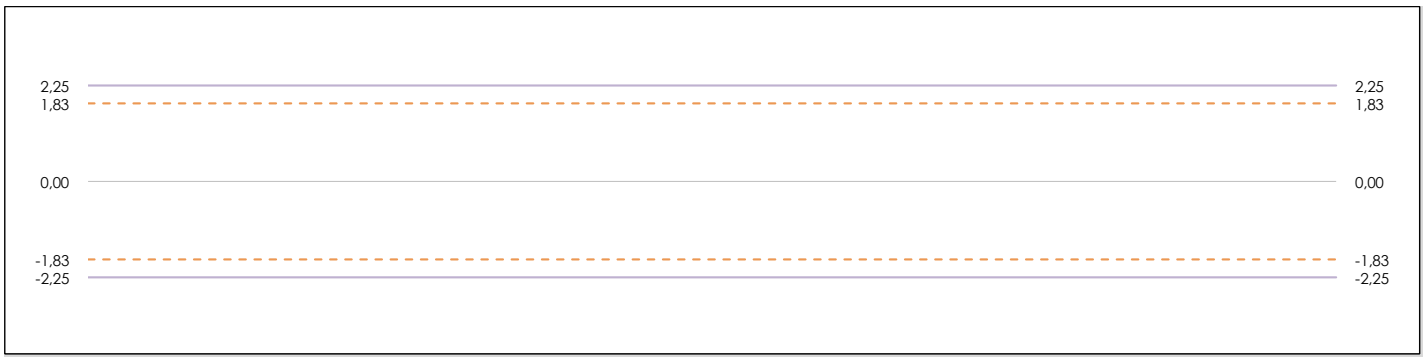
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

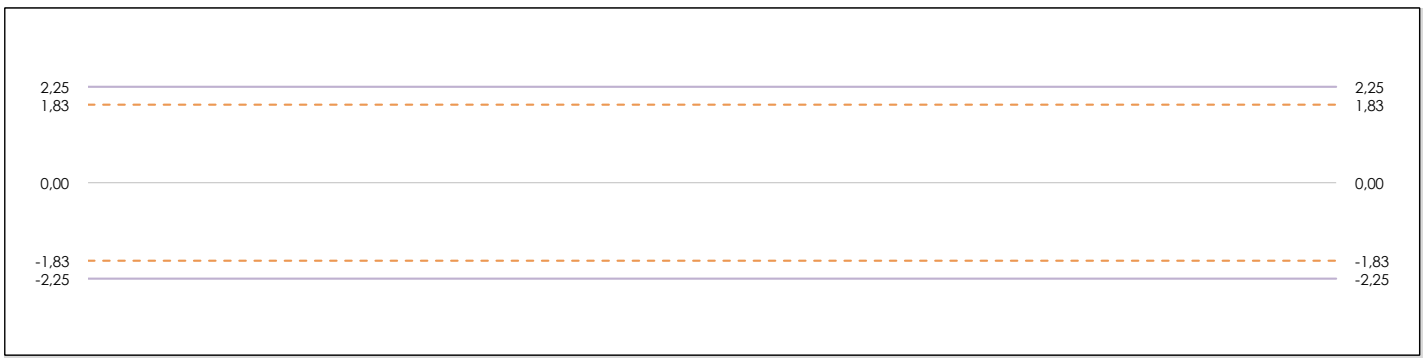
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

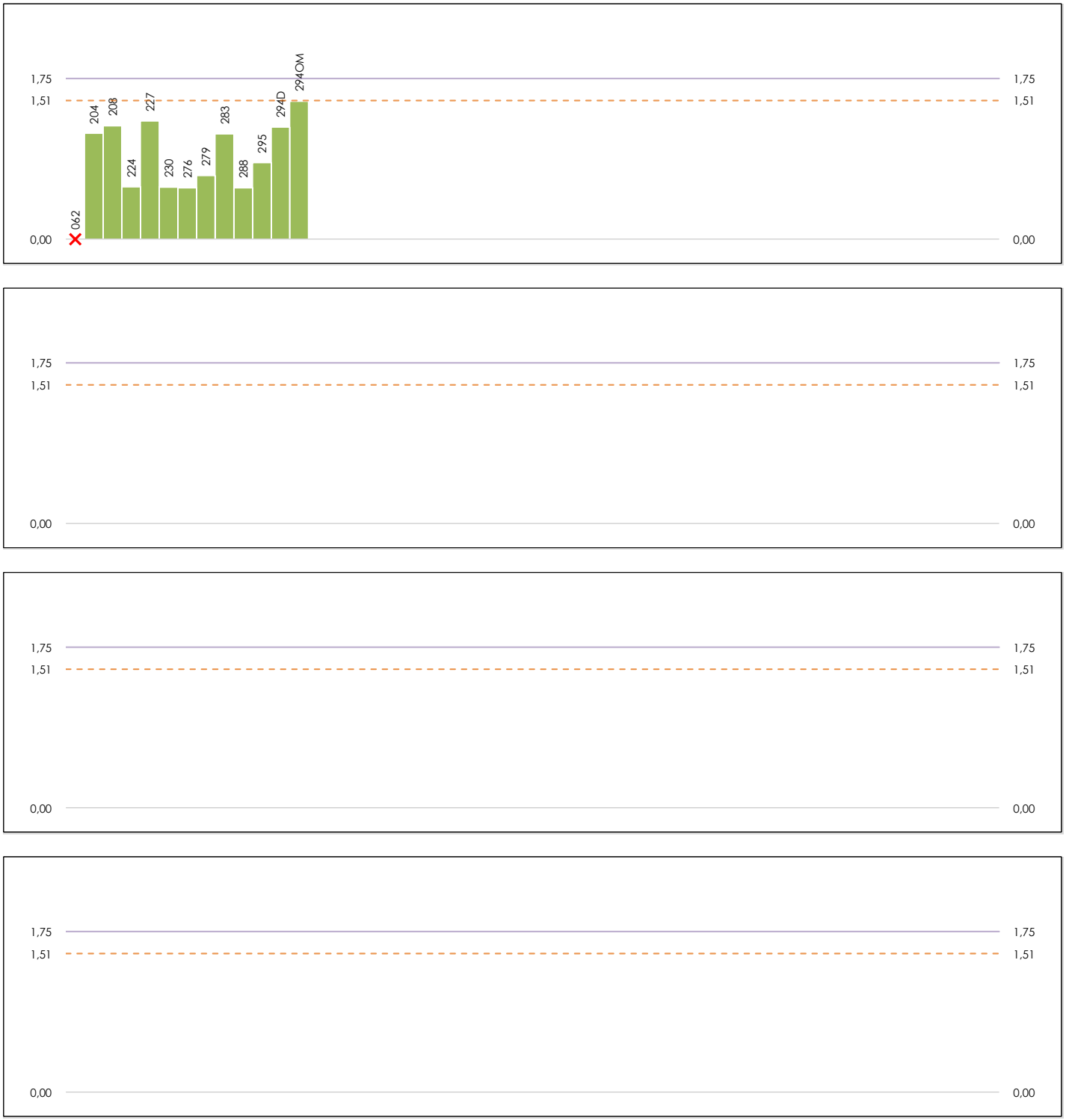
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	42,00	41,100	43,500	41,900	43,700	42,440	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	42,20	43,300	43,600	43,200	44,200	43,300	0,728	2,80	1,21	1,15					0,4303	✓
208	44,20	43,069	44,411	43,415	45,008	44,020	0,780	4,51	1,95*	1,23	0,188		1,950		0,4303	✓
224	41,70	42,300	42,700	42,200	42,100	42,200	0,361	0,19	0,08	0,57						✓
227	41,56	42,272	42,785	43,741	42,979	42,667	0,814	1,30	0,56	1,29						✓
230	40,90	40,400	40,800	40,800	41,400	40,860	0,358	-2,99	-1,30	0,57		1,295		0,6726		✓
276	42,00	42,300	41,700	42,400	41,600	42,000	0,354	-0,29	-0,12	0,56						✓
279	41,60	40,700	41,700	41,700	41,700	41,480	0,438	-1,52	-0,66	0,69						✓
283	42,50	41,700	40,600	41,000	41,500	41,460	0,723	-1,57	-0,68	1,14						✓
288	40,70	40,800	41,600	41,000	40,900	41,000	0,354	-2,66	-1,15	0,56				0,6726		✓
295	42,56	43,493	42,634	43,771	43,174	43,127	0,527	2,39	1,03	0,83						✓
294D	41,30	40,800	42,300	41,200	42,600	41,640	0,770	-1,14	-0,49	1,22						✓
294OM	41,20	40,600	42,300	41,400	43,000	41,700	0,949	-1,00	-0,43	1,50						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

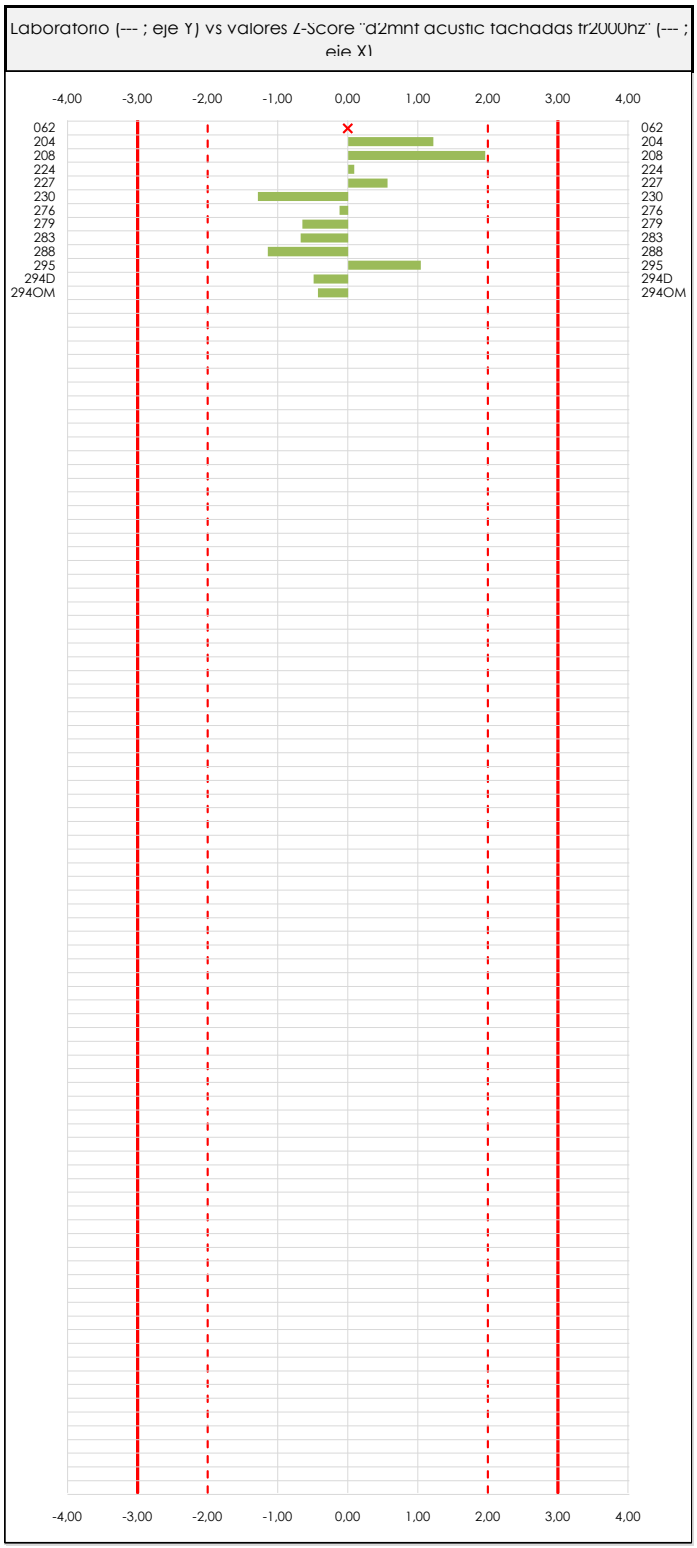
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

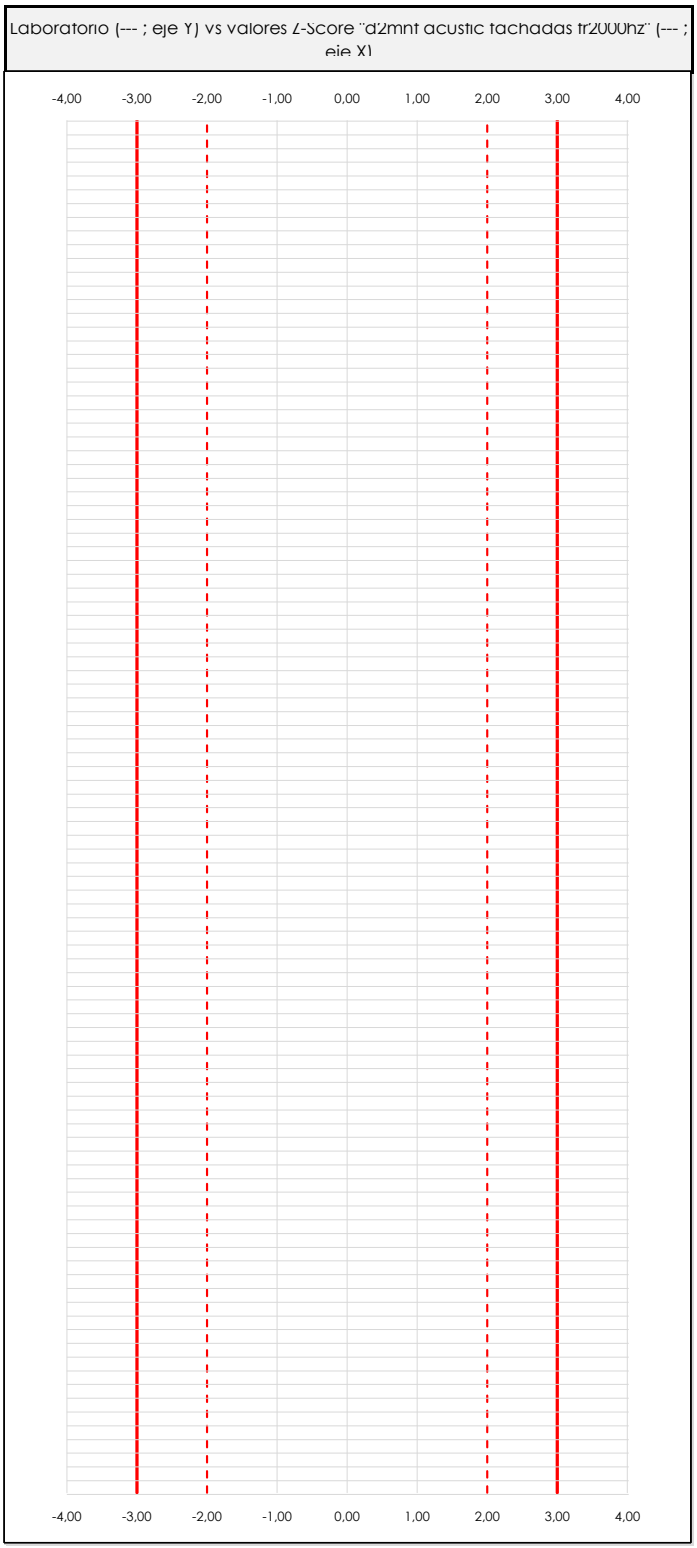
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	42,00	41,10	43,50	41,90	43,70	42,44	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	42,20	43,30	43,60	43,20	44,20	43,30	0,728	2,80	✓	✓	✓			1,210	S
208	44,20	43,07	44,41	43,41	45,01	44,02	0,780	4,51	✓	✓	✓			1,950	S
224	41,70	42,30	42,70	42,20	42,10	42,20	0,361	0,19	✓	✓	✓			0,081	S
227	41,56	42,27	42,79	43,74	42,98	42,67	0,814	1,30	✓	✓	✓			0,561	S
230	40,90	40,40	40,80	40,80	41,40	40,86	0,358	-2,99	✓	✓	✓			-1,295	S
276	42,00	42,30	41,70	42,40	41,60	42,00	0,354	-0,29	✓	✓	✓			-0,124	S
279	41,60	40,70	41,70	41,70	41,70	41,48	0,438	-1,52	✓	✓	✓			-0,658	S
283	42,50	41,70	40,60	41,00	41,50	41,46	0,723	-1,57	✓	✓	✓			-0,679	S
288	40,70	40,80	41,60	41,00	40,90	41,00	0,354	-2,66	✓	✓	✓			-1,151	S
295	42,56	43,49	42,63	43,77	43,17	43,13	0,527	2,39	✓	✓	✓			1,033	S
294D	41,30	40,80	42,30	41,20	42,60	41,64	0,770	-1,14	✓	✓	✓			-0,494	S
294OM	41,20	40,60	42,30	41,40	43,00	41,70	0,949	-1,00	✓	✓	✓			-0,433	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr2000hz (DB)

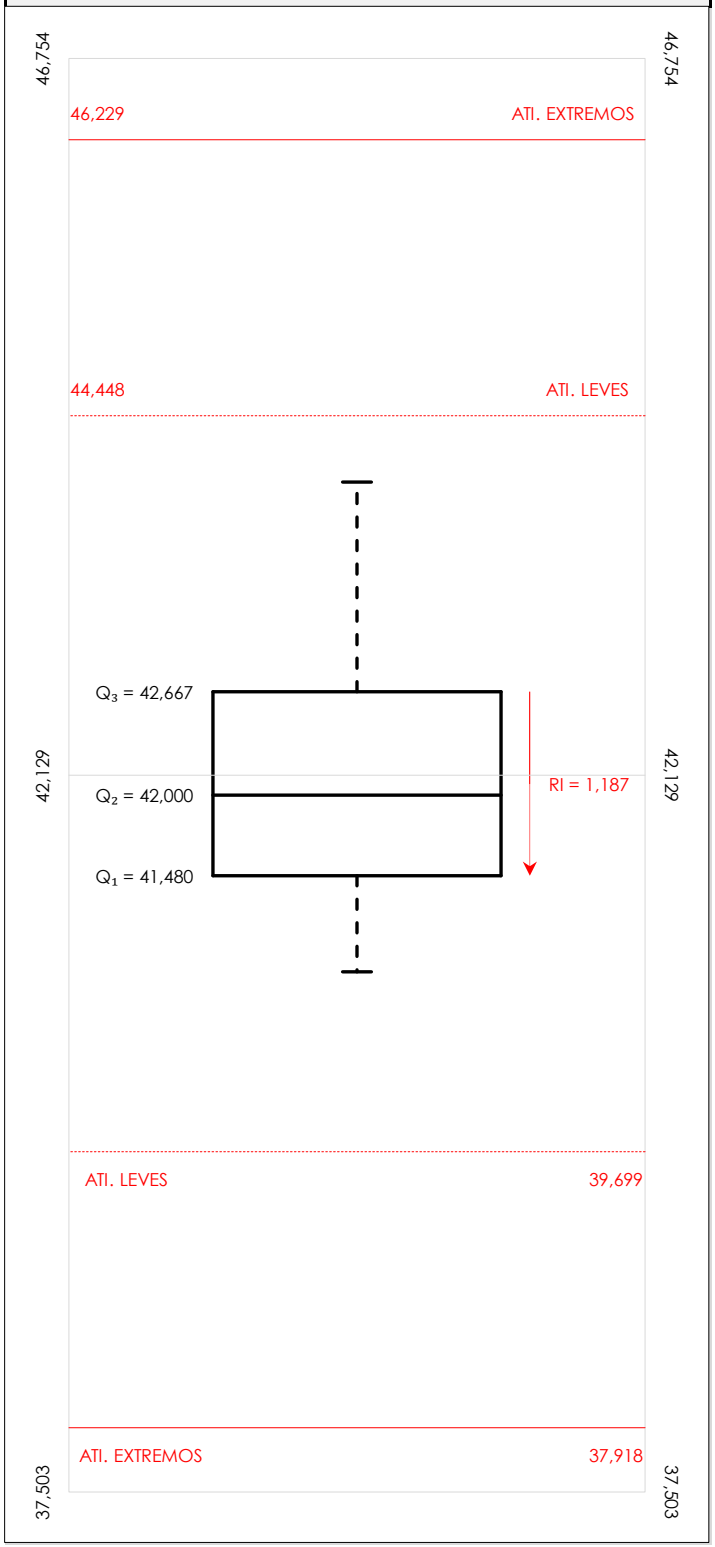
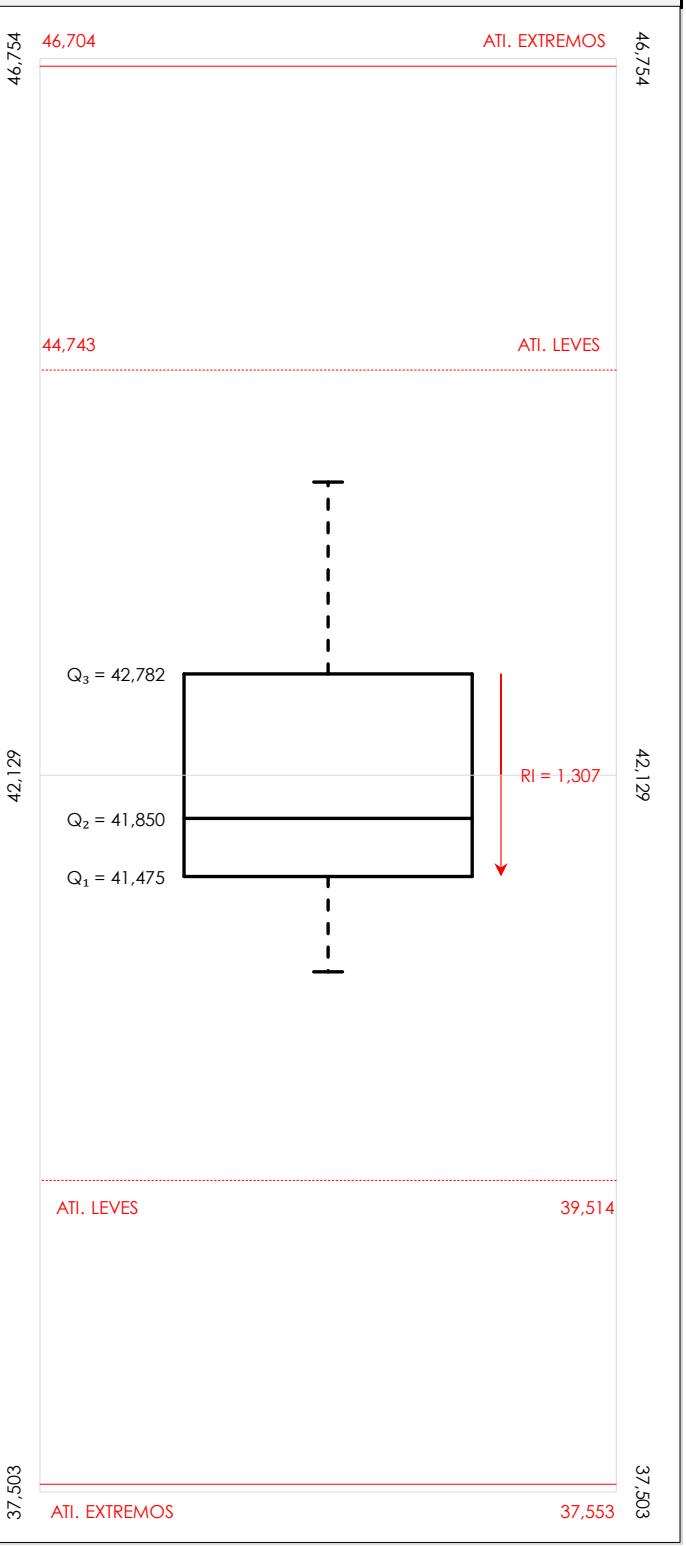


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr2000hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2000HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	44,20	43,49	44,41	43,77	45,01	44,02	44,20	43,49	44,41	43,77	45,01	44,02
Valor Mínimo (min ; DB)	40,70	40,40	40,60	40,80	40,90	40,86	40,70	40,40	40,60	40,80	40,90	40,86
Valor Promedio (M ; DB)	41,88	41,76	42,36	42,13	42,60	42,15	41,87	41,81	42,26	42,15	42,51	42,12
Desviación Típica (SDL ; DB)	0,90	1,10	1,10	1,08	1,22	0,94	0,94	1,13	1,09	1,13	1,22	0,97
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
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	0,465	1,890	0,784	1,249	3,098		0,399	1,752	0,868	1,268	3,121	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr2500hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

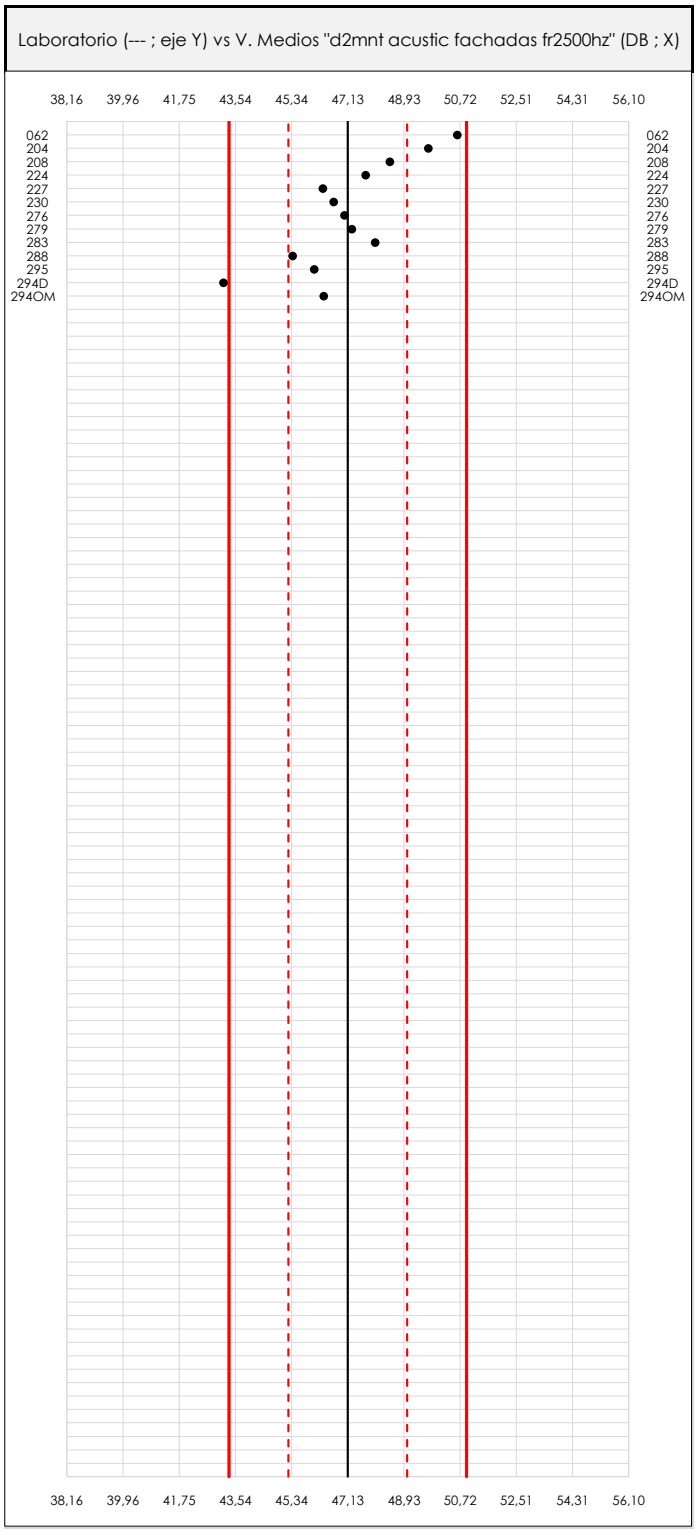
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

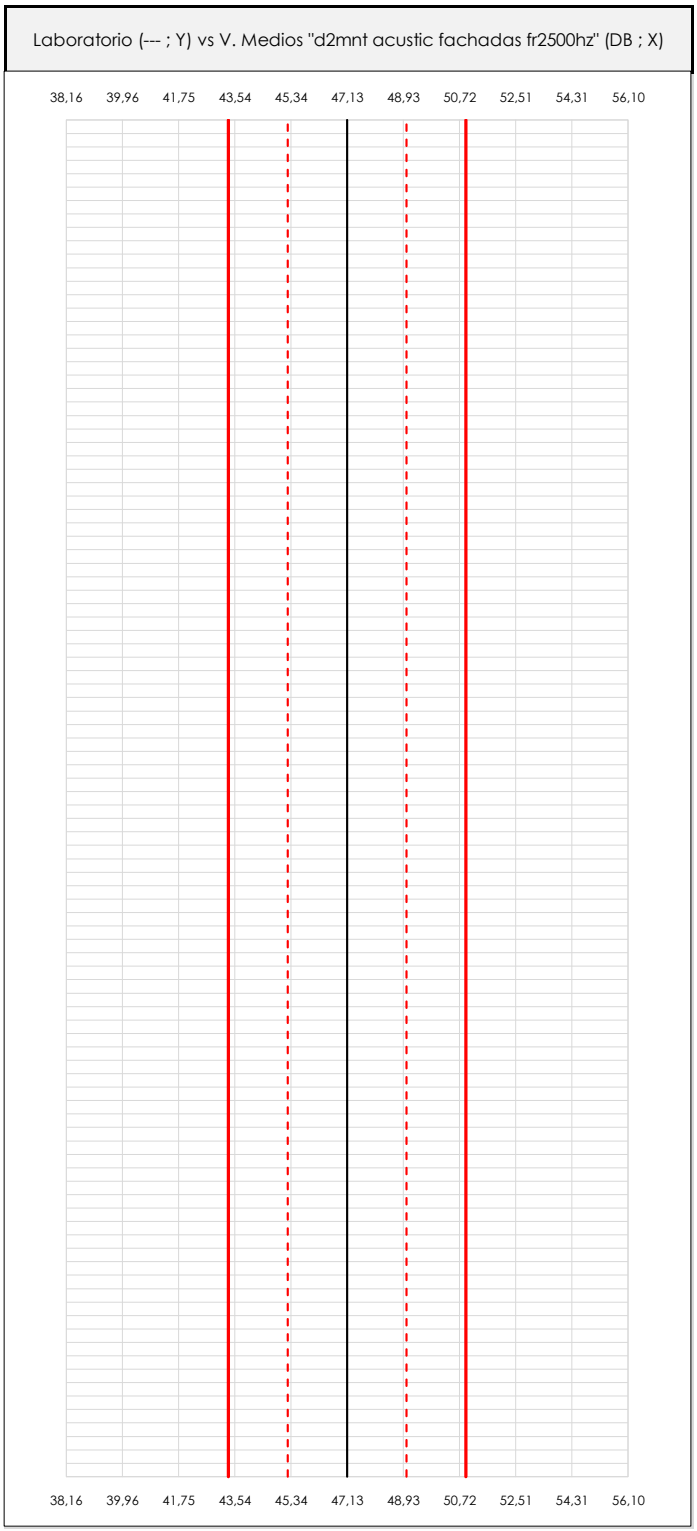
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

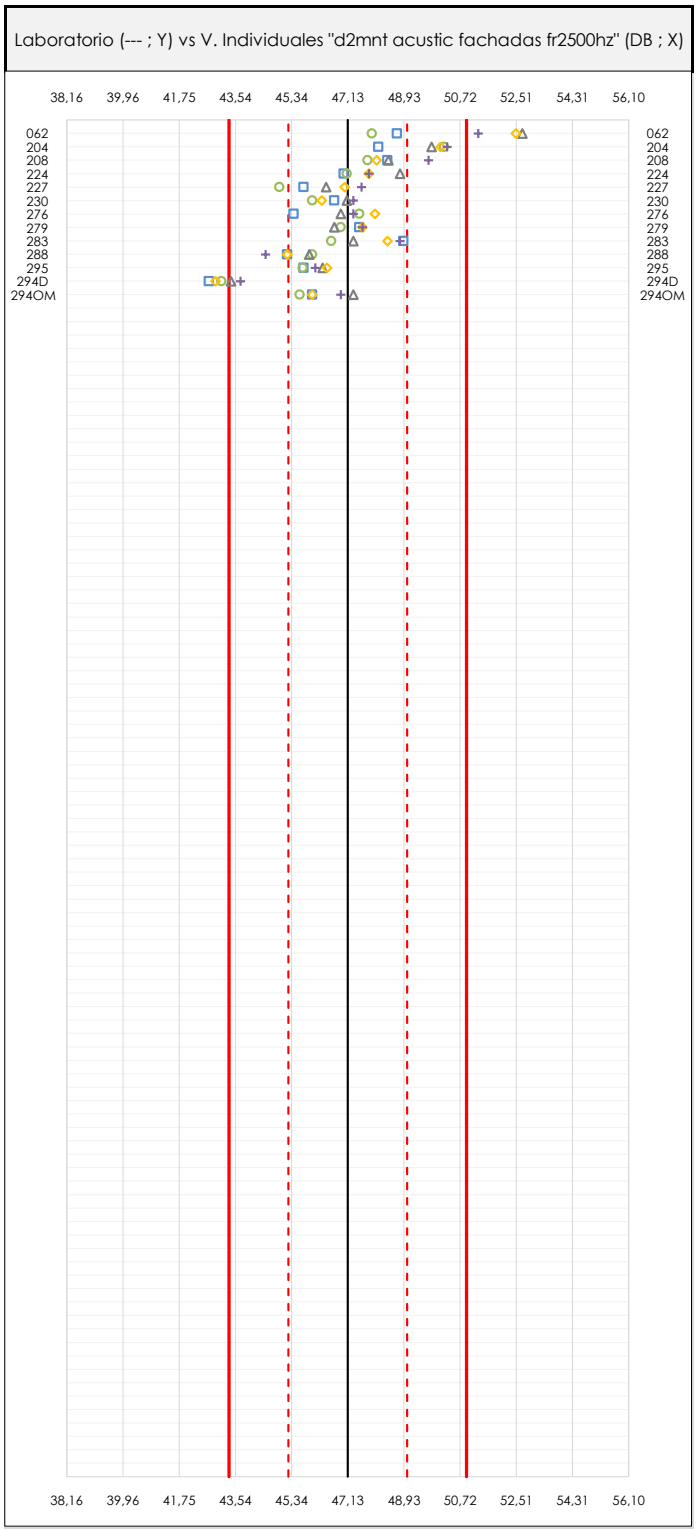
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,13 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,03/45,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,93/43,34 ; líneas rojas de trazo continuo).

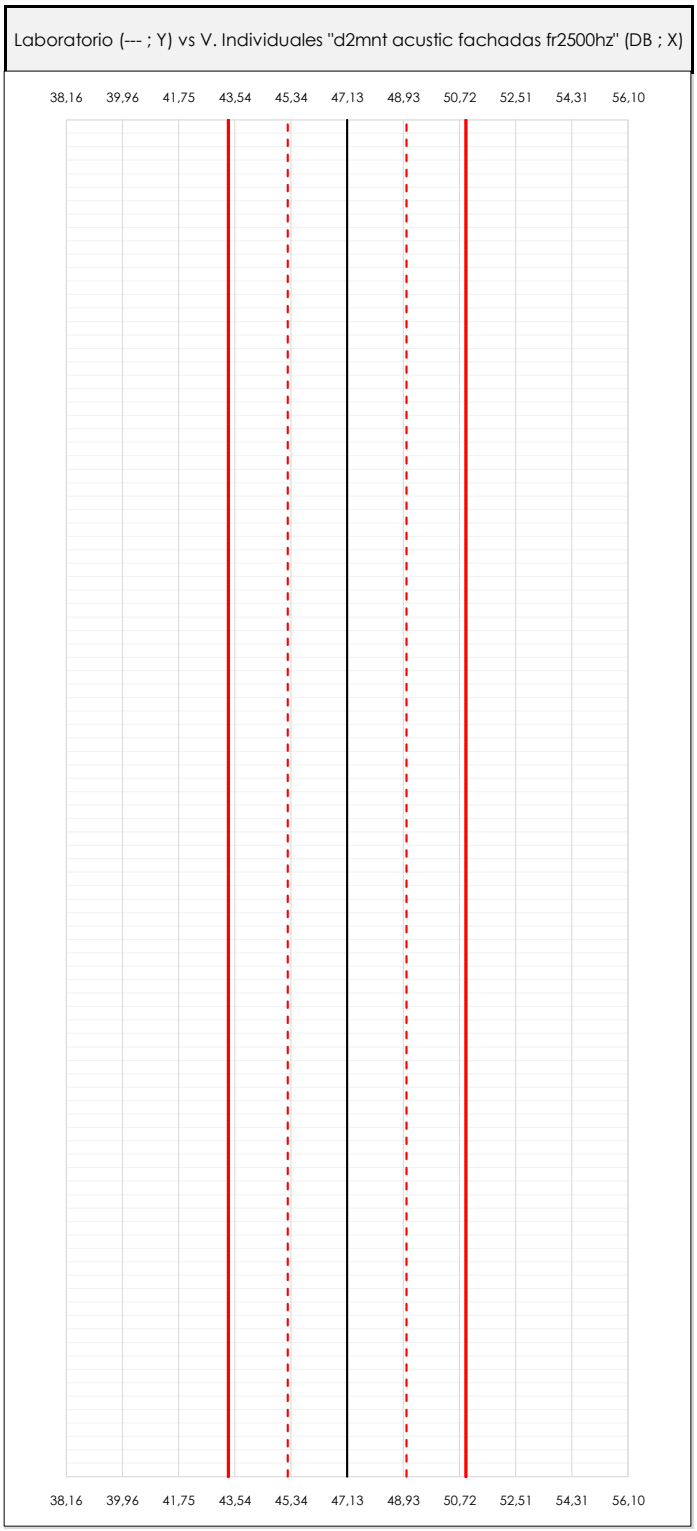
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,13 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,03/45,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,93/43,34 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	48,70	47,90	52,70	52,50	51,30	50,62	2,203	7,40	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	48,10	50,20	49,80	50,10	50,30	49,70	0,914	5,45	✓	
208	48,39	47,76	48,43	48,05	49,71	48,47	0,745	2,83	✓	
224	47,00	47,10	48,80	47,80	47,80	47,70	0,721	1,20	✓	
227	45,72	44,94	46,43	47,03	47,57	46,34	1,043	-1,68	✓	
230	46,70	46,00	47,10	46,30	47,30	46,68	0,540	-0,96	✓	
276	45,40	47,50	46,90	48,00	47,30	47,02	0,988	-0,24	✓	
279	47,50	46,90	46,70	47,60	47,60	47,26	0,428	0,27	✓	
283	48,90	46,60	47,30	48,40	48,80	48,00	1,007	1,84	✓	
288	45,20	46,00	45,90	45,20	44,50	45,36	0,611	-3,76	✓	
295	45,72	45,69	46,32	46,46	46,09	46,06	0,347	-2,28	✓	
294D	42,70	43,10	43,40	42,90	43,70	43,16	0,397	-8,43	✓	
294OM	46,00	45,60	47,30	46,00	46,90	46,36	0,709	-1,64	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

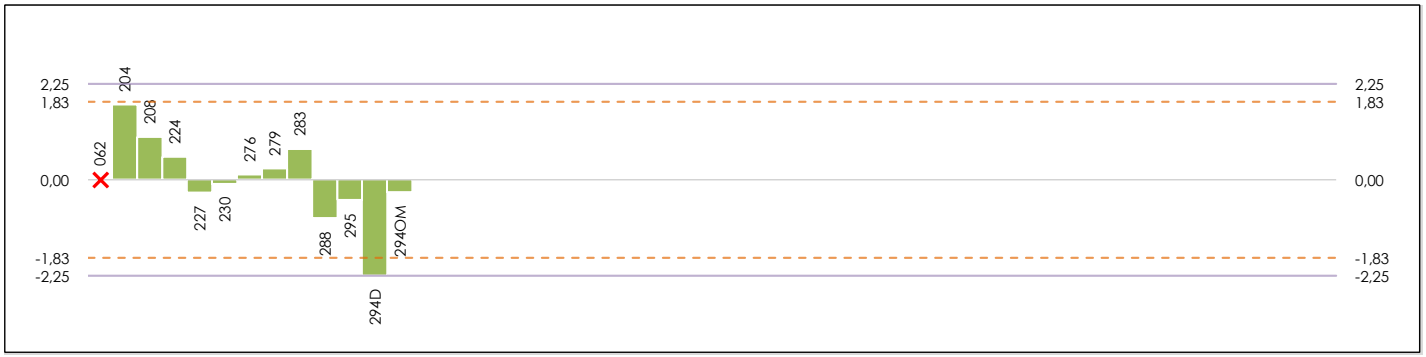
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

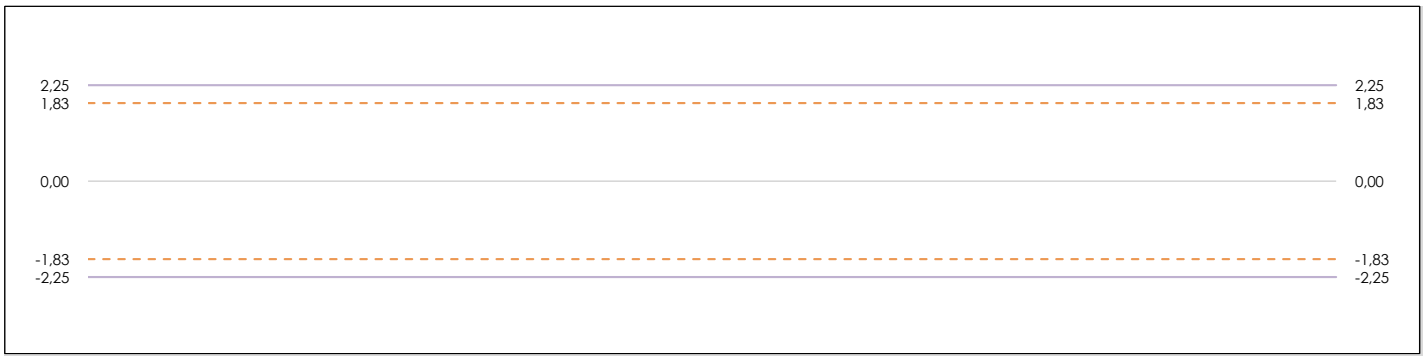
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

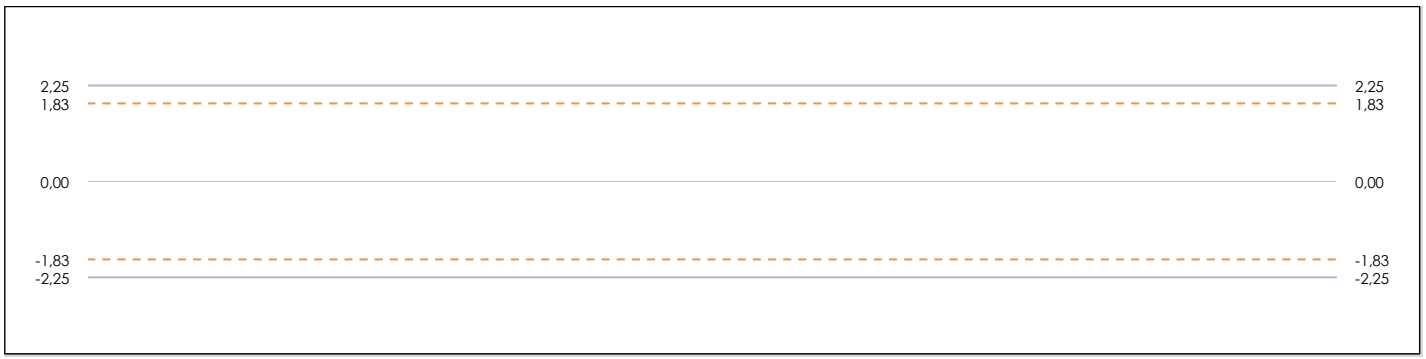
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

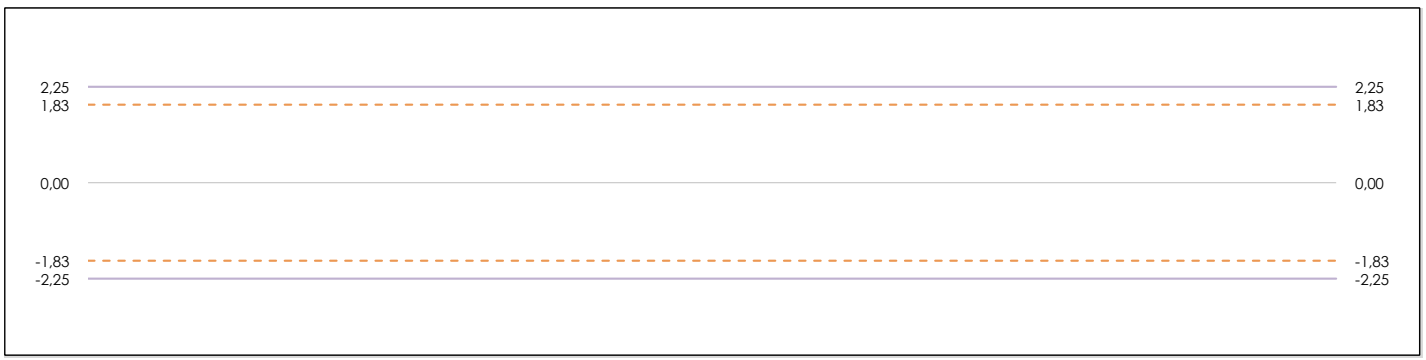
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

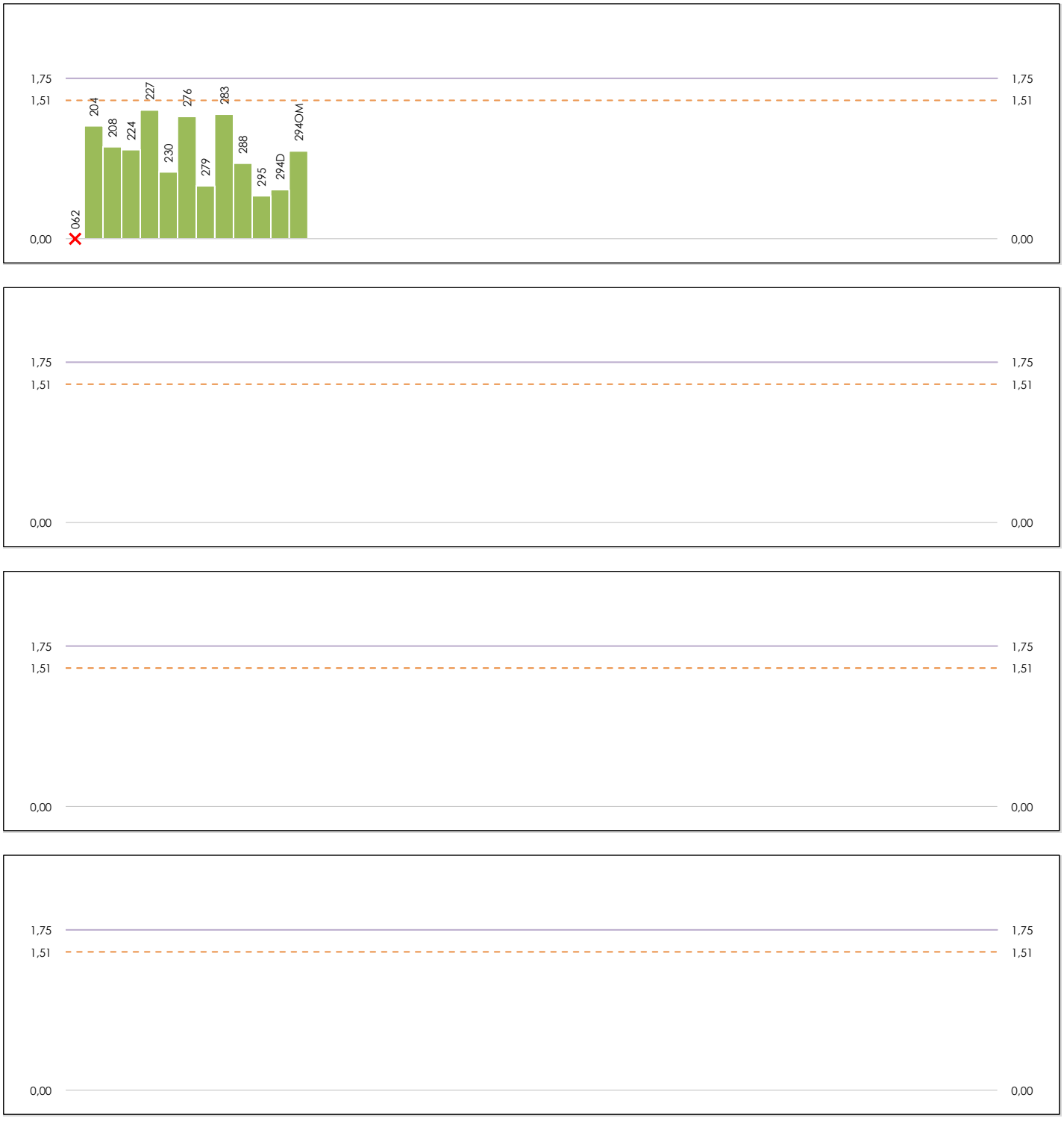
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	48,70	47,900	52,700	52,500	51,300	50,620	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	48,10	50,200	49,800	50,100	50,300	49,700	0,914	6,10	1,73	1,23			1,731		0,5723	✓
208	48,39	47,764	48,426	48,048	49,709	48,468	0,745	3,47	0,98	1,00					0,5723	✓
224	47,00	47,100	48,800	47,800	47,800	47,700	0,721	1,83	0,52	0,97						✓
227	45,72	44,941	46,434	47,031	47,572	46,339	1,043	-1,07	-0,30	1,40						✓
230	46,70	46,000	47,100	46,300	47,300	46,680	0,540	-0,35	-0,10	0,73						✓
276	45,40	47,500	46,900	48,000	47,300	47,020	0,988	0,38	0,11	1,33						✓
279	47,50	46,900	46,700	47,600	47,600	47,260	0,428	0,89	0,25	0,58						✓
283	48,90	46,600	47,300	48,400	48,800	48,000	1,007	2,47	0,70	1,36						✓
288	45,20	46,000	45,900	45,200	44,500	45,360	0,611	-3,16	-0,90	0,82				0,3854		✓
295	45,72	45,693	46,323	46,463	46,094	46,059	0,347	-1,67	-0,47	0,47						✓
294D	42,70	43,100	43,400	42,900	43,700	43,160	0,397	-7,86	-2,23*	0,54	0,164	2,231		0,3854		✓
294OM	46,00	45,600	47,300	46,000	46,900	46,360	0,709	-1,03	-0,29	0,95						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

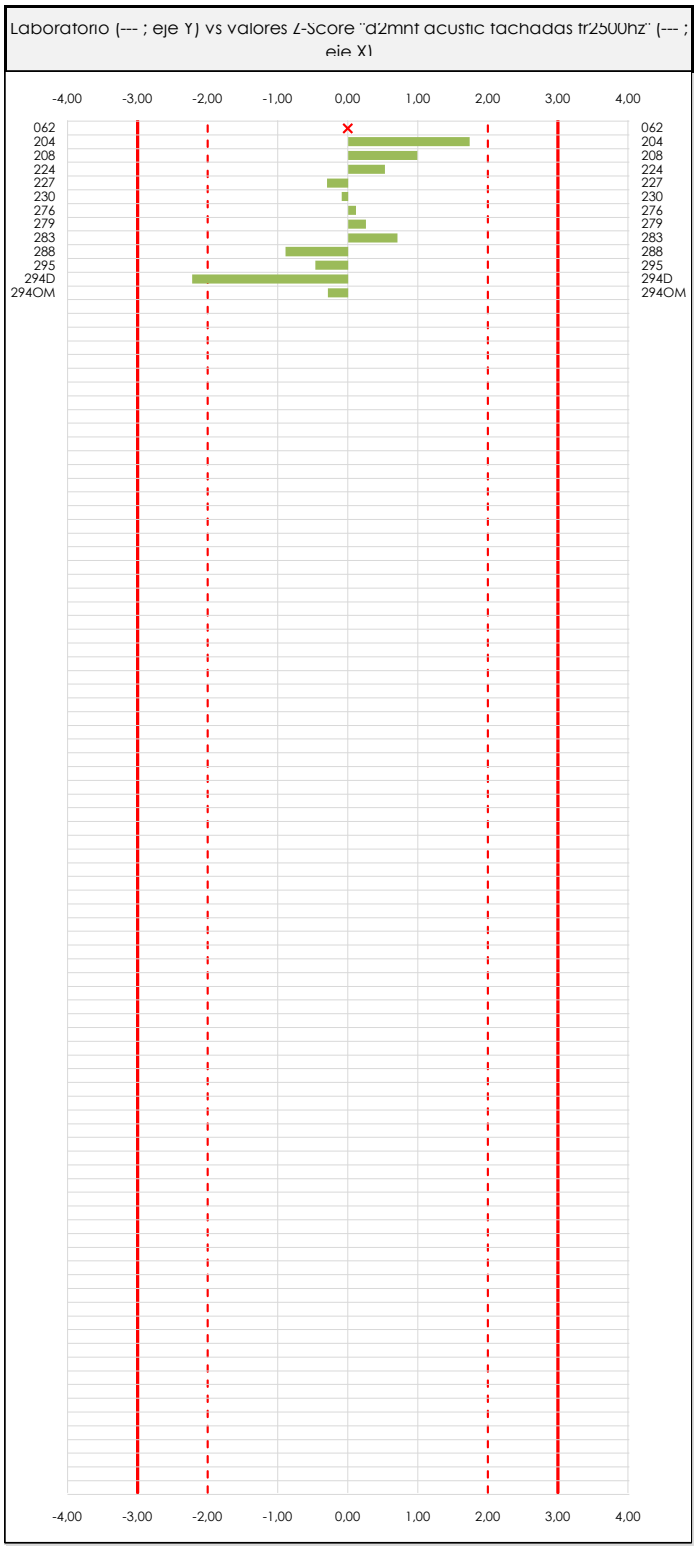
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

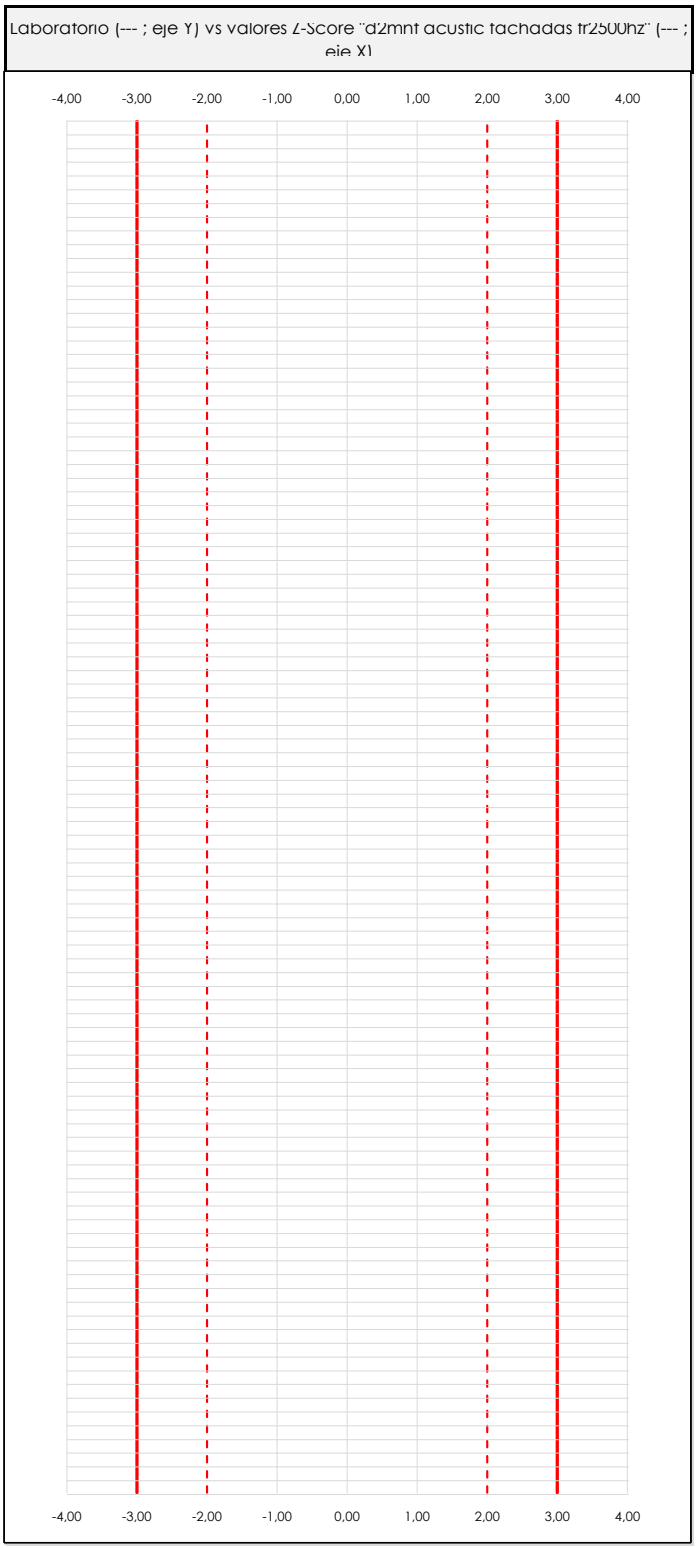
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	48,70	47,90	52,70	52,50	51,30	50,62	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	48,10	50,20	49,80	50,10	50,30	49,70	0,914	6,10	✓	✓	✓			1,731	S
208	48,39	47,76	48,43	48,05	49,71	48,47	0,745	3,47	✓	✓	✓			0,985	S
224	47,00	47,10	48,80	47,80	47,80	47,70	0,721	1,83	✓	✓	✓			0,520	S
227	45,72	44,94	46,43	47,03	47,57	46,34	1,043	-1,07	✓	✓	✓			-0,305	S
230	46,70	46,00	47,10	46,30	47,30	46,68	0,540	-0,35	✓	✓	✓			-0,098	S
276	45,40	47,50	46,90	48,00	47,30	47,02	0,988	0,38	✓	✓	✓			0,108	S
279	47,50	46,90	46,70	47,60	47,60	47,26	0,428	0,89	✓	✓	✓			0,253	S
283	48,90	46,60	47,30	48,40	48,80	48,00	1,007	2,47	✓	✓	✓			0,701	S
288	45,20	46,00	45,90	45,20	44,50	45,36	0,611	-3,16	✓	✓	✓			-0,898	S
295	45,72	45,69	46,32	46,46	46,09	46,06	0,347	-1,67	✓	✓	✓			-0,474	S
294D	42,70	43,10	43,40	42,90	43,70	43,16	0,397	-7,86	✓	✓	✓			-2,231	D
294OM	46,00	45,60	47,30	46,00	46,90	46,36	0,709	-1,03	✓	✓	✓			-0,292	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr2500hz (DB)

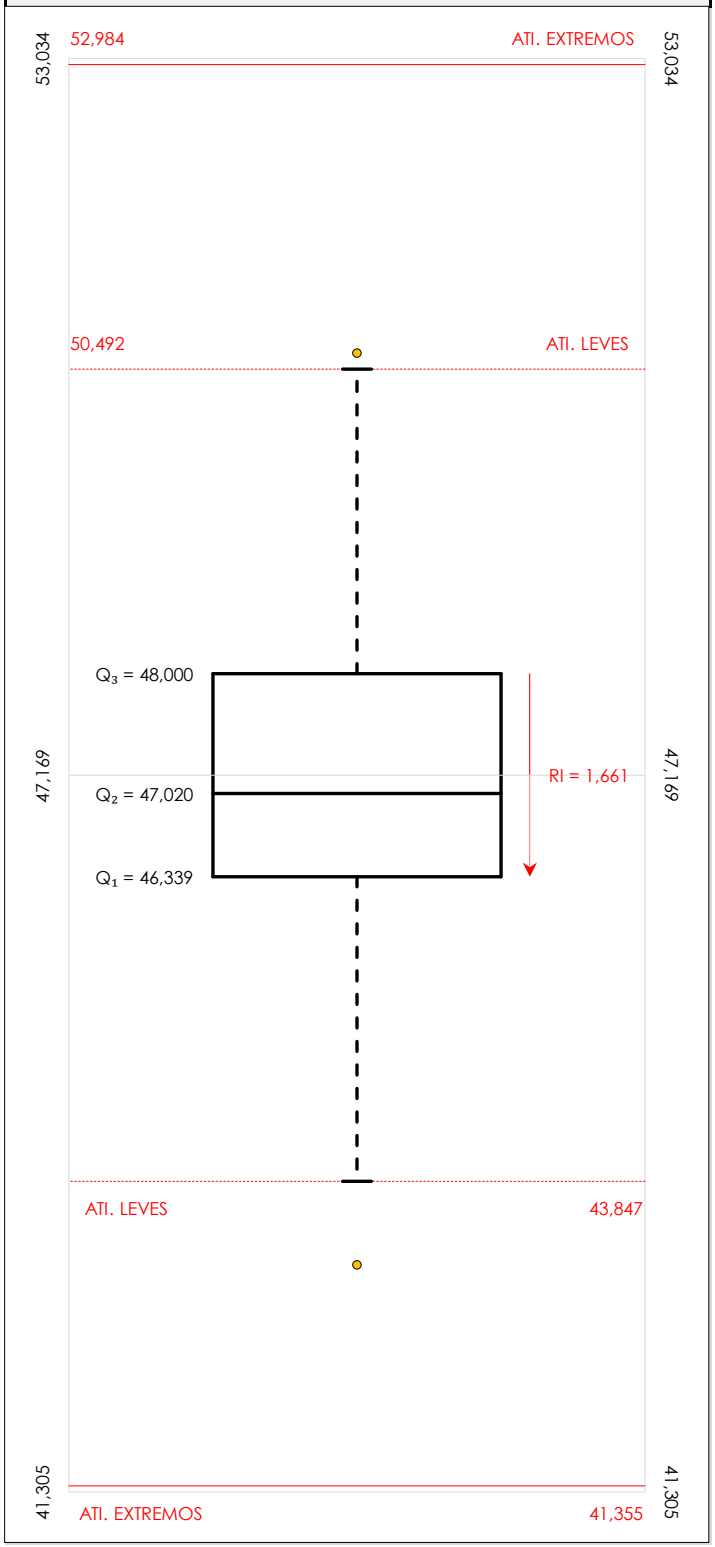
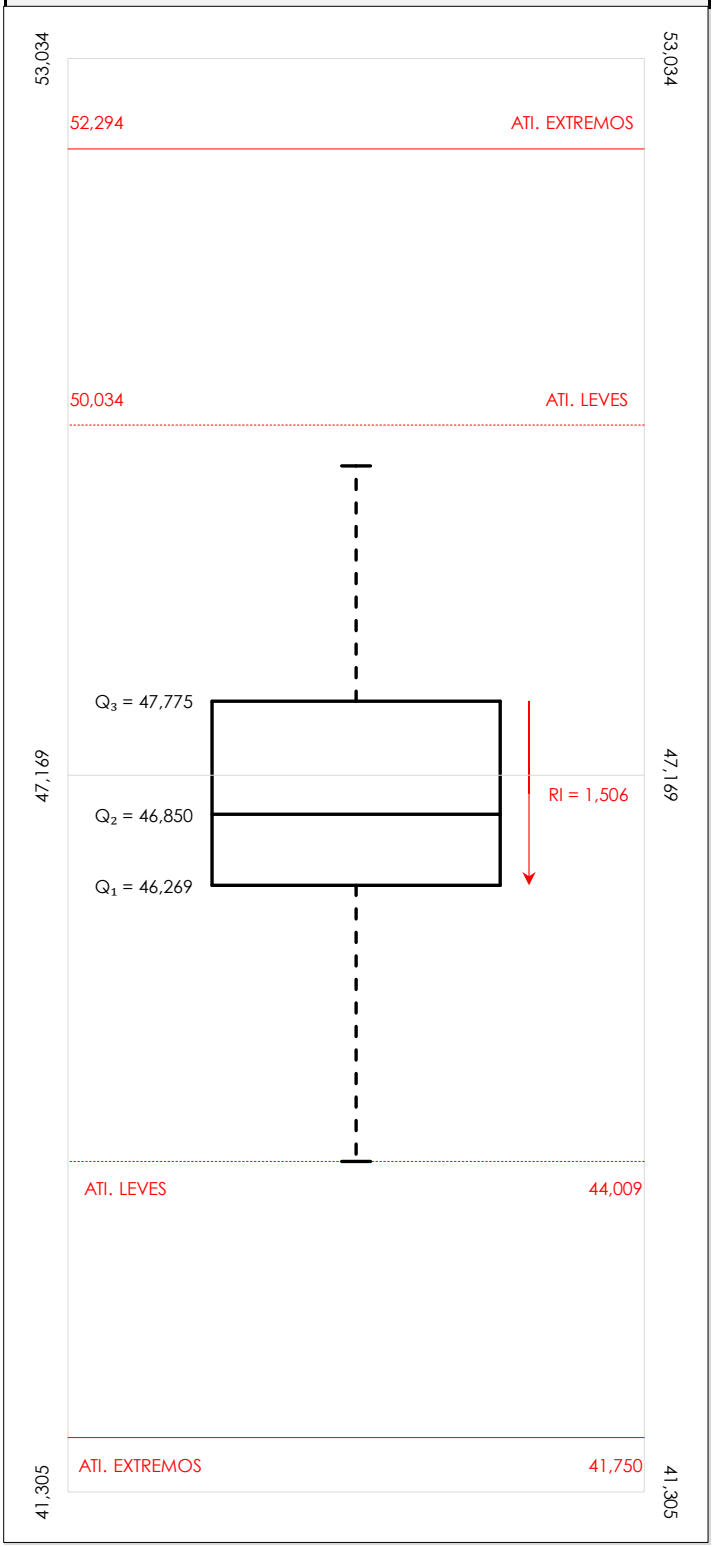


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr2500hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR2500HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	48,90	50,20	52,70	52,50	51,30	50,62	48,90	50,20	49,80	50,10	50,30	49,70
Valor Mínimo (min ; DB)	42,70	43,10	43,40	42,90	43,70	43,16	42,70	43,10	43,40	42,90	43,70	43,16
Valor Promedio (M ; DB)	46,62	46,56	47,47	47,41	47,61	47,13	46,44	46,45	47,03	46,99	47,30	46,84
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,75	1,70	2,20	2,32	2,13	1,90	1,70	1,73	1,61	1,82	1,90	1,65
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,04	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04	0,04	0,04
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	0,882	2,604	3,419	4,302	5,749		0,552	2,059	2,615	3,166	4,932	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr3150hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

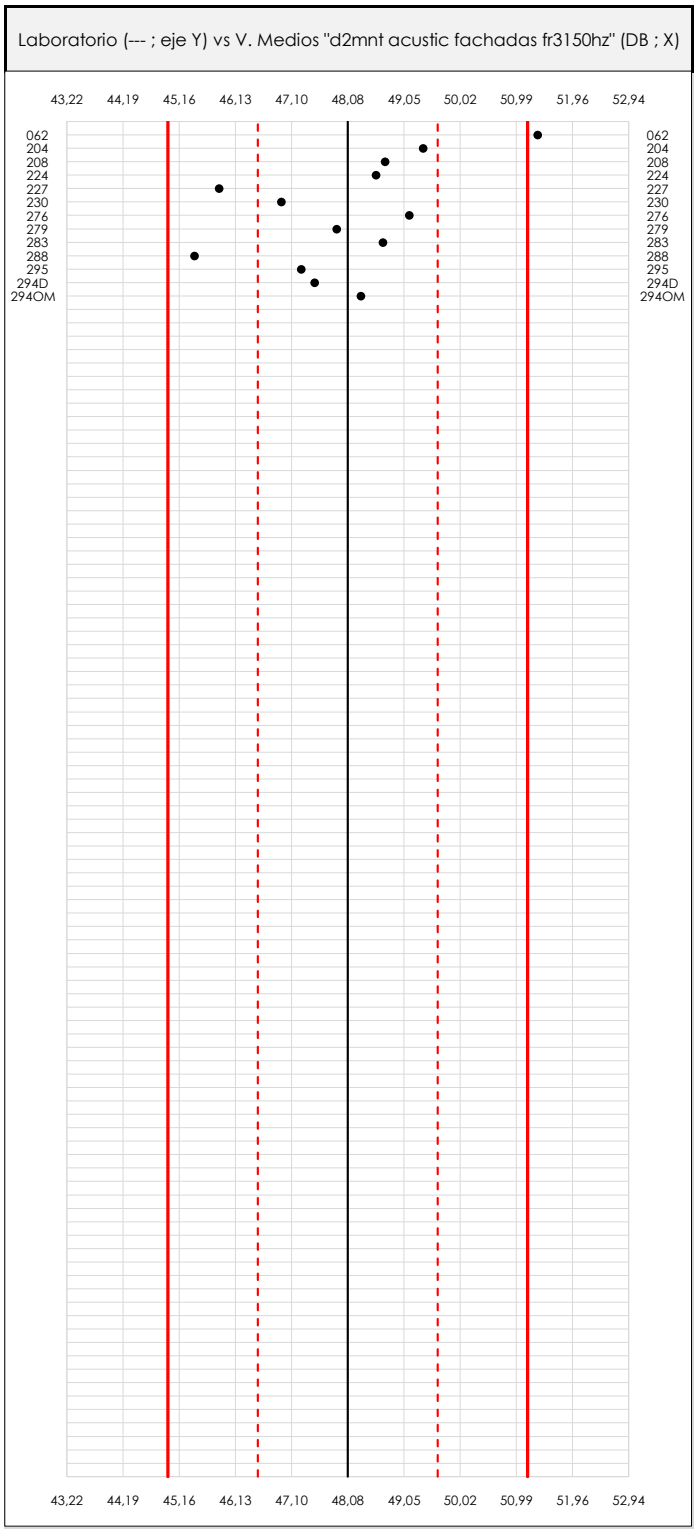
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

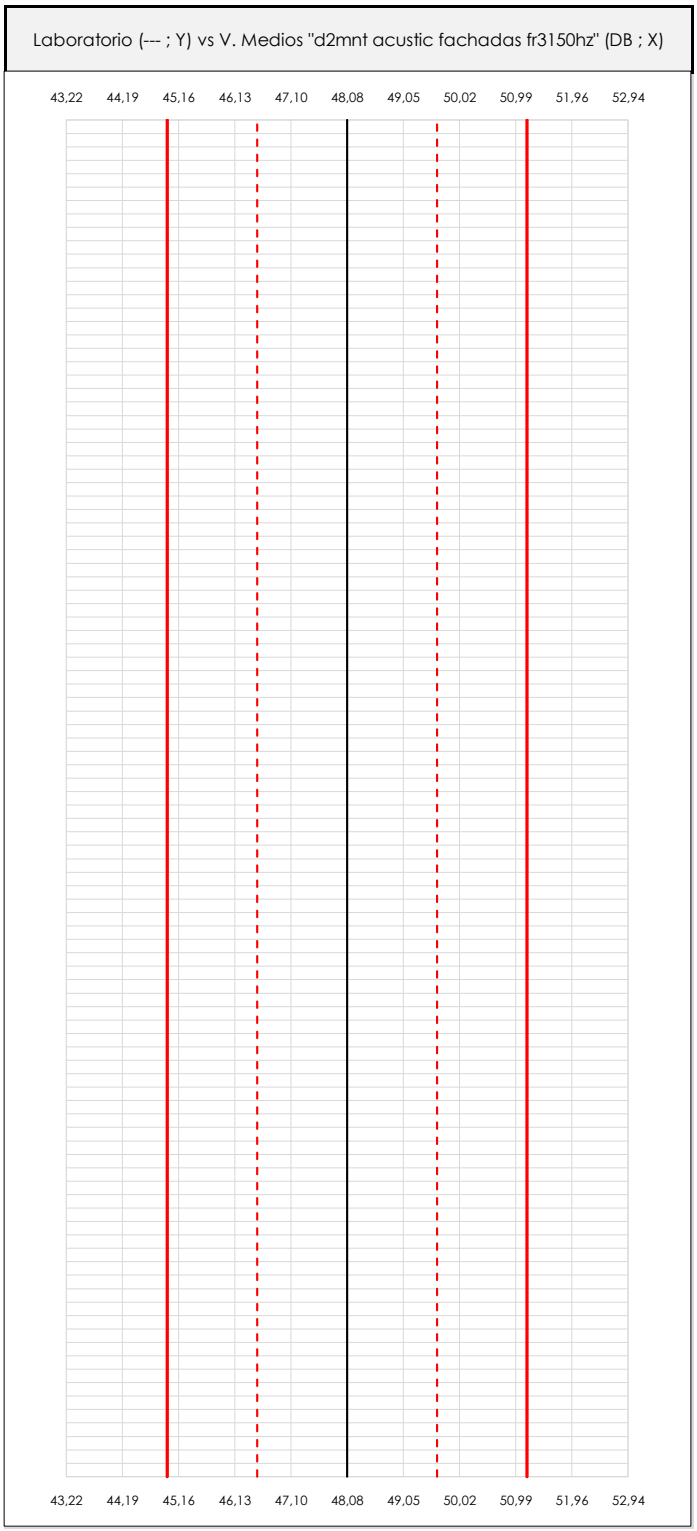
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

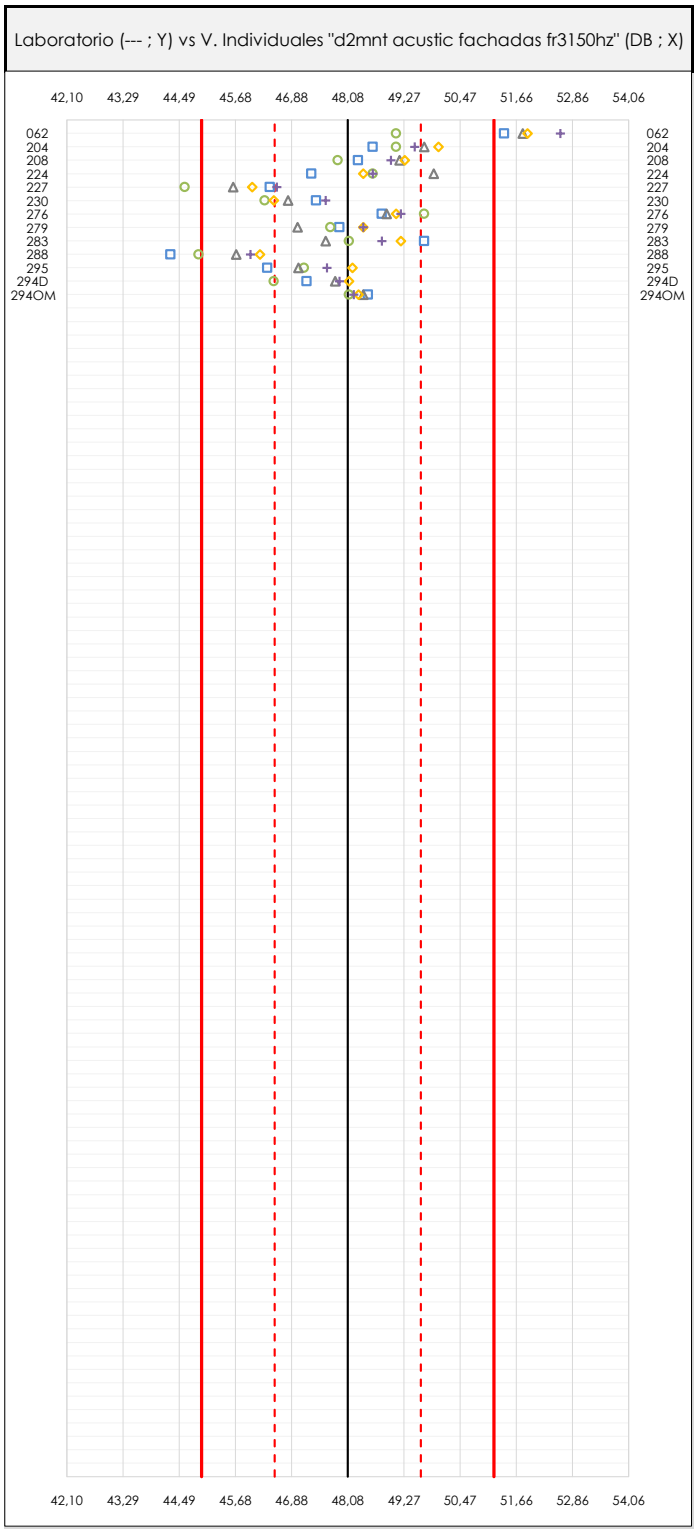
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,08 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,63/46,52 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,19/44,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

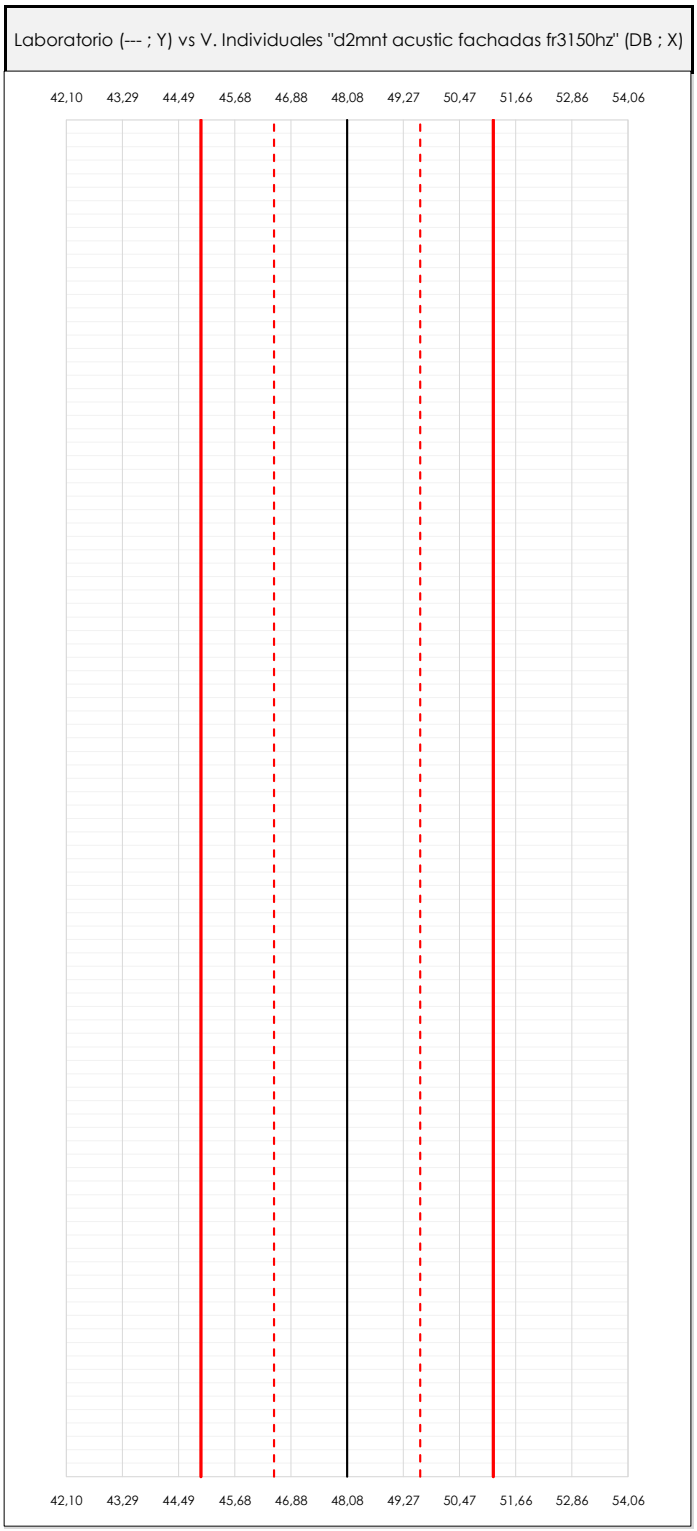
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,08 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,63/46,52 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,19/44,96 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	51,40	49,10	51,80	51,90	52,60	51,36	1,335	6,83	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	48,60	49,10	49,70	50,00	49,50	49,38	0,545	2,71	✓	
208	48,29	47,86	49,18	49,29	48,99	48,72	0,619	1,34	✓	
224	47,30	48,60	49,90	48,40	48,60	48,56	0,924	1,01	✓	
227	46,41	44,60	45,63	46,04	46,56	45,85	0,785	-4,63	✓	
230	47,40	46,30	46,80	46,50	47,60	46,92	0,563	-2,40	✓	
276	48,80	49,70	48,90	49,10	49,20	49,14	0,351	2,22	✓	
279	47,90	47,70	47,00	48,40	48,40	47,88	0,581	-0,41	✓	
283	49,70	48,10	47,60	49,20	48,80	48,68	0,841	1,26	✓	
288	44,30	44,90	45,70	46,20	46,00	45,42	0,798	-5,52	✓	
295	46,36	47,14	47,02	48,17	47,63	47,27	0,678	-1,68	✓	
294D	47,20	46,50	47,80	48,10	47,90	47,50	0,652	-1,20	✓	
294OM	48,50	48,10	48,40	48,30	48,20	48,30	0,158	0,47	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

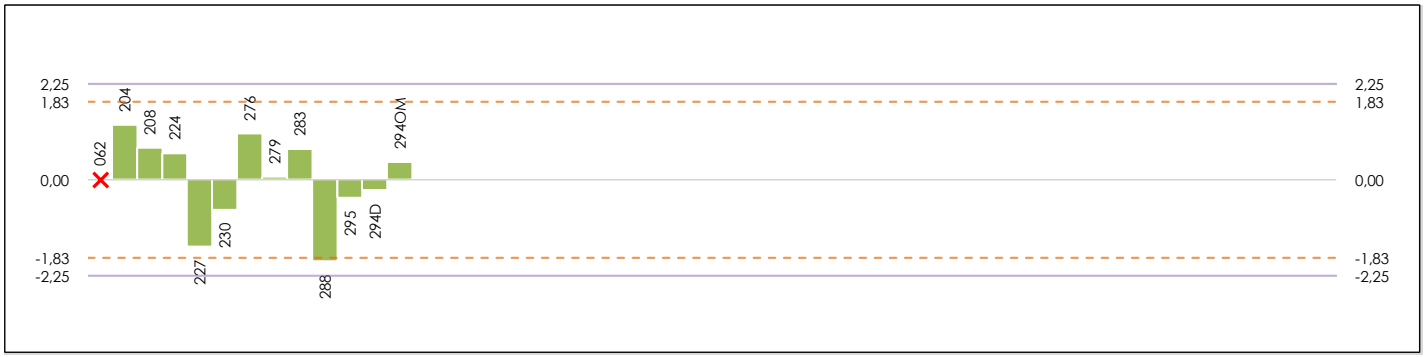
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

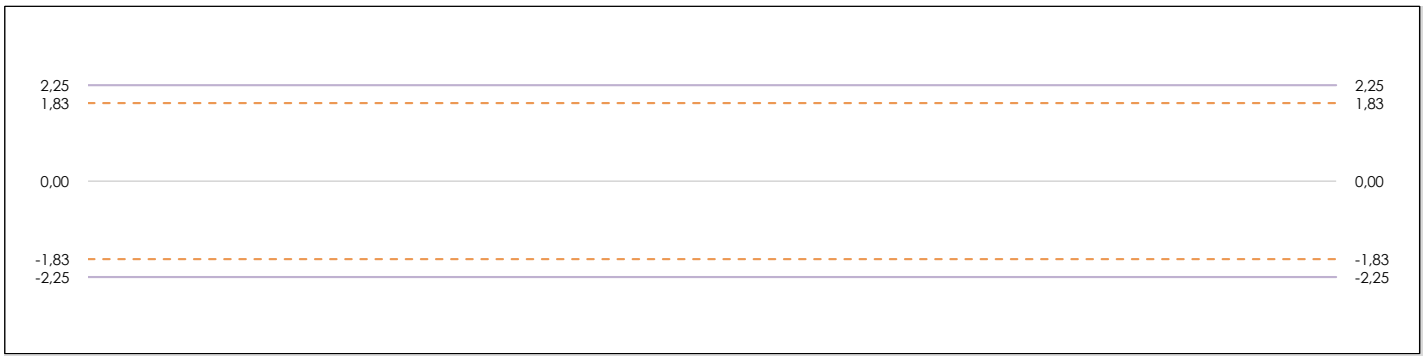
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

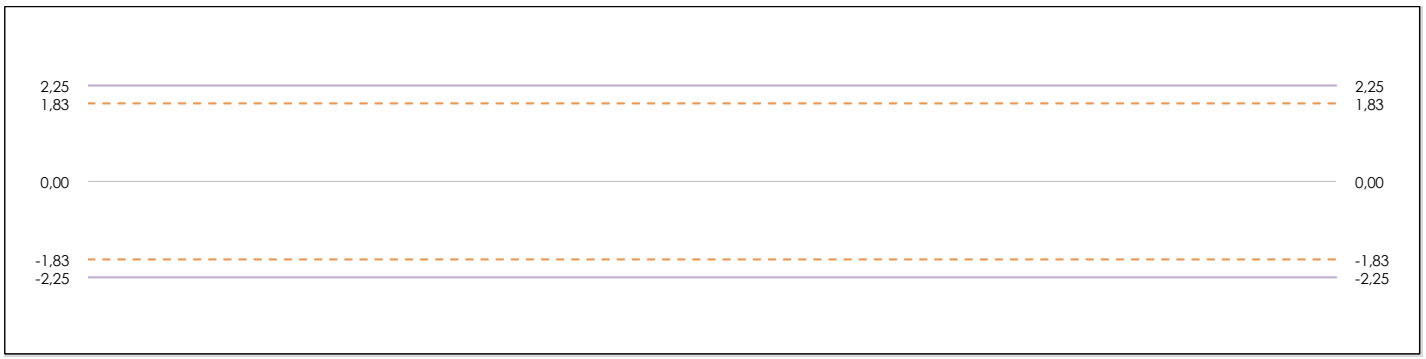
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

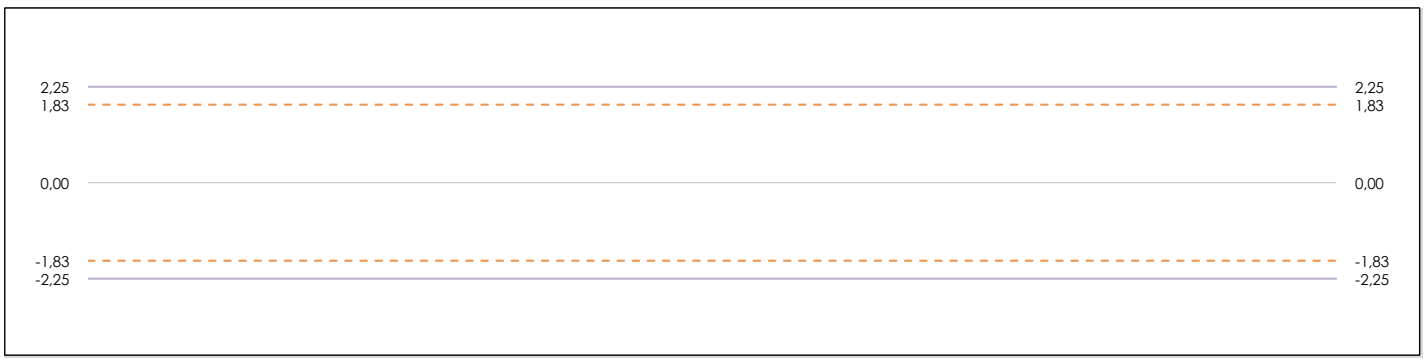
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

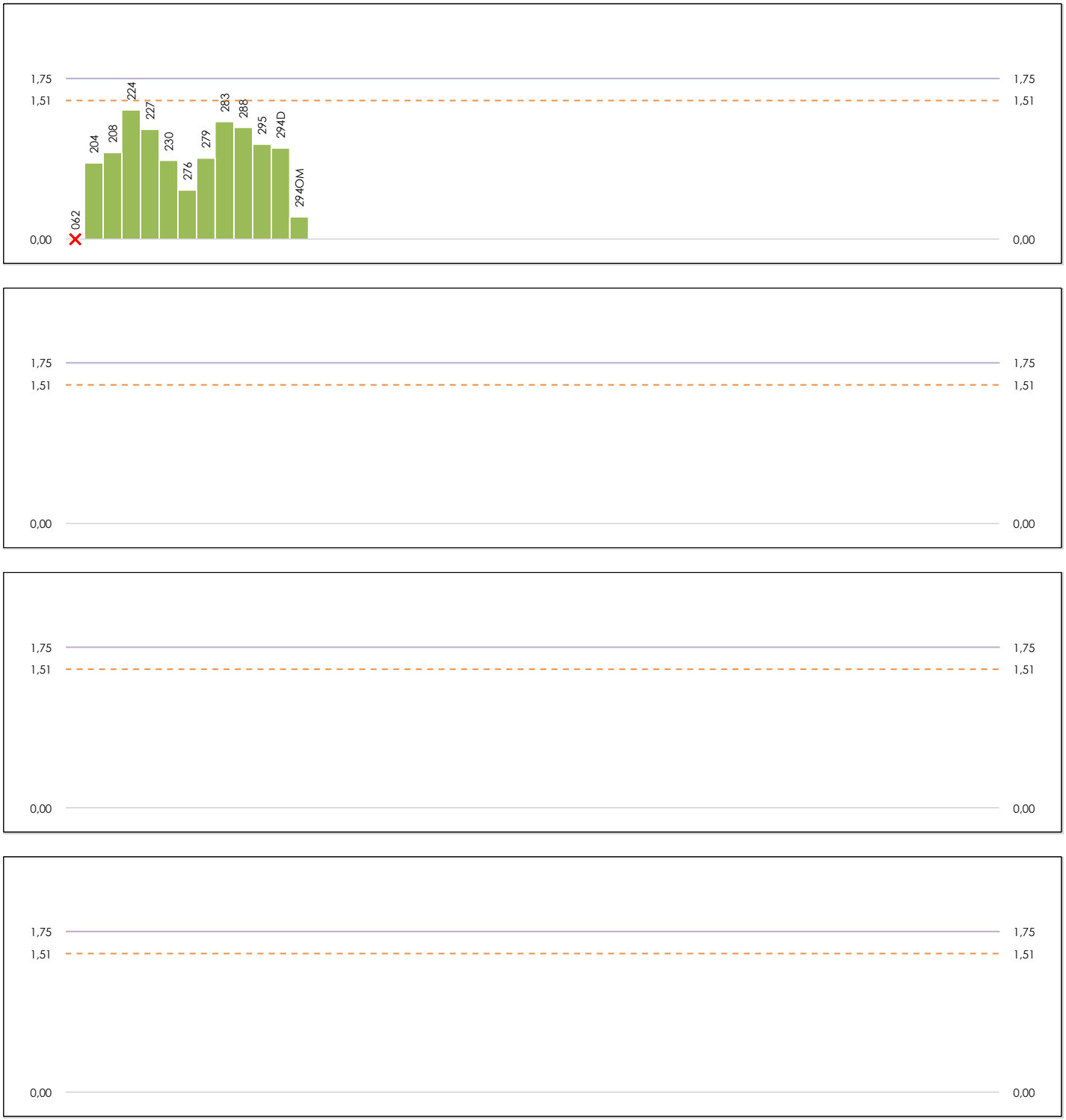
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	51,40	49,100	51,800	51,900	52,600	51,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	48,60	49,100	49,700	50,000	49,500	49,380	0,545	3,30	1,26	0,83			1,256		0,7043	✓
208	48,29	47,856	49,176	49,287	48,993	48,721	0,619	1,92	0,73	0,94						✓
224	47,30	48,600	49,900	48,400	48,600	48,560	0,924	1,59	0,60	1,41						✓
227	46,41	44,602	45,629	46,038	46,564	45,849	0,785	-4,08	-1,55	1,20				0,3460		✓
230	47,40	46,300	46,800	46,500	47,600	46,920	0,563	-1,84	-0,70	0,86						✓
276	48,80	49,700	48,900	49,100	49,200	49,140	0,351	2,80	1,07	0,53					0,7043	✓
279	47,90	47,700	47,000	48,400	48,400	47,880	0,581	0,16	0,06	0,88						✓
283	49,70	48,100	47,600	49,200	48,800	48,680	0,841	1,84	0,70	1,28						✓
288	44,30	44,900	45,700	46,200	46,000	45,420	0,798	-4,98	-1,90*	1,21	0,165	1,895		0,3460		✓
295	46,36	47,143	47,023	48,168	47,634	47,266	0,678	-1,12	-0,43	1,03						✓
294D	47,20	46,500	47,800	48,100	47,900	47,500	0,652	-0,63	-0,24	0,99						✓
294OM	48,50	48,100	48,400	48,300	48,200	48,300	0,158	1,04	0,40	0,24						✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

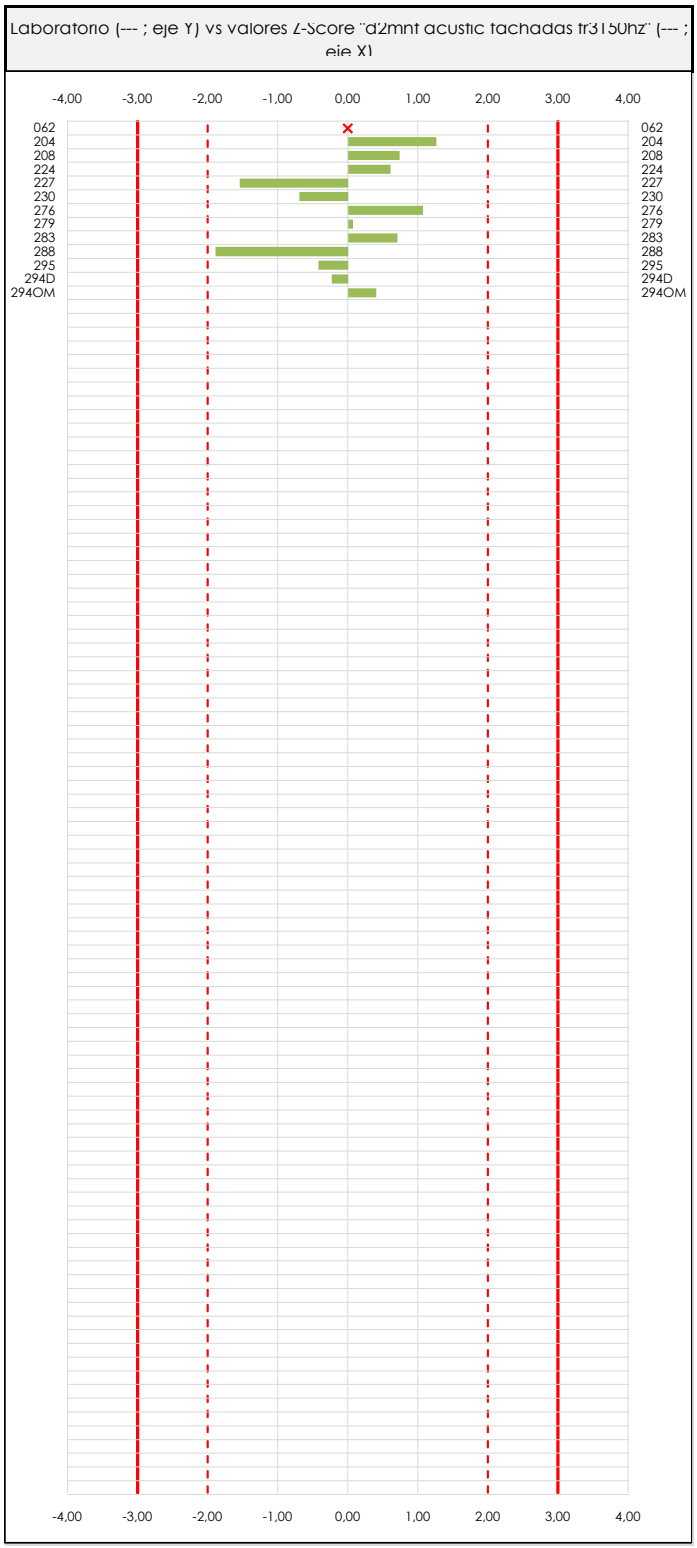
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

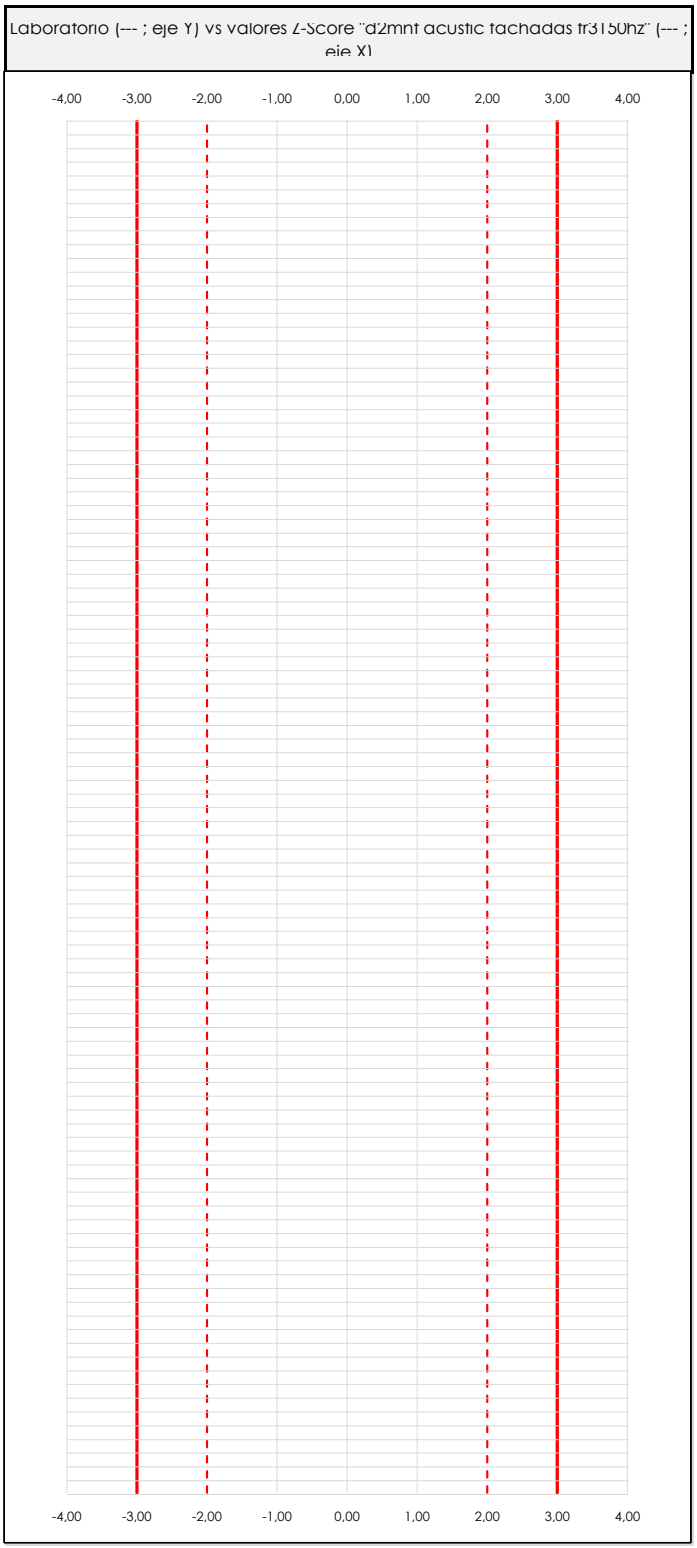
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	51,40	49,10	51,80	51,90	52,60	51,36	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	48,60	49,10	49,70	50,00	49,50	49,38	0,545	3,30	✓	✓	✓			1,256	S
208	48,29	47,86	49,18	49,29	48,99	48,72	0,619	1,92	✓	✓	✓			0,732	S
224	47,30	48,60	49,90	48,40	48,60	48,56	0,924	1,59	✓	✓	✓			0,604	S
227	46,41	44,60	45,63	46,04	46,56	45,85	0,785	-4,08	✓	✓	✓			-1,553	S
230	47,40	46,30	46,80	46,50	47,60	46,92	0,563	-1,84	✓	✓	✓			-0,701	S
276	48,80	49,70	48,90	49,10	49,20	49,14	0,351	2,80	✓	✓	✓			1,065	S
279	47,90	47,70	47,00	48,40	48,40	47,88	0,581	0,16	✓	✓	✓			0,063	S
283	49,70	48,10	47,60	49,20	48,80	48,68	0,841	1,84	✓	✓	✓			0,699	S
288	44,30	44,90	45,70	46,20	46,00	45,42	0,798	-4,98	✓	✓	✓			-1,895	S
295	46,36	47,14	47,02	48,17	47,63	47,27	0,678	-1,12	✓	✓	✓			-0,426	S
294D	47,20	46,50	47,80	48,10	47,90	47,50	0,652	-0,63	✓	✓	✓			-0,240	S
294OM	48,50	48,10	48,40	48,30	48,20	48,30	0,158	1,04	✓	✓	✓			0,397	S

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr3150hz (DB)

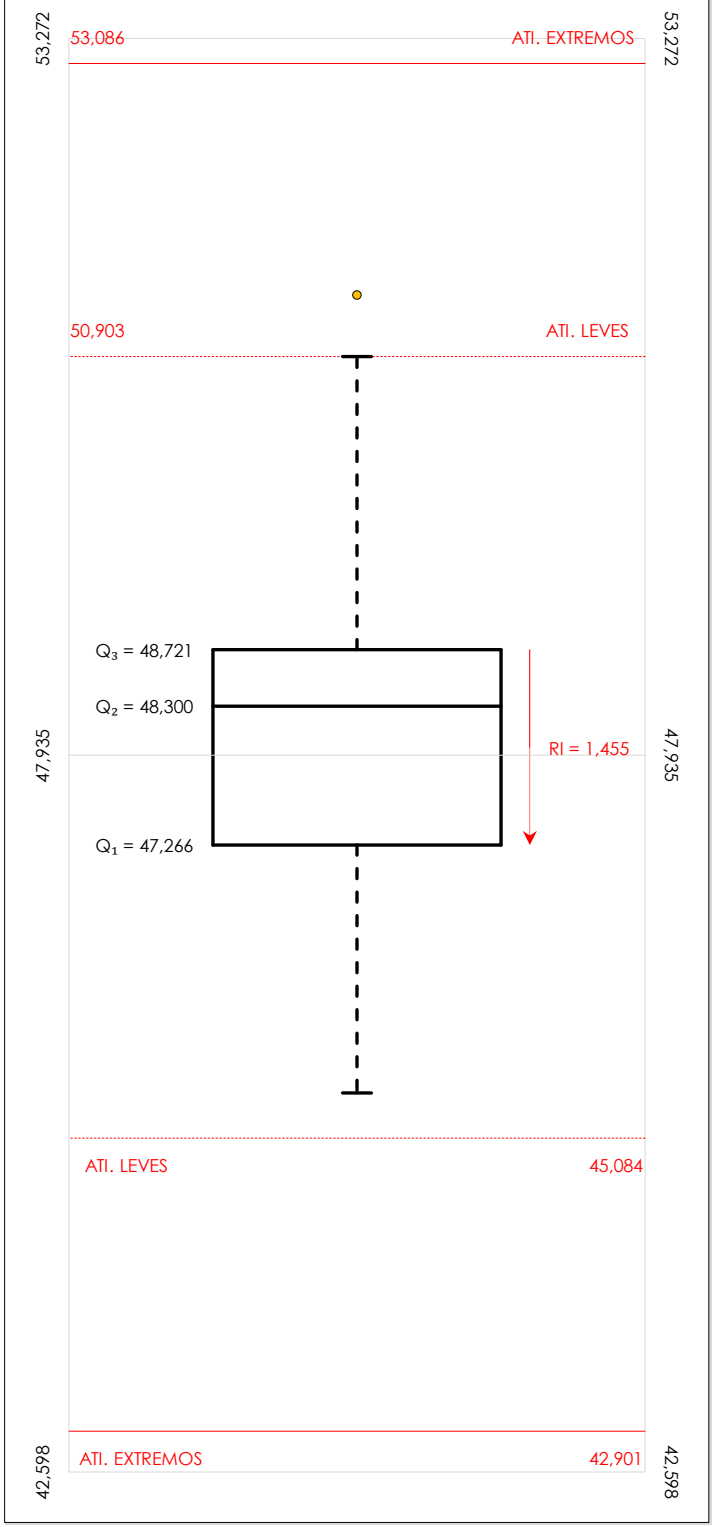
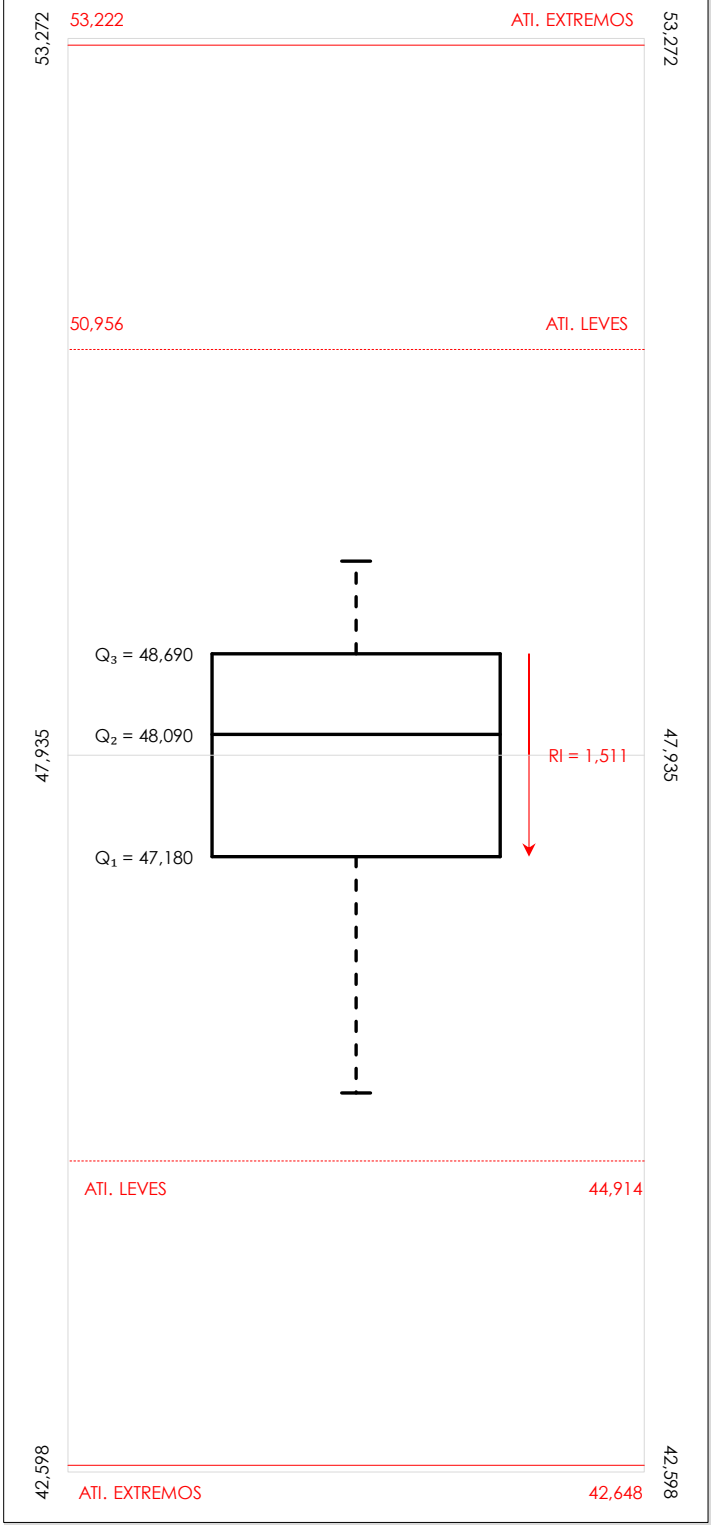


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr3150hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR3150HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	51,40	49,70	51,80	51,90	52,60	51,36	49,70	49,70	49,90	50,00	49,50	49,38
Valor Mínimo (min ; DB)	44,30	44,60	45,63	46,04	46,00	45,42	44,30	44,60	45,63	46,04	46,00	45,42
Valor Promedio (M ; DB)	47,86	47,52	48,11	48,43	48,46	48,08	47,56	47,38	47,80	48,14	48,12	47,80
Desviación Típica (SDL ; DB)	1,73	1,58	1,77	1,60	1,60	1,56	1,42	1,57	1,44	1,27	1,05	1,26
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02	0,03
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	0,536	2,029	2,314	2,850	4,679		0,432	1,821	1,492	1,924	3,845	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr4000hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

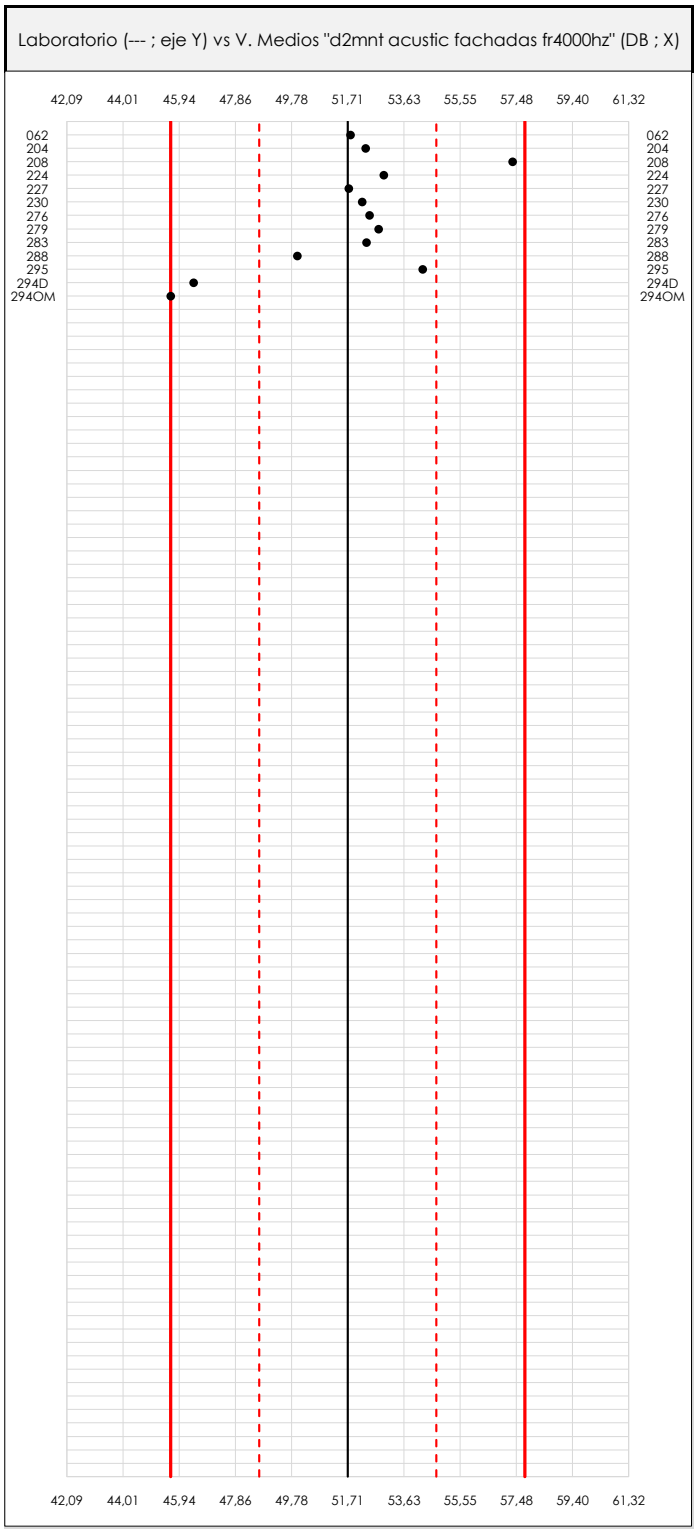
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

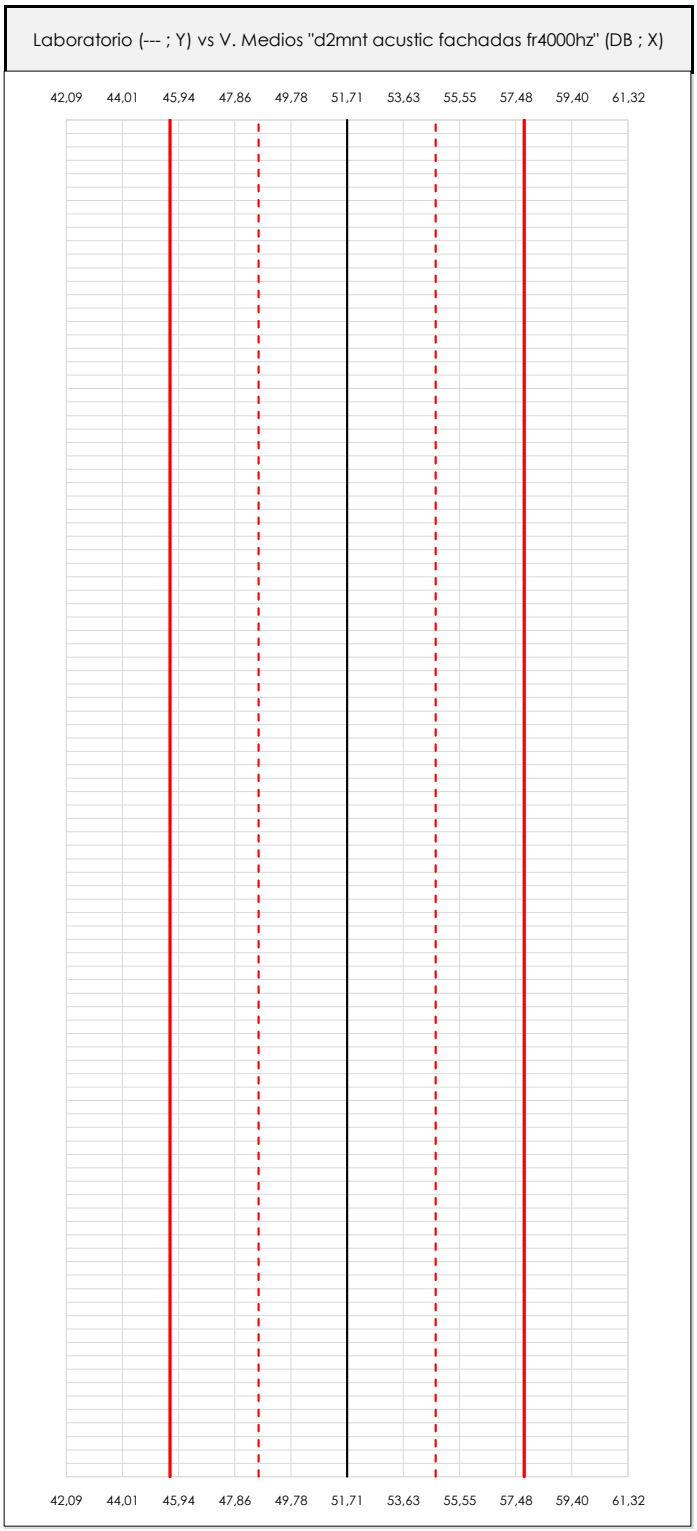
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

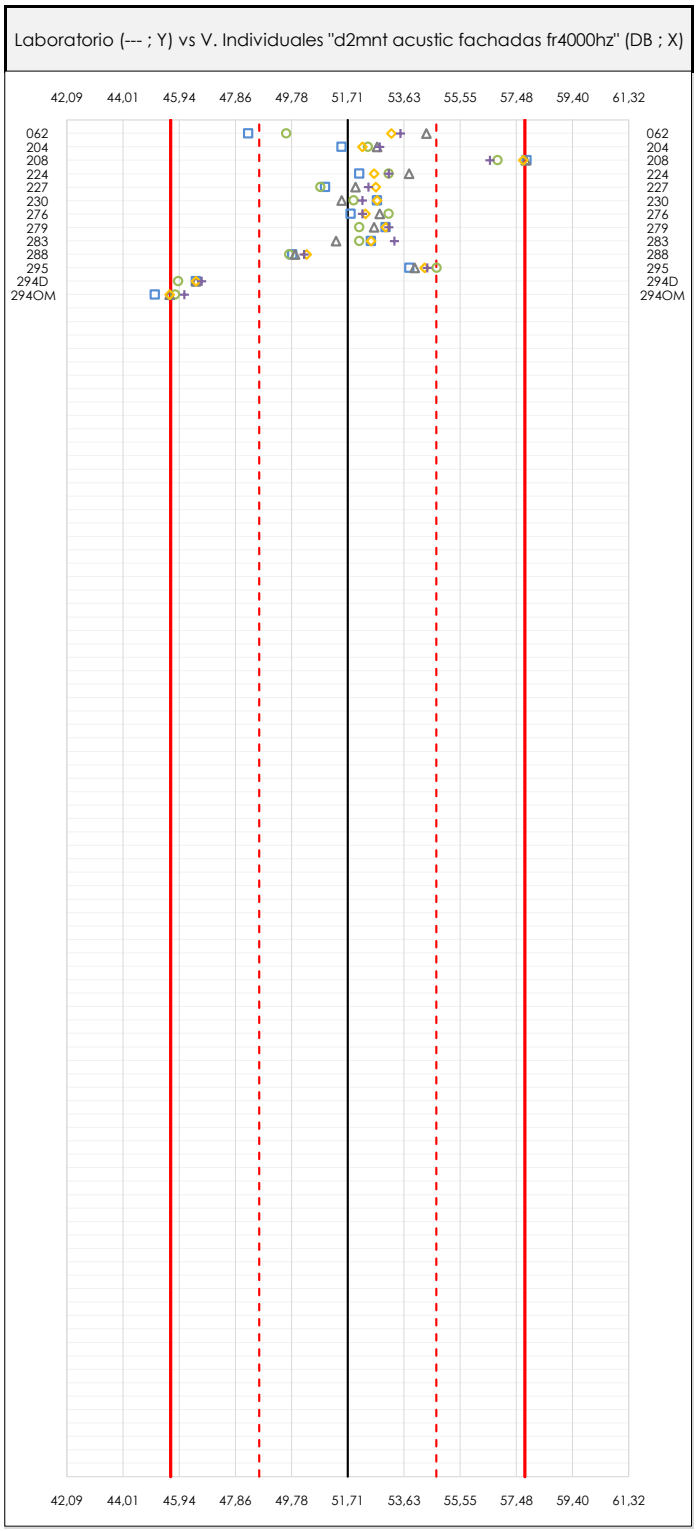
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (51,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,74/48,68 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,77/45,64 ; líneas rojas de trazo continuo).

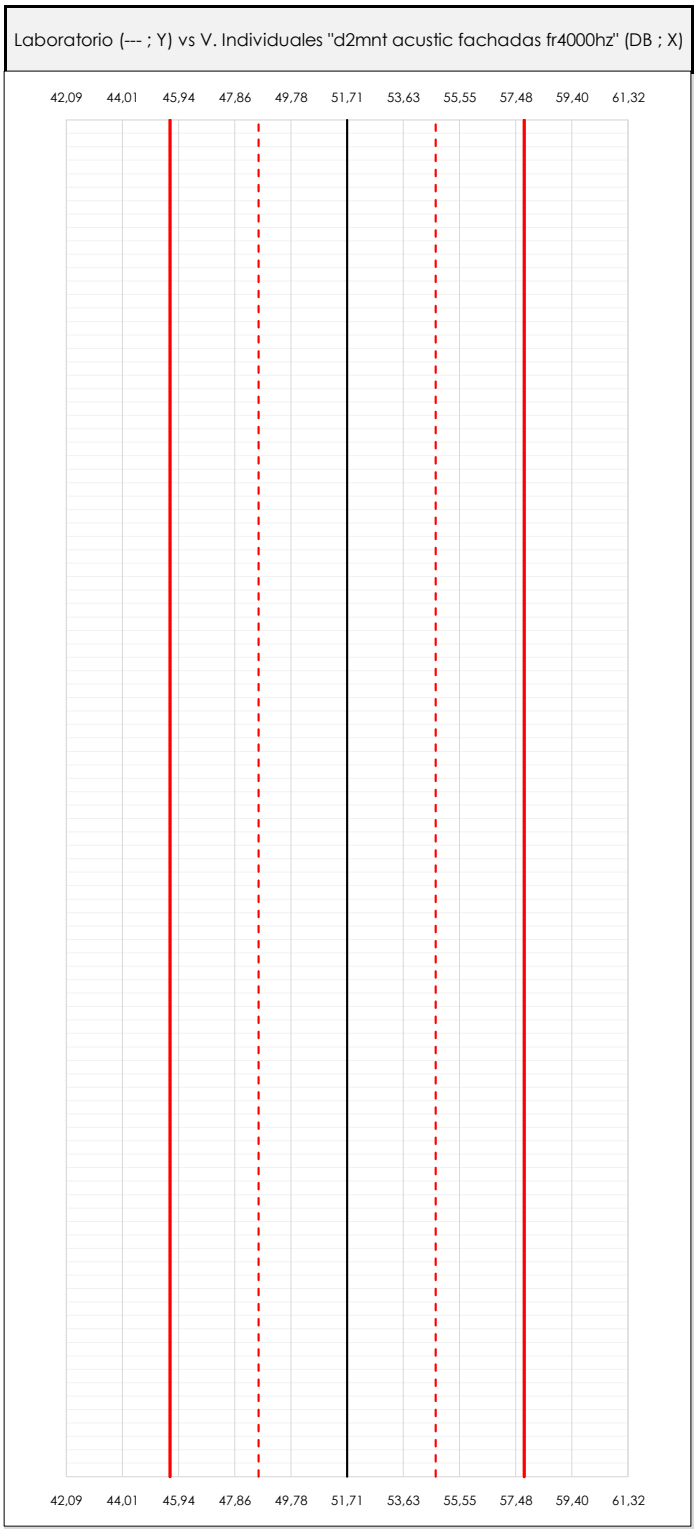
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (51,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,74/48,68 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (57,77/45,64 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	48,30	49,60	54,40	53,20	53,50	51,80	2,679	0,18	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	51,50	52,40	52,70	52,20	52,80	52,32	0,517	1,19	✓	
208	57,83	56,83	57,79	57,71	56,57	57,35	0,600	10,90	✓	
224	52,10	53,10	53,80	52,60	53,10	52,94	0,635	2,38	✓	
227	50,93	50,77	51,96	52,66	52,40	51,74	0,857	0,07	✓	
230	52,70	51,90	51,50	52,70	52,20	52,20	0,520	0,95	✓	
276	51,80	53,10	52,80	52,30	52,20	52,44	0,513	1,42	✓	
279	53,00	52,10	52,60	53,00	53,10	52,76	0,416	2,04	✓	
283	52,50	52,10	51,30	52,50	53,30	52,34	0,727	1,22	✓	
288	49,80	49,70	49,90	50,30	50,20	49,98	0,259	-3,34	✓	
295	53,82	54,74	53,99	54,34	54,43	54,26	0,365	4,95	✓	
294D	46,50	45,90	46,50	46,50	46,70	46,42	0,303	-10,23	✓	
294OM	45,10	45,80	45,60	45,60	46,10	45,64	0,365	-11,73	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

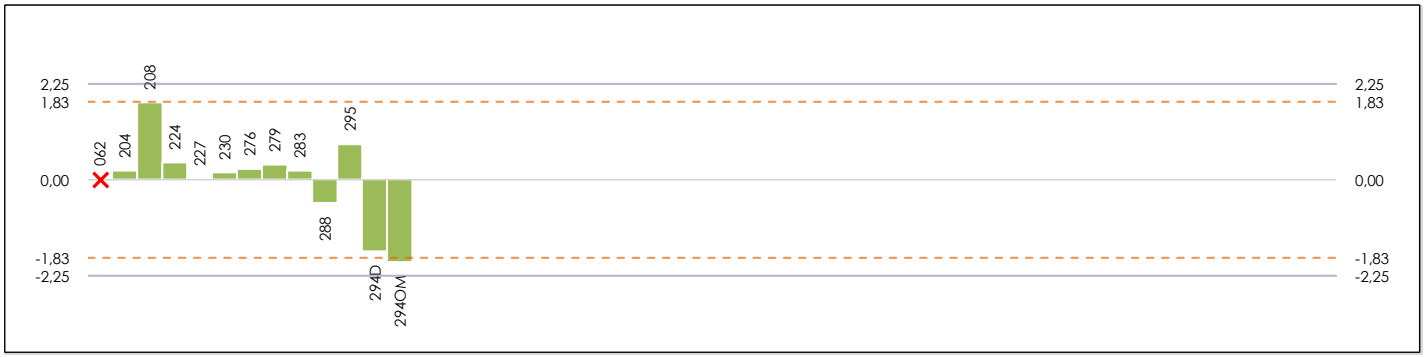
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

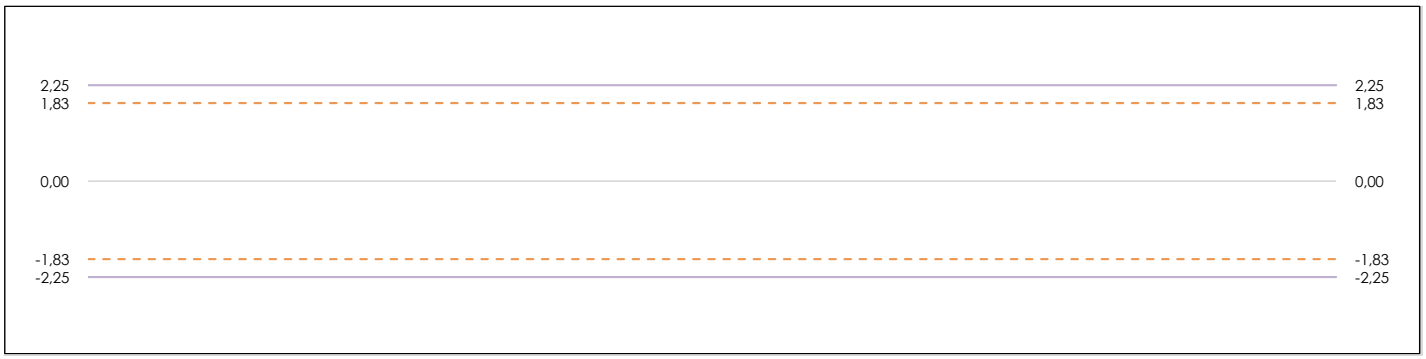
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

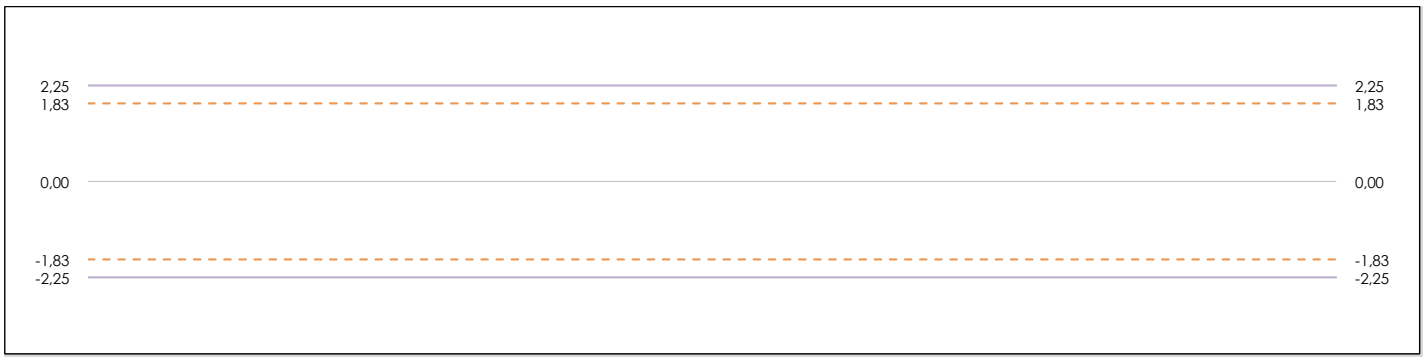
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

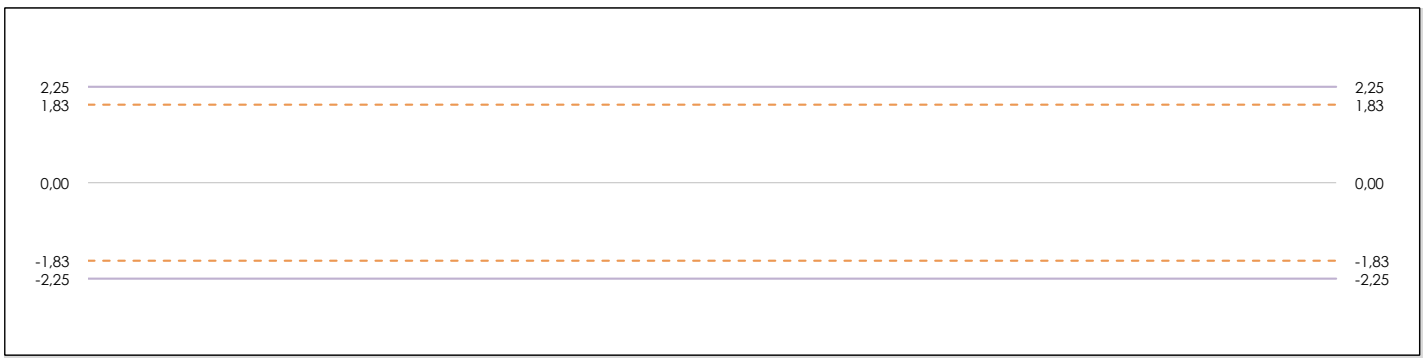
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

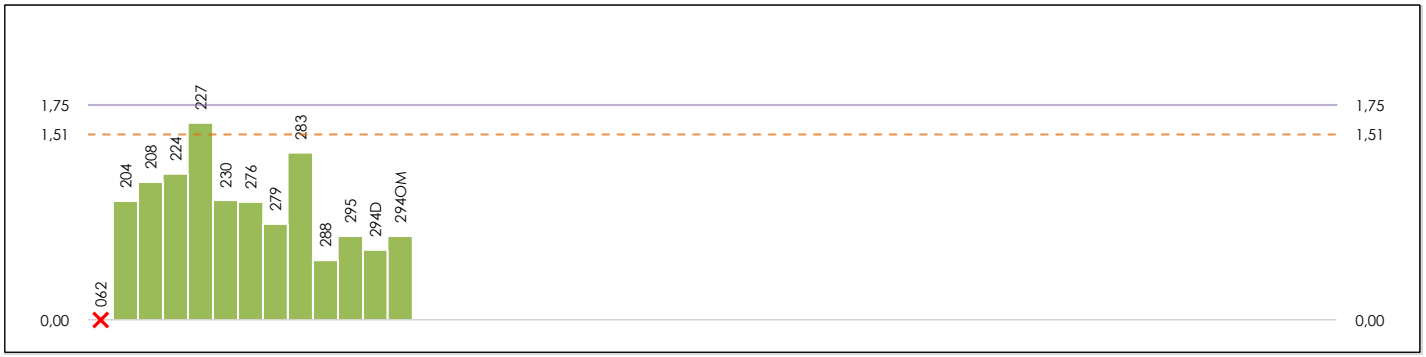
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

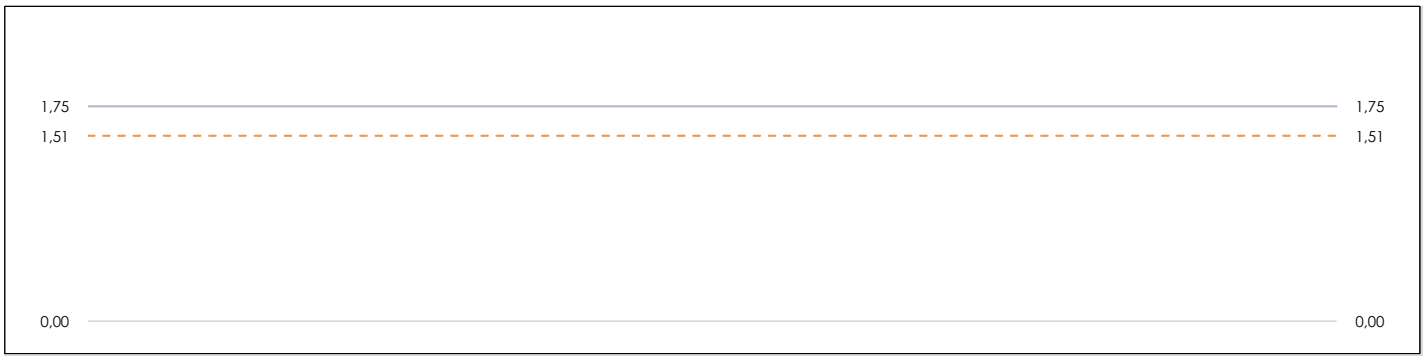
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

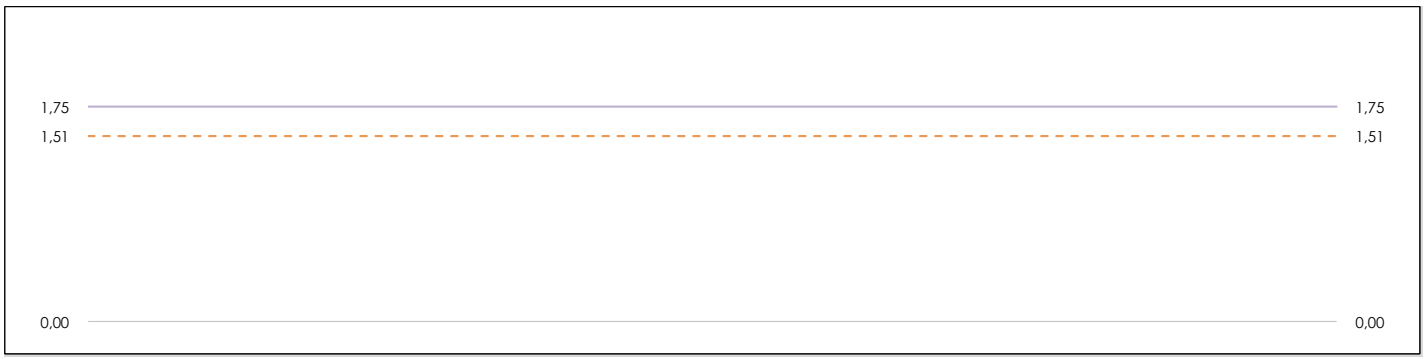
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

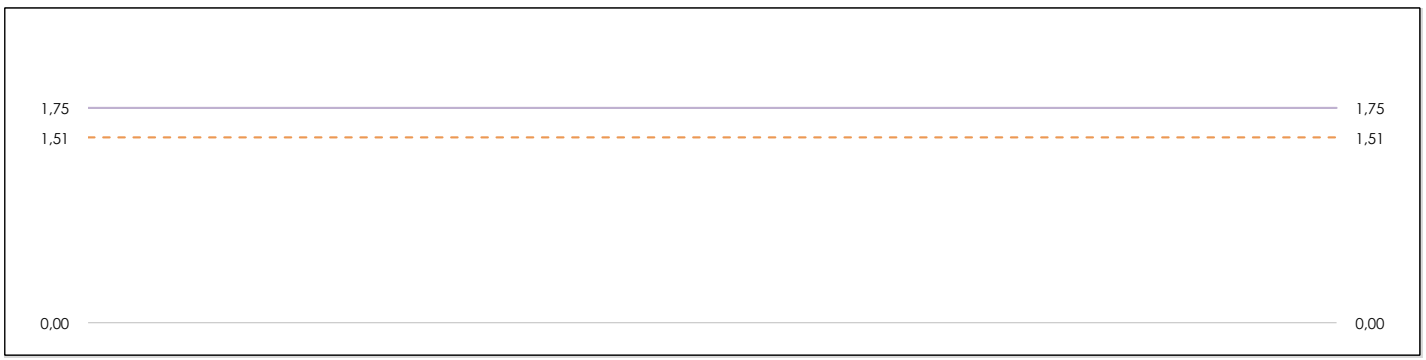
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	48,30	49,600	54,400	53,200	53,500	51,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	51,50	52,400	52,700	52,200	52,800	52,320	0,517	1,20	0,20	0,97						✓
208	57,83	56,828	57,789	57,708	56,568	57,345	0,600	10,92	1,78	1,12			1,783		0,5901	✓
224	52,10	53,100	53,800	52,600	53,100	52,940	0,635	2,40	0,39	1,19						✓
227	50,93	50,767	51,964	52,656	52,404	51,743	0,857	0,08	0,01	1,60*	0,215					✓
230	52,70	51,900	51,500	52,700	52,200	52,200	0,520	0,97	0,16	0,97						✓
276	51,80	53,100	52,800	52,300	52,200	52,440	0,513	1,43	0,23	0,96						✓
279	53,00	52,100	52,600	53,000	53,100	52,760	0,416	2,05	0,34	0,78						✓
283	52,50	52,100	51,300	52,500	53,300	52,340	0,727	1,24	0,20	1,36						✓
288	49,80	49,700	49,900	50,300	50,200	49,980	0,259	-3,33	-0,54	0,48						✓
295	53,82	54,743	53,991	54,338	54,428	54,264	0,365	4,96	0,81	0,68					0,5901	✓
294D	46,50	45,900	46,500	46,500	46,700	46,420	0,303	-10,21	-1,67	0,57				0,2976		✓
294OM	45,10	45,800	45,600	45,600	46,100	45,640	0,365	-11,72	-1,91*	0,68	0,215	1,914		0,2976		✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

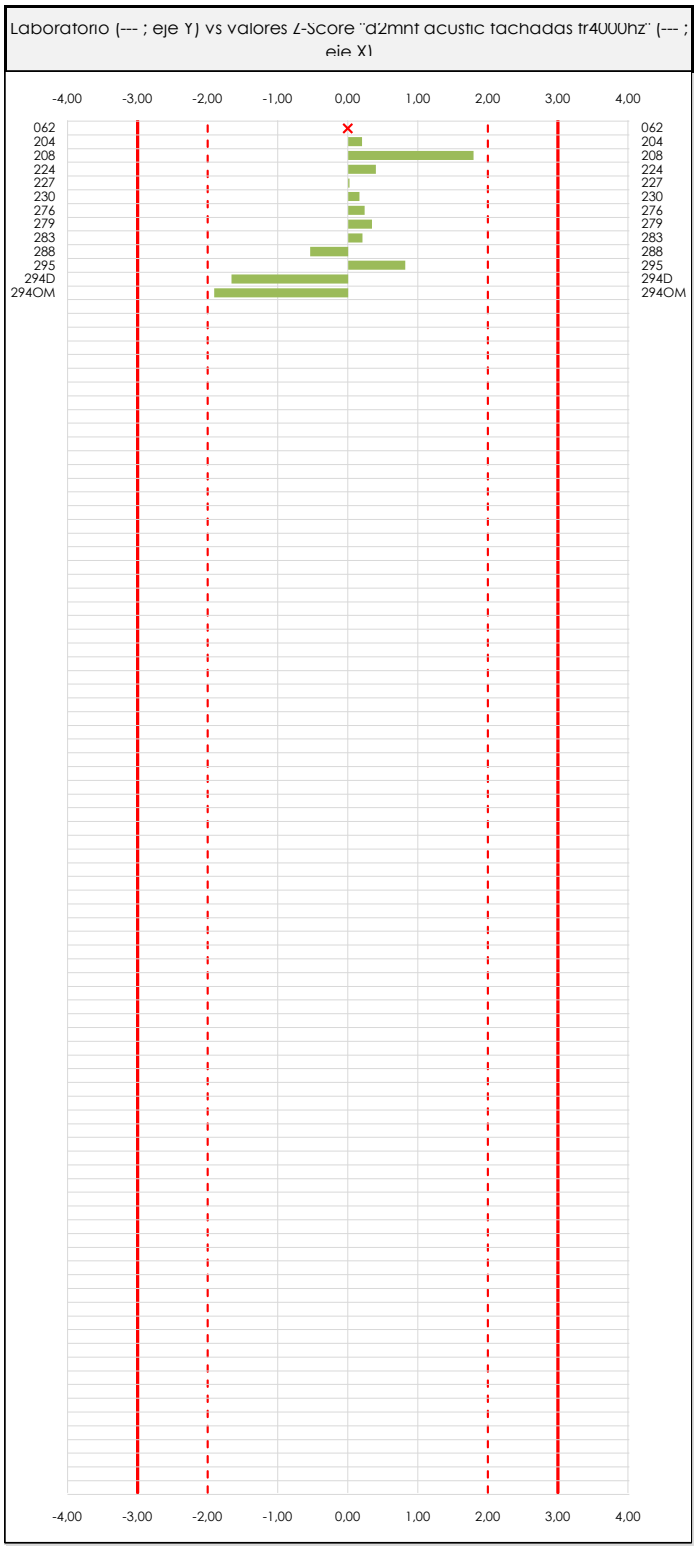
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

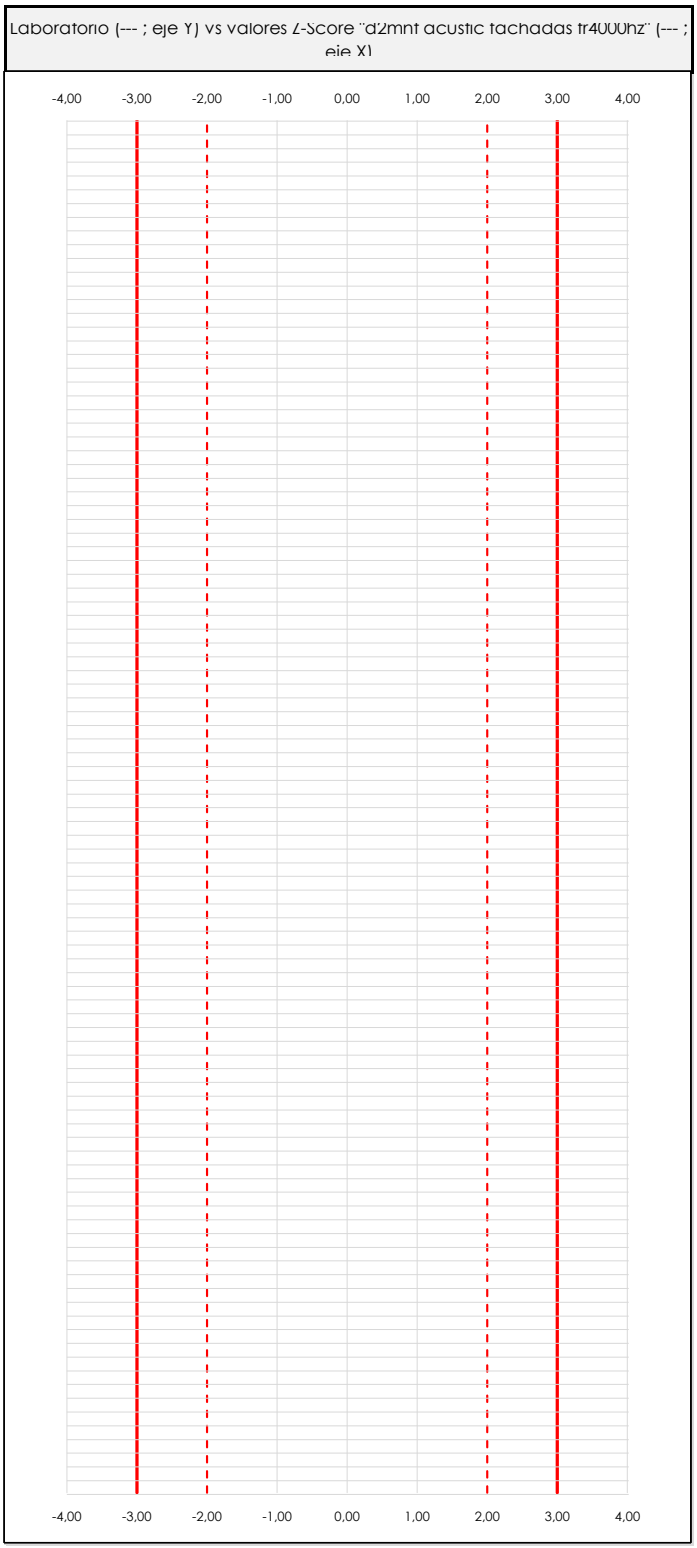
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	48,30	49,60	54,40	53,20	53,50	51,80	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	51,50	52,40	52,70	52,20	52,80	52,32	0,517	1,20	✓	✓	✓			0,196	S
208	57,83	56,83	57,79	57,71	56,57	57,35	0,600	10,92	✓	✓	✓			1,783	S
224	52,10	53,10	53,80	52,60	53,10	52,94	0,635	2,40	✓	✓	✓			0,392	S
227	50,93	50,77	51,96	52,66	52,40	51,74	0,857	0,08	✓	✓	✓			0,014	S
230	52,70	51,90	51,50	52,70	52,20	52,20	0,520	0,97	✓	✓	✓			0,158	S
276	51,80	53,10	52,80	52,30	52,20	52,44	0,513	1,43	✓	✓	✓			0,234	S
279	53,00	52,10	52,60	53,00	53,10	52,76	0,416	2,05	✓	✓	✓			0,335	S
283	52,50	52,10	51,30	52,50	53,30	52,34	0,727	1,24	✓	✓	✓			0,202	S
288	49,80	49,70	49,90	50,30	50,20	49,98	0,259	-3,33	✓	✓	✓			-0,543	S
295	53,82	54,74	53,99	54,34	54,43	54,26	0,365	4,96	✓	✓	✓			0,810	S
294D	46,50	45,90	46,50	46,50	46,70	46,42	0,303	-10,21	✓	✓	✓			-1,668	S
294OM	45,10	45,80	45,60	45,60	46,10	45,64	0,365	-11,72	✓	✓	✓			-1,914	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr4000hz (DB)

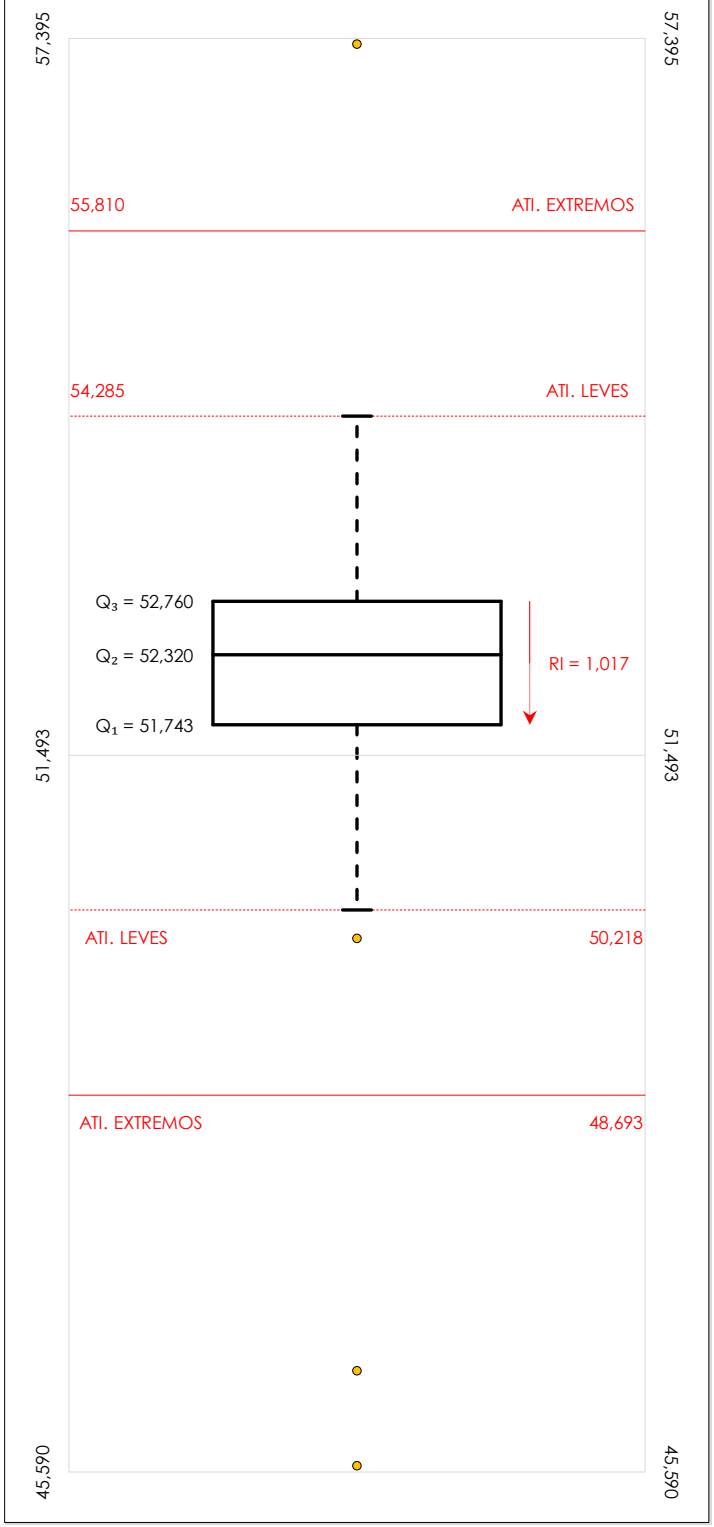
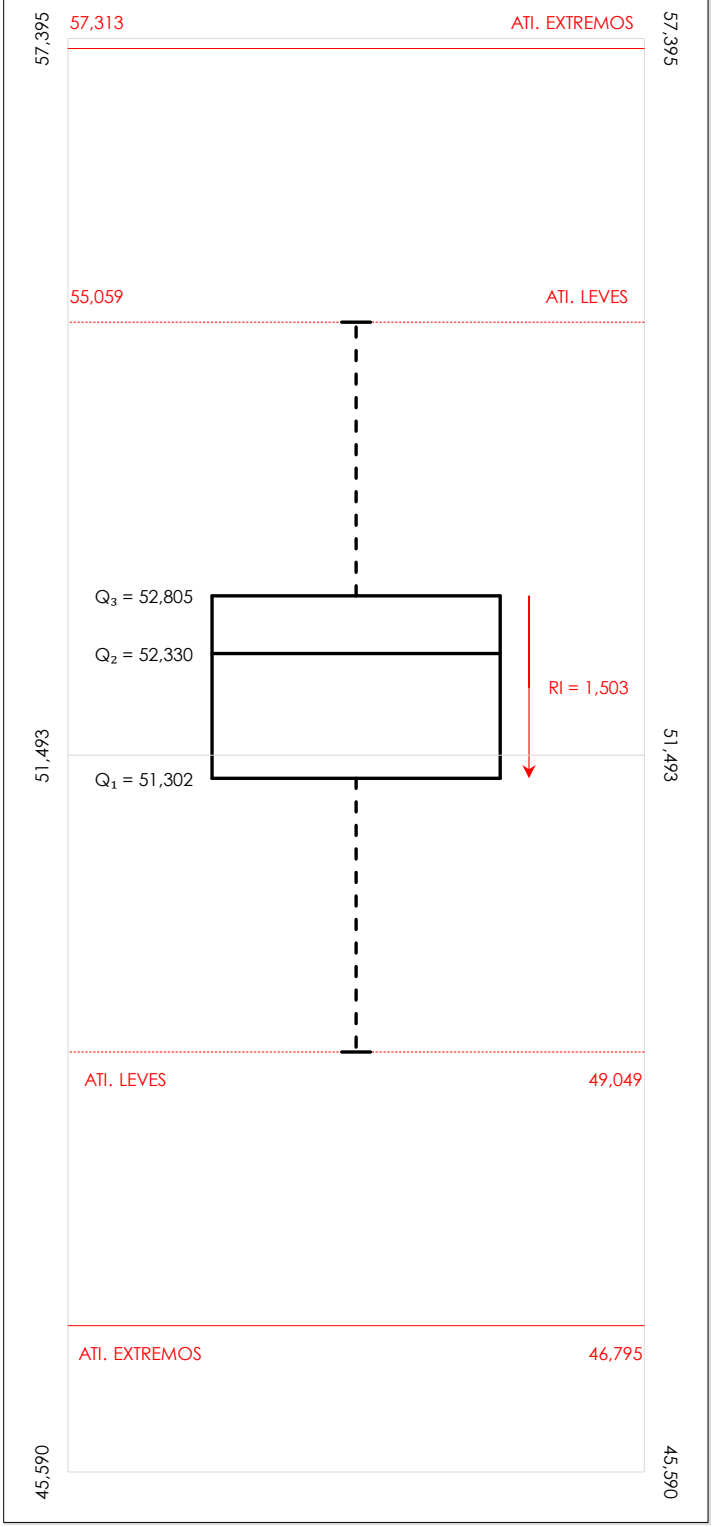


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr4000hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR4000HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	57,83	56,83	57,79	57,71	56,57	57,35	57,83	56,83	57,79	57,71	56,57	57,35
Valor Mínimo (min ; DB)	45,10	45,80	45,60	45,60	46,10	45,64	45,10	45,80	45,60	45,60	46,10	45,64
Valor Promedio (M ; DB)	51,22	51,39	51,91	51,97	52,05	51,71	51,46	51,54	51,70	51,87	51,93	51,70
Desviación Típica (SDL ; DB)	3,28	3,12	3,22	3,11	2,89	3,03	3,30	3,21	3,27	3,23	2,98	3,17
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06	0,06
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	0,815	2,503	9,026	9,841	8,695		0,285	1,481	9,966	10,252	8,875	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas fr5000hz", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

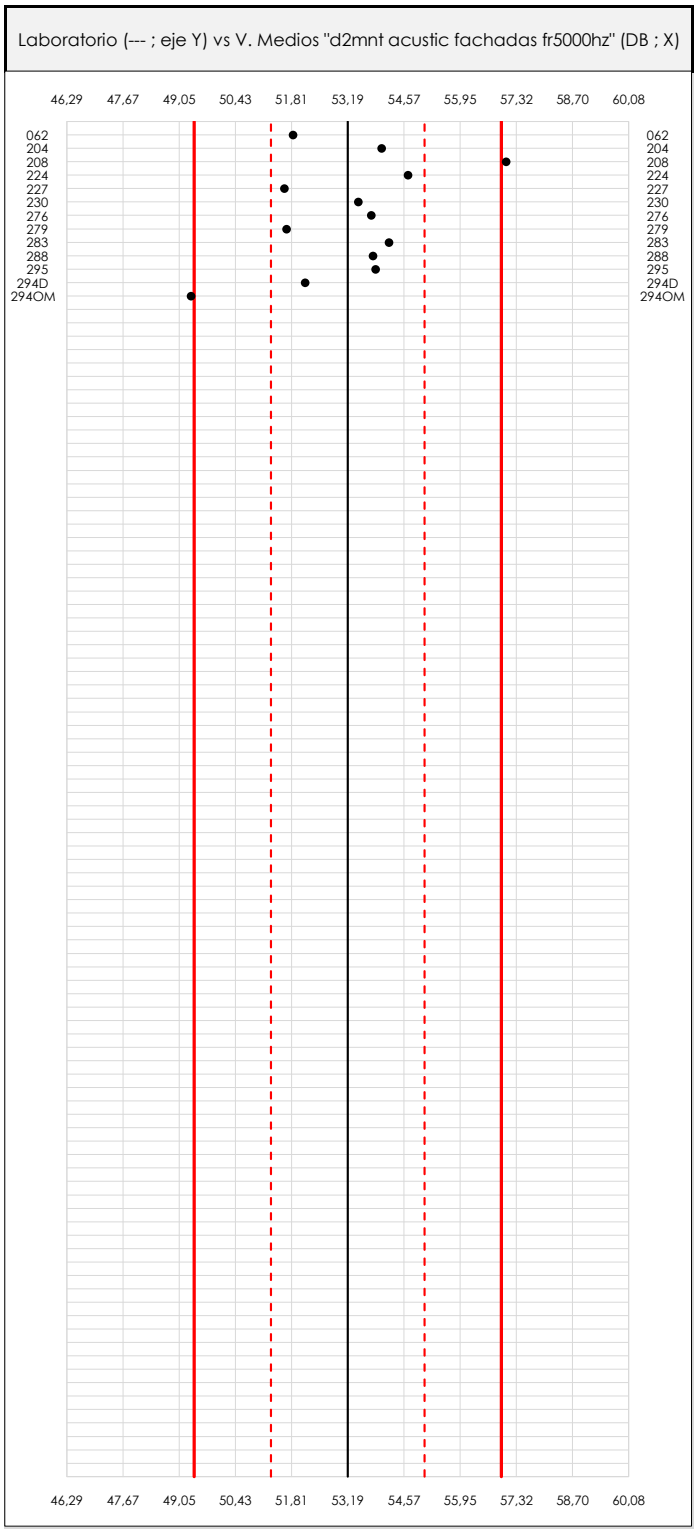
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

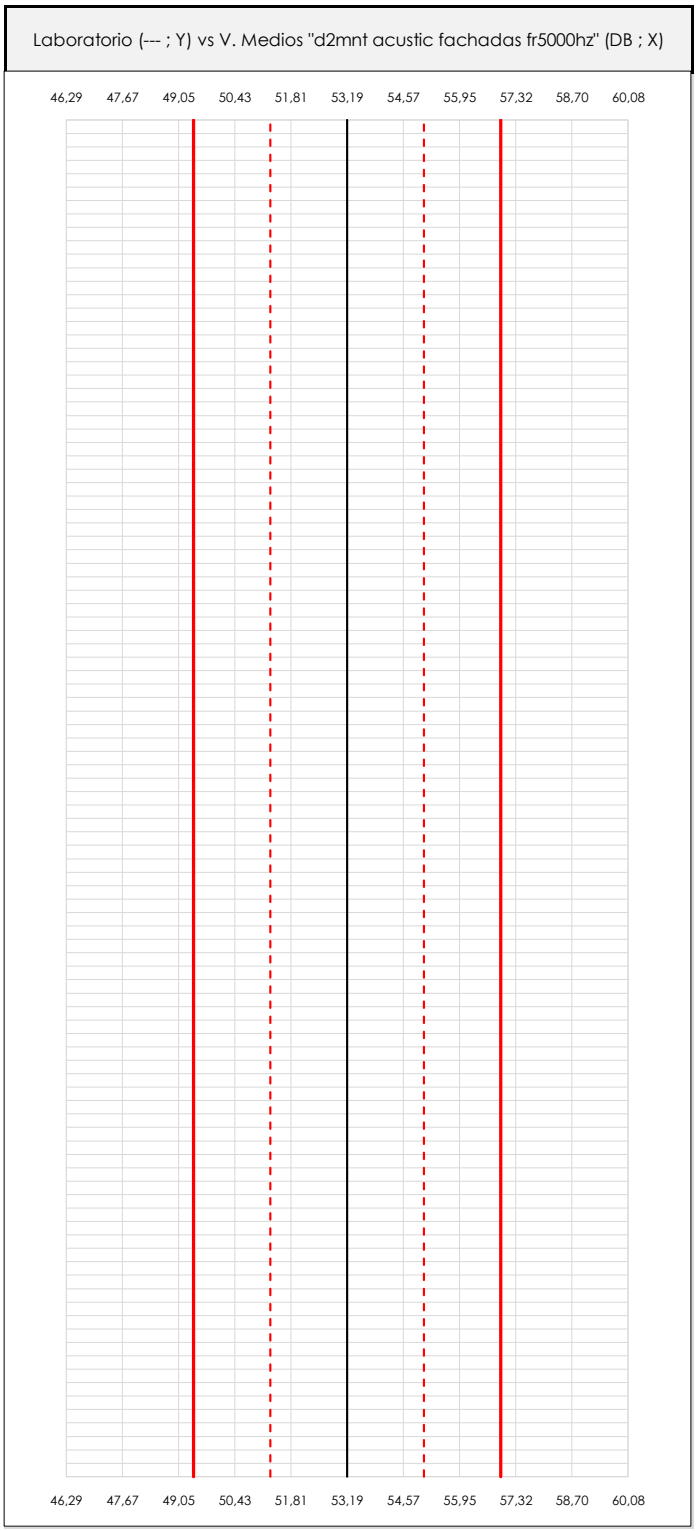
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

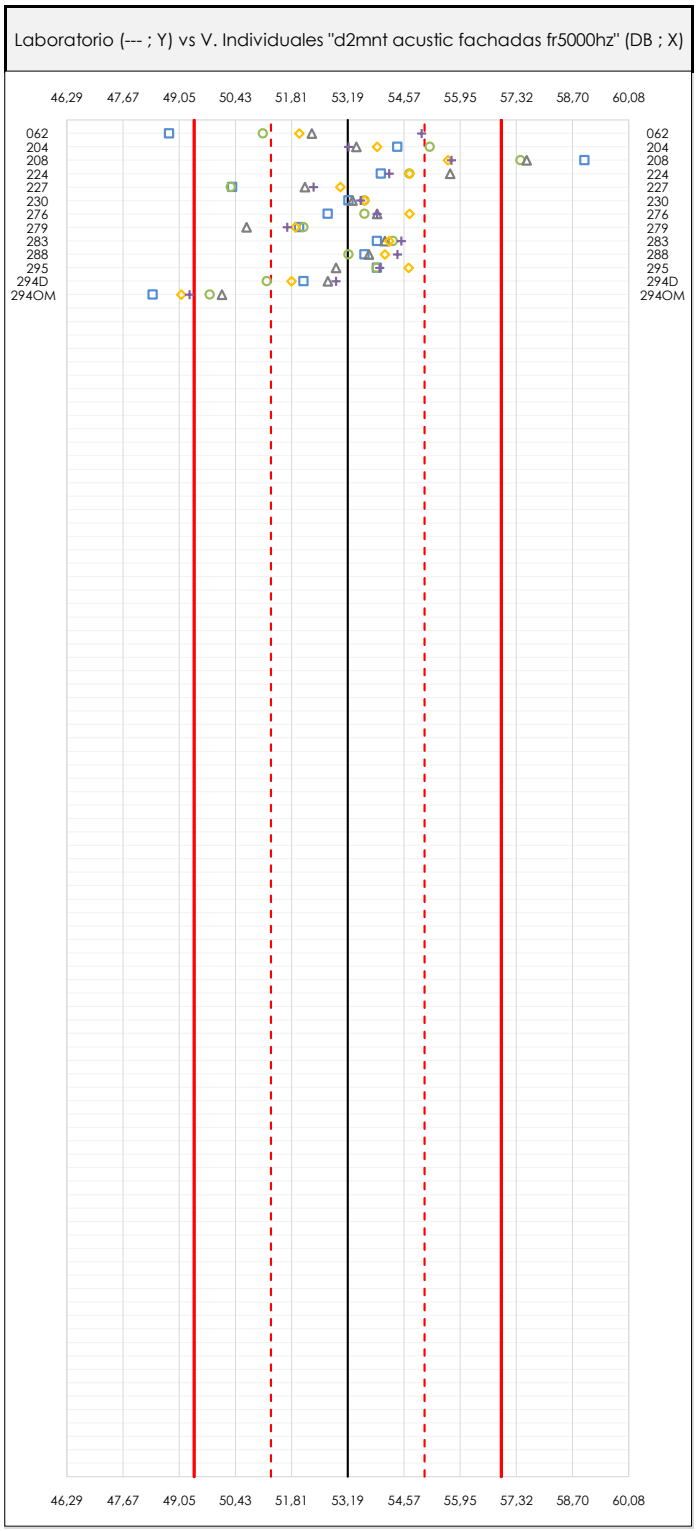
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (53,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,07/51,30 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,96/49,42 ; líneas rojas de trazo continuo).

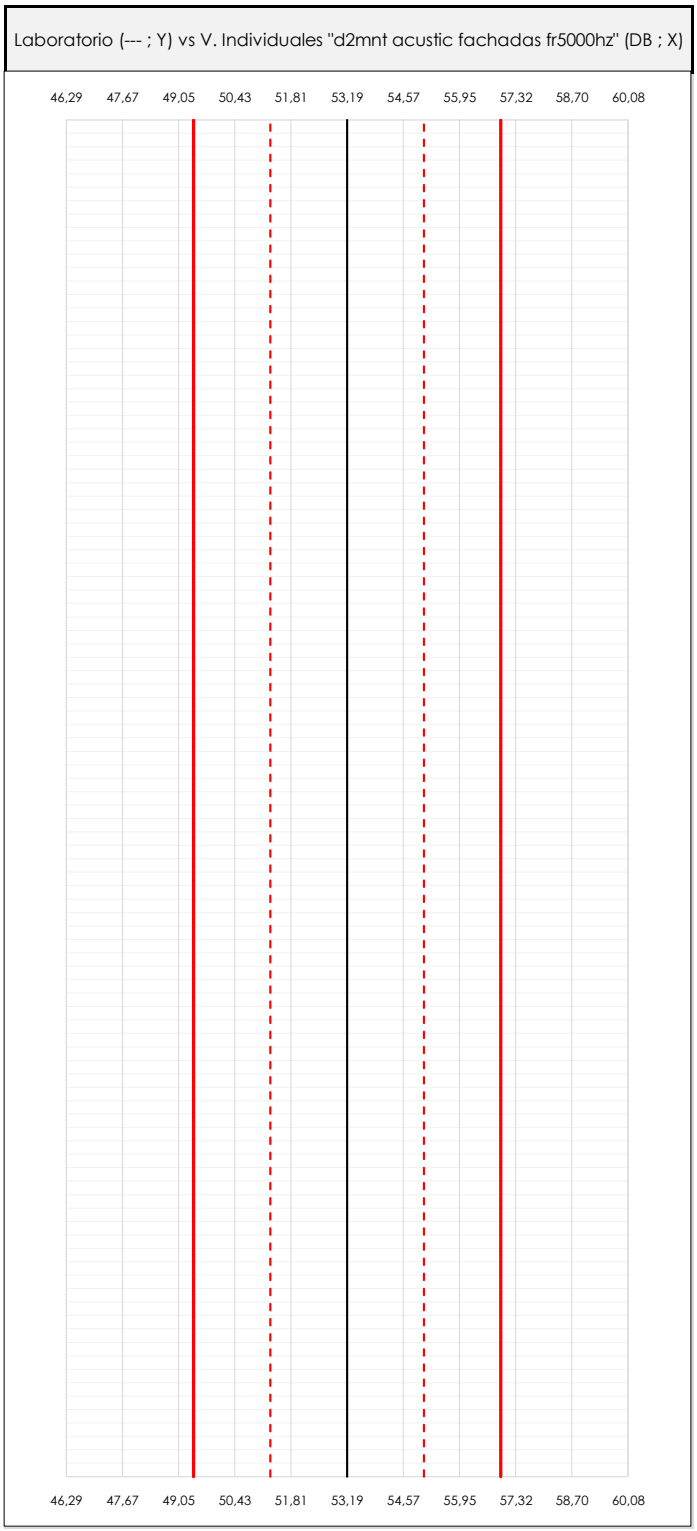
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (53,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,07/51,30 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,96/49,42 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	48,80	51,10	52,30	52,00	55,00	51,84	2,237	-2,54	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	54,40	55,20	53,40	53,90	53,20	54,02	0,807	1,56	✓	
208	58,99	57,43	57,57	55,64	55,73	57,07	1,407	7,31	✓	
224	54,00	54,70	55,70	54,70	54,20	54,66	0,658	2,77	✓	
227	50,35	50,32	52,13	53,00	52,35	51,63	1,225	-2,93	✓	
230	53,20	53,60	53,30	53,60	53,50	53,44	0,182	0,47	✓	
276	52,70	53,60	53,90	54,70	53,90	53,76	0,720	1,07	✓	
279	52,00	52,10	50,70	51,90	51,70	51,68	0,567	-2,84	✓	
283	53,90	54,30	54,10	54,20	54,50	54,20	0,224	1,90	✓	
288	53,60	53,20	53,70	54,10	54,40	53,80	0,464	1,15	✓	
295	53,90	53,89	52,89	54,68	53,97	53,87	0,635	1,27	✓	
294D	52,10	51,20	52,70	51,80	52,90	52,14	0,688	-1,97	✓	
294OM	48,40	49,80	50,10	49,10	49,30	49,34	0,658	-7,24	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

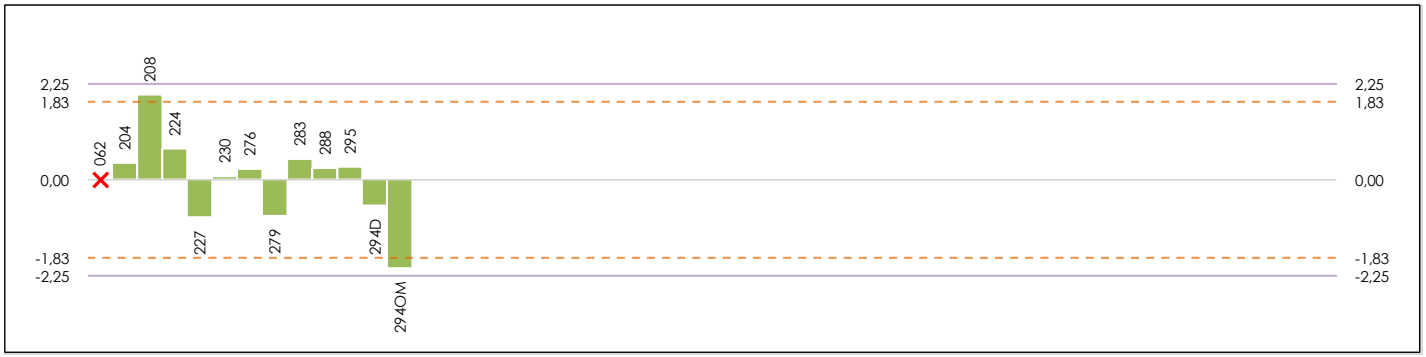
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

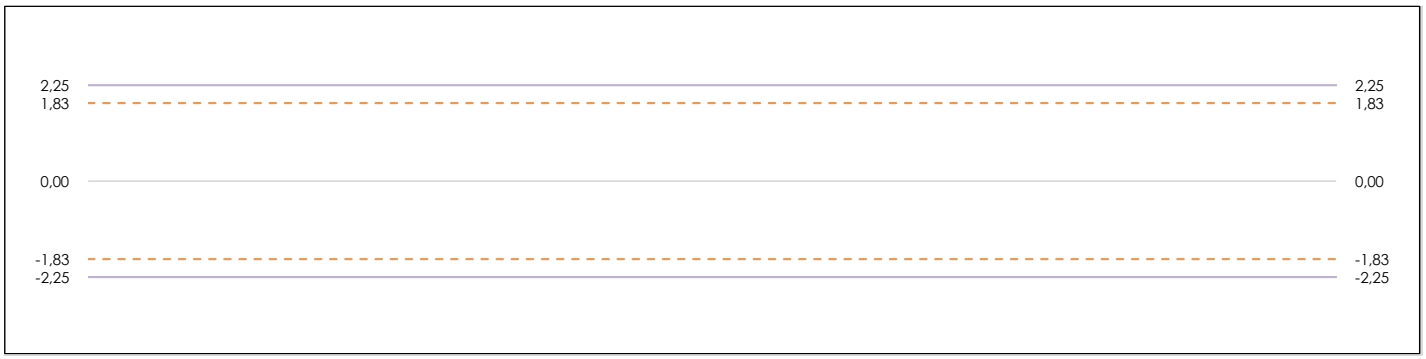
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

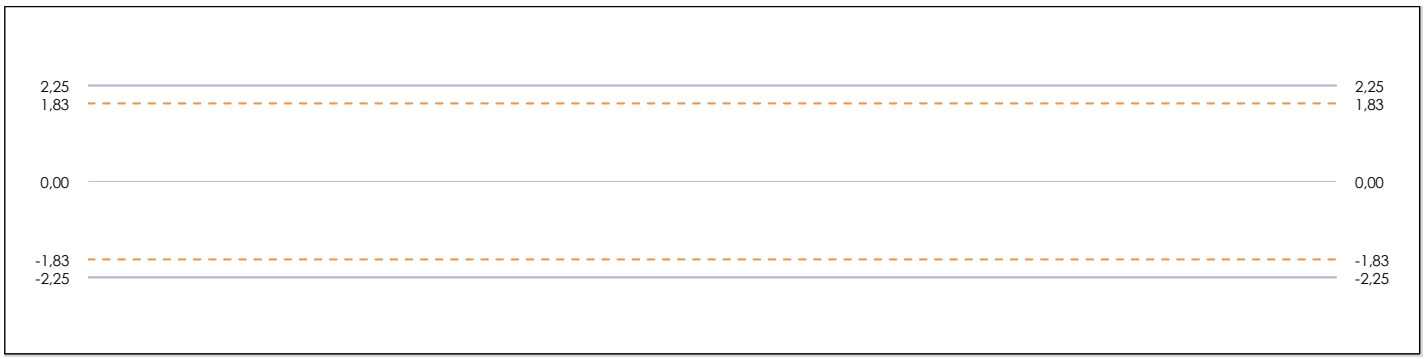
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

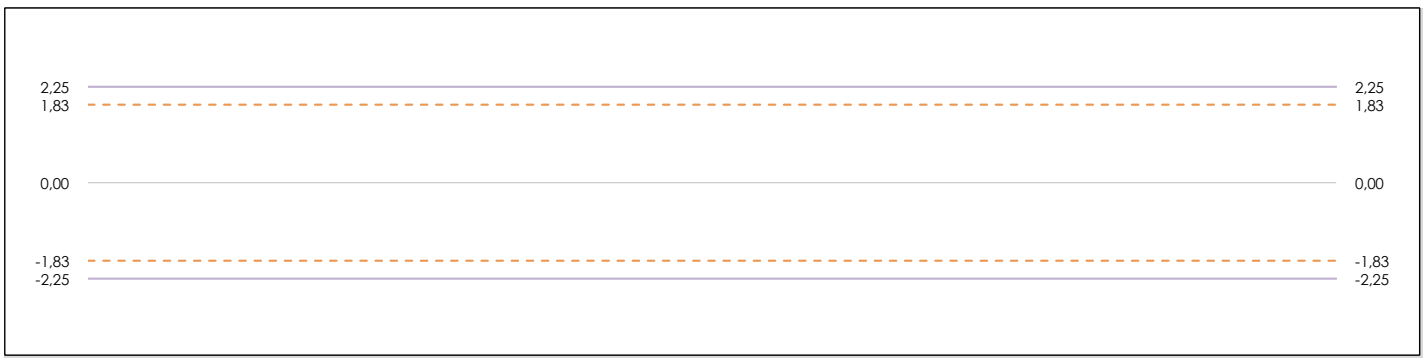
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

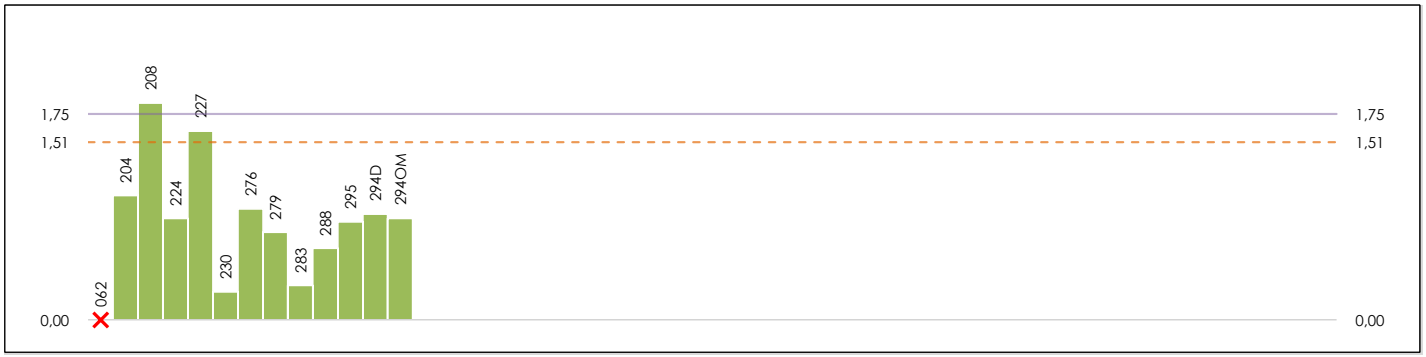
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

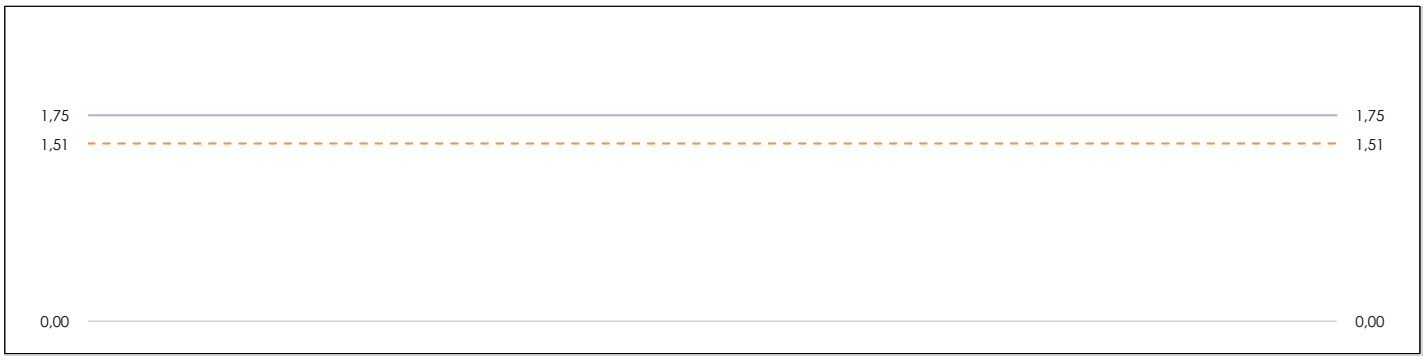
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

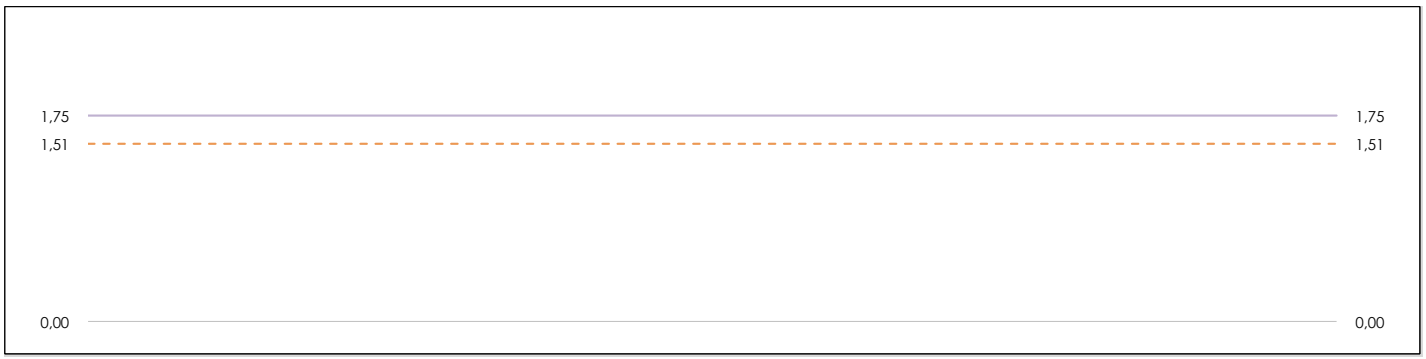
D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

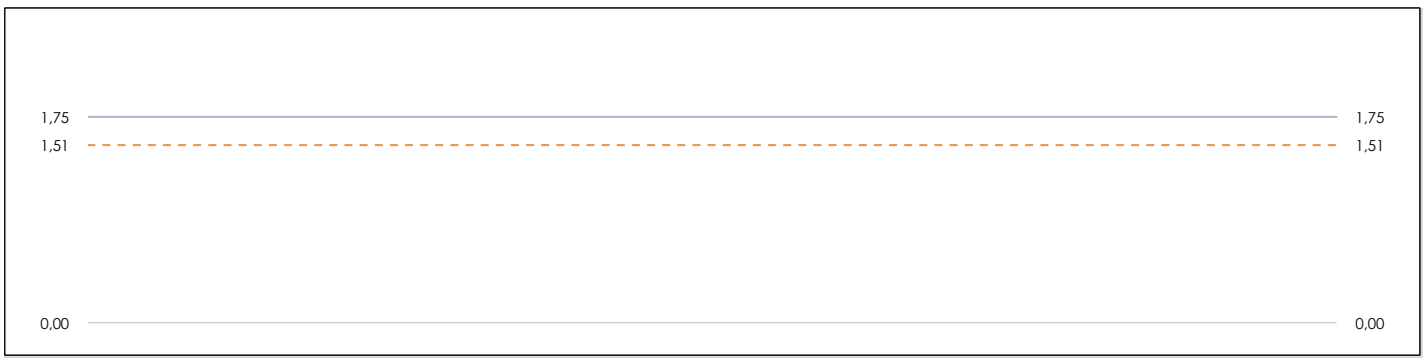
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	48,80	51,100	52,300	52,000	55,000	51,840	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	54,40	55,200	53,400	53,900	53,200	54,020	0,807	1,35	0,37	1,06						✓
208	58,99	57,429	57,575	55,642	55,730	57,074	1,407	7,08	1,96*	1,84**	0,282		1,962		0,5397	✓
224	54,00	54,700	55,700	54,700	54,200	54,660	0,658	2,55	0,71	0,86					0,5397	✓
227	50,35	50,319	52,134	53,000	52,346	51,630	1,225	-3,14	-0,87	1,60*	0,282			0,4675		✓
230	53,20	53,600	53,300	53,600	53,500	53,440	0,182	0,26	0,07	0,24						✓
276	52,70	53,600	53,900	54,700	53,900	53,760	0,720	0,86	0,24	0,94						✓
279	52,00	52,100	50,700	51,900	51,700	51,680	0,567	-3,04	-0,84	0,74						✓
283	53,90	54,300	54,100	54,200	54,500	54,200	0,224	1,69	0,47	0,29						✓
288	53,60	53,200	53,700	54,100	54,400	53,800	0,464	0,94	0,26	0,61						✓
295	53,90	53,891	52,893	54,675	53,968	53,866	0,635	1,06	0,29	0,83						✓
294D	52,10	51,200	52,700	51,800	52,900	52,140	0,688	-2,18	-0,60	0,90						✓
294OM	48,40	49,800	50,100	49,100	49,300	49,340	0,658	-7,43	-2,06*	0,86	0,282	2,060		0,4675		✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

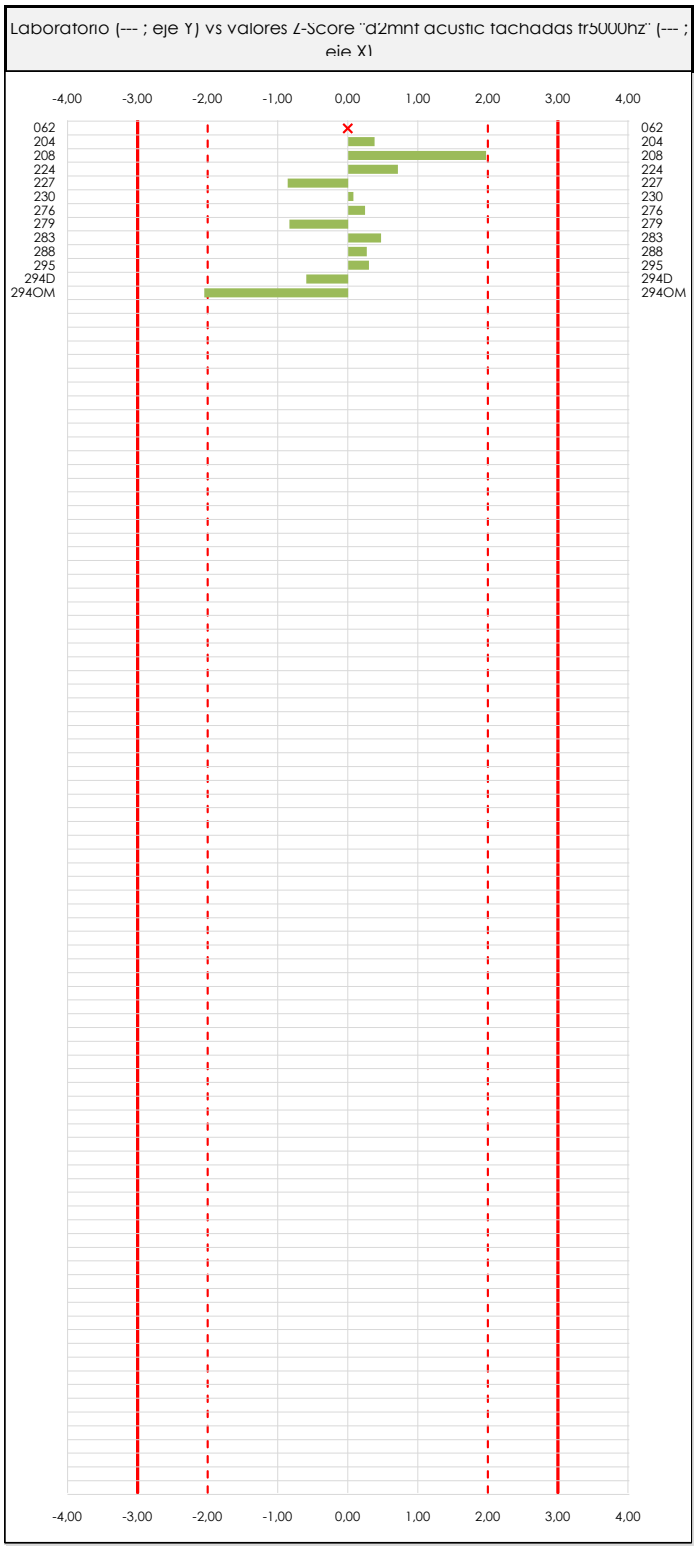
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

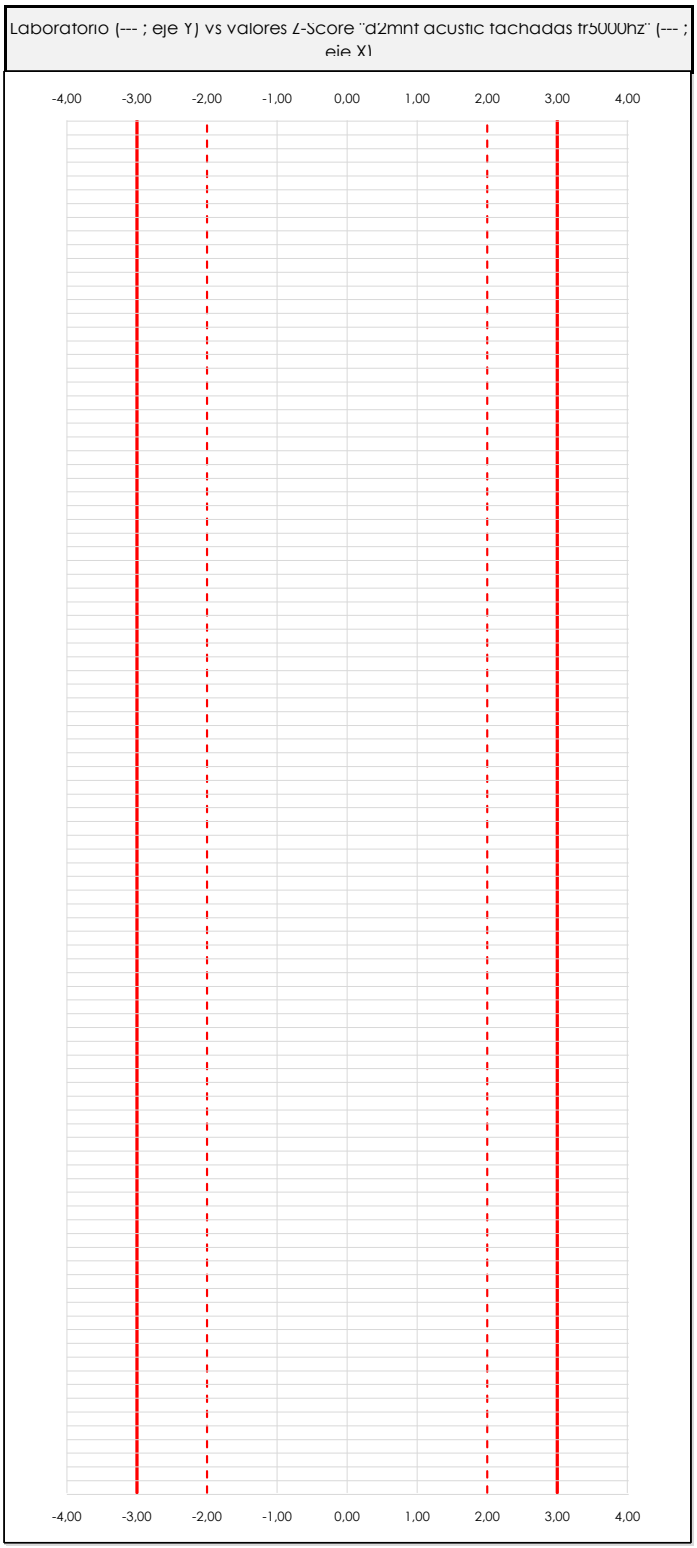
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	48,80	51,10	52,30	52,00	55,00	51,84	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	54,40	55,20	53,40	53,90	53,20	54,02	0,807	1,35	✓	✓	✓			0,374	S
208	58,99	57,43	57,57	55,64	55,73	57,07	1,407	7,08	✓	✓	✓			1,962	S
224	54,00	54,70	55,70	54,70	54,20	54,66	0,658	2,55	✓	✓	✓			0,707	S
227	50,35	50,32	52,13	53,00	52,35	51,63	1,225	-3,14	✓	✓	✓			-0,869	S
230	53,20	53,60	53,30	53,60	53,50	53,44	0,182	0,26	✓	✓	✓			0,072	S
276	52,70	53,60	53,90	54,70	53,90	53,76	0,720	0,86	✓	✓	✓			0,239	S
279	52,00	52,10	50,70	51,90	51,70	51,68	0,567	-3,04	✓	✓	✓			-0,843	S
283	53,90	54,30	54,10	54,20	54,50	54,20	0,224	1,69	✓	✓	✓			0,468	S
288	53,60	53,20	53,70	54,10	54,40	53,80	0,464	0,94	✓	✓	✓			0,260	S
295	53,90	53,89	52,89	54,68	53,97	53,87	0,635	1,06	✓	✓	✓			0,294	S
294D	52,10	51,20	52,70	51,80	52,90	52,14	0,688	-2,18	✓	✓	✓			-0,604	S
294OM	48,40	49,80	50,10	49,10	49,30	49,34	0,658	-7,43	✓	✓	✓			-2,060	D

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr5000hz (DB)

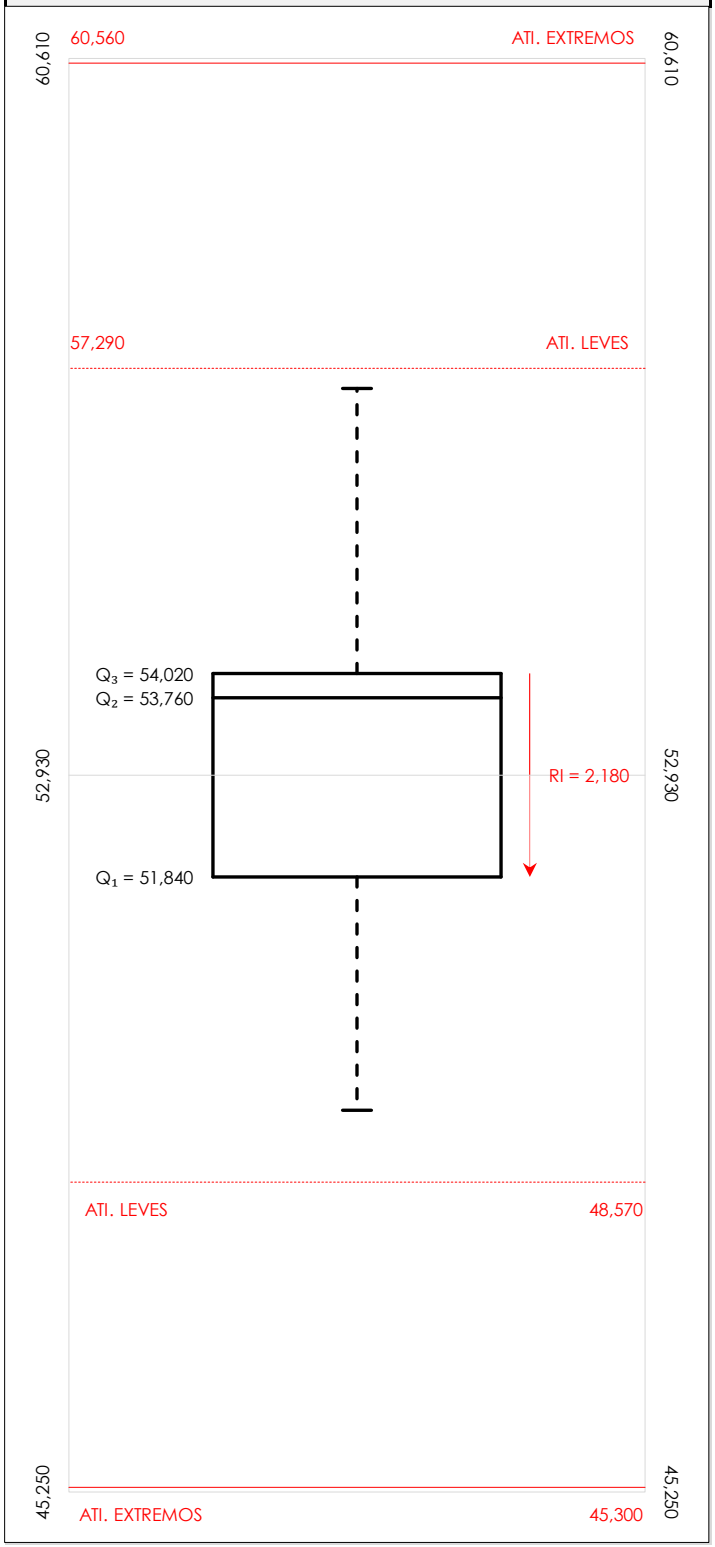
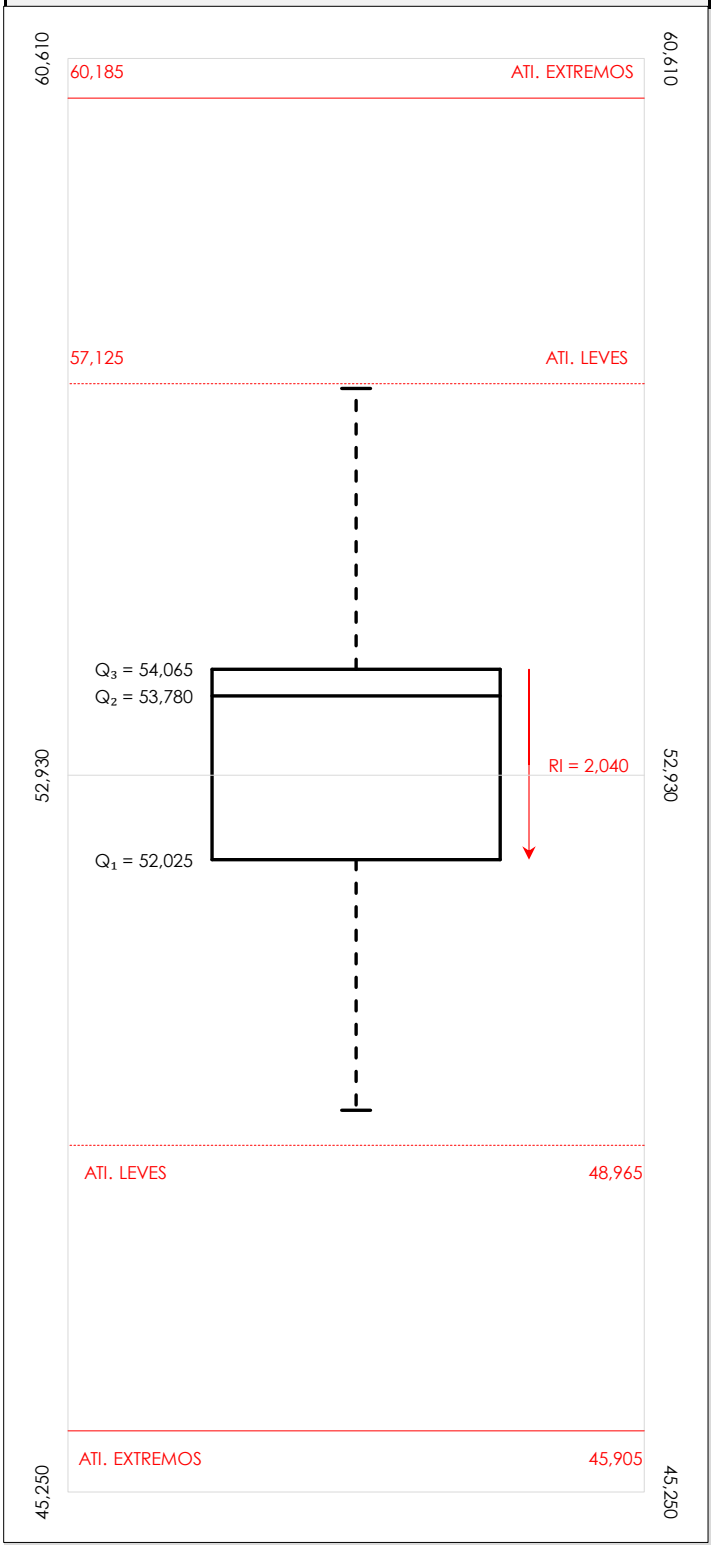


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas fr5000hz (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS FR5000HZ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	58,99	57,43	57,57	55,64	55,73	57,07	58,99	57,43	57,57	55,64	55,73	57,07
Valor Mínimo (min ; DB)	48,40	49,80	50,10	49,10	49,30	49,34	48,40	49,80	50,10	49,10	49,30	49,34
Valor Promedio (M ; DB)	52,80	53,11	53,27	53,33	53,43	53,19	53,13	53,28	53,35	53,44	53,30	53,30
Desviación Típica (SDL ; DB)	2,71	2,15	1,94	1,75	1,65	1,88	2,54	2,16	2,00	1,78	1,65	1,92
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04	0,05	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
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	0,924	2,665	3,368	4,292	5,743		0,584	2,119	3,580	4,164	5,656	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas d2m,nt,w ", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

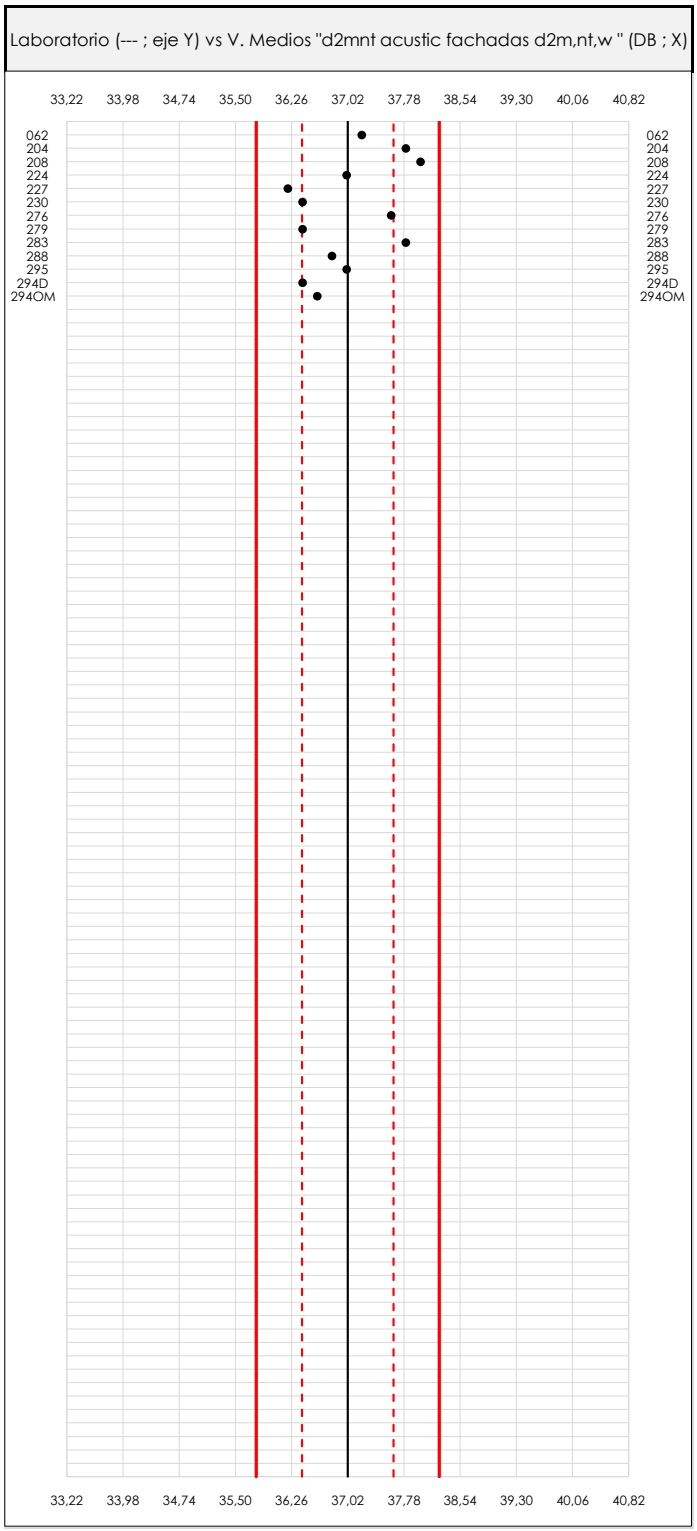
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

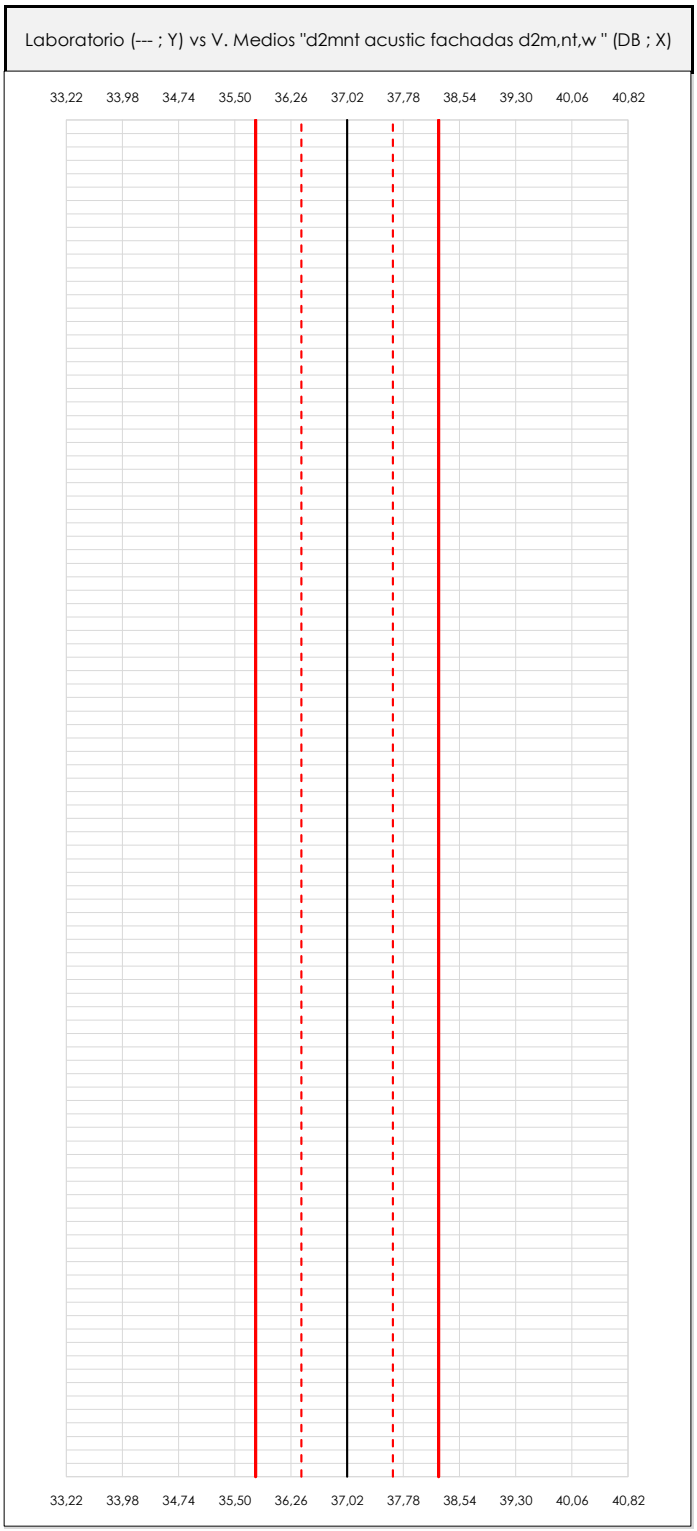
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

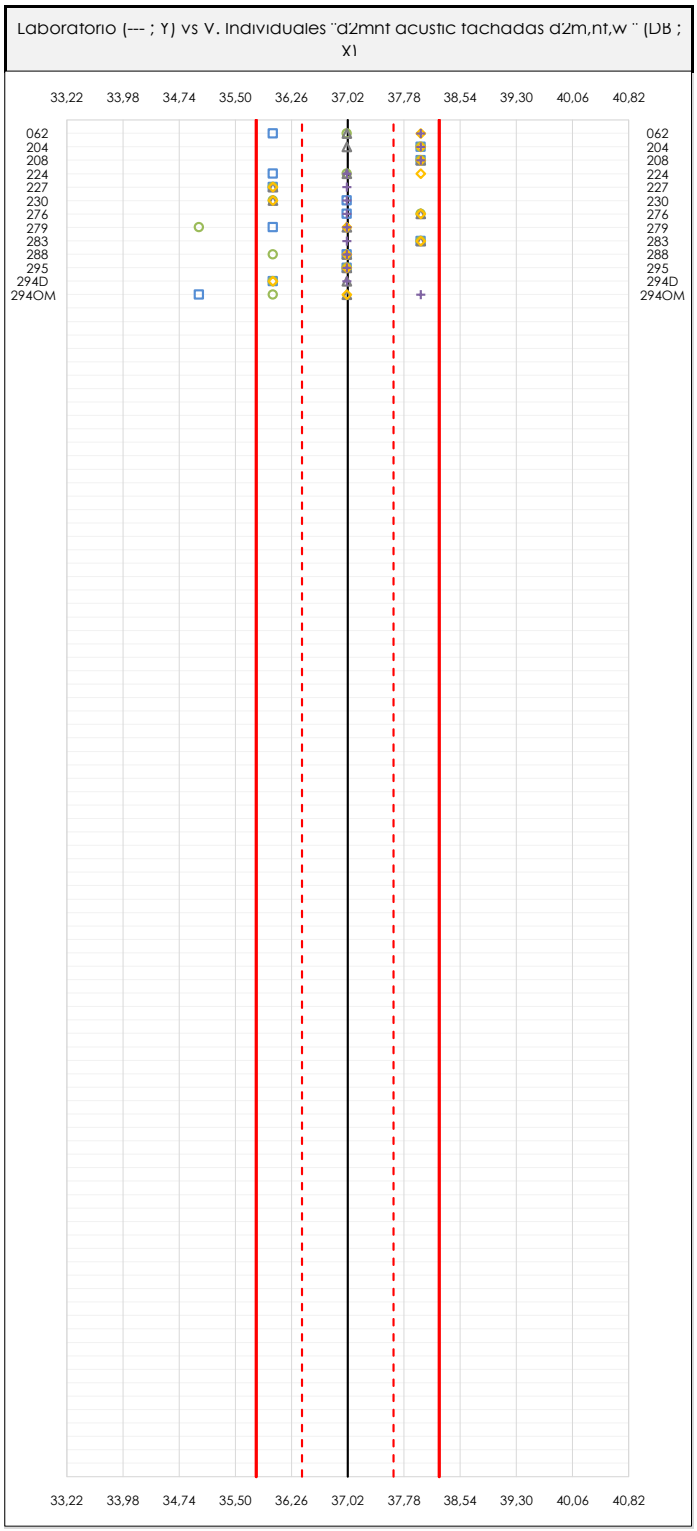
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,02 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,63/36,40 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,25/35,78 ; líneas rojas de trazo continuo).

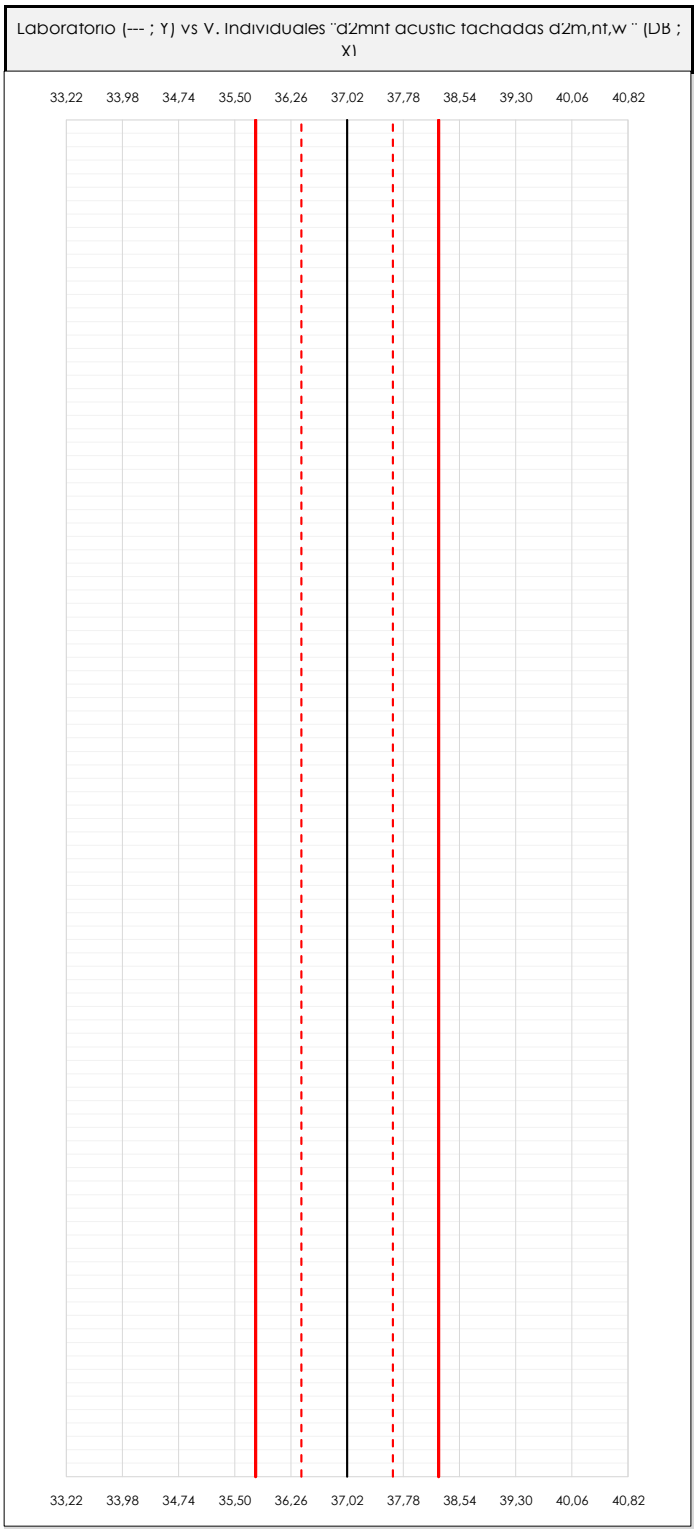
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (37,02 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,63/36,40 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,25/35,78 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	36,00	37,00	37,00	38,00	38,00	37,20	0,837	0,50	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	38,00	38,00	37,00	38,00	38,00	37,80	0,447	2,12	✓	
208	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	0,000	2,66	✓	
224	36,00	37,00	37,00	38,00	37,00	37,00	0,707	-0,04	✓	
227	36,00	36,00	36,00	36,00	37,00	36,20	0,447	-2,20	✓	
230	37,00	36,00	36,00	36,00	37,00	36,40	0,548	-1,66	✓	
276	37,00	38,00	38,00	38,00	37,00	37,60	0,548	1,58	✓	
279	36,00	35,00	37,00	37,00	37,00	36,40	0,894	-1,66	✓	
283	38,00	38,00	38,00	38,00	37,00	37,80	0,447	2,12	✓	
288	37,00	36,00	37,00	37,00	37,00	36,80	0,447	-0,58	✓	
295	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	0,000	-0,04	✓	
294D	36,00	36,00	37,00	36,00	37,00	36,40	0,548	-1,66	✓	
294OM	35,00	36,00	37,00	37,00	38,00	36,60	1,140	-1,12	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

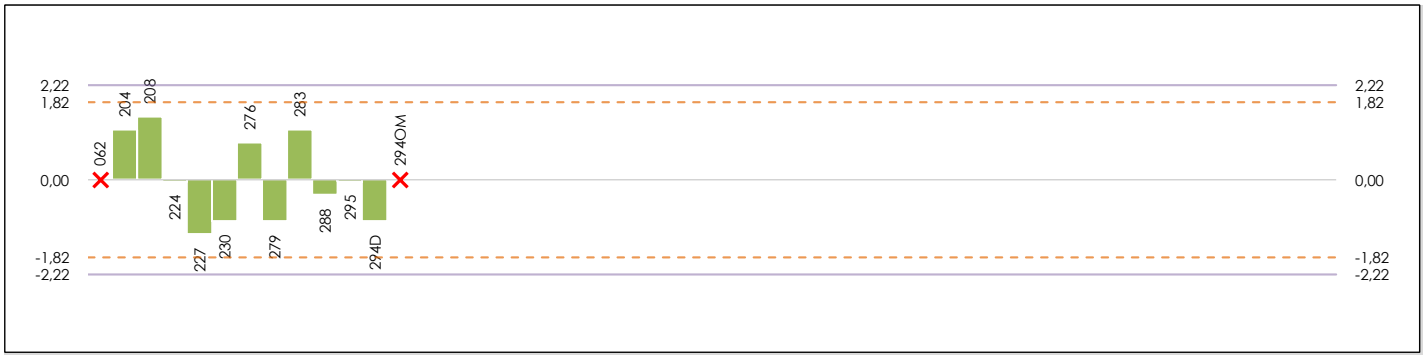
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

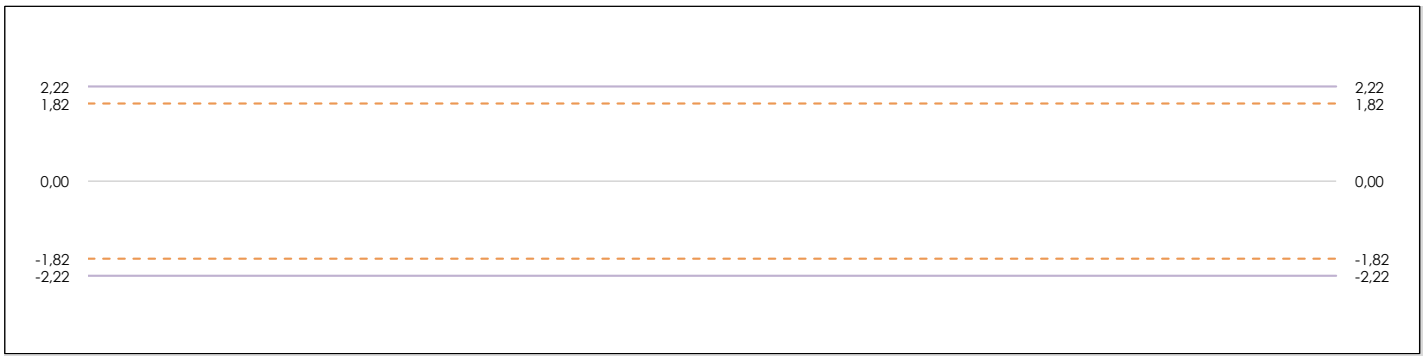
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

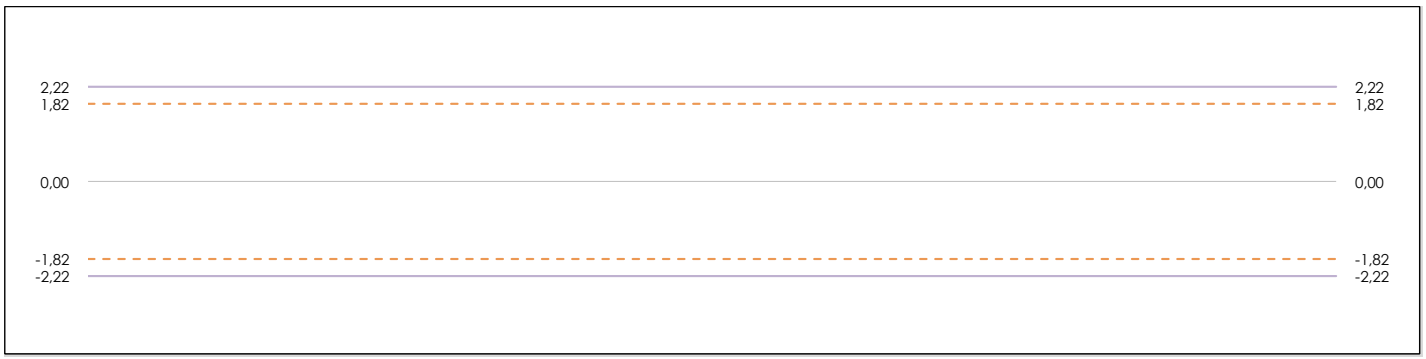
D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

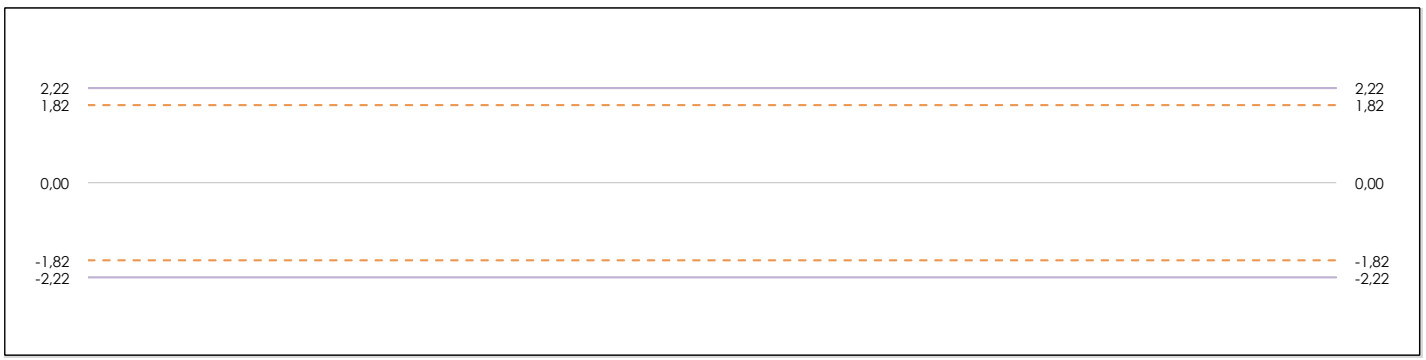
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

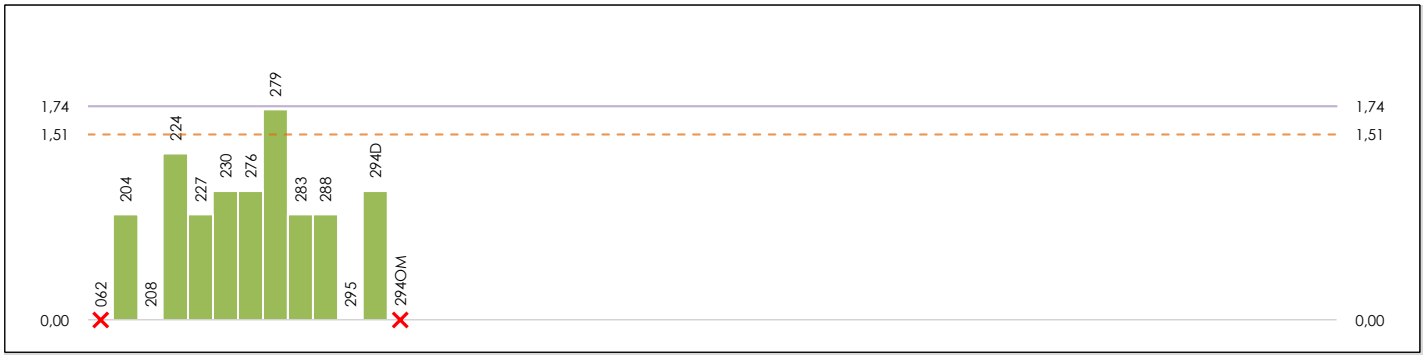
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

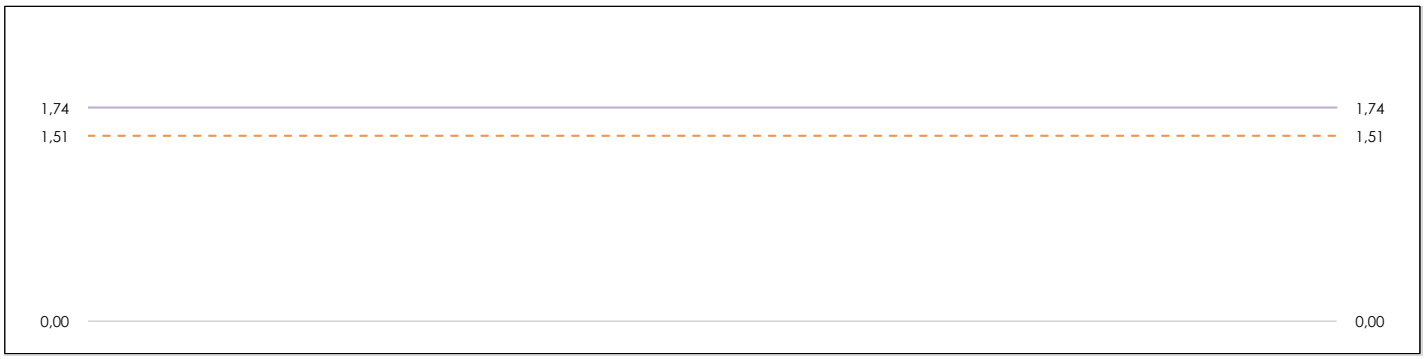
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

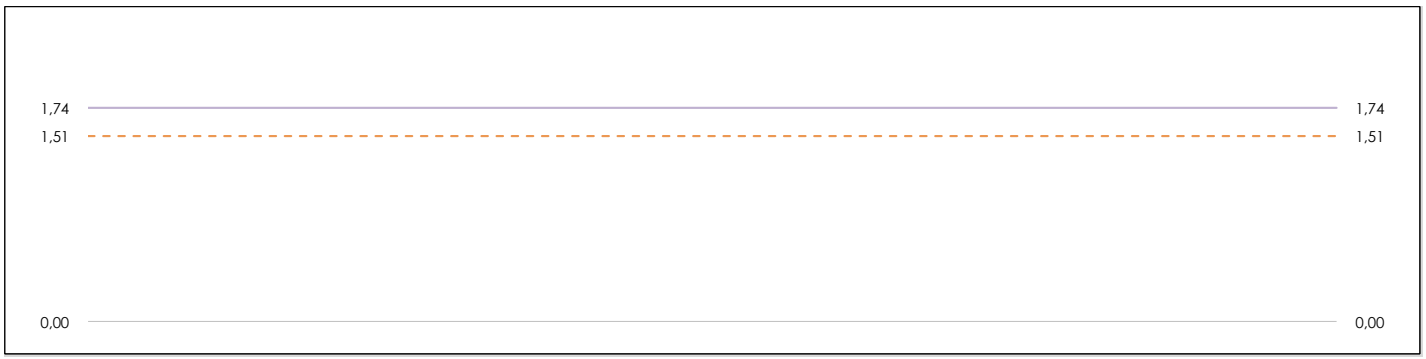
D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

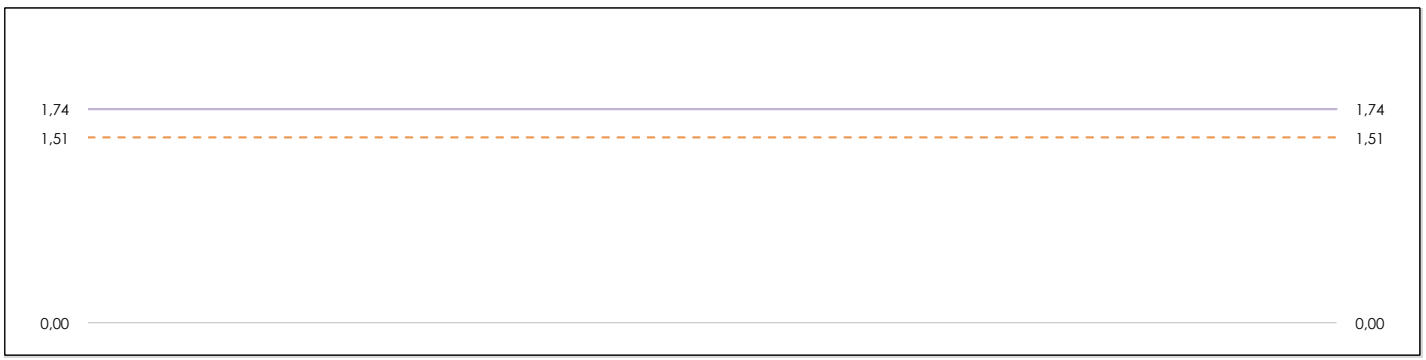
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	36,00	37,000	37,000	38,000	38,000	37,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	38,00	38,000	37,000	38,000	38,000	37,800	0,447	2,06	1,15	0,86					0,5797	✓
208	38,00	38,000	38,000	38,000	38,000	38,000	0,000	2,60	1,46	0,00			1,455		0,5797	✓
224	36,00	37,000	37,000	38,000	37,000	37,000	0,707	-0,10	-0,05	1,35						✓
227	36,00	36,000	36,000	36,000	37,000	36,200	0,447	-2,26	-1,26	0,86		1,263		0,6932		✓
230	37,00	36,000	36,000	36,000	37,000	36,400	0,548	-1,72	-0,96	1,05				0,6932		✓
276	37,00	38,000	38,000	38,000	37,000	37,600	0,548	1,52	0,85	1,05						✓
279	36,00	35,000	37,000	37,000	37,000	36,400	0,894	-1,72	-0,96	1,71*	0,267			0,6932		✓
283	38,00	38,000	38,000	38,000	37,000	37,800	0,447	2,06	1,15	0,86					0,5797	✓
288	37,00	36,000	37,000	37,000	37,000	36,800	0,447	-0,64	-0,36	0,86						✓
295	37,00	37,000	37,000	37,000	37,000	37,000	0,000	-0,10	-0,05	0,00						✓
294D	36,00	36,000	37,000	36,000	37,000	36,400	0,548	-1,72	-0,96	1,05				0,6932		✓
294OM	35,00	36,000	37,000	37,000	38,000	36,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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.

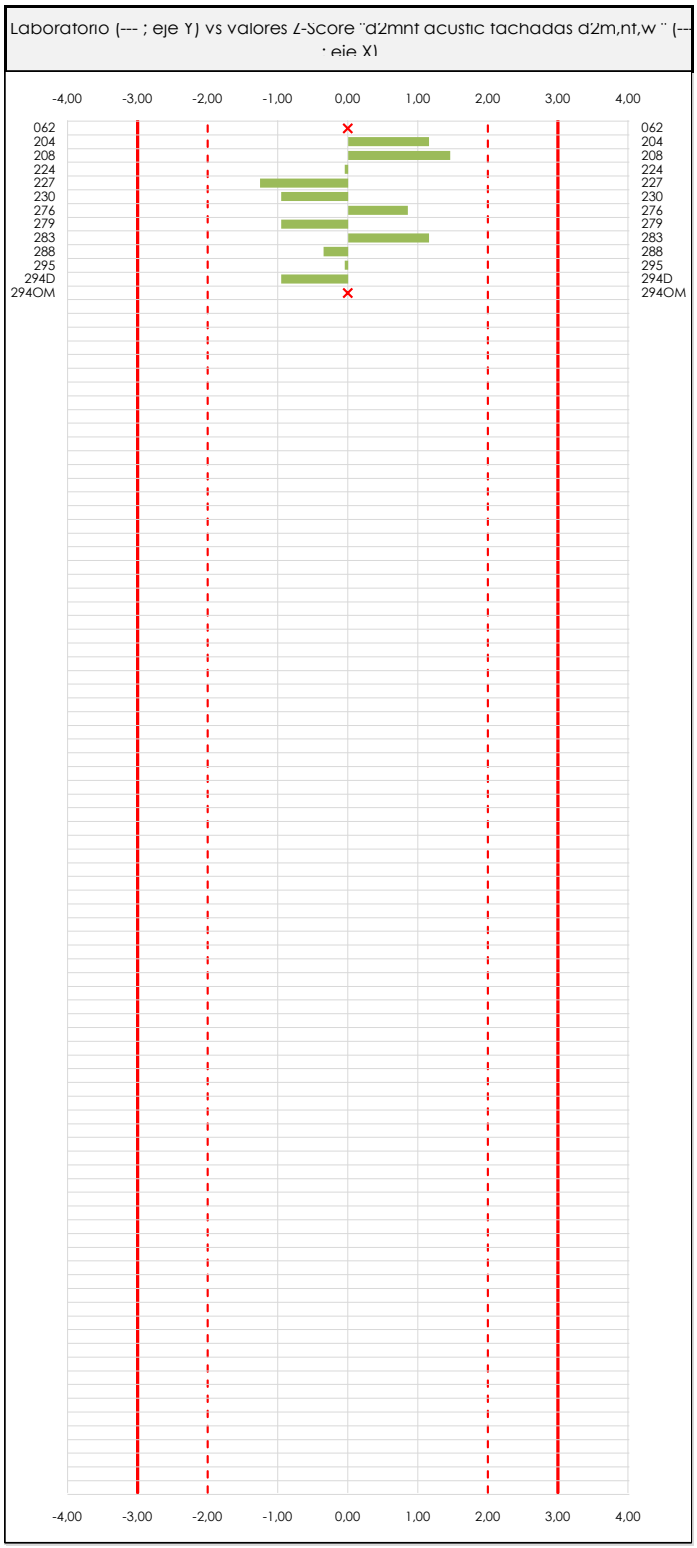
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

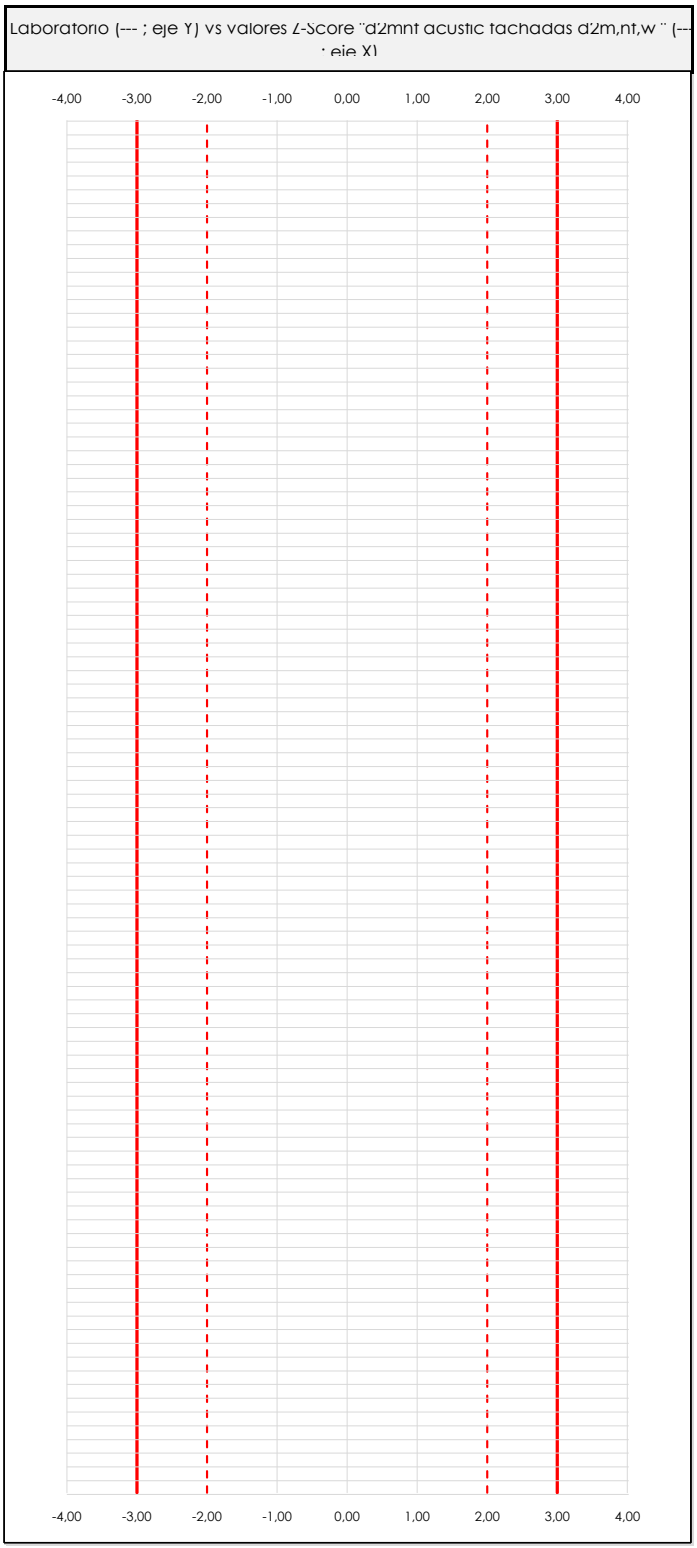
CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	36,00	37,00	37,00	38,00	38,00	37,20	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	38,00	38,00	37,00	38,00	38,00	37,80	0,447	2,06	✓	✓	✓			1,153	S
208	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	0,000	2,60	✓	✓	✓			1,455	S
224	36,00	37,00	37,00	38,00	37,00	37,00	0,707	-0,10	✓	✓	✓			-0,055	S
227	36,00	36,00	36,00	36,00	37,00	36,20	0,447	-2,26	✓	✓	✓			-1,263	S
230	37,00	36,00	36,00	36,00	37,00	36,40	0,548	-1,72	✓	✓	✓			-0,961	S
276	37,00	38,00	38,00	38,00	37,00	37,60	0,548	1,52	✓	✓	✓			0,851	S
279	36,00	35,00	37,00	37,00	37,00	36,40	0,894	-1,72	✓	✓	✓			-0,961	S
283	38,00	38,00	38,00	38,00	37,00	37,80	0,447	2,06	✓	✓	✓			1,153	S
288	37,00	36,00	37,00	37,00	37,00	36,80	0,447	-0,64	✓	✓	✓			-0,357	S
295	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	0,000	-0,10	✓	✓	✓			-0,055	S
294D	36,00	36,00	37,00	36,00	37,00	36,40	0,548	-1,72	✓	✓	✓			-0,961	S
294OM	35,00	36,00	37,00	37,00	38,00	36,60	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadistico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas d2m,nt,w (DB)

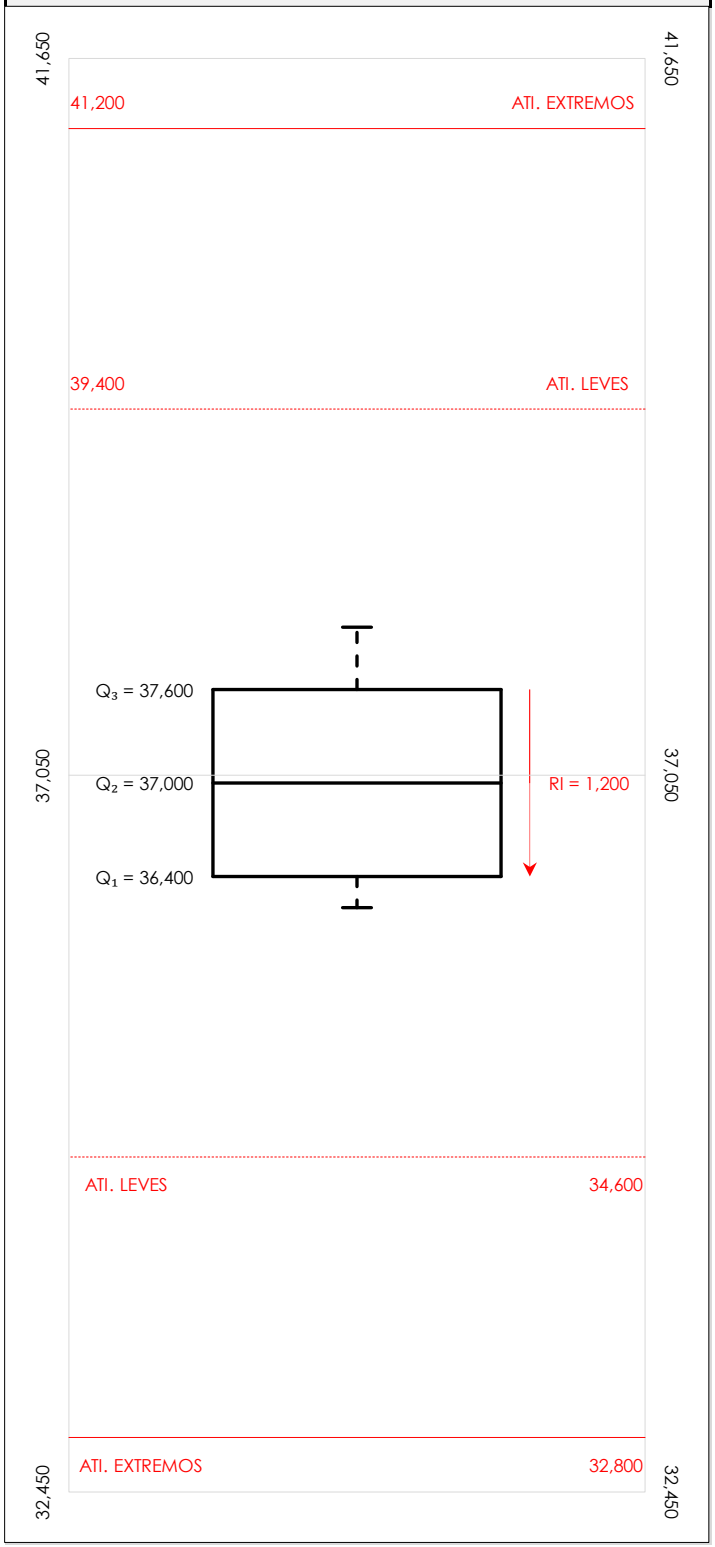
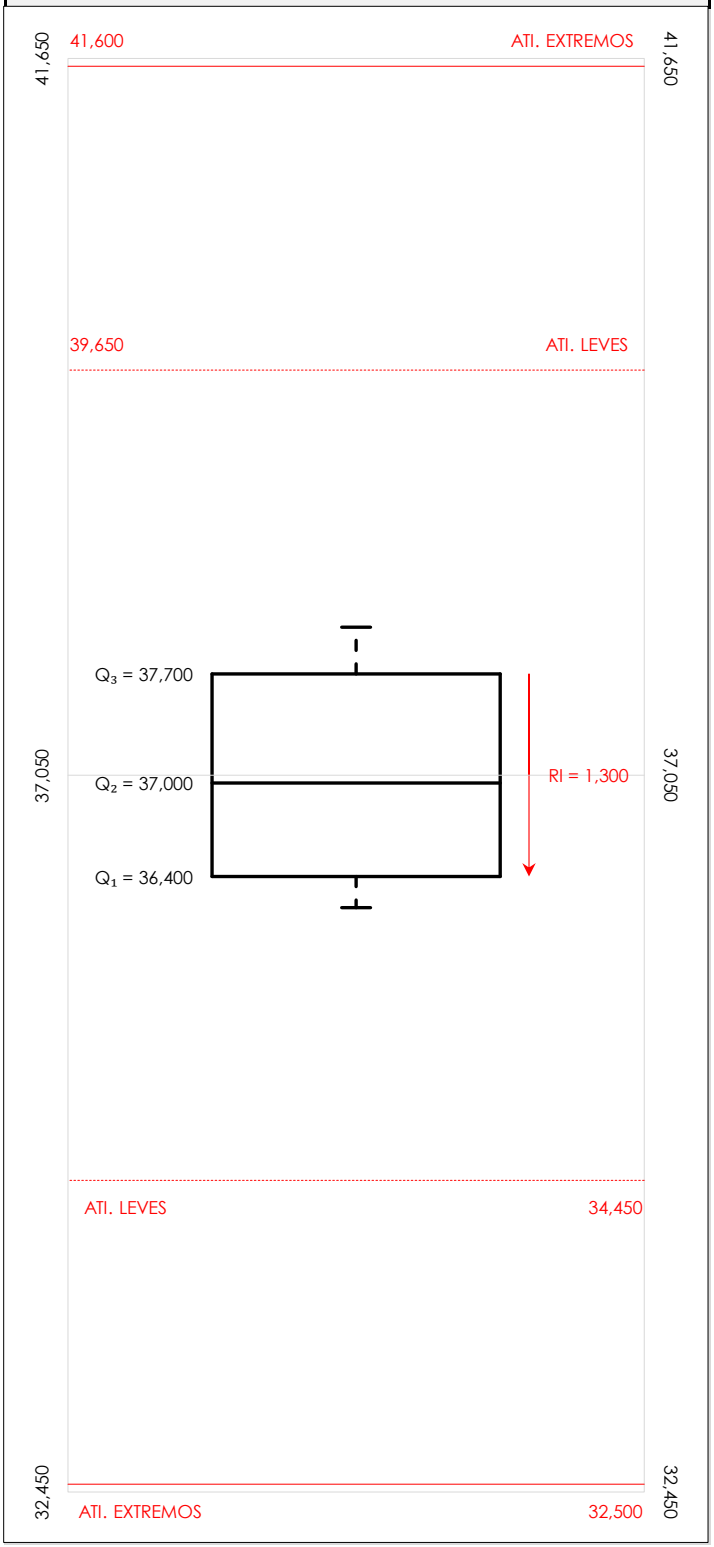


Diagrama Box-Plot post-estadistico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas d2m,nt,w (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,W ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DB)	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00
Valor Mínimo (min ; DB)	35,00	35,00	36,00	36,00	37,00	36,20	36,00	35,00	36,00	36,00	37,00	36,20
Valor Promedio (M ; DB)	36,69	36,77	37,08	37,23	37,31	37,02	36,91	36,82	37,09	37,18	37,18	37,04
Desviación Típica (SDL ; DB)	0,95	1,01	0,64	0,83	0,48	0,62	0,83	1,08	0,70	0,87	0,40	0,66
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02
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	0,385	1,719	0,306	0,691	2,304		0,273	1,448	0,384	0,657	2,246	
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%	2,22	1,74	0,322	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,51	0,271	2,355	0,2213	1,82	1,51	0,308	2,355	0,2213

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 11 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.

CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS
INSTITUTO EDUARDO TORROJA

INFORME DE ENSAYO ACÚSTICA

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2mnt acustic fachadas d2m,nt,atr ", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

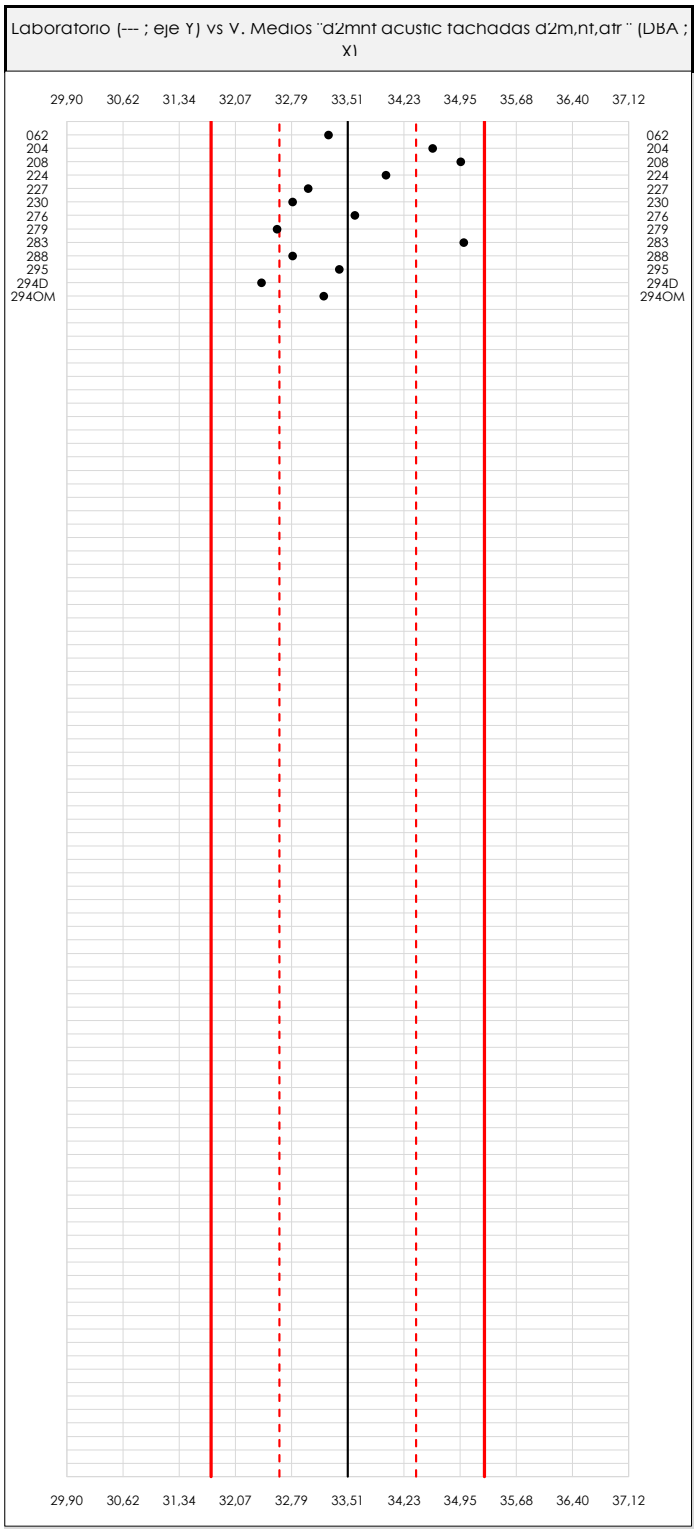
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

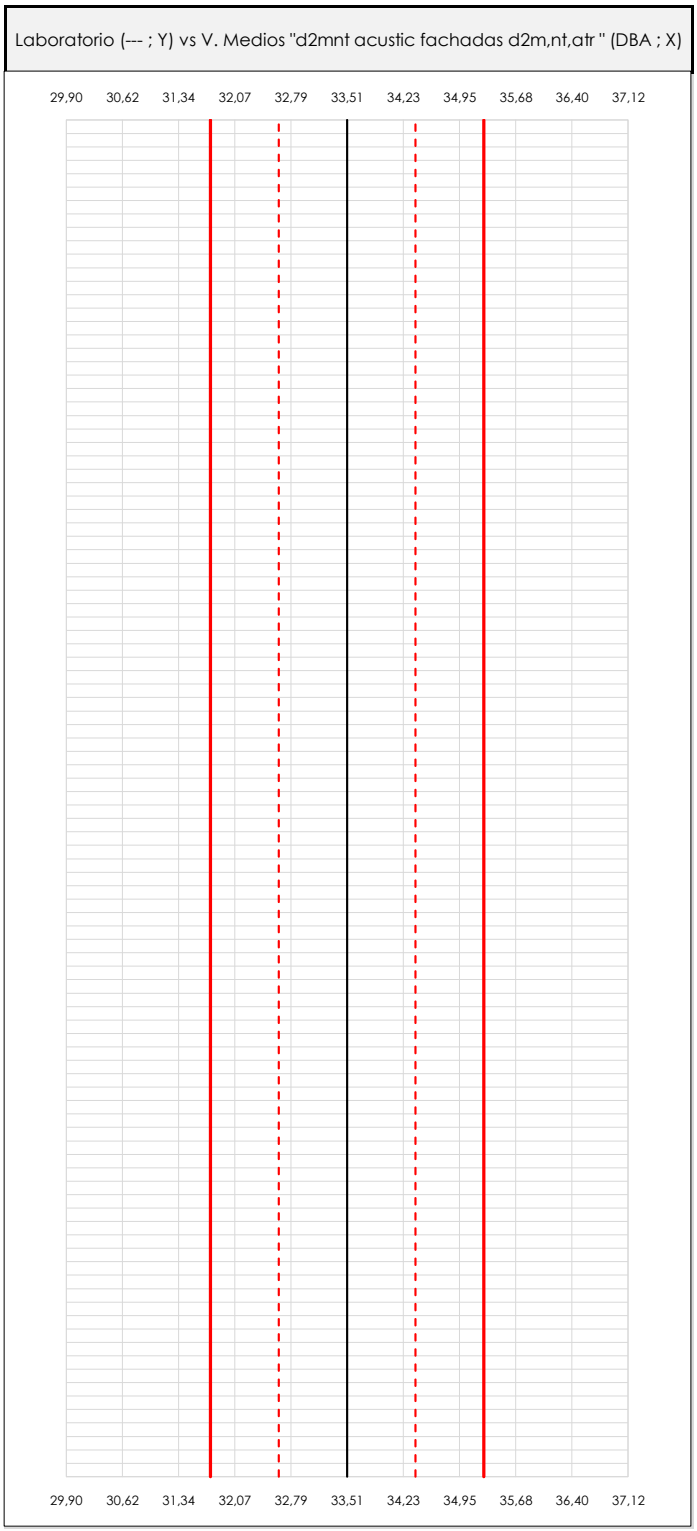
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

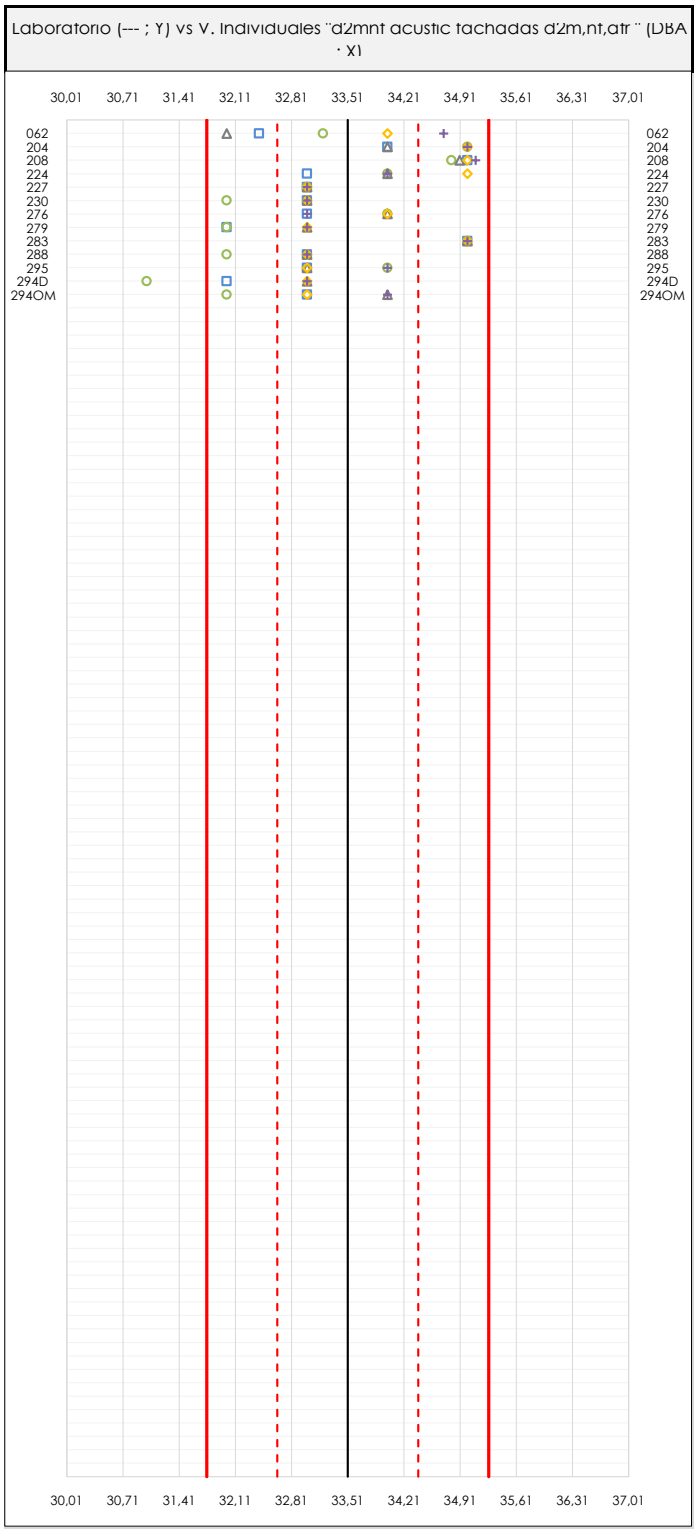
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,51 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,39/32,63 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,27/31,75 ; líneas rojas de trazo continuo).

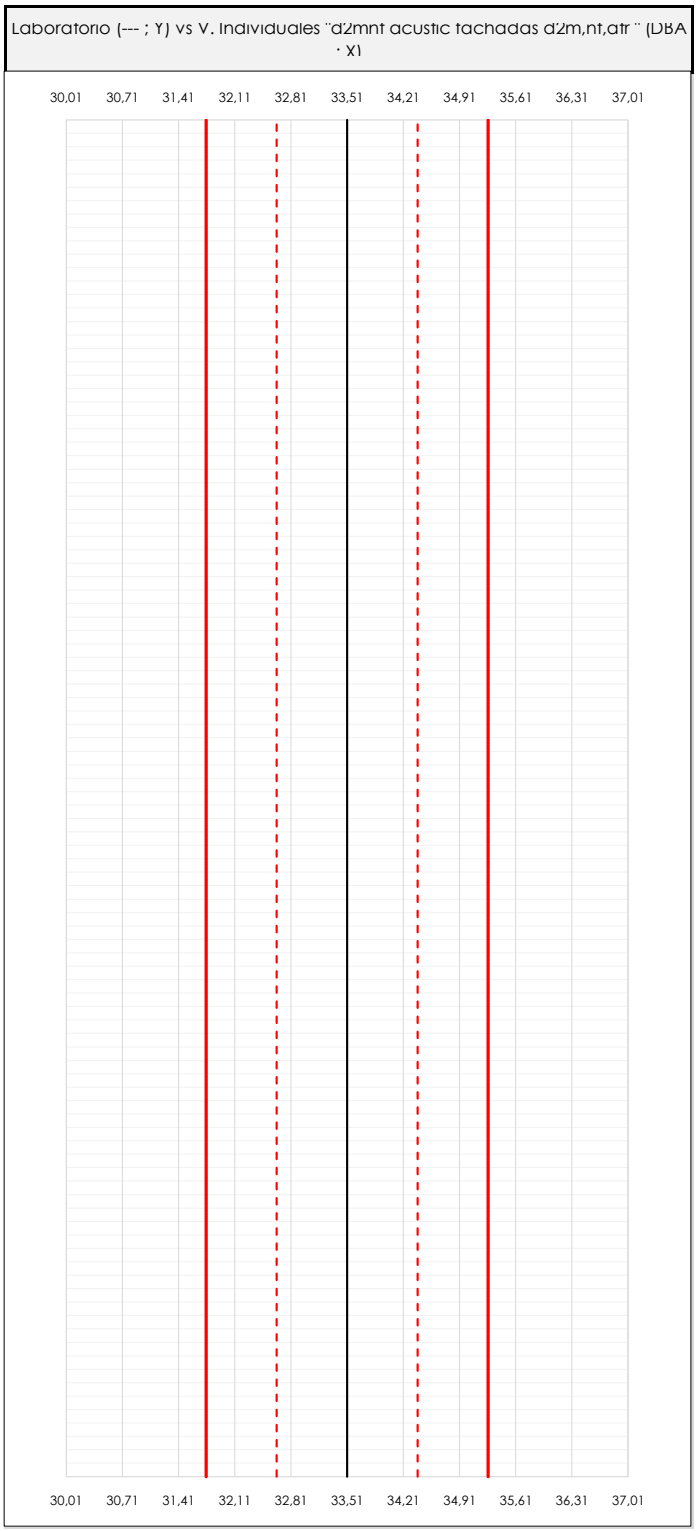
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,51 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,39/32,63 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,27/31,75 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	32,40	33,20	32,00	34,00	34,70	33,26	1,113	-0,74	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	34,00	35,00	34,00	35,00	35,00	34,60	0,548	3,26	✓	
208	35,00	34,80	34,90	35,00	35,10	34,96	0,114	4,33	✓	
224	33,00	34,00	34,00	35,00	34,00	34,00	0,707	1,46	✓	
227	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	0,000	-1,52	✓	
230	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,12	✓	
276	33,00	34,00	34,00	34,00	33,00	33,60	0,548	0,27	✓	
279	32,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,60	0,548	-2,71	✓	
283	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,000	4,45	✓	
288	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,12	✓	
295	33,00	34,00	33,00	33,00	34,00	33,40	0,548	-0,33	✓	
294D	32,00	31,00	33,00	33,00	33,00	32,40	0,894	-3,31	✓	
294OM	33,00	32,00	34,00	33,00	34,00	33,20	0,837	-0,92	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

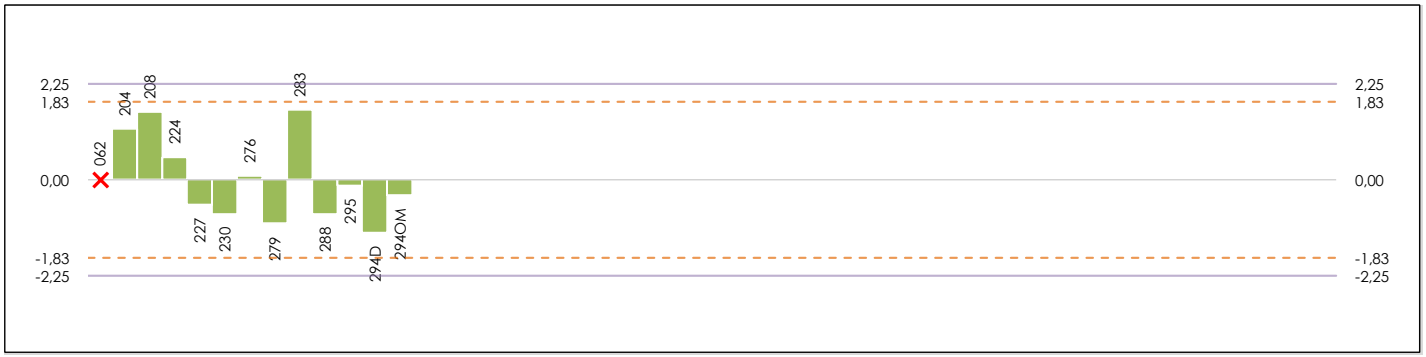
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

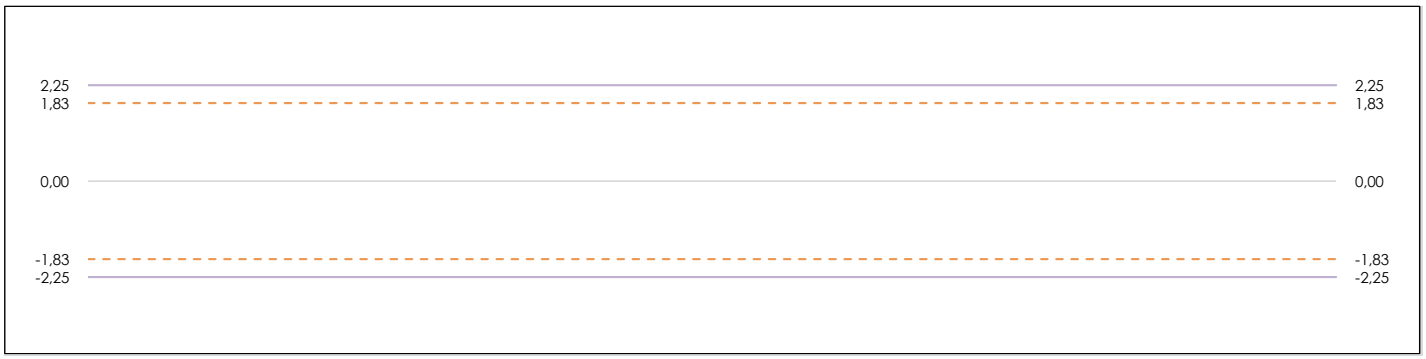
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

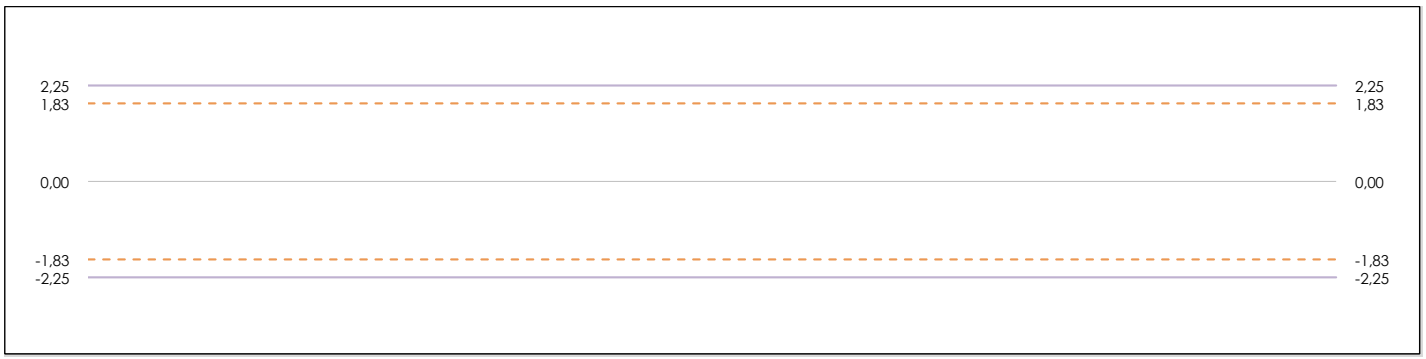
D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

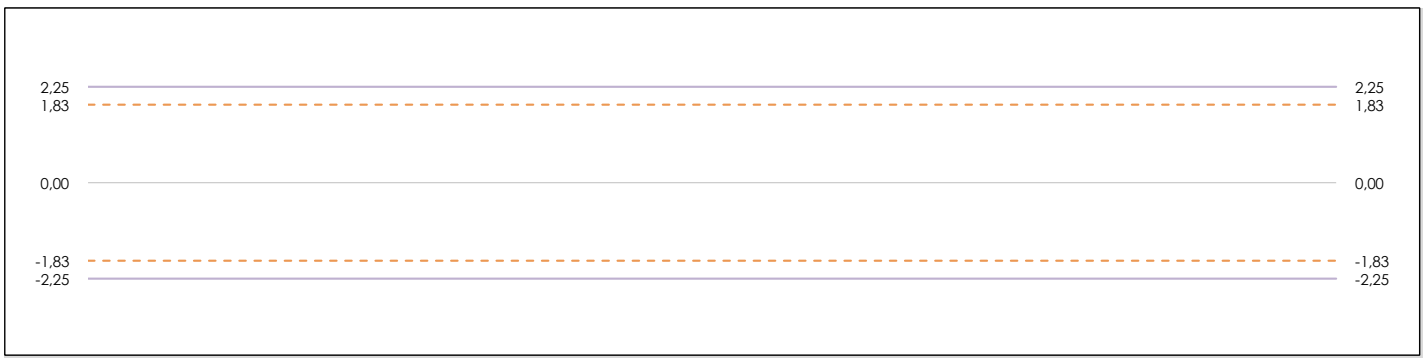
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

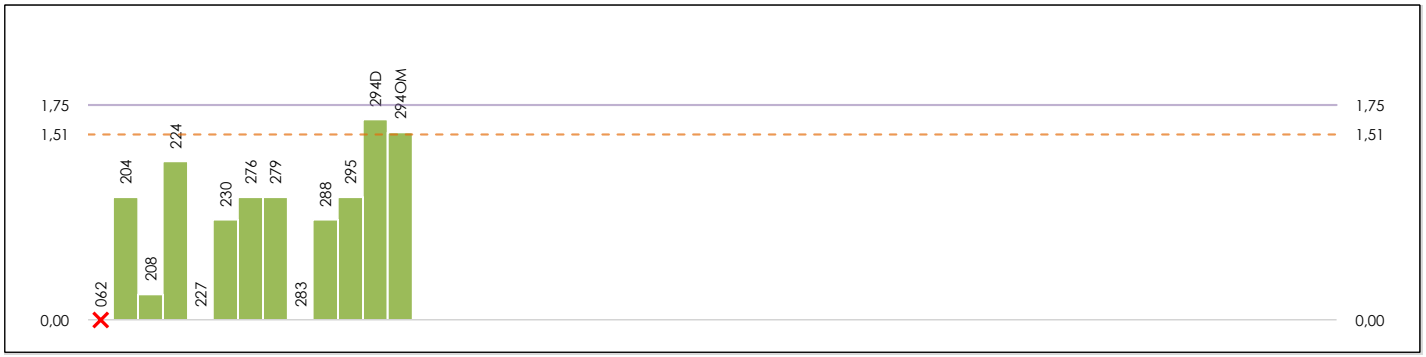
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

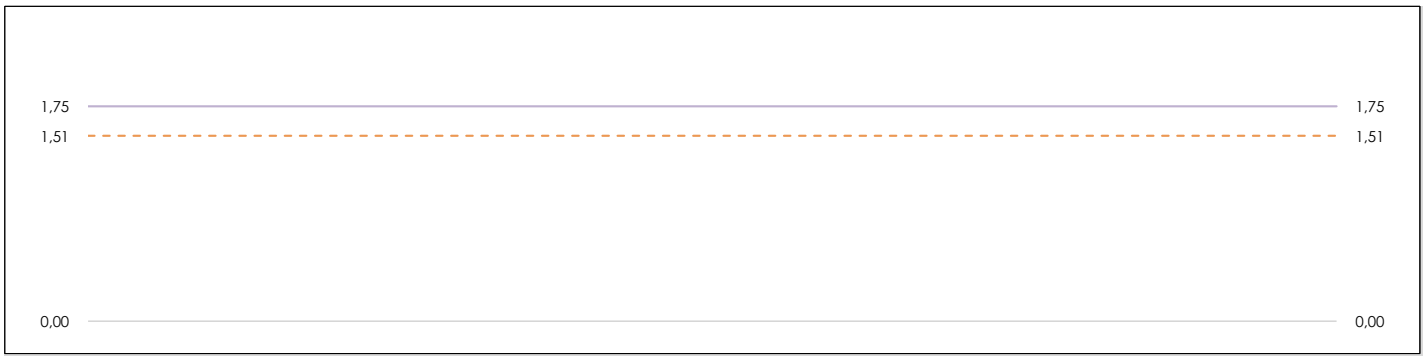
Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de de color rosaceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo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

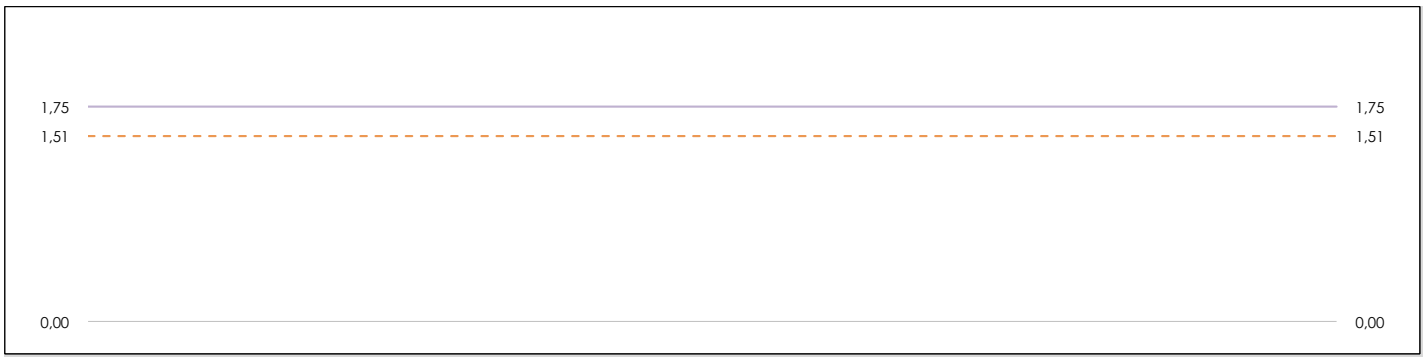
D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

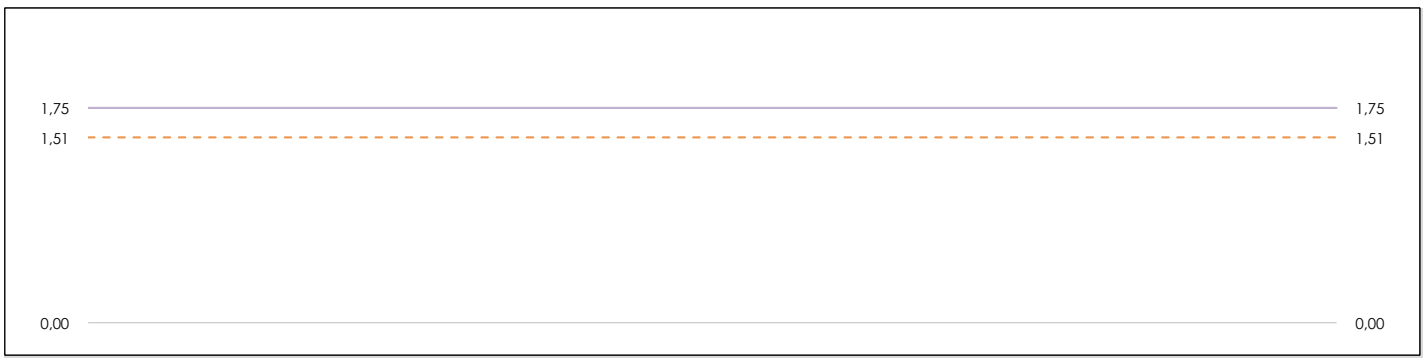
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	32,40	33,200	32,000	34,000	34,700	33,260	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	34,00	35,000	34,000	35,000	35,000	34,600	0,548	3,19	1,17	1,00						✓
208	35,00	34,800	34,900	35,000	35,100	34,960	0,114	4,26	1,56	0,21					0,4509	✓
224	33,00	34,000	34,000	35,000	34,000	34,000	0,707	1,40	0,51	1,29						✓
227	33,00	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	0,000	-1,58	-0,58	0,00						✓
230	33,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,800	0,447	-2,18	-0,80	0,82						✓
276	33,00	34,000	34,000	34,000	33,000	33,600	0,548	0,21	0,08	1,00						✓
279	32,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,600	0,548	-2,77	-1,02	1,00				0,7208		✓
283	35,00	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	0,000	4,38	1,61	0,00			1,608		0,4509	✓
288	33,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,800	0,447	-2,18	-0,80	0,82						✓
295	33,00	34,000	33,000	33,000	34,000	33,400	0,548	-0,39	-0,14	1,00						✓
294D	32,00	31,000	33,000	33,000	33,000	32,400	0,894	-3,37	-1,24	1,63*	0,221	1,236		0,7208		✓
294OM	33,00	32,000	34,000	33,000	34,000	33,200	0,837	-0,98	-0,36	1,52*	0,221					✓

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

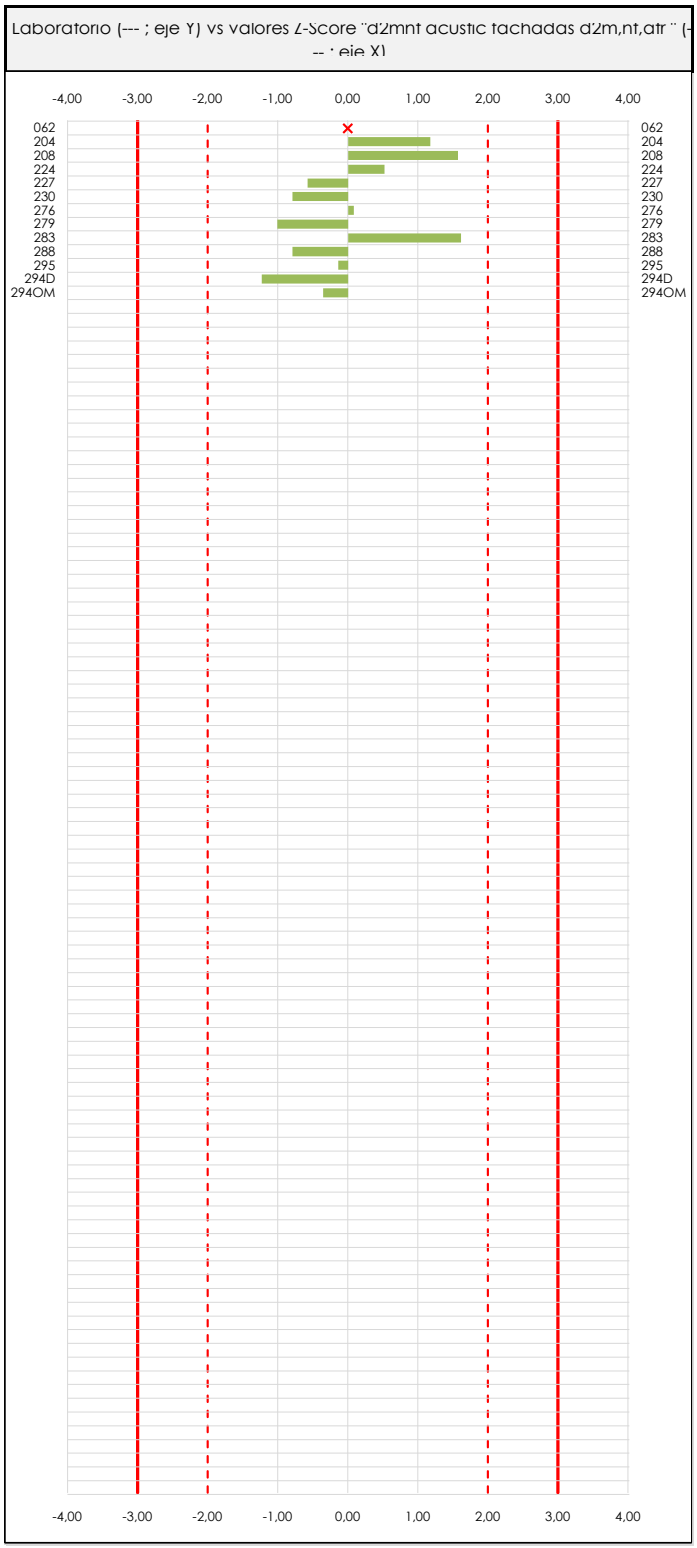
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

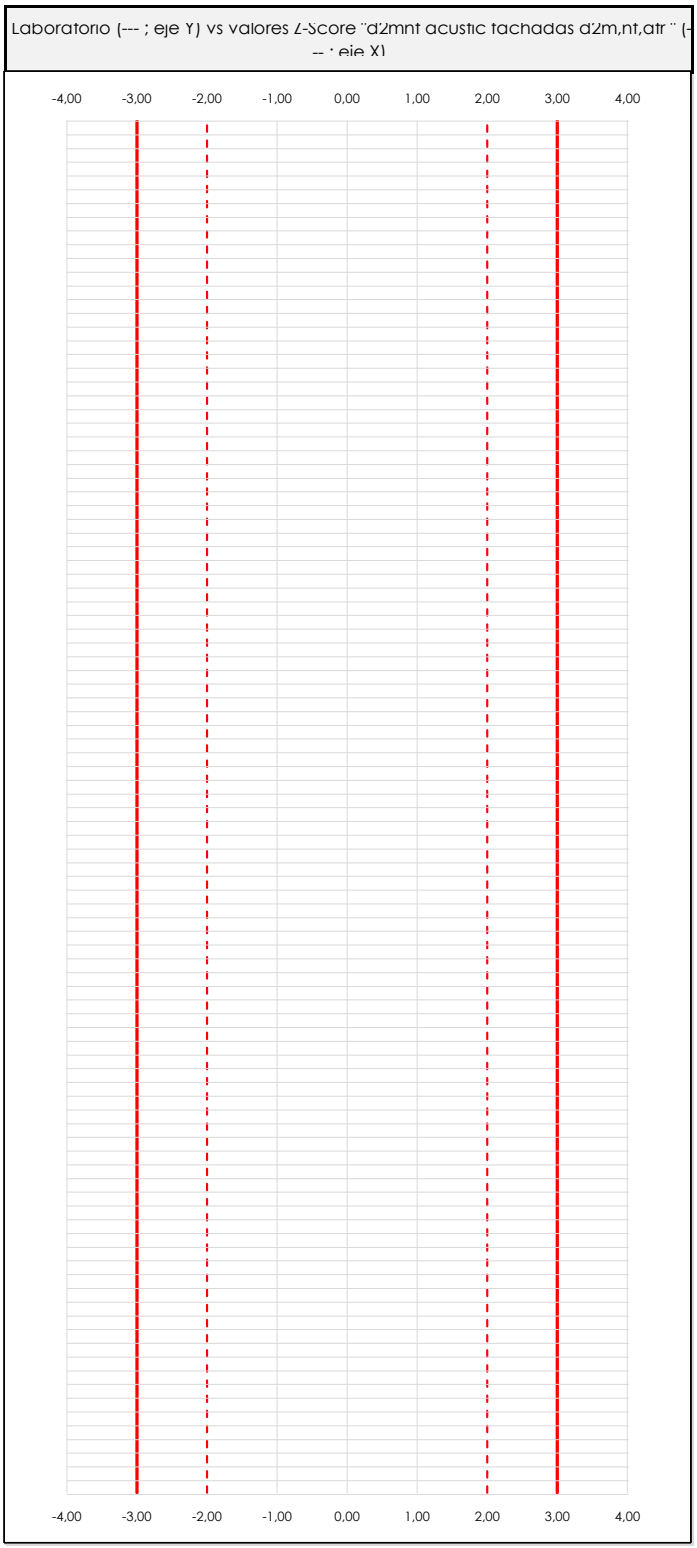
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

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.

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	32,40	33,20	32,00	34,00	34,70	33,26	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	34,00	35,00	34,00	35,00	35,00	34,60	0,548	3,19	✓	✓	✓			1,171	S
208	35,00	34,80	34,90	35,00	35,10	34,96	0,114	4,26	✓	✓	✓			1,564	S
224	33,00	34,00	34,00	35,00	34,00	34,00	0,707	1,40	✓	✓	✓			0,514	S
227	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	0,000	-1,58	✓	✓	✓			-0,580	S
230	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,18	✓	✓	✓			-0,799	S
276	33,00	34,00	34,00	34,00	33,00	33,60	0,548	0,21	✓	✓	✓			0,077	S
279	32,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,60	0,548	-2,77	✓	✓	✓			-1,017	S
283	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,000	4,38	✓	✓	✓			1,608	S
288	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,18	✓	✓	✓			-0,799	S
295	33,00	34,00	33,00	33,00	34,00	33,40	0,548	-0,39	✓	✓	✓			-0,142	S
294D	32,00	31,00	33,00	33,00	33,00	32,40	0,894	-3,37	✓	✓	✓			-1,236	S
294OM	33,00	32,00	34,00	33,00	34,00	33,20	0,837	-0,98	✓	✓	✓			-0,361	S

NOTAS:

[01] "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

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

[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadistico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas d2m,nt,atr (DBA)

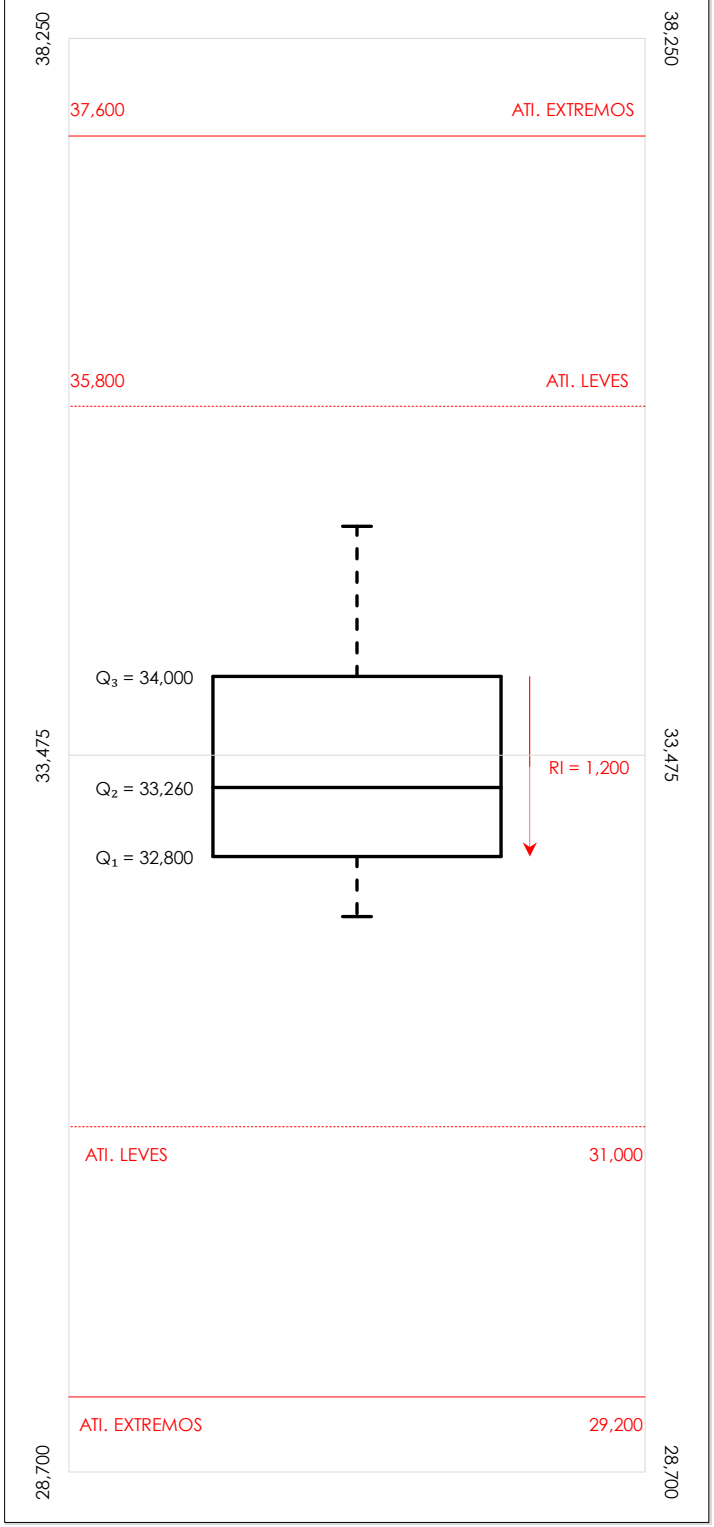
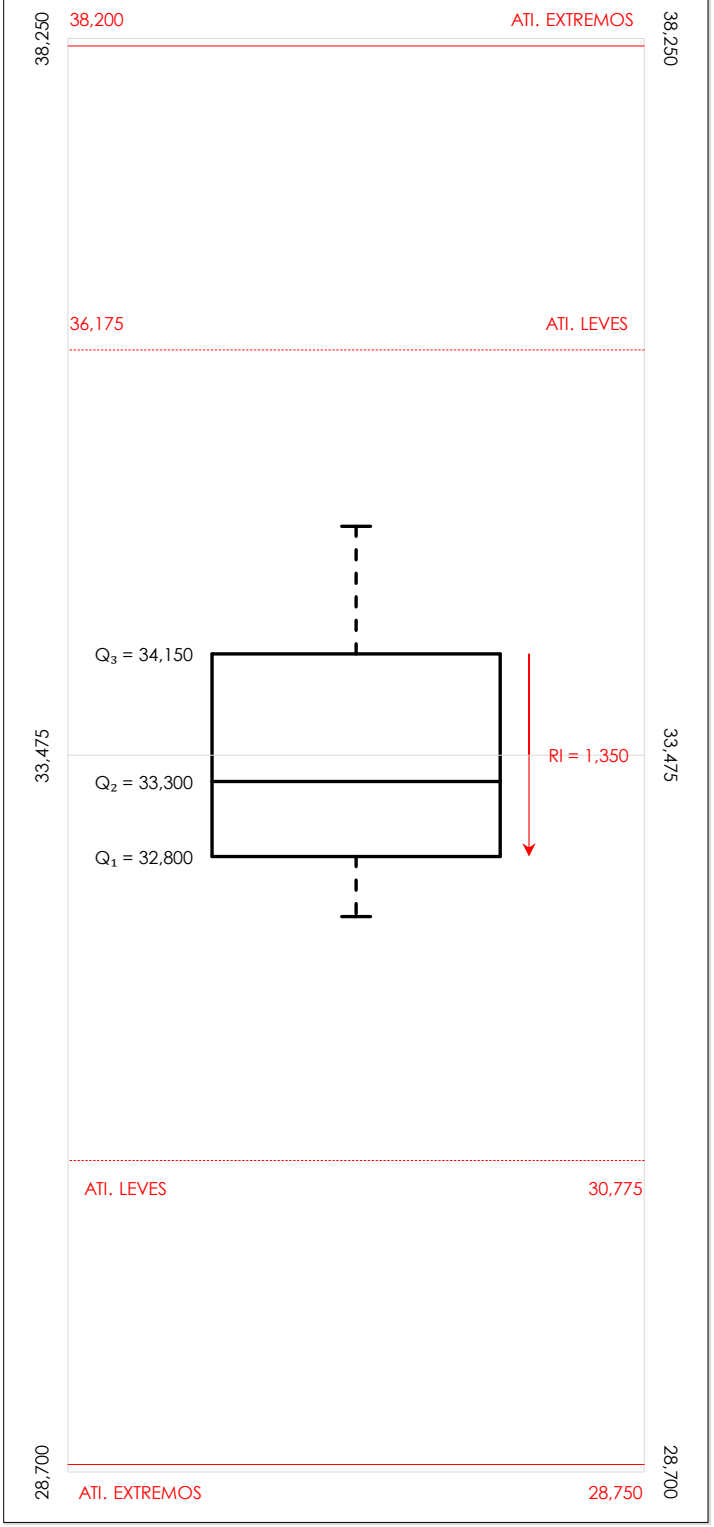


Diagrama Box-Plot post-estadistico. Eje Y: d2mnt acustic fachadas d2m,nt,atr (DBA)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR (DBA)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2MNT ACUSTIC FACHADAS D2M,NT,ATR ", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 0 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 -1 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; DBA)	35,00	35,00	35,00	35,00	35,10	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,10	35,00
Valor Mínimo (min ; DBA)	32,00	31,00	32,00	33,00	33,00	32,40	32,00	31,00	33,00	33,00	33,00	32,40
Valor Promedio (M ; DBA	33,18	33,23	33,53	33,77	33,83	33,51	33,25	33,23	33,66	33,75	33,76	33,53
Desviación Típica(SDL ;DBA)	0,95	1,34	0,86	0,93	0,88	0,88	0,97	1,40	0,76	0,97	0,88	0,91
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03
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	0,373	1,693	0,697	1,070	2,867		0,301	1,521	0,775	1,076	2,876	
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	1,75	0,322	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,51	0,271	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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 MATERIALES

D2M,NT,W + C (100-5000)

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2m,nt,w + c (100-5000)", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

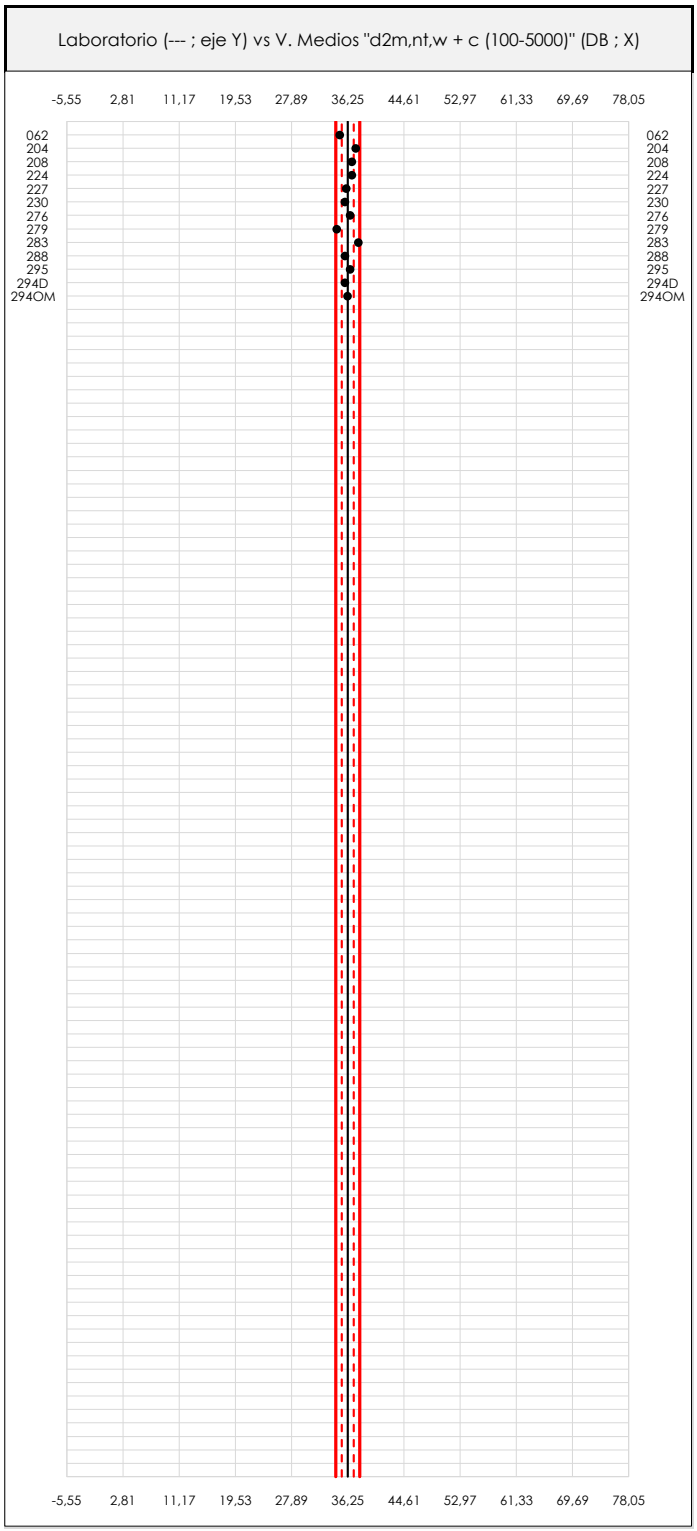
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

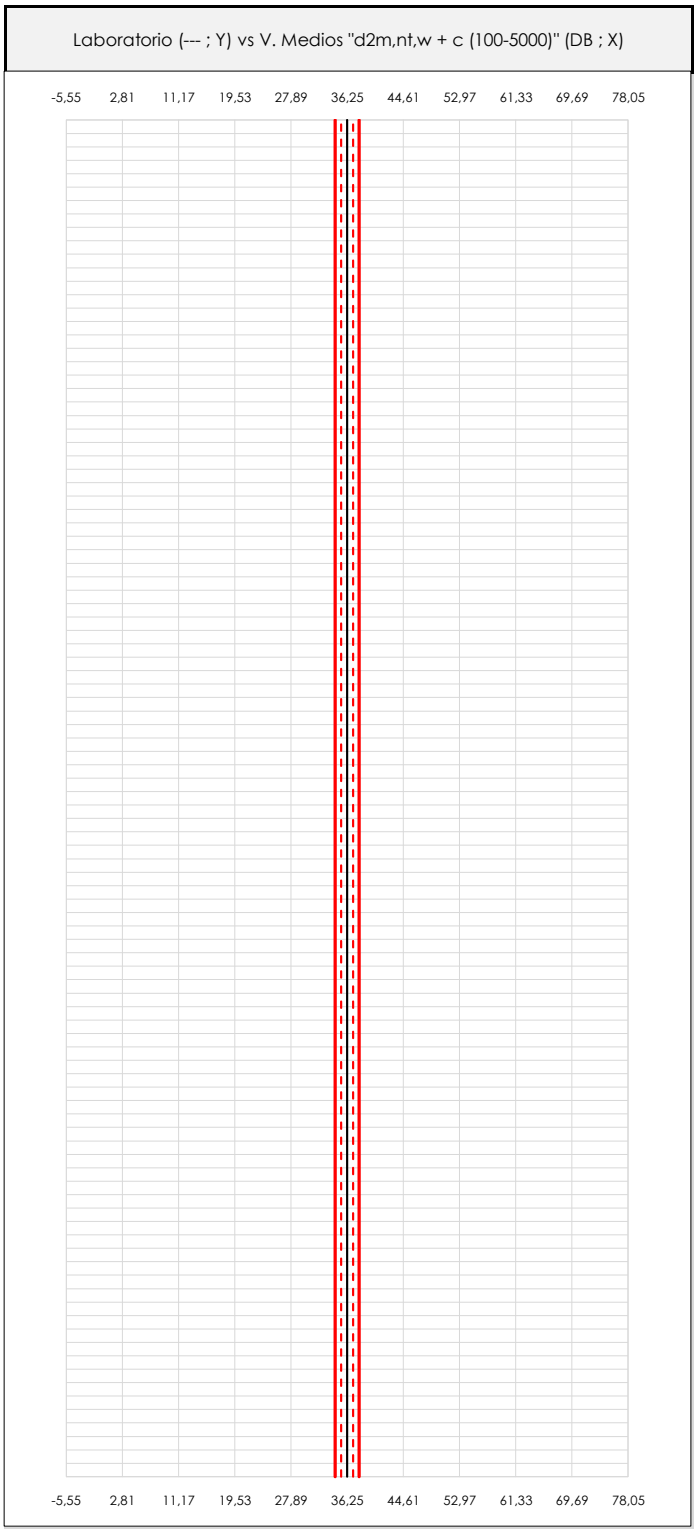
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

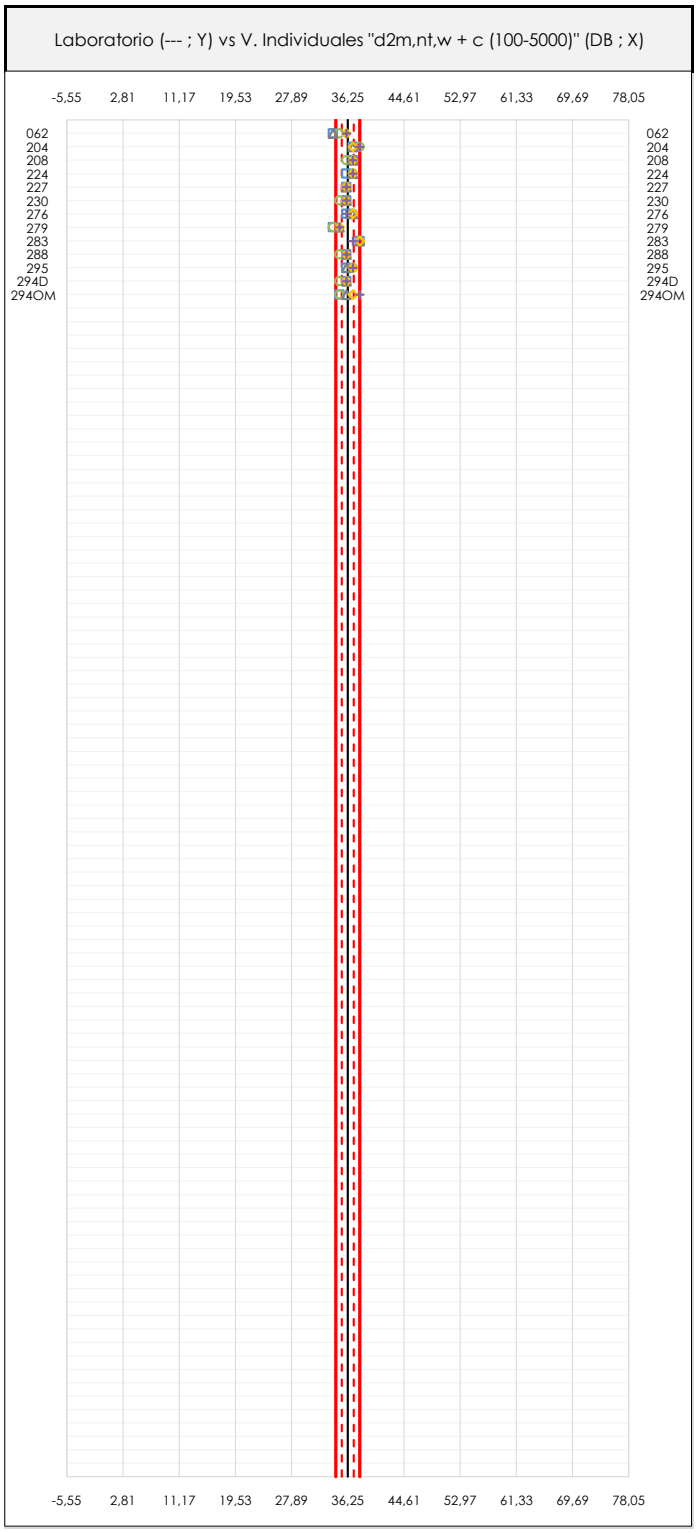
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,25 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,14/35,35 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,03/34,46 ; líneas rojas de trazo continuo).

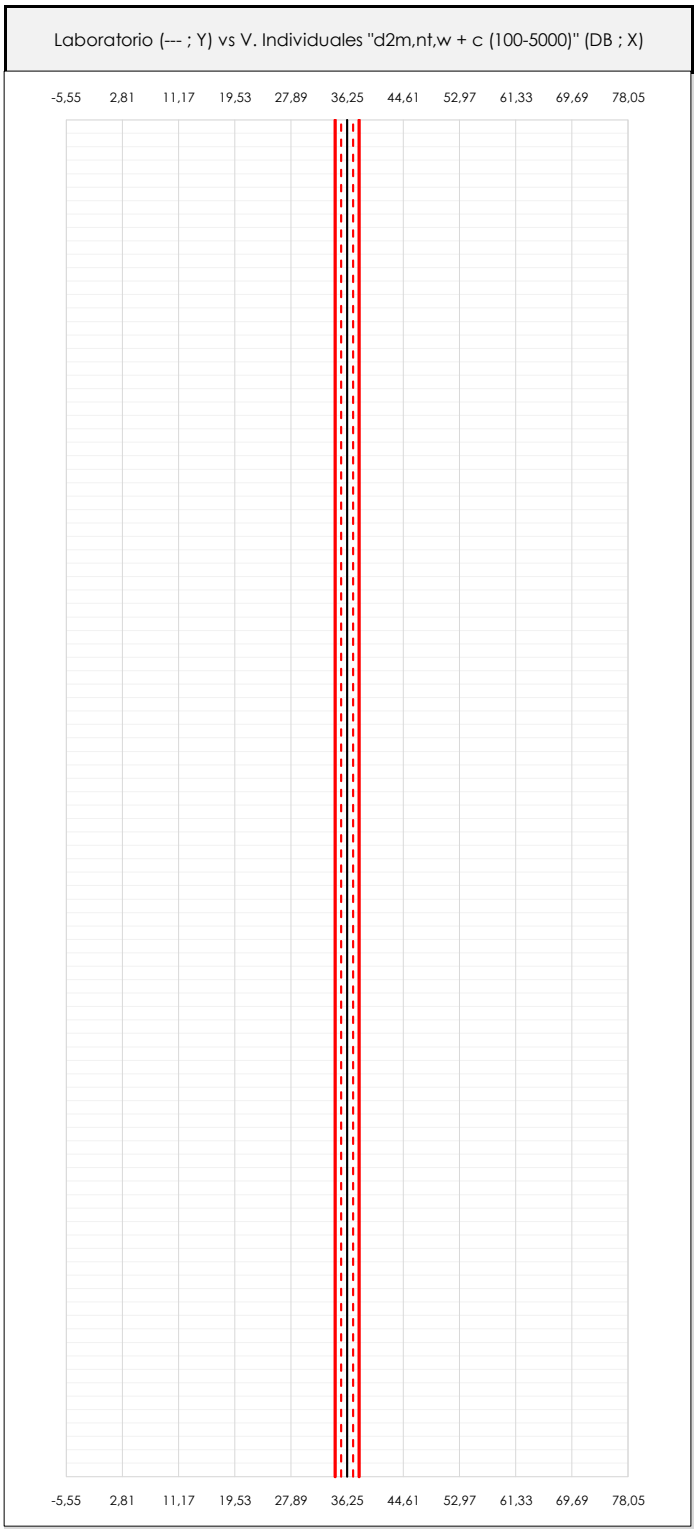
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,25 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,14/35,35 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,03/34,46 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	34,00	35,00	34,00	36,00	36,00	35,00	1,000	-3,44	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	37,00	38,00	37,00	37,00	38,00	37,40	0,548	3,18	✓	
208	37,00	36,00	37,00	37,00	37,00	36,80	0,447	1,53	✓	
224	36,00	37,00	37,00	37,00	37,00	36,80	0,447	1,53	✓	
227	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	0,000	-0,68	✓	
230	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80	0,447	-1,23	✓	
276	36,00	37,00	37,00	37,00	36,00	36,60	0,548	0,98	✓	
279	34,00	34,00	35,00	35,00	35,00	34,60	0,548	-4,54	✓	
283	38,00	38,00	38,00	38,00	37,00	37,80	0,447	4,29	✓	
288	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80	0,447	-1,23	✓	
295	36,00	37,00	36,00	37,00	37,00	36,60	0,548	0,98	✓	
294D	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80	0,447	-1,23	✓	
294OM	35,00	35,00	36,00	37,00	38,00	36,20	1,304	-0,13	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

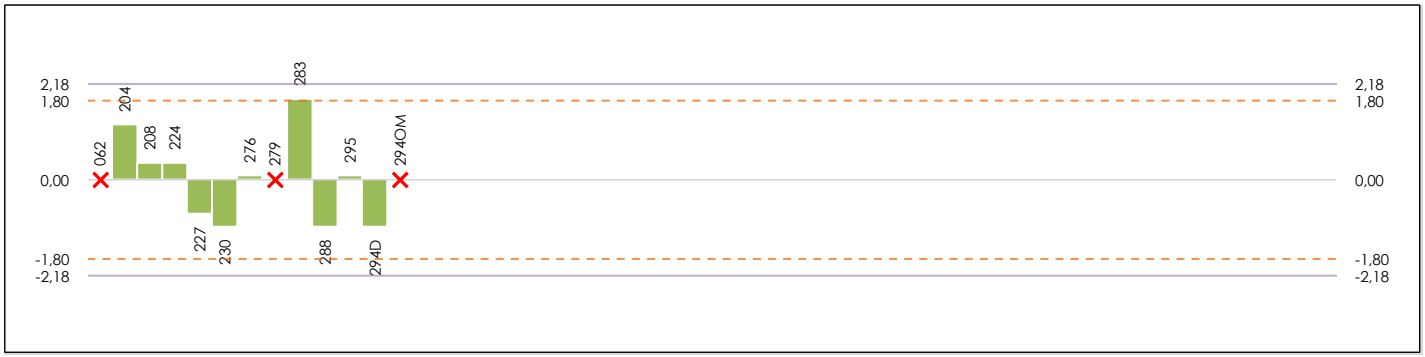
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

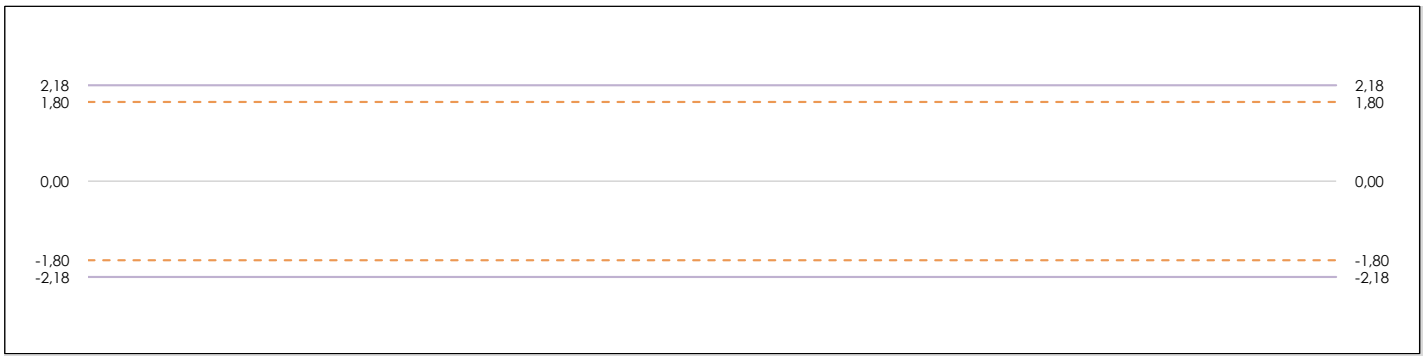
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

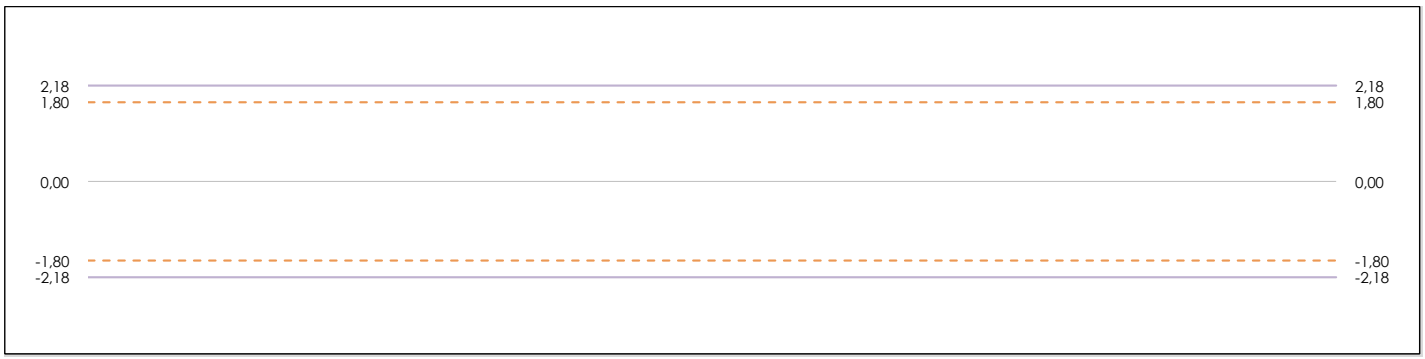
D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

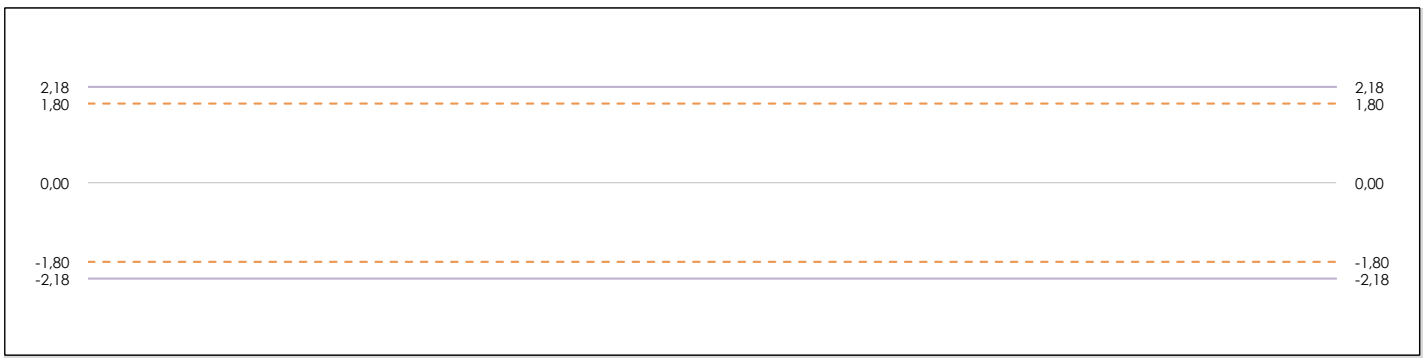
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

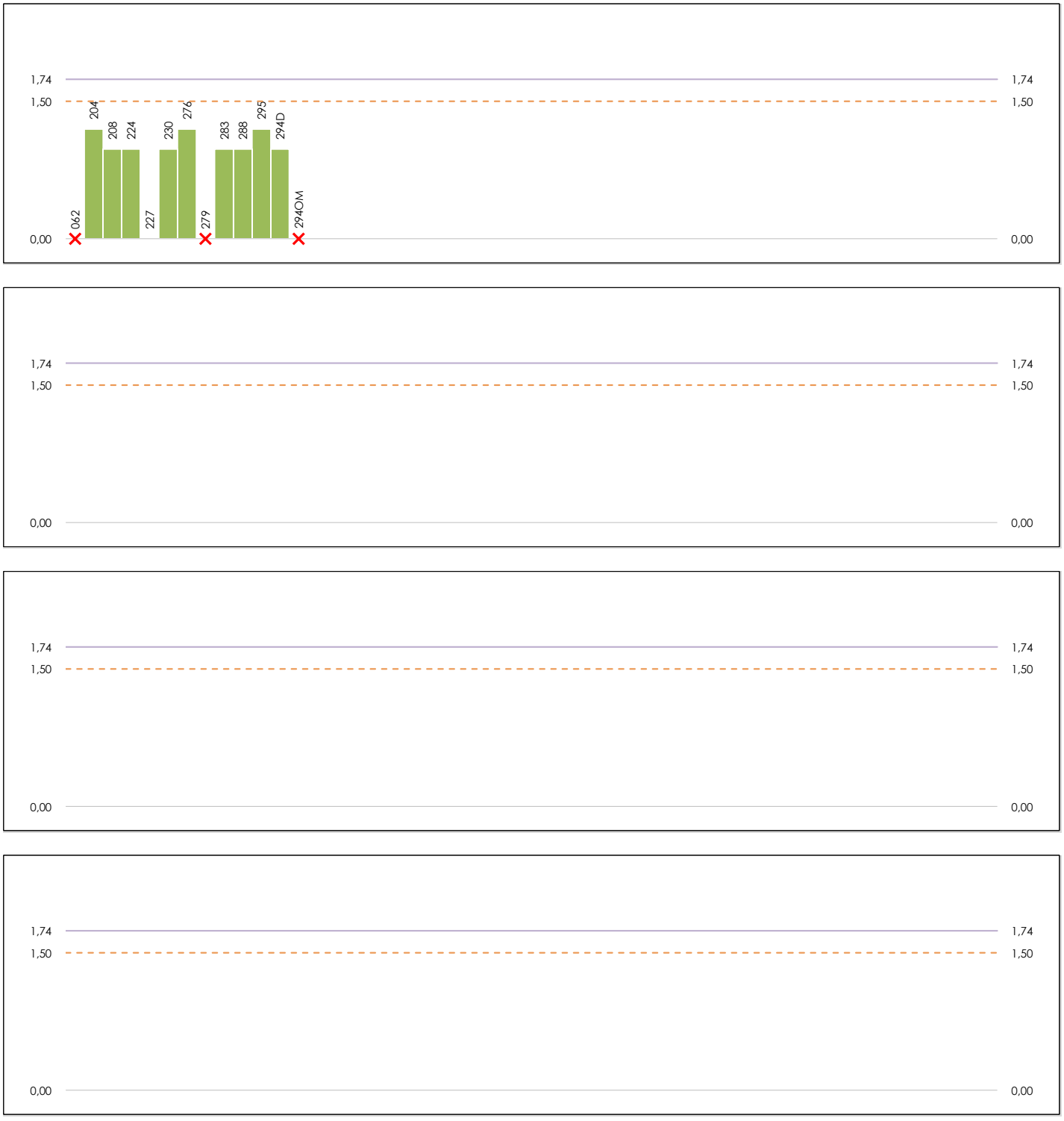
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

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.

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	34,00	35,000	34,000	36,000	36,000	35,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	37,00	38,000	37,000	37,000	38,000	37,400	0,548	2,35	1,23	1,20					0,3440	✓
208	37,00	36,000	37,000	37,000	37,000	36,800	0,447	0,71	0,37	0,98						✓
224	36,00	37,000	37,000	37,000	37,000	36,800	0,447	0,71	0,37	0,98						✓
227	36,00	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	0,000	-1,48	-0,77	0,00						✓
230	36,00	35,000	36,000	36,000	36,000	35,800	0,447	-2,03	-1,06	0,98		1,058		0,6891		✓
276	36,00	37,000	37,000	37,000	36,000	36,600	0,548	0,16	0,09	1,20						✓
279	34,00	34,000	35,000	35,000	35,000	34,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
283	38,00	38,000	38,000	38,000	37,000	37,800	0,447	3,45	1,80*	0,98	0,143		1,801		0,3440	✓
288	36,00	35,000	36,000	36,000	36,000	35,800	0,447	-2,03	-1,06	0,98		1,058		0,6891		✓
295	36,00	37,000	36,000	37,000	37,000	36,600	0,548	0,16	0,09	1,20						✓
294D	36,00	35,000	36,000	36,000	36,000	35,800	0,447	-2,03	-1,06	0,98		1,058		0,6891		✓
294OM	35,00	35,000	36,000	37,000	38,000	36,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

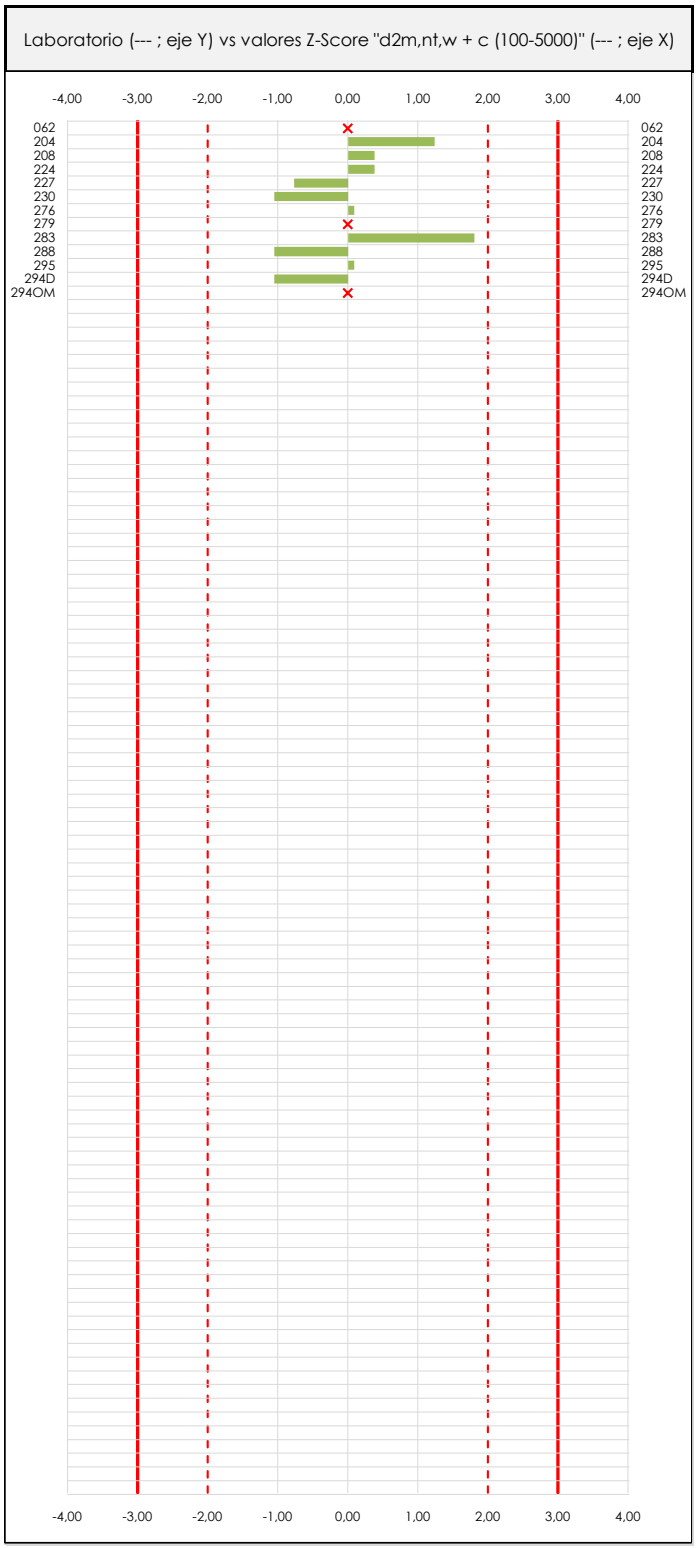
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

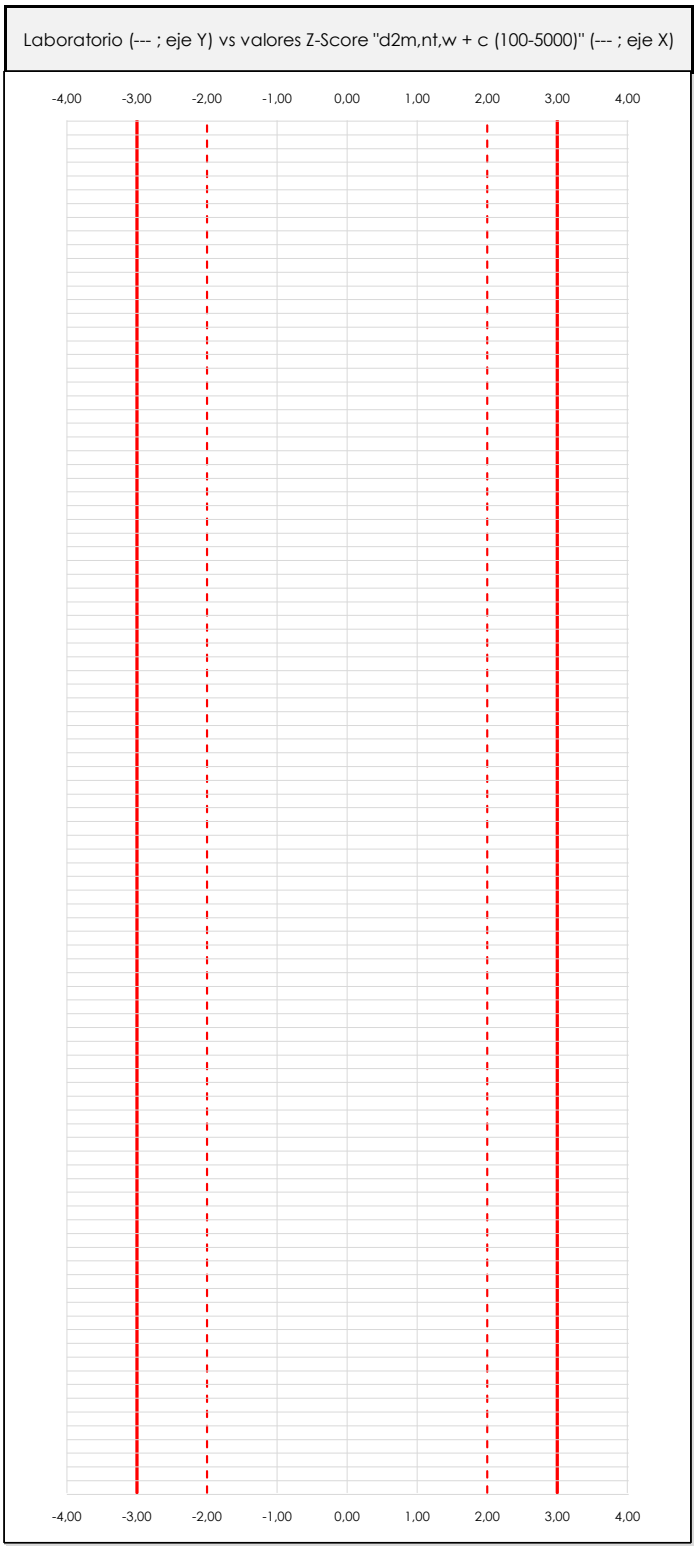
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

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.

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	34,00	35,00	34,00	36,00	36,00	35,00	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	37,00	38,00	37,00	37,00	38,00	37,40	0,548	2,35	✓	✓	✓			1,229	S
208	37,00	36,00	37,00	37,00	37,00	36,80	0,447	0,71	✓	✓	✓			0,372	S
224	36,00	37,00	37,00	37,00	37,00	36,80	0,447	0,71	✓	✓	✓			0,372	S
227	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	0,000	-1,48	✓	✓	✓			-0,772	S
230	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80	0,447	-2,03	✓	✓	✓			-1,058	S
276	36,00	37,00	37,00	37,00	36,00	36,60	0,548	0,16	✓	✓	✓			0,086	S
279	34,00	34,00	35,00	35,00	35,00	34,60	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
283	38,00	38,00	38,00	38,00	37,00	37,80	0,447	3,45	✓	✓	✓			1,801	S
288	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80	0,447	-2,03	✓	✓	✓			-1,058	S
295	36,00	37,00	36,00	37,00	37,00	36,60	0,548	0,16	✓	✓	✓			0,086	S
294D	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80	0,447	-2,03	✓	✓	✓			-1,058	S
294OM	35,00	35,00	36,00	37,00	38,00	36,20	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2m,nt,w + c (100-5000) (DB)

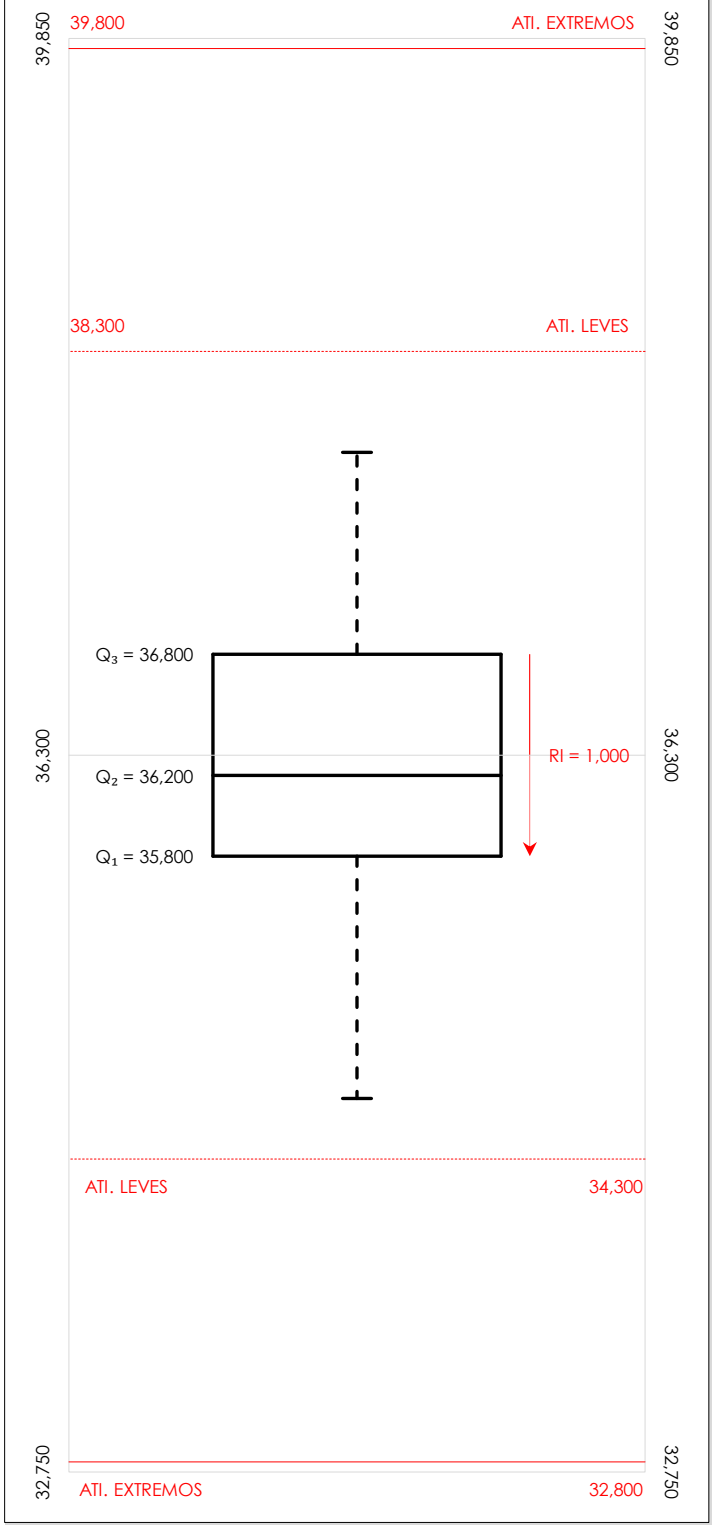
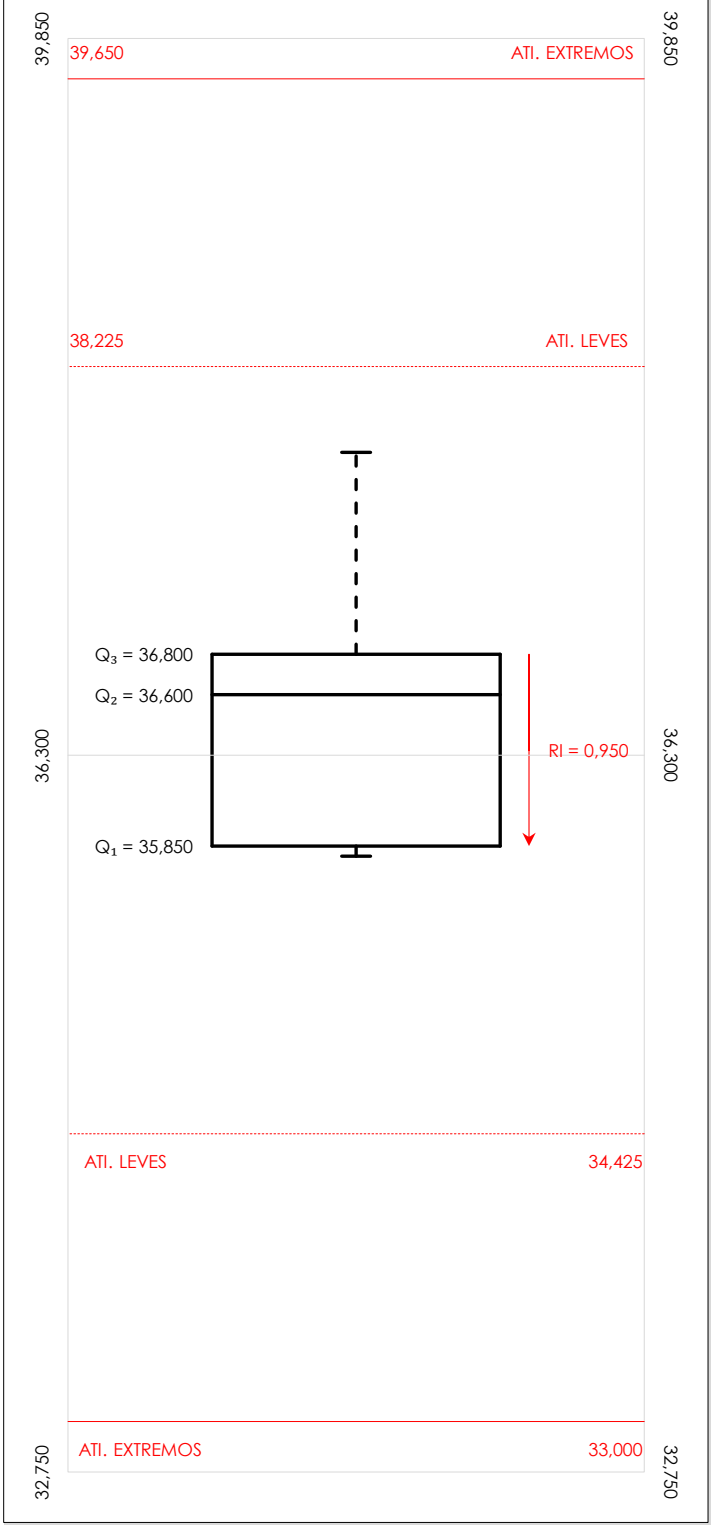


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2m,nt,w + c (100-5000) (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2M,NT,W + C (100-5000) (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2M,NT,W + C (100-5000)", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 1 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 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; %)	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	37,80	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	37,80
Valor Mínimo (min ; %)	34,00	34,00	34,00	35,00	35,00	34,60	36,00	35,00	36,00	36,00	36,00	35,80
Valor Promedio (M ; %)	35,92	36,00	36,23	36,54	36,54	36,25	36,40	36,40	36,60	36,70	36,60	36,54
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,12	1,29	1,01	0,78	0,88	0,89	0,70	1,17	0,70	0,67	0,70	0,70
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02
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	0,392	1,736	0,716	1,108	2,918		0,210	1,270	0,447	0,657	2,247	
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%	2,18	1,74	0,322	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,271	2,290	0,1864	1,80	1,50	0,331	2,290	0,1864

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 10 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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 MATERIALES

D2M,NT,W + CTR (100-5000)

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Introducción

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "d2m,nt,w + ctr (100-5000)", 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 (✗) 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 (✗) 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 algúno 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.

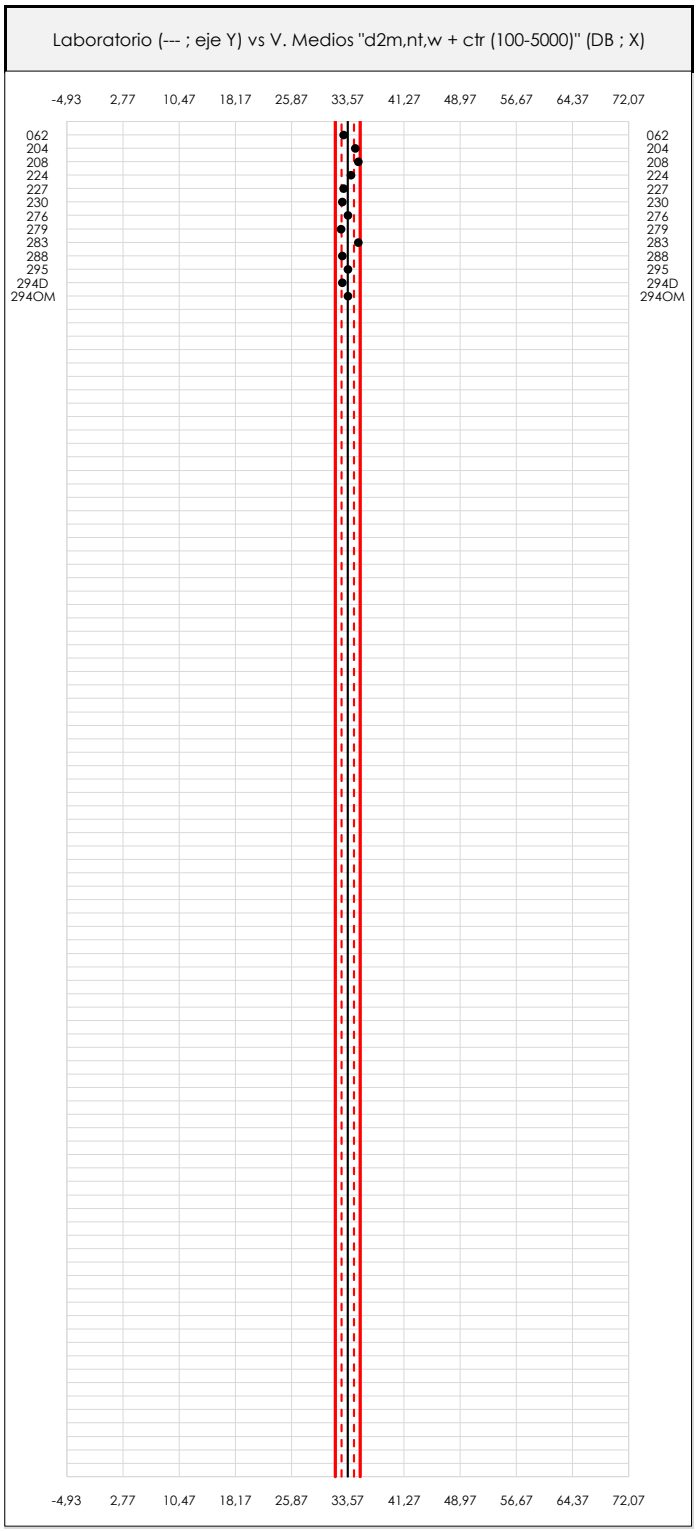
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

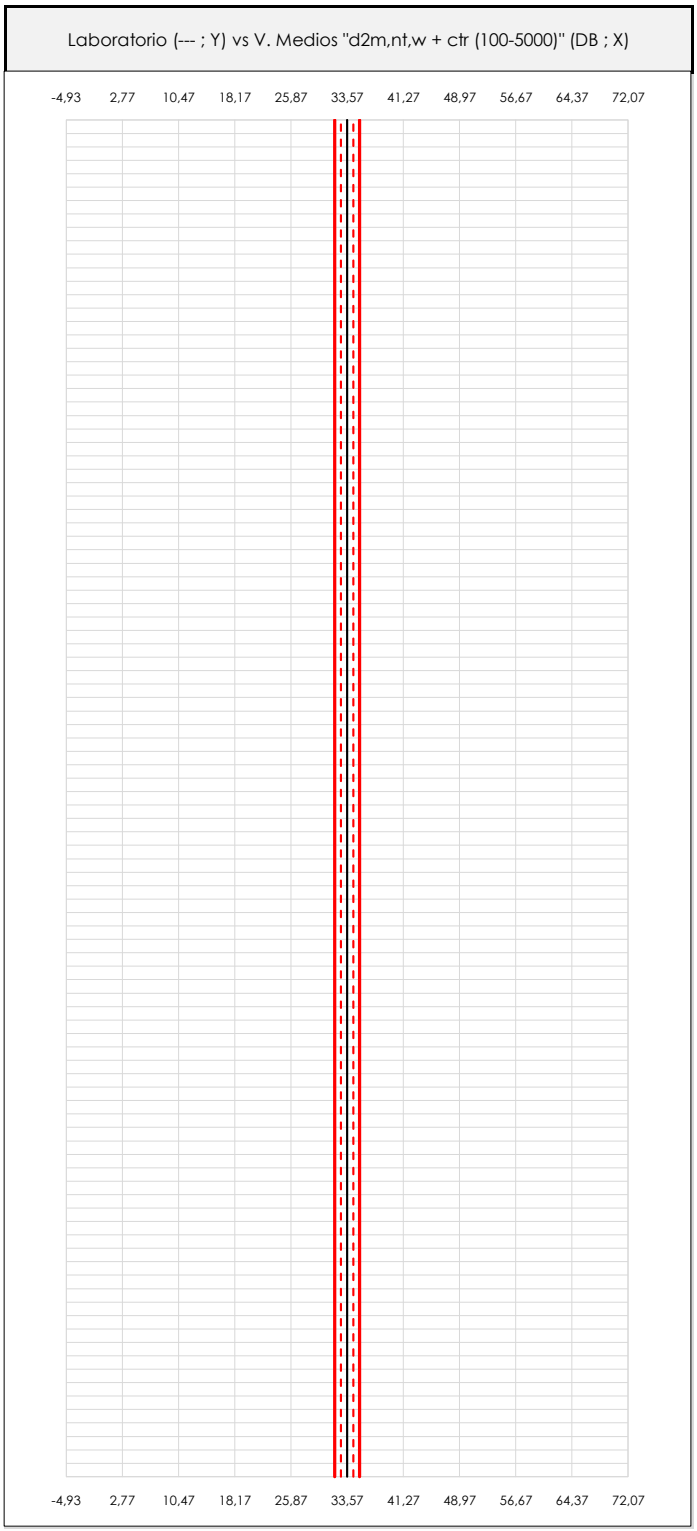
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios





ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

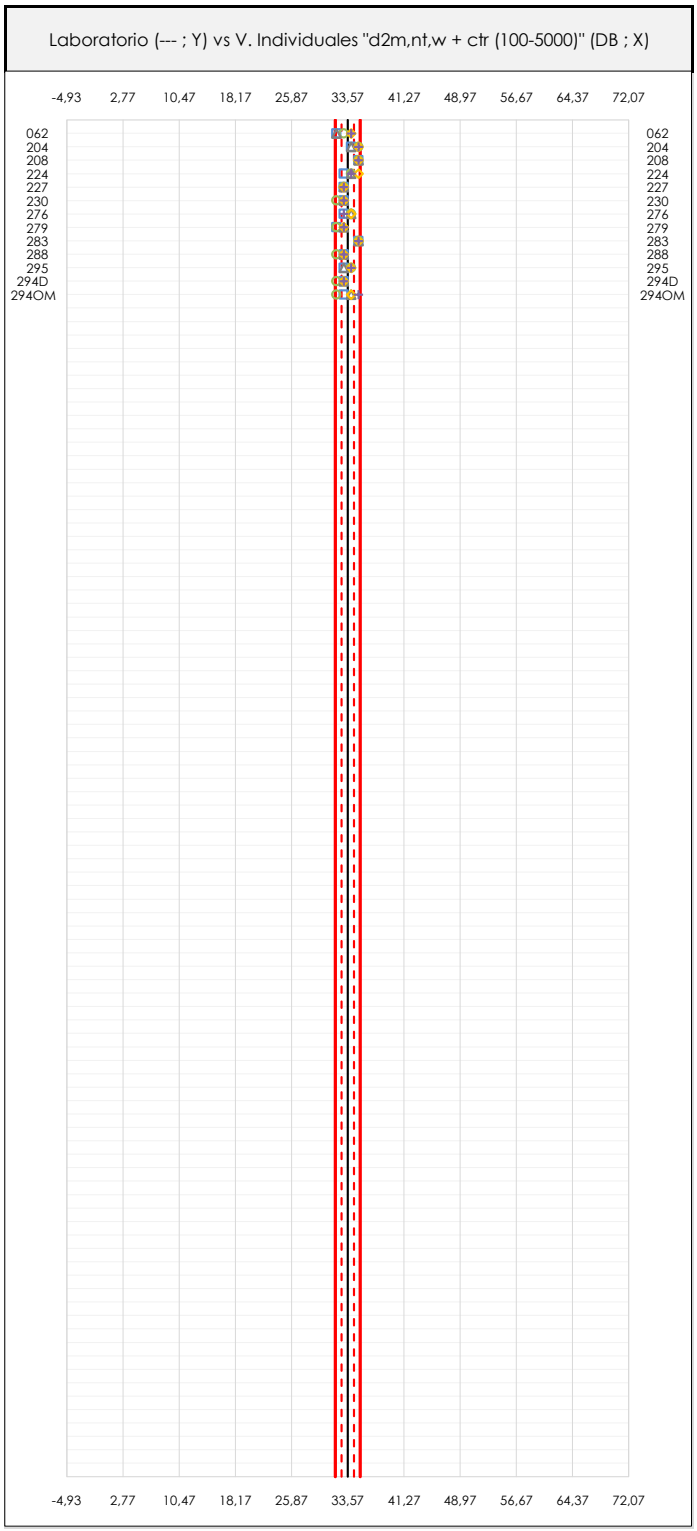
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,57 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,42/32,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,27/31,87 ; líneas rojas de trazo continuo).

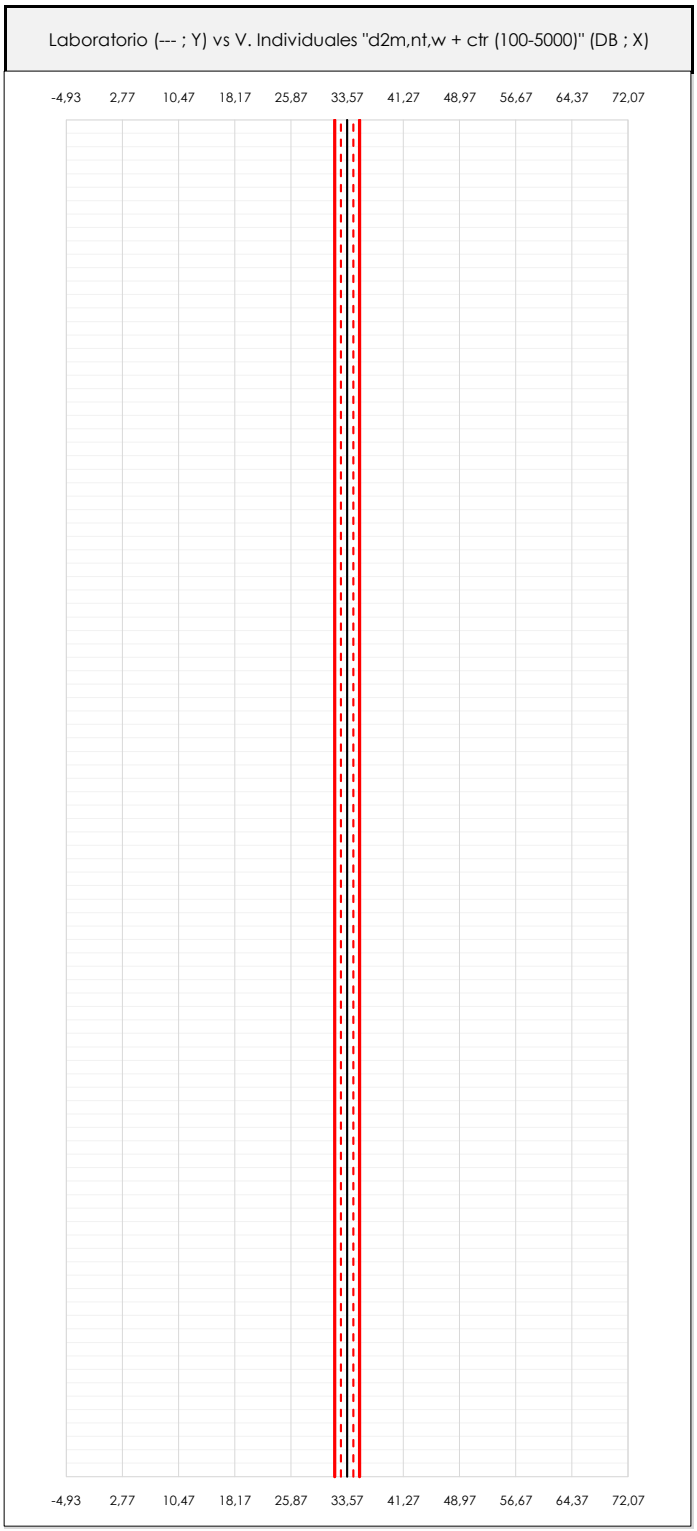
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales





ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,57 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (34,42/32,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (35,27/31,87 ; 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 ($X_{i\,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{i\,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{i\,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{i\,4}$) con un rombo amarillo.

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Observaciones
62	32,00	33,00	32,00	34,00	34,00	33,00	1,000	-1,70	✗	Desv. Norma: posicionamiento fuente
204	34,00	35,00	34,00	35,00	35,00	34,60	0,548	3,07	✓	
208	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,000	4,26	✓	
224	33,00	34,00	34,00	35,00	34,00	34,00	0,707	1,28	✓	
227	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	0,000	-1,70	✓	
230	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,29	✓	
276	33,00	34,00	34,00	34,00	33,00	33,60	0,548	0,09	✓	
279	32,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,60	0,548	-2,89	✓	
283	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,000	4,26	✓	
288	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,29	✓	
295	33,00	34,00	33,00	34,00	34,00	33,60	0,548	0,09	✓	
294D	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,29	✓	
294OM	33,00	32,00	34,00	34,00	35,00	33,60	1,140	0,09	✓	

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

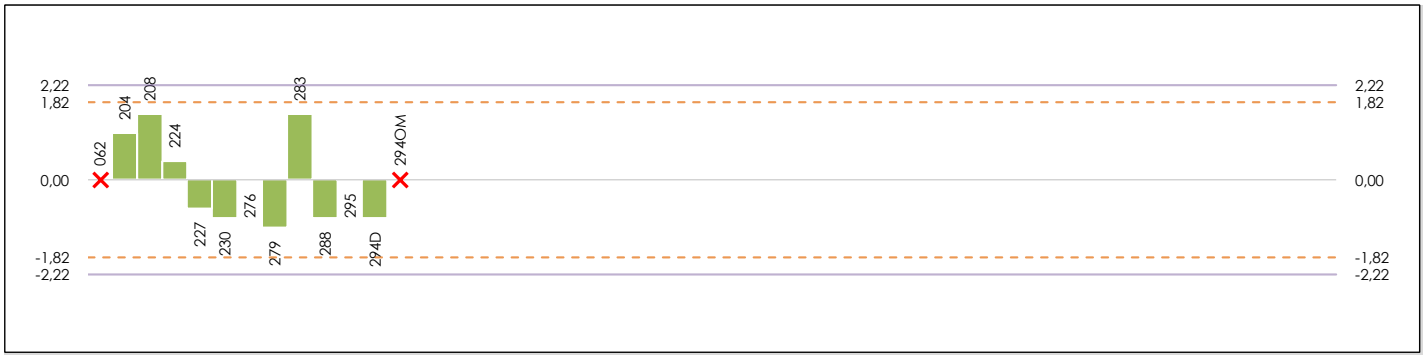
[03] Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (✗) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.

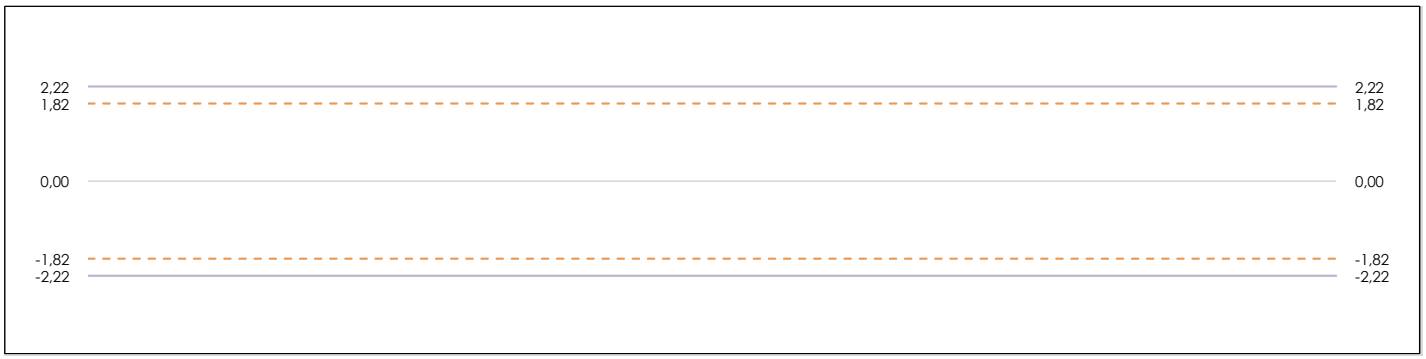
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

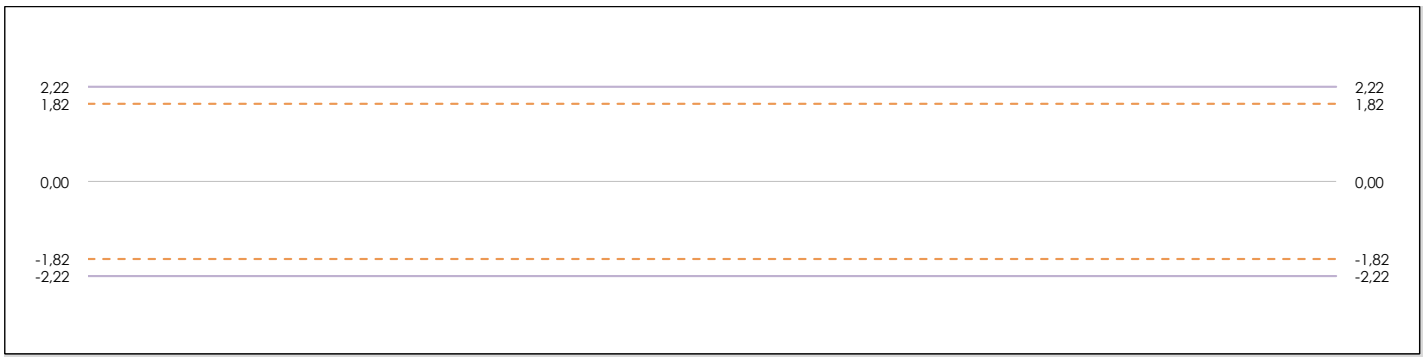
D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

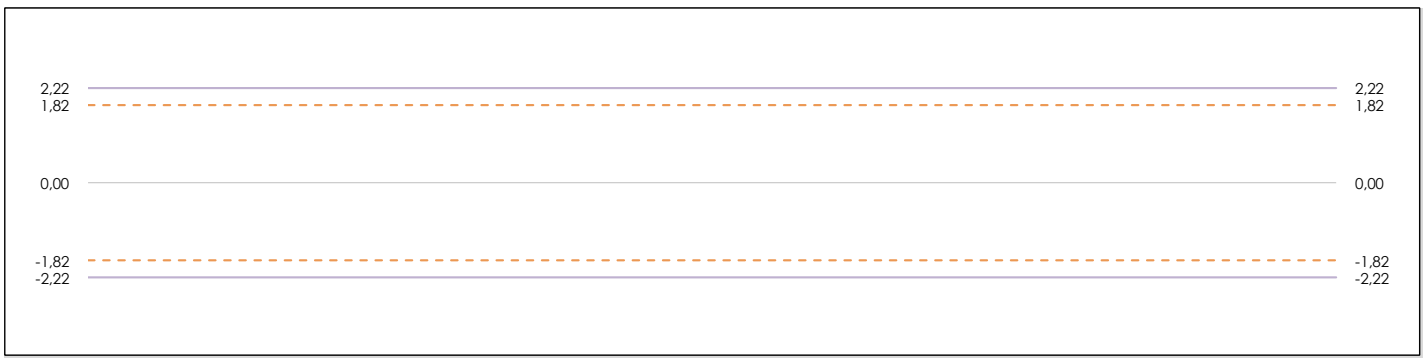
Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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









ANALISIS GRAFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

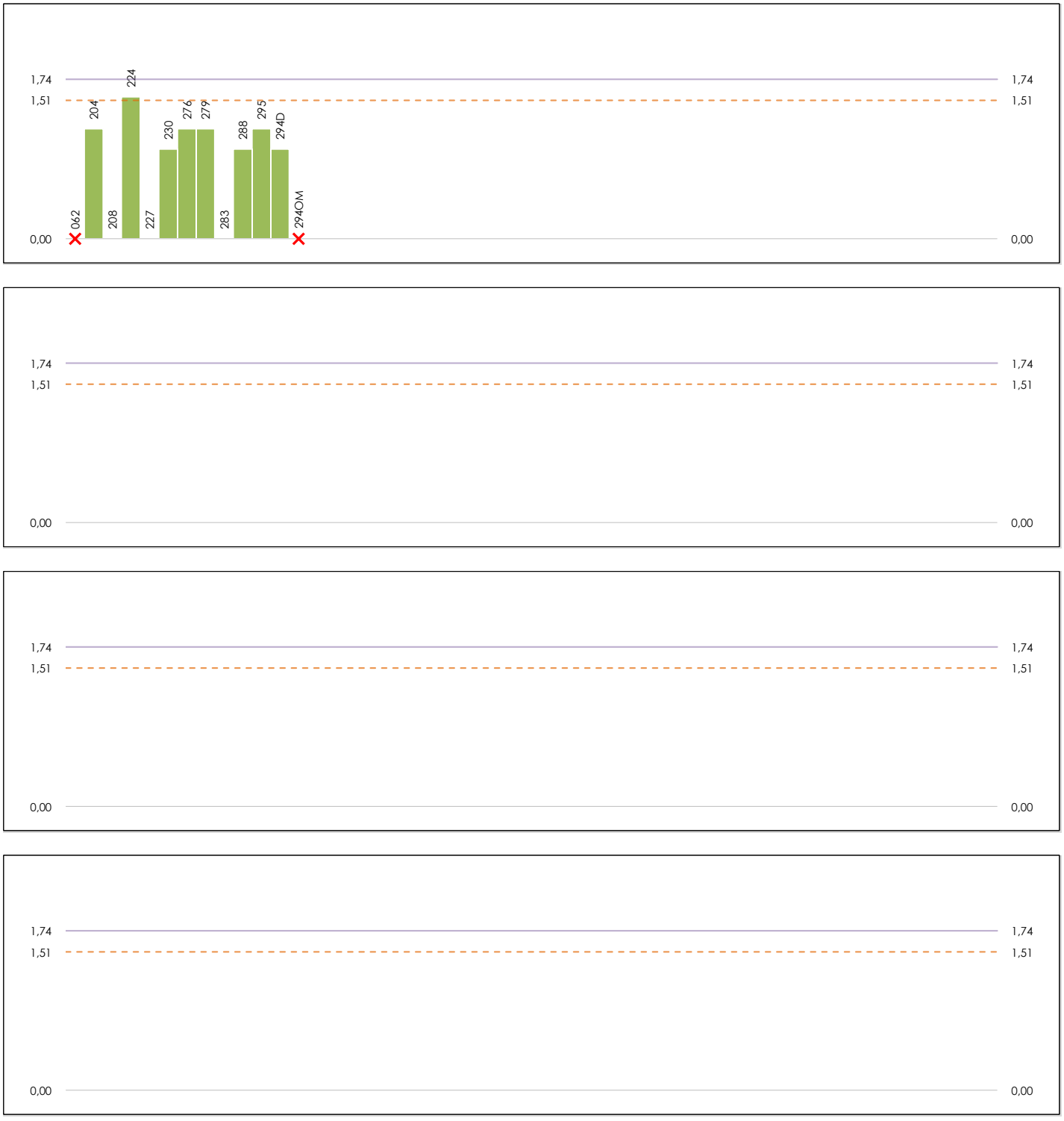
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

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.

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	h_i	k_i	C_i	$G_{Sim\,Inf}$	$G_{Sim\,Sup}$	$G_{Dob\,Inf}$	$G_{Dob\,Sup}$	Pasa B
62	32,00	33,000	32,000	34,000	34,000	33,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
204	34,00	35,000	34,000	35,000	35,000	34,600	0,548	2,92	1,07	1,20						✓
208	35,00	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	0,000	4,11	1,51	0,00			1,512		0,4414	✓
224	33,00	34,000	34,000	35,000	34,000	34,000	0,707	1,14	0,42	1,55*	0,217					✓
227	33,00	33,000	33,000	33,000	33,000	33,000	0,000	-1,84	-0,68	0,00						✓
230	33,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,800	0,447	-2,43	-0,90	0,98				0,7510		✓
276	33,00	34,000	34,000	34,000	33,000	33,600	0,548	-0,05	-0,02	1,20						✓
279	32,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,600	0,548	-3,03	-1,11	1,20		1,114		0,7510		✓
283	35,00	35,000	35,000	35,000	35,000	35,000	0,000	4,11	1,51	0,00			1,512		0,4414	✓
288	33,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,800	0,447	-2,43	-0,90	0,98				0,7510		✓
295	33,00	34,000	33,000	34,000	34,000	33,600	0,548	-0,05	-0,02	1,20						✓
294D	33,00	32,000	33,000	33,000	33,000	32,800	0,447	-2,43	-0,90	0,98				0,7510		✓
294OM	33,00	32,000	34,000	34,000	35,000	33,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética interlaboratorios.

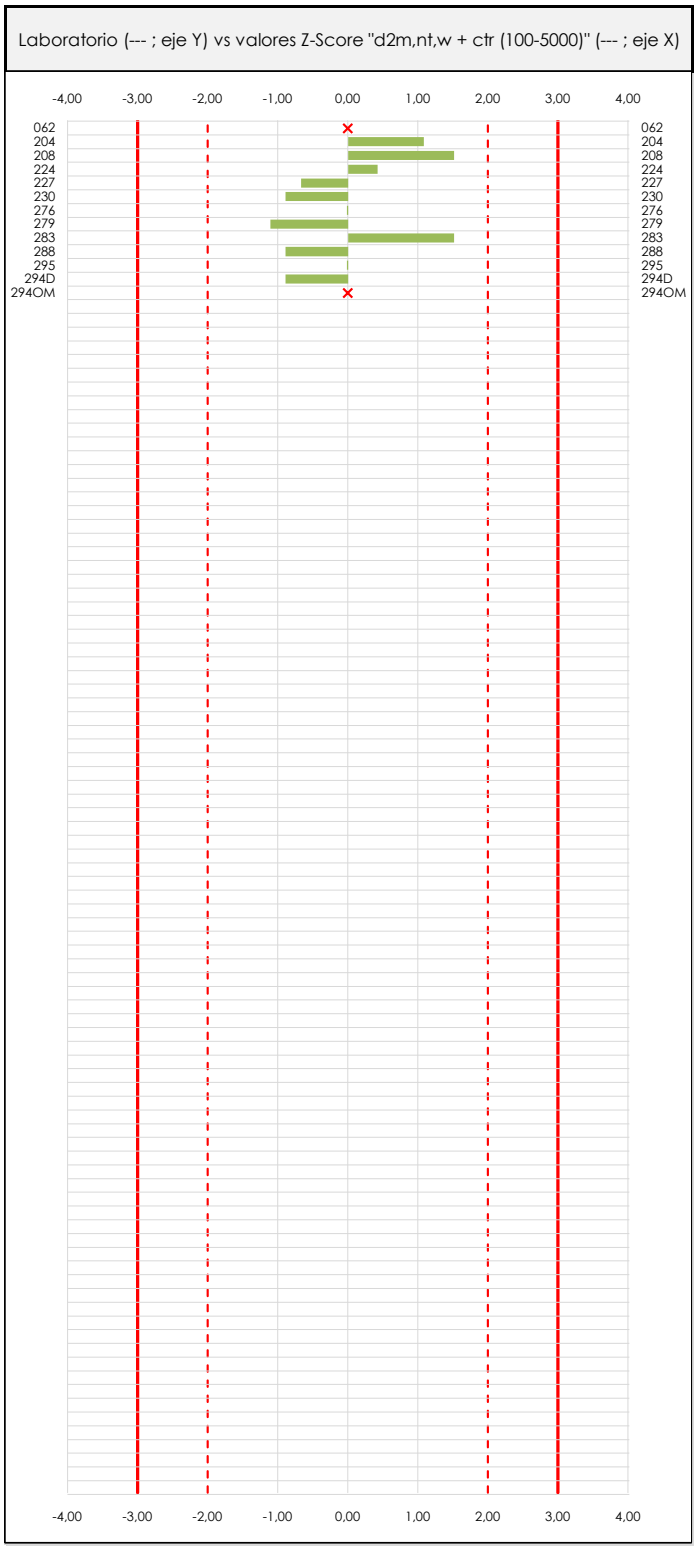
[03] "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

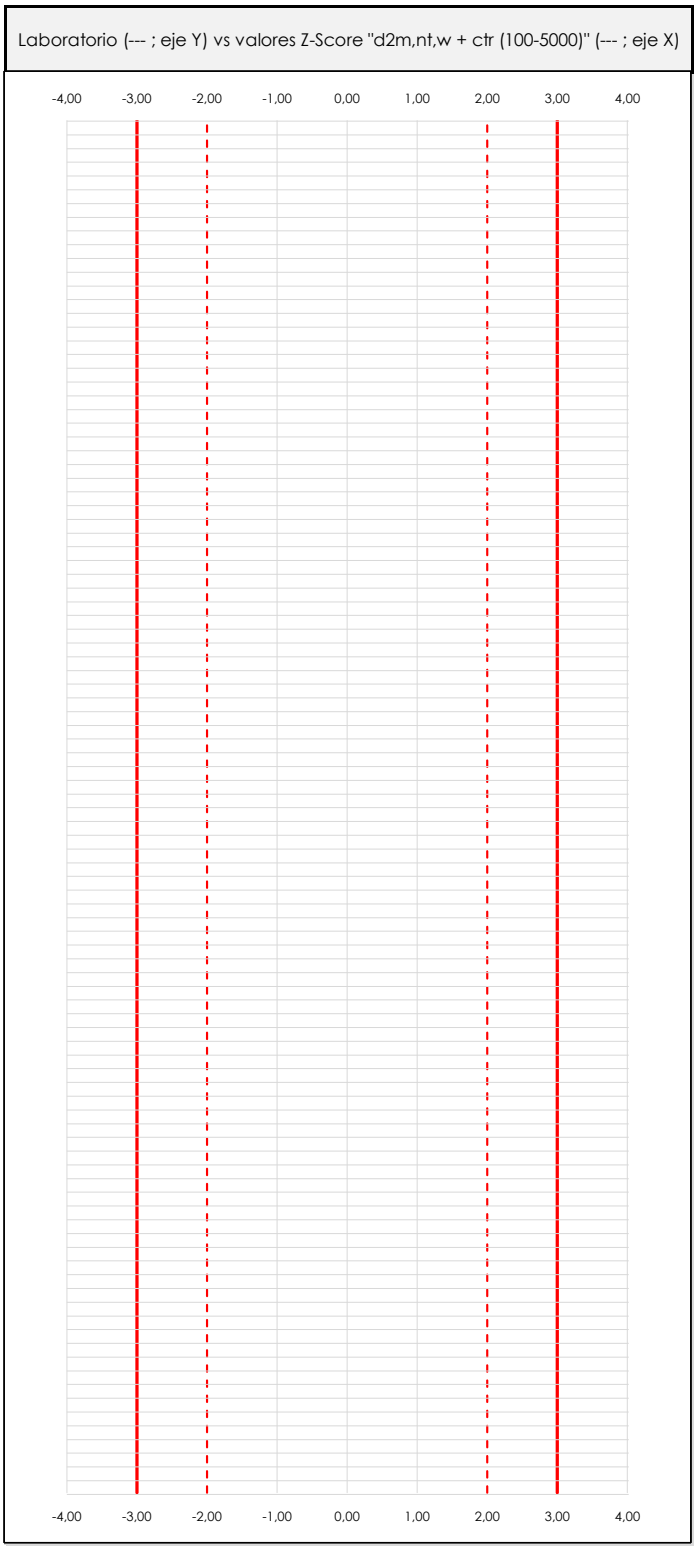
[04] El código colorimétrico empleado para las celdas es: [aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

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.

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i\,1}$	$X_{i\,2}$	$X_{i\,3}$	$X_{i\,4}$	$X_{i\,5}$	$\overline{X}_{i\,arit}$	$S_{L\,i}$	$D_{i\,arit\,\%}$	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
62	32,00	33,00	32,00	34,00	34,00	33,00	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
204	34,00	35,00	34,00	35,00	35,00	34,60	0,548	2,92	✓	✓	✓			1,074	S
208	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,000	4,11	✓	✓	✓			1,512	S
224	33,00	34,00	34,00	35,00	34,00	34,00	0,707	1,14	✓	✓	✓			0,418	S
227	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	0,000	-1,84	✓	✓	✓			-0,676	S
230	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,43	✓	✓	✓			-0,895	S
276	33,00	34,00	34,00	34,00	33,00	33,60	0,548	-0,05	✓	✓	✓			-0,020	S
279	32,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,60	0,548	-3,03	✓	✓	✓			-1,114	S
283	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	0,000	4,11	✓	✓	✓			1,512	S
288	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,43	✓	✓	✓			-0,895	S
295	33,00	34,00	33,00	34,00	34,00	33,60	0,548	-0,05	✓	✓	✓			-0,020	S
294D	33,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,80	0,447	-2,43	✓	✓	✓			-0,895	S
294OM	33,00	32,00	34,00	34,00	35,00	33,60	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

NOTAS:

[01] "$X_{i\,j}$ con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, "$\overline{X}_{i\,arit}$" 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 airtmética 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]

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Análisis D. Estudios post-estadisticos

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

Diagrama Box-Plot pre-estadístico. Eje Y: d2m,nt,w + ctr (100-5000) (DB)

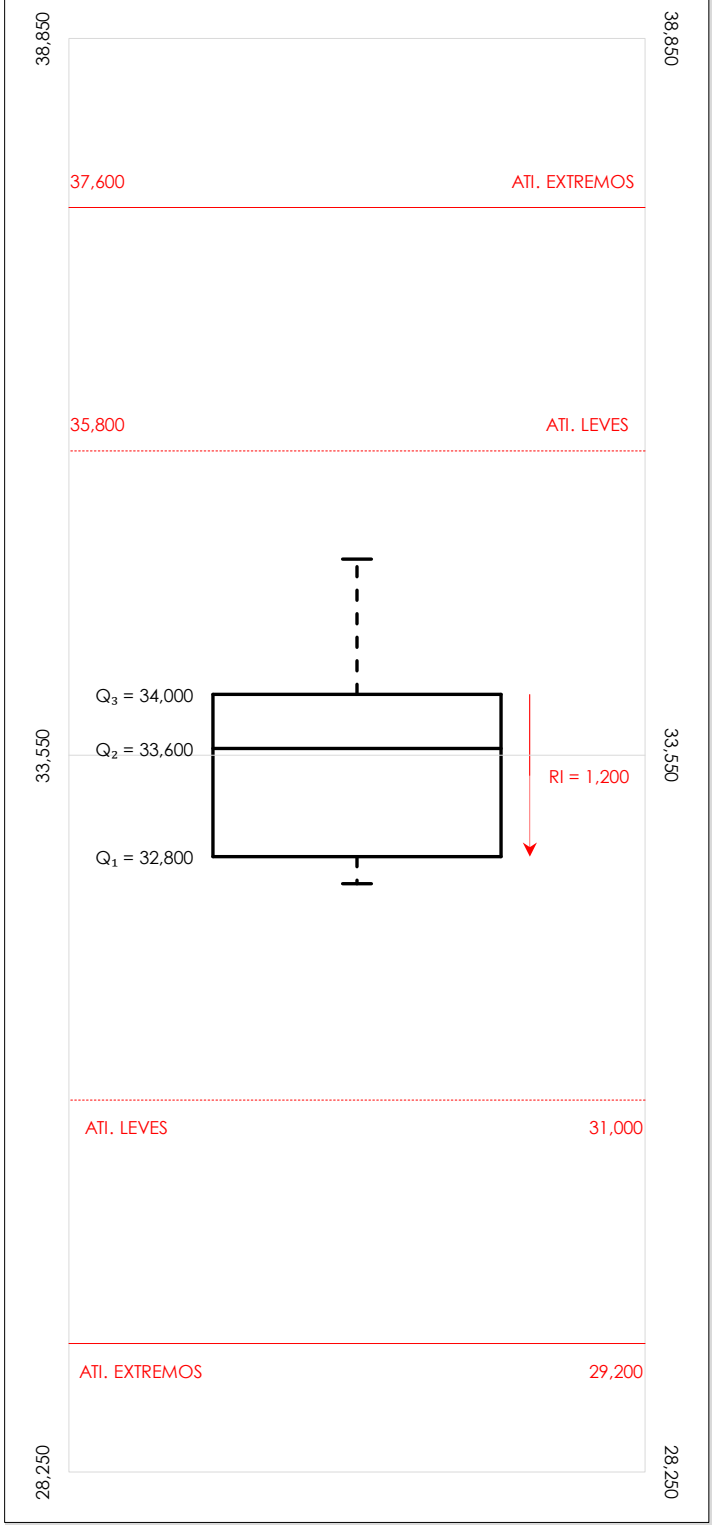
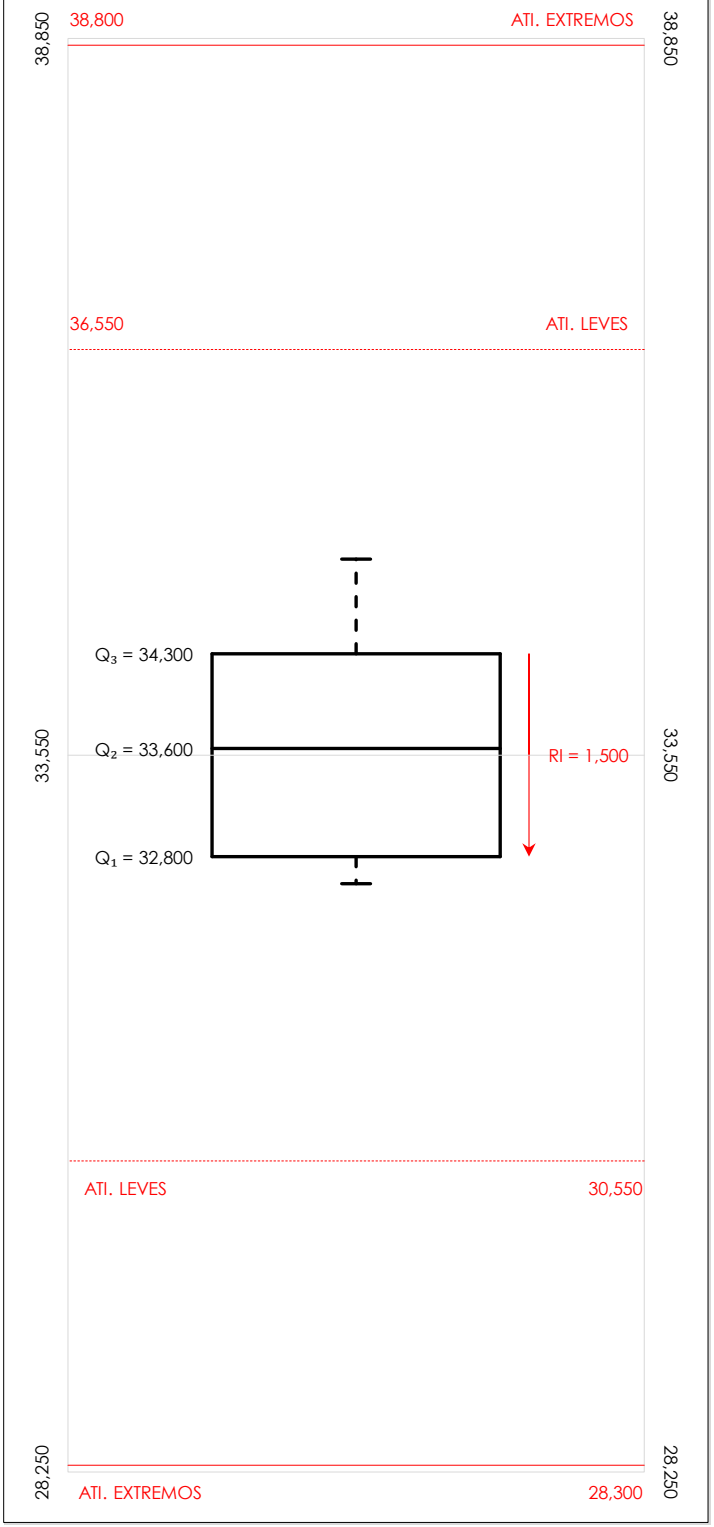


Diagrama Box-Plot post-estadístico. Eje Y: d2m,nt,w + ctr (100-5000) (DB)



ANALISIS GRAFICO DE CAJA Y BIGOTES (ANTES Y DESPUES DE ANALISIS ESTADISTICO)

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 (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^+ y f_1^+ para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

D2M,NT,W + CTR (100-5000) (DB)

Conclusiones

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "D2M,NT,W + CTR (100-5000)", ha contado con la participación de un total de 12 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 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 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 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 2 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}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\,arit}$
Valor Máximo (max ; %)	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00
Valor Mínimo (min ; %)	32,00	32,00	32,00	33,00	33,00	32,60	32,00	32,00	33,00	33,00	33,00	32,60
Valor Promedio (M ; %)	33,23	33,31	33,54	33,92	33,85	33,57	33,36	33,45	33,64	33,91	33,73	33,62
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,93	1,25	0,88	0,86	0,90	0,85	0,92	1,29	0,81	0,94	0,90	0,91
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,03	0,03
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	0,354	1,649	0,655	1,009	2,784		0,209	1,267	0,794	1,003	2,776	
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%	2,22	1,74	0,322	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,51	0,271	2,355	0,2213	1,82	1,51	0,308	2,355	0,2213

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 11 resultados satisfactorios, 0 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 analisys of varience).

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.