

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

SACESubcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr100 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

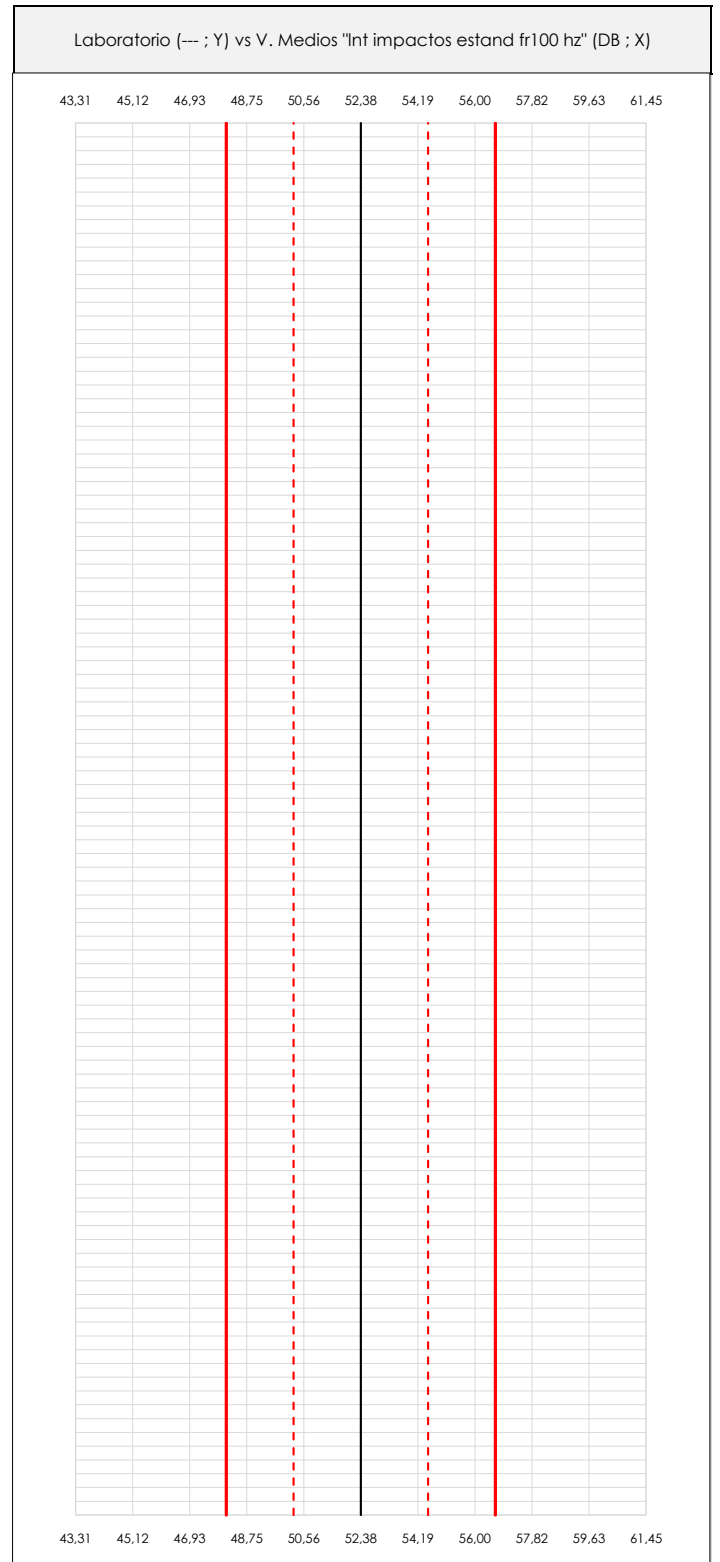
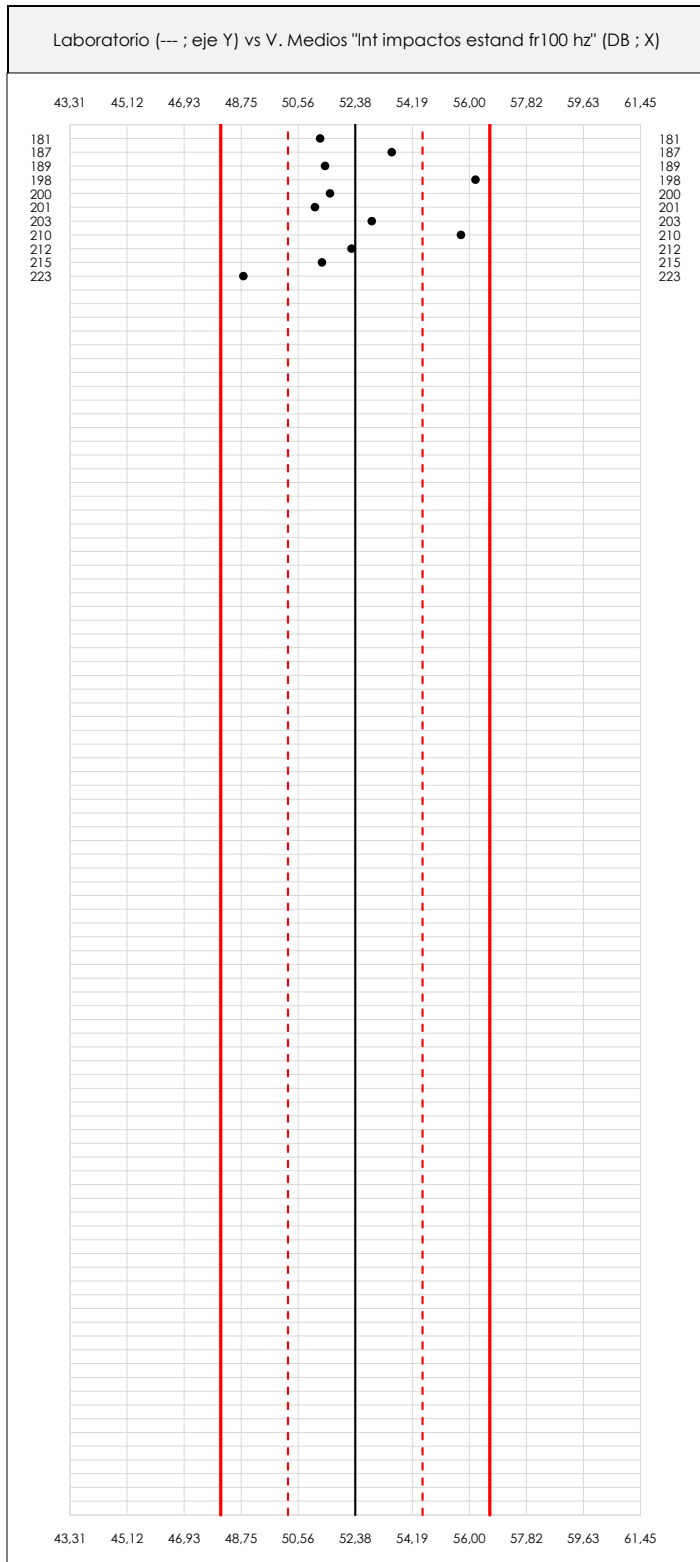
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

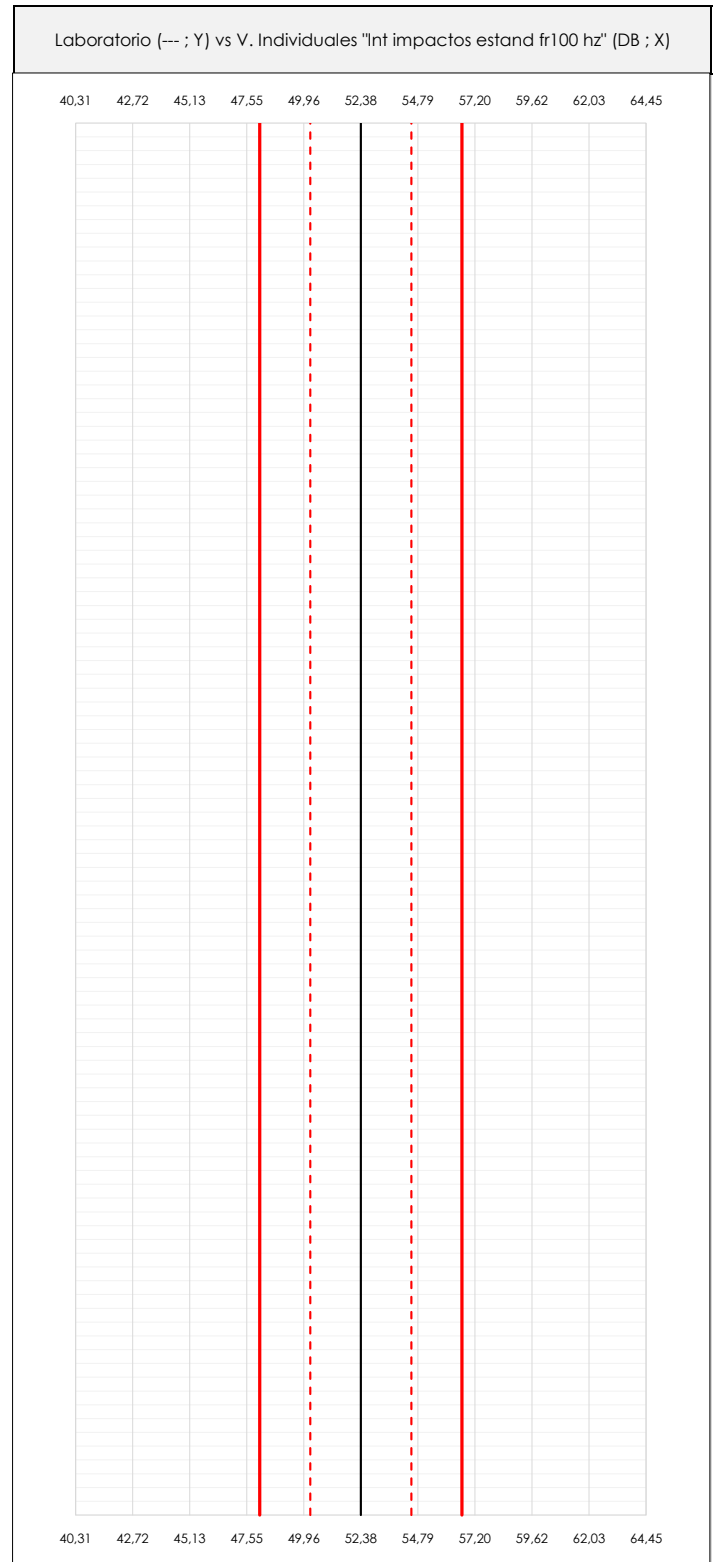
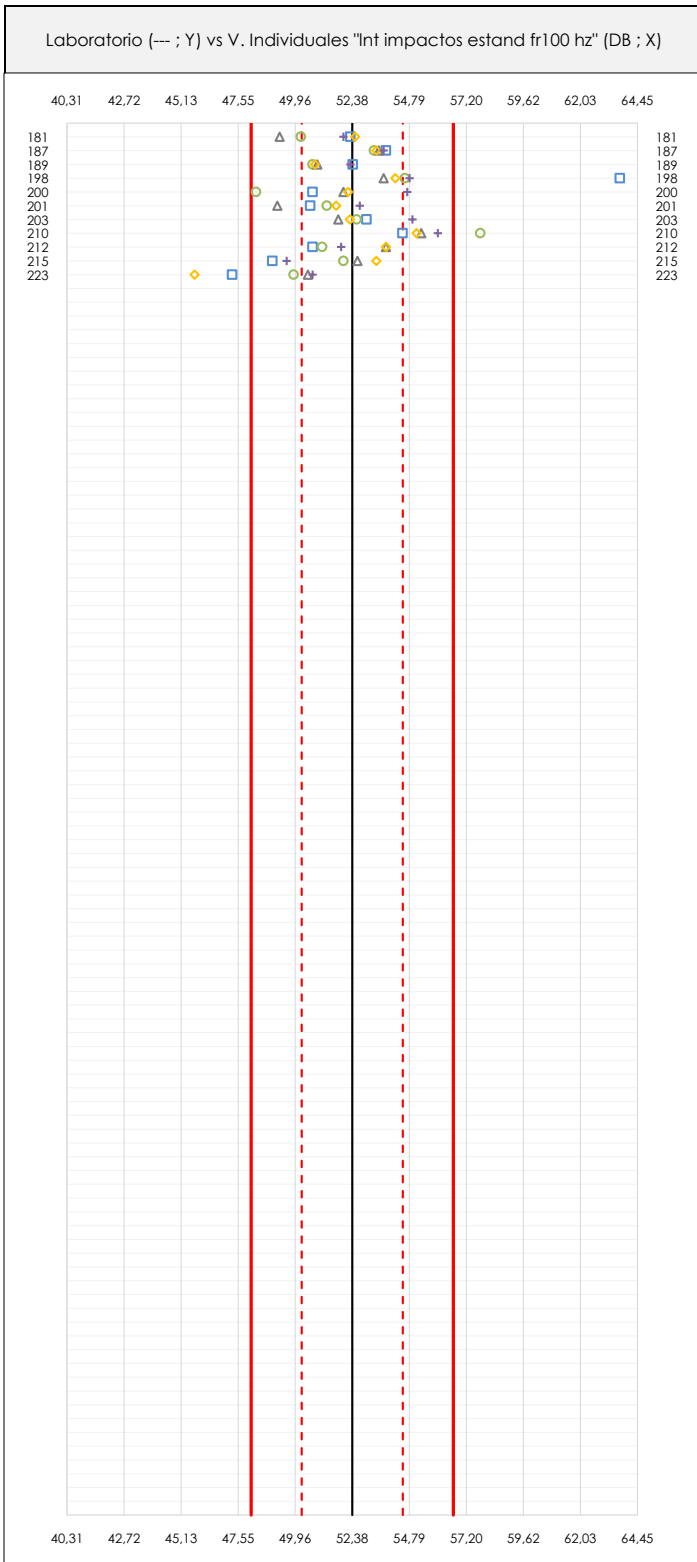
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,38 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,52/50,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,66/48,10 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,38 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,52/50,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,66/48,10 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	52,30	50,20	49,30	52,50	52,00	51,26	1,426	-2,13	✓	
187	53,80	53,30	53,50	53,40	53,70	53,54	0,207	2,22	✓	
189	52,40	50,70	50,90	50,80	52,30	51,42	0,853	-1,83	✓	
198	63,70	54,60	53,70	54,20	54,80	56,20	4,214	7,30	✓	
200	50,70	48,30	52,00	52,20	54,70	51,58	2,336	-1,52	✓	
201	50,60	51,30	49,20	51,70	52,70	51,10	1,306	-2,44	✓	
203	52,98	52,56	51,78	52,28	54,92	52,90	1,208	1,01	✓	
210	54,50	57,80	55,30	55,10	56,00	55,74	1,270	6,42	✓	
212	50,70	51,10	53,80	53,80	51,90	52,26	1,471	-0,22	✓	
215	49,00	52,00	52,60	53,40	49,60	51,32	1,921	-2,02	✓	
223	47,30	49,90	50,50	45,70	50,70	48,82	2,212	-6,79	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

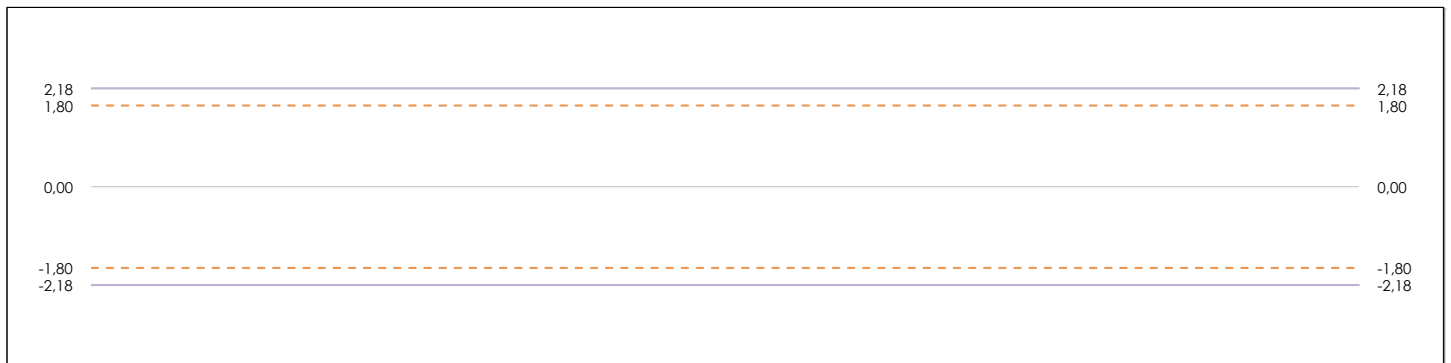
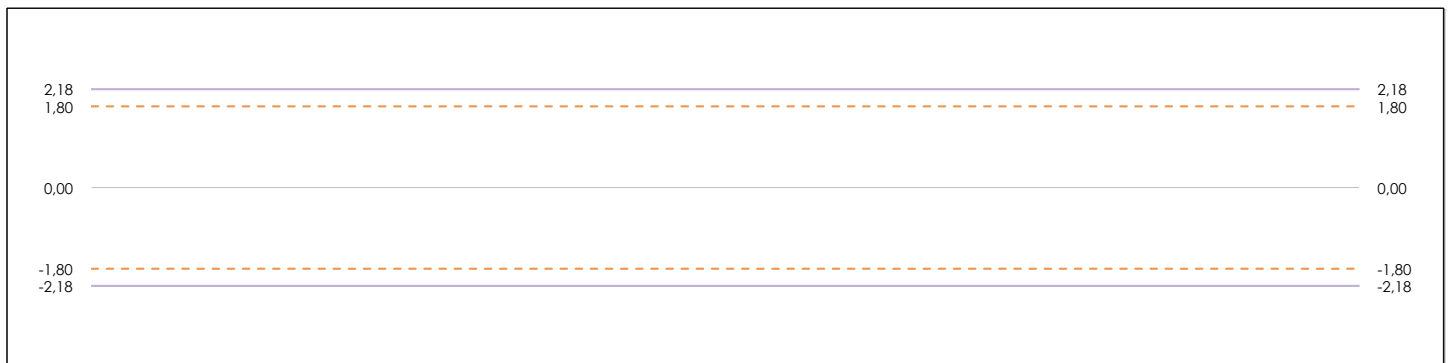
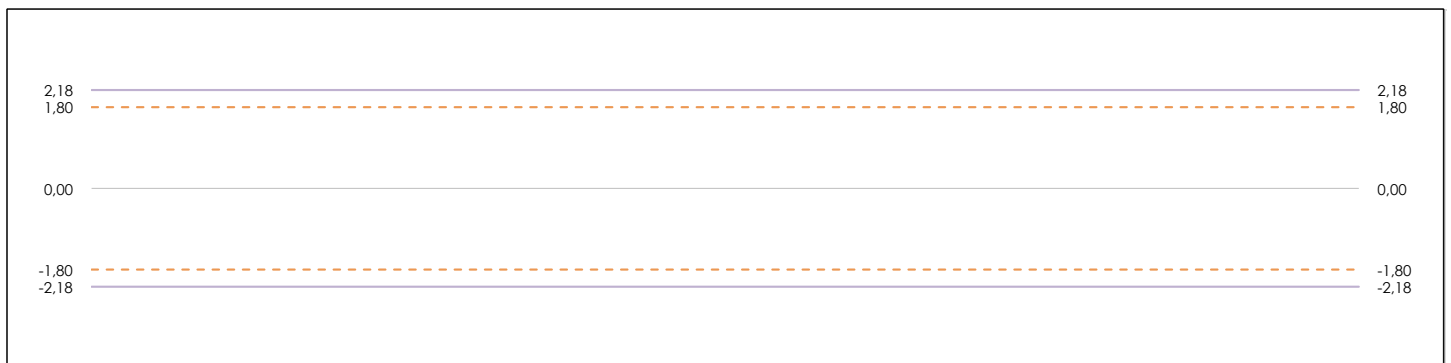
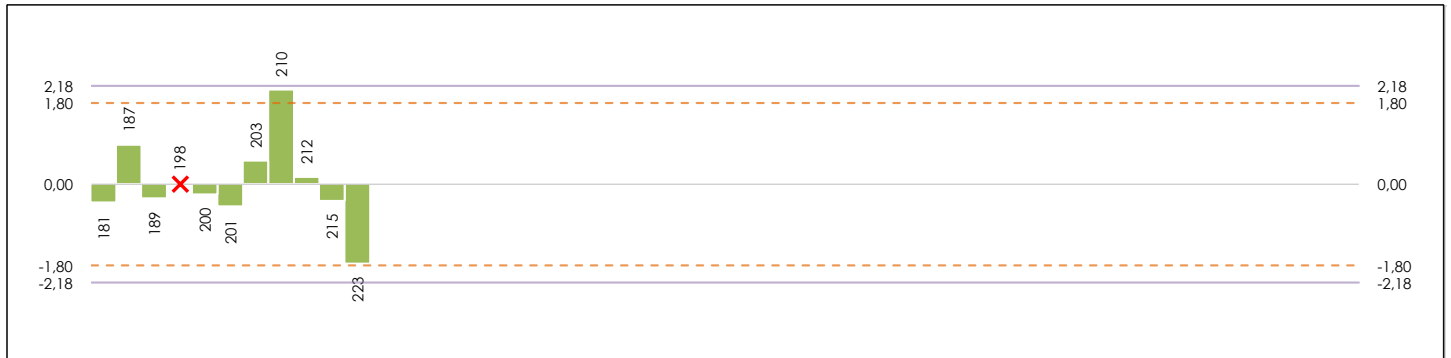
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	52,30	50,200	49,300	52,500	52,000	51,260	1,426	-1,41	-0,40	0,92						✓
187	53,80	53,300	53,500	53,400	53,700	53,540	0,207	2,97	0,85	0,13					0,3291	✓
189	52,40	50,700	50,900	50,800	52,300	51,420	0,853	-1,10	-0,32	0,55						✓
198	63,70	54,600	53,700	54,200	54,800	56,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	50,70	48,300	52,000	52,200	54,700	51,580	2,336	-0,80	-0,23	1,51*	0,229					✓
201	50,60	51,300	49,200	51,700	52,700	51,100	1,306	-1,72	-0,49	0,85				0,5639		✓
203	52,98	52,560	51,780	52,280	54,920	52,904	1,208	1,75	0,50	0,78						✓
210	54,50	57,800	55,300	55,100	56,000	55,740	1,270	7,20	2,06*	0,82	0,229		2,062		0,3291	✓
212	50,70	51,100	53,800	53,800	51,900	52,260	1,471	0,51	0,15	0,95						✓
215	49,00	52,000	52,600	53,400	49,600	51,320	1,921	-1,30	-0,37	1,25						✓
223	47,30	49,900	50,500	45,700	50,700	48,820	2,212	-6,11	-1,75	1,43		1,748		0,5639		✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

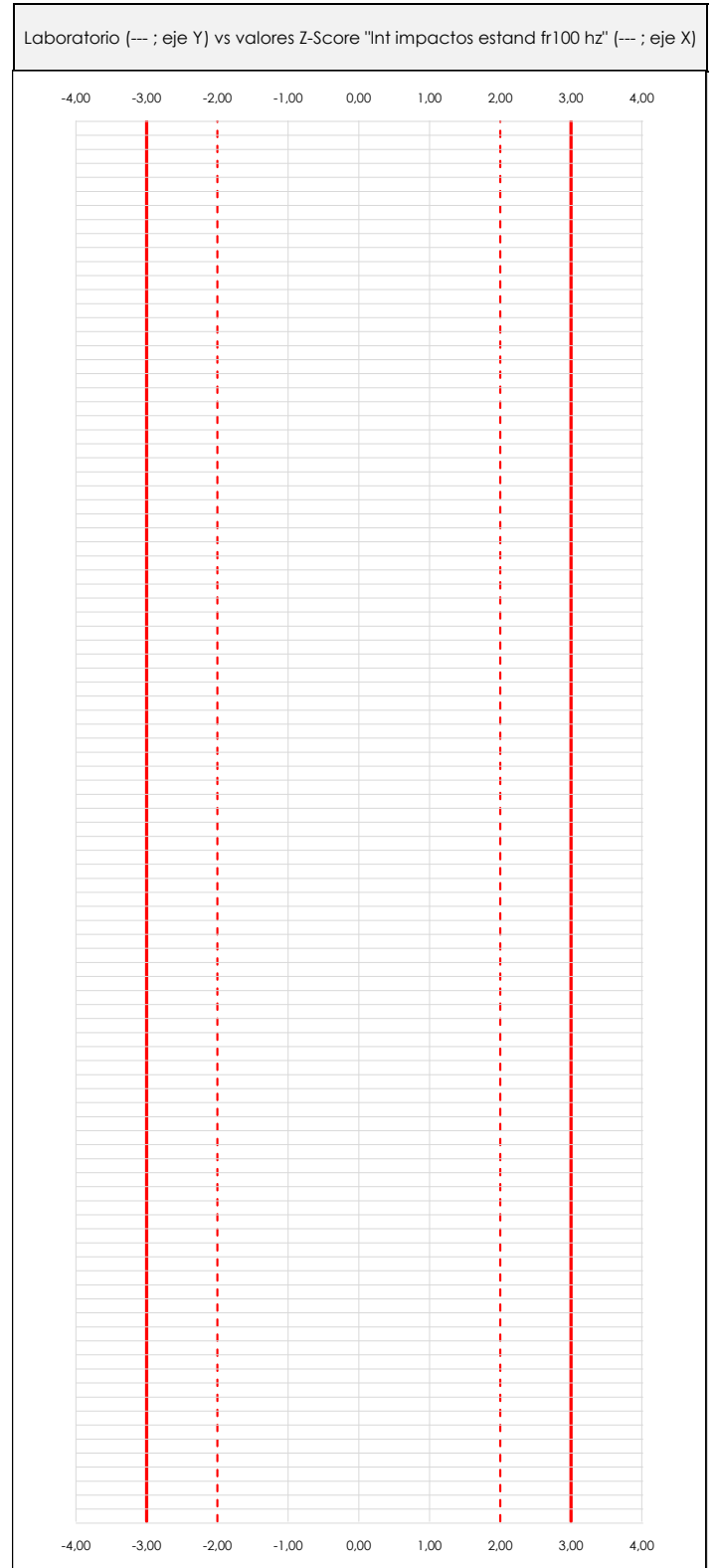
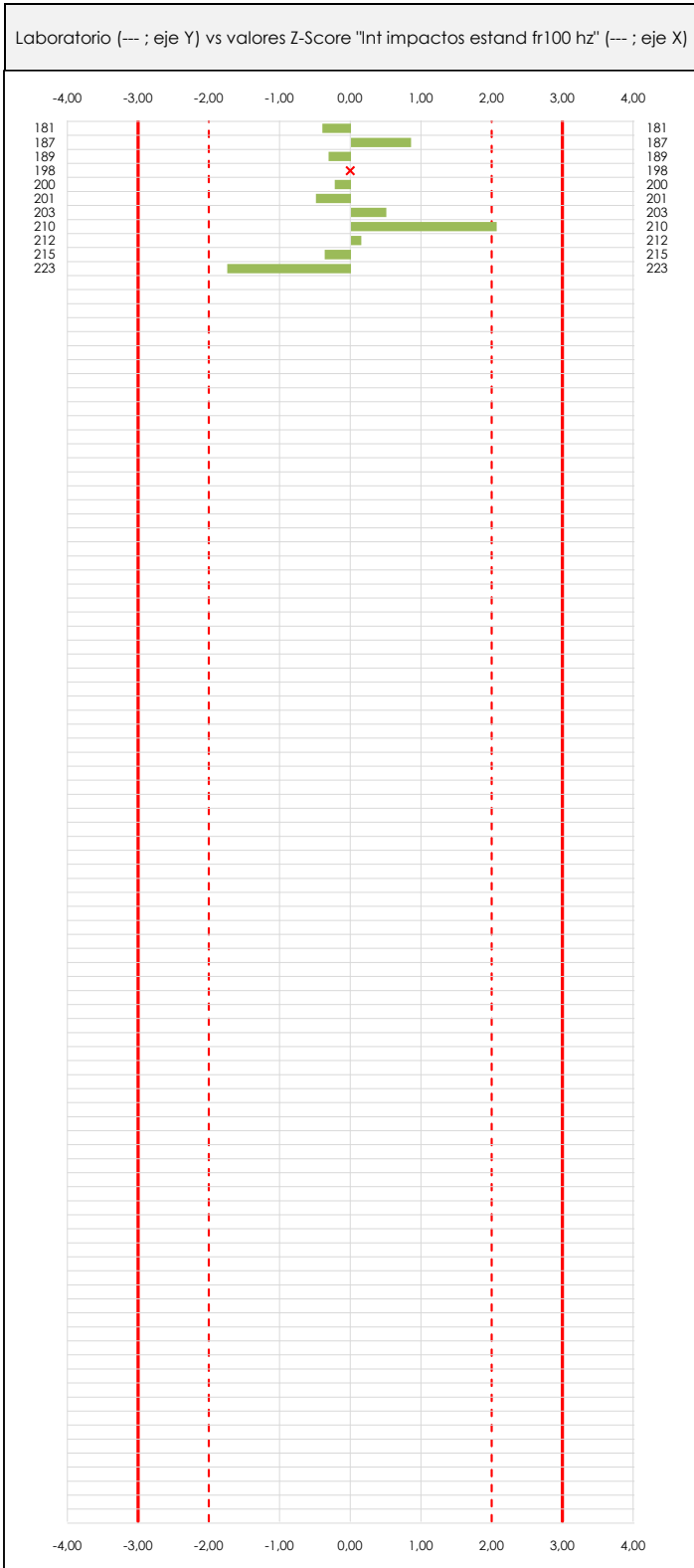
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	52,30	50,20	49,30	52,50	52,00	51,26	1,426	-1,41	✓	✓	✓			-0,404	S
187	53,80	53,30	53,50	53,40	53,70	53,54	0,207	2,97	✓	✓	✓			0,851	S
189	52,40	50,70	50,90	50,80	52,30	51,42	0,853	-1,10	✓	✓	✓			-0,316	S
198	63,70	54,60	53,70	54,20	54,80	56,20	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	50,70	48,30	52,00	52,20	54,70	51,58	2,336	-0,80	✓	✓	✓			-0,228	S
201	50,60	51,30	49,20	51,70	52,70	51,10	1,306	-1,72	✓	✓	✓			-0,492	S
203	52,98	52,56	51,78	52,28	54,92	52,90	1,208	1,75	✓	✓	✓			0,501	S
210	54,50	57,80	55,30	55,10	56,00	55,74	1,270	7,20	✓	✓	✓			2,062	D
212	50,70	51,10	53,80	53,80	51,90	52,26	1,471	0,51	✓	✓	✓			0,146	S
215	49,00	52,00	52,60	53,40	49,60	51,32	1,921	-1,30	✓	✓	✓			-0,371	S
223	47,30	49,90	50,50	45,70	50,70	48,82	2,212	-6,11	✓	✓	✓			-1,748	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

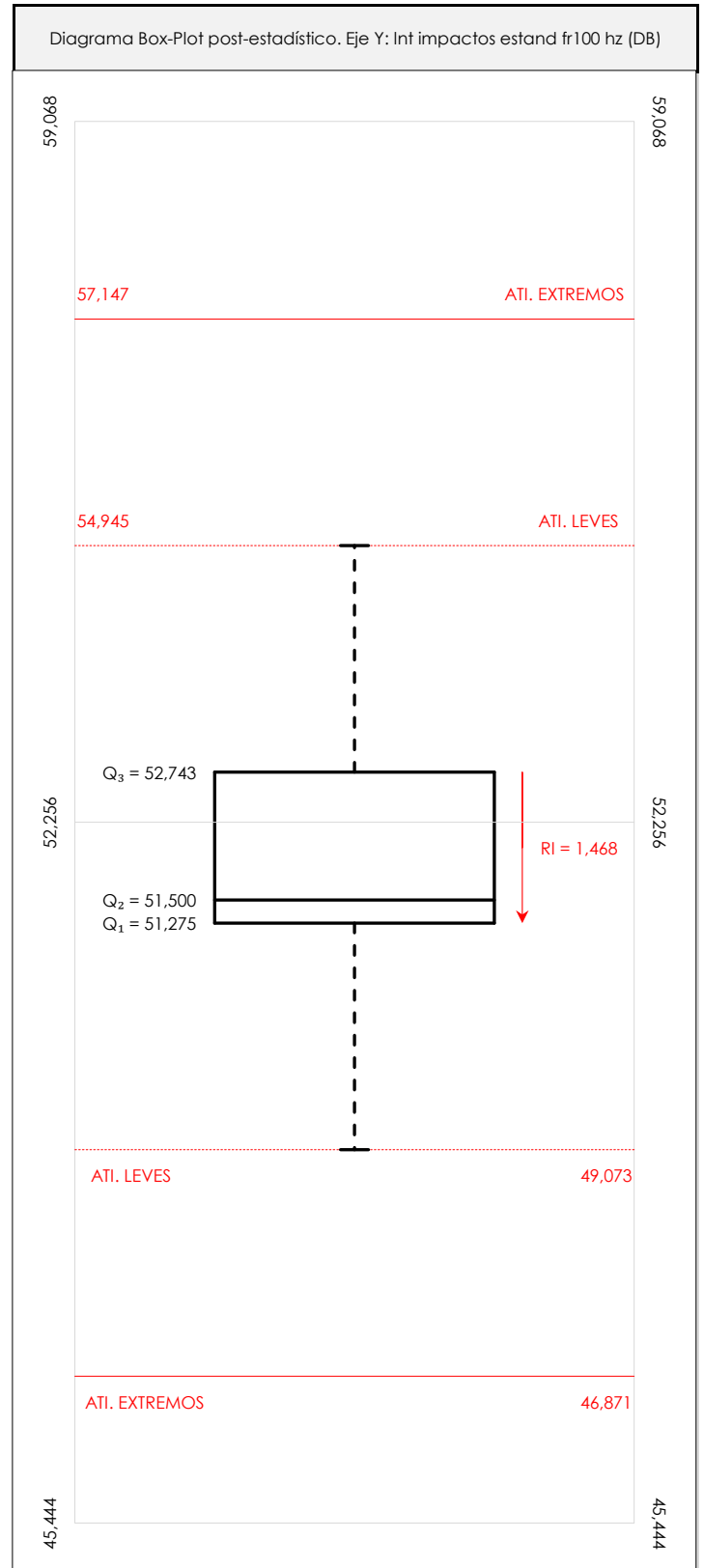
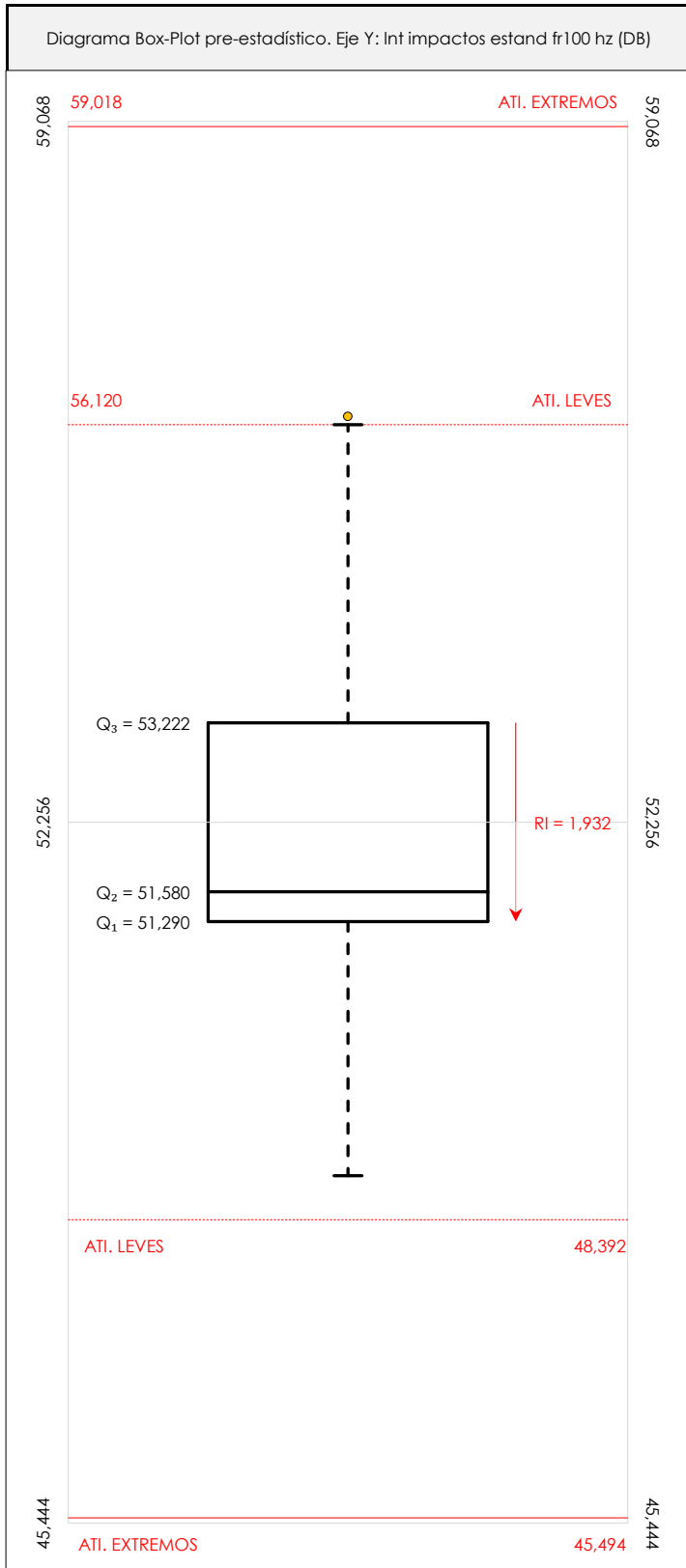
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	63,70	57,80	55,30	55,10	56,00	56,20	54,50	57,80	55,30	55,10	56,00	55,74
Valor Mínimo (min ; %)	47,30	48,30	49,20	45,70	49,60	48,82	47,30	48,30	49,20	45,70	49,60	48,82
Valor Promedio (M ; %)	52,54	51,98	52,05	52,28	53,03	52,38	51,43	51,72	51,89	52,09	52,85	51,99
Desviación Típica (SDL ; ---)	4,25	2,58	1,96	2,50	1,97	2,14	2,21	2,56	1,98	2,54	1,99	1,82
Coef. Variación (CV ; ---)	0,08	0,05	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05	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	3,776	5,387	3,822	7,598	7,640		2,379	4,275	2,823	5,202	6,322	
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	0,366	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,308	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: 9 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 analisis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**CSIC**
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS**LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "lnt impactos estand fr125 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

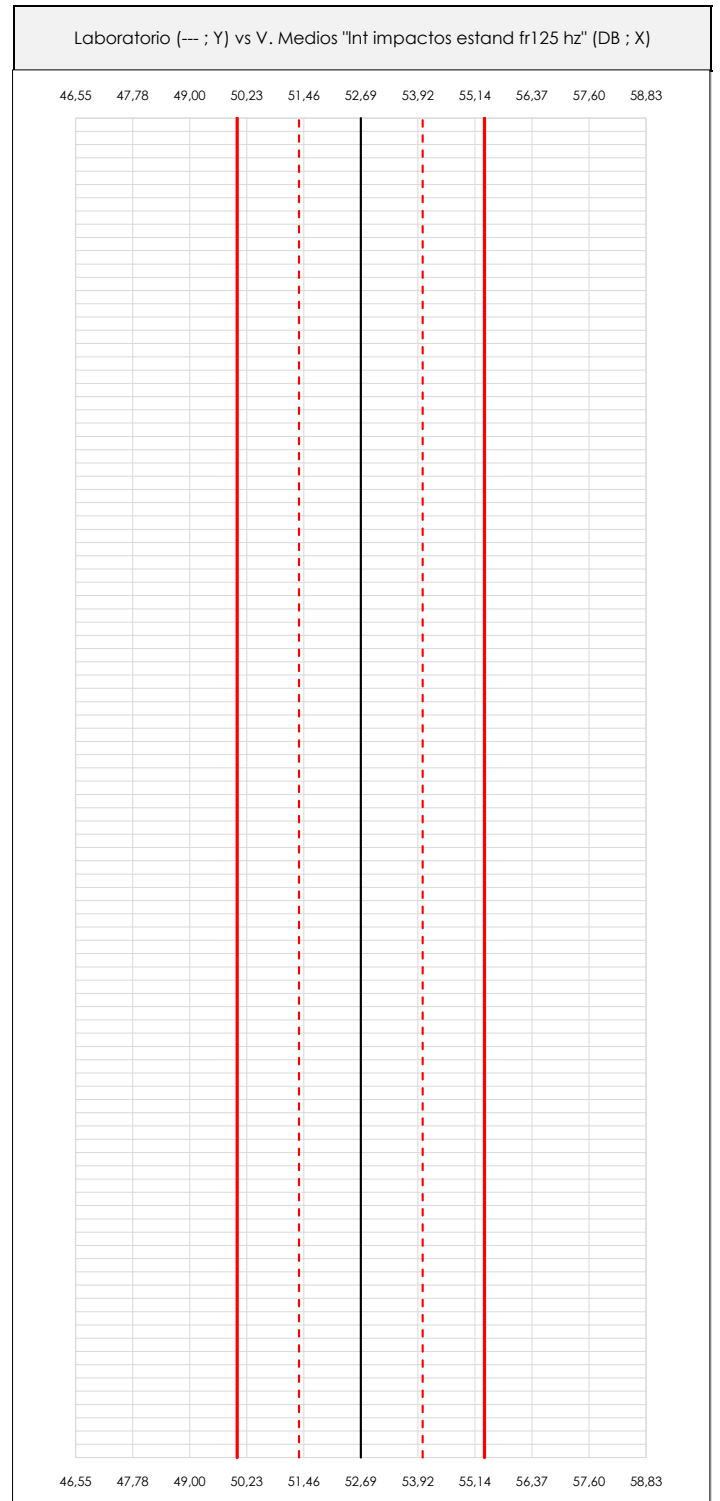
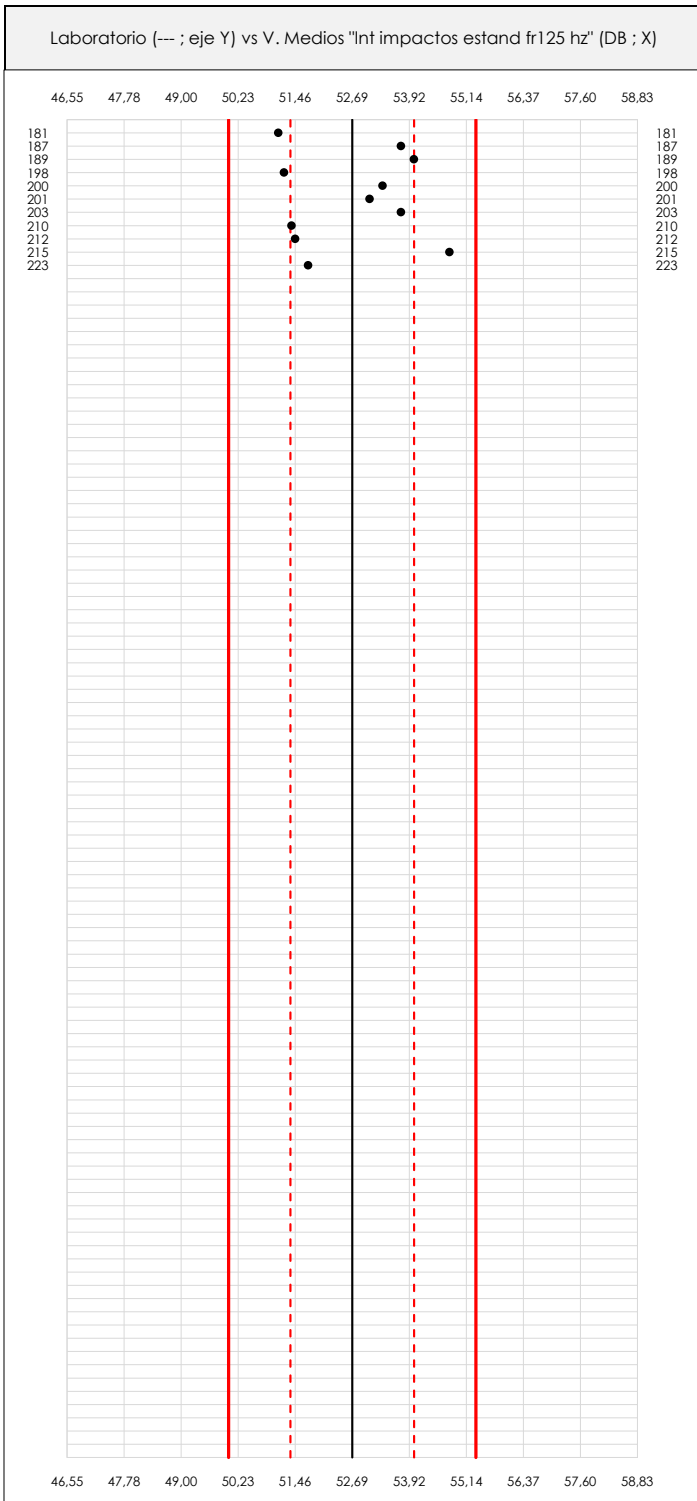
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

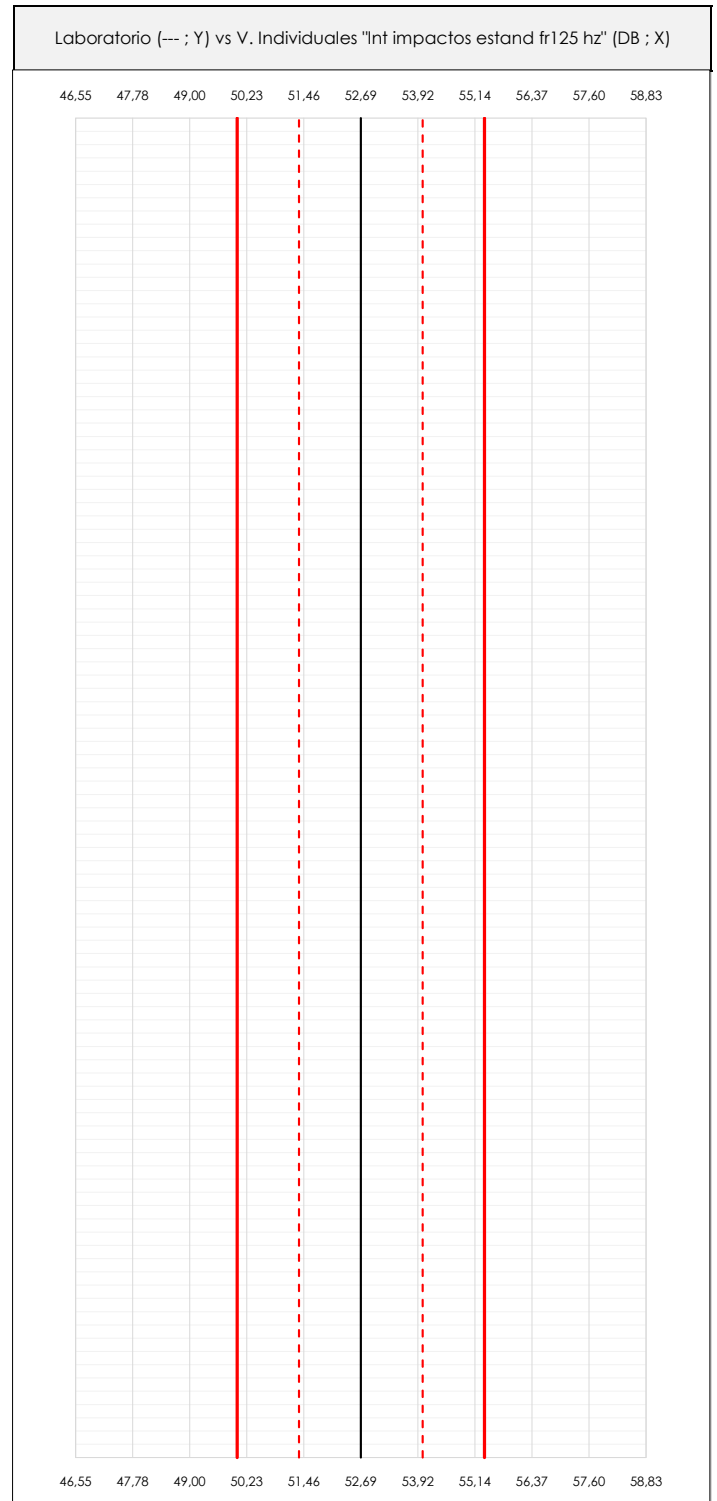
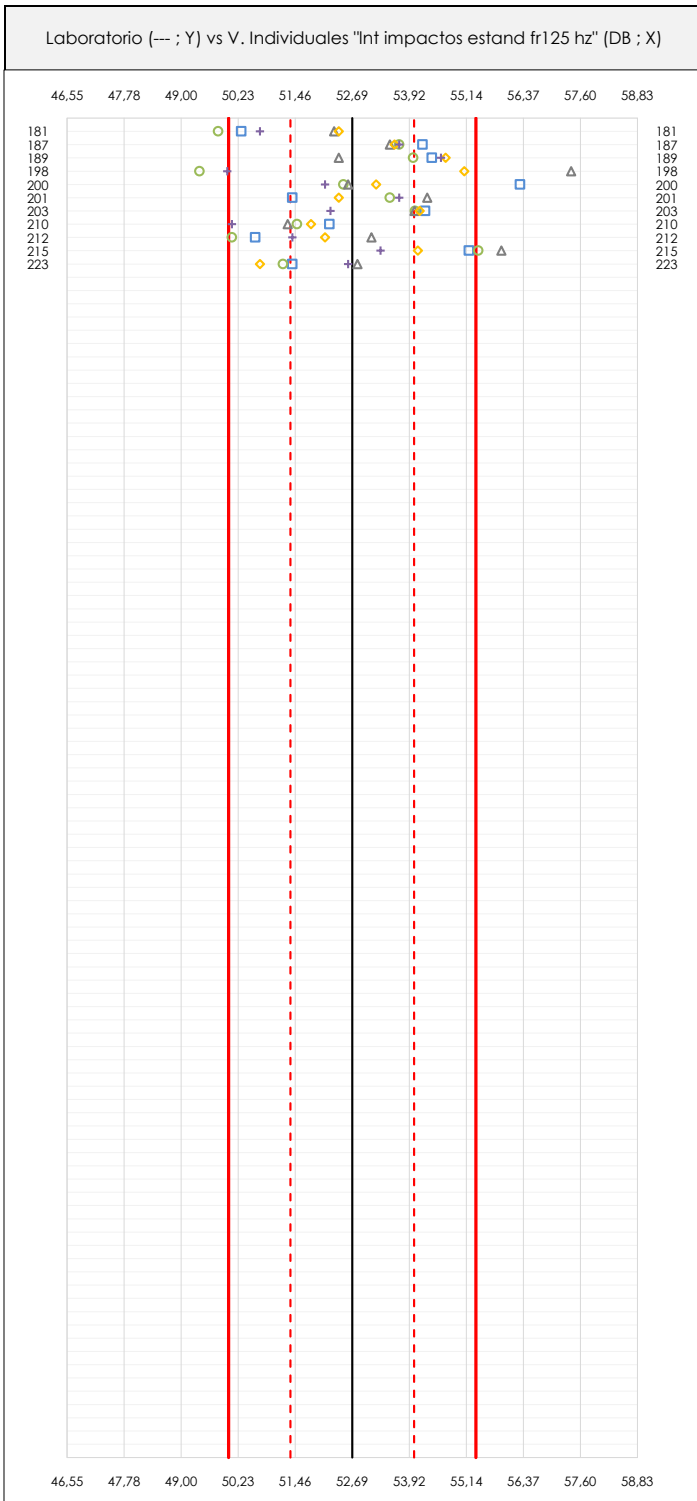
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,02/51,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,35/50,03 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,02/51,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,35/50,03 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
181	50,30	49,80	52,30	52,40	50,70	51,10	1,185	-3,02	✓	
187	54,20	53,70	53,50	53,60	53,70	53,74	0,270	1,99	✓	
189	54,40	54,00	52,40	54,70	54,60	54,02	0,944	2,53	✓	
198	44,20	49,40	57,40	55,10	50,00	51,22	5,180	-2,79	✓	
200	56,30	52,50	52,60	53,20	52,10	53,34	1,701	1,24	✓	
201	51,40	53,50	54,30	52,40	53,70	53,06	1,155	0,70	✓	
203	54,26	54,04	54,03	54,14	52,22	53,74	0,854	1,99	✓	
210	52,20	51,50	51,30	51,80	50,10	51,38	0,792	-2,48	✓	
212	50,60	50,10	53,10	52,10	51,40	51,46	1,193	-2,33	✓	
215	55,20	55,40	55,90	54,10	53,30	54,78	1,057	3,97	✓	
223	51,40	51,20	52,80	50,70	52,60	51,74	0,915	-1,80	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

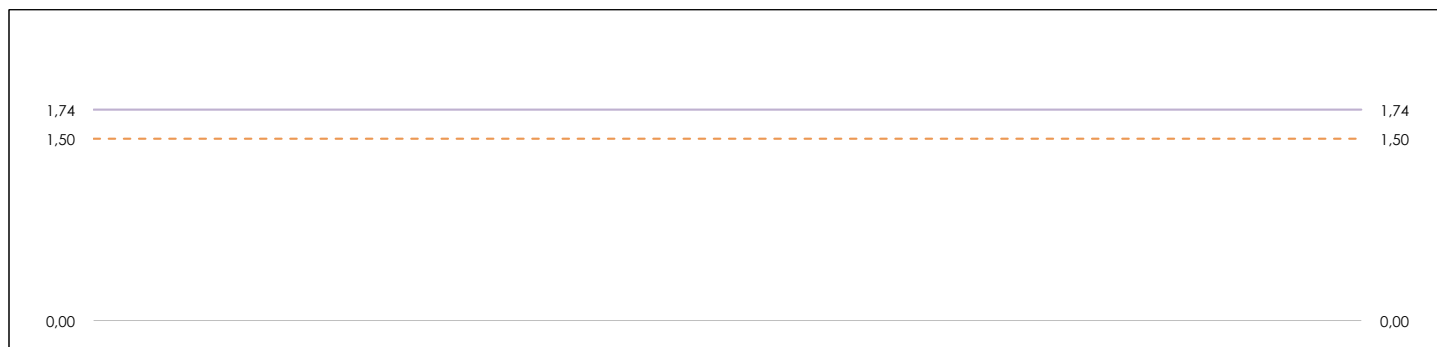
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	50,30	49,800	52,300	52,400	50,700	51,100	1,185	-3,29	-1,33	1,11		1,329		0,5825		✓
187	54,20	53,700	53,500	53,600	53,700	53,740	0,270	1,71	0,69	0,25						✓
189	54,40	54,000	52,400	54,700	54,600	54,020	0,944	2,24	0,91	0,89				0,5825		✓
198	44,20	49,400	57,400	55,100	50,000	51,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	56,30	52,500	52,600	53,200	52,100	53,340	1,701	0,95	0,39	1,60*	0,255					✓
201	51,40	53,500	54,300	52,400	53,700	53,060	1,155	0,42	0,17	1,08						✓
203	54,26	54,040	54,030	54,140	52,220	53,738	0,854	1,71	0,69	0,80						✓
210	52,20	51,500	51,300	51,800	50,100	51,380	0,792	-2,76	-1,11	0,74				0,5825		✓
212	50,60	50,100	53,100	52,100	51,400	51,460	1,193	-2,60	-1,05	1,12						✓
215	55,20	55,400	55,900	54,100	53,300	54,780	1,057	3,68	1,49	0,99		1,489		0,5825		✓
223	51,40	51,200	52,800	50,700	52,600	51,740	0,915	-2,07	-0,84	0,86						✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]	[anómalo]	[máximo]	[mínimo]
-------------	-----------	----------	----------

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

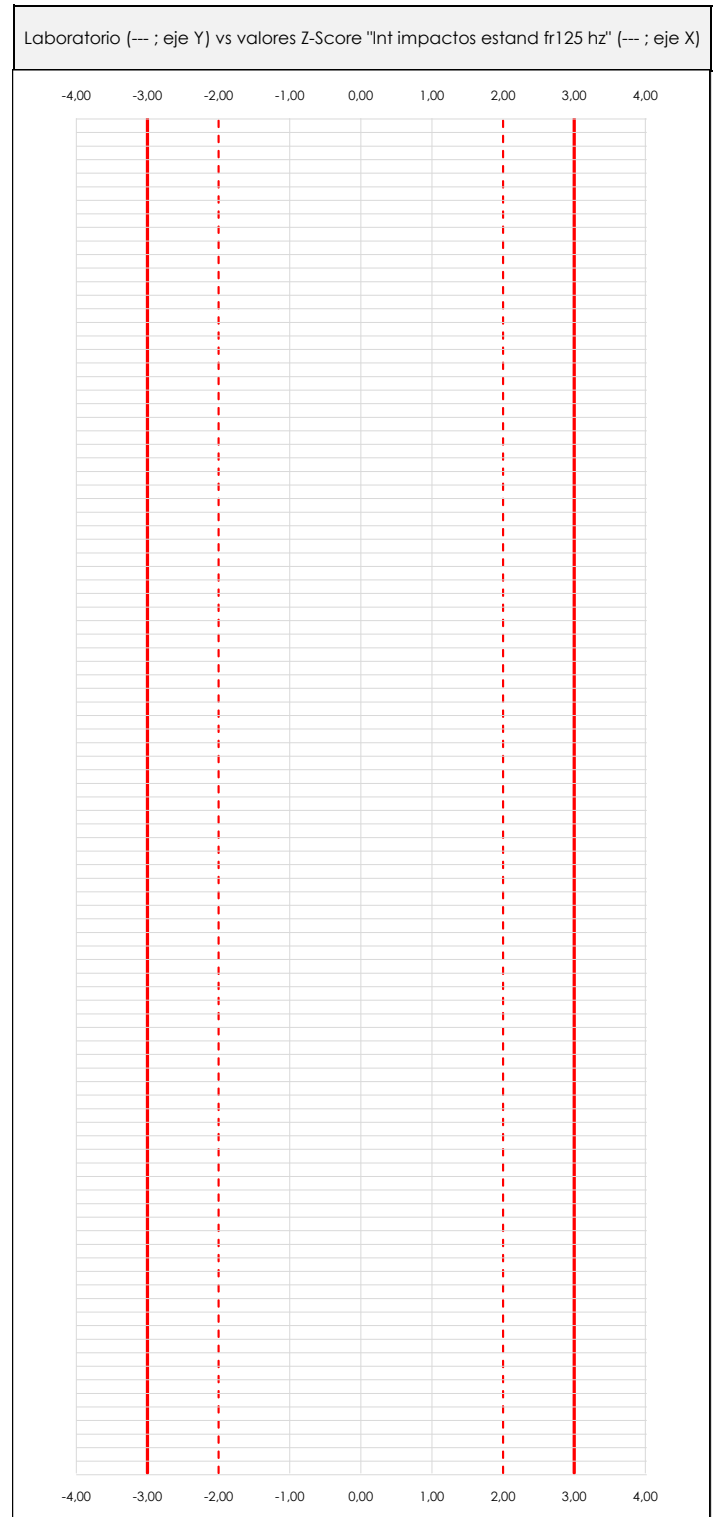
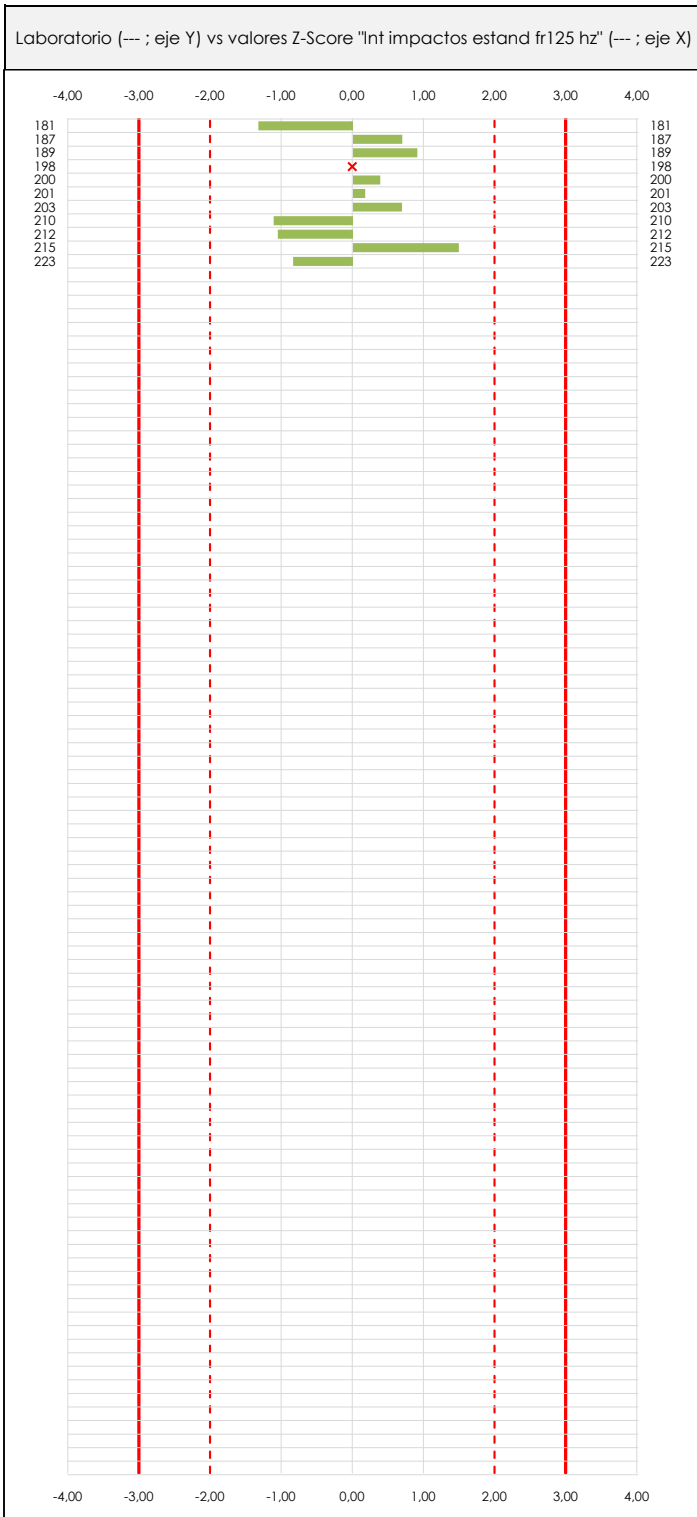
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	50,30	49,80	52,30	52,40	50,70	51,10	1,185	-3,29	✓	✓	✓			-1,329	S
187	54,20	53,70	53,50	53,60	53,70	53,74	0,270	1,71	✓	✓	✓			0,692	S
189	54,40	54,00	52,40	54,70	54,60	54,02	0,944	2,24	✓	✓	✓			0,907	S
198	44,20	49,40	57,40	55,10	50,00	51,22	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	56,30	52,50	52,60	53,20	52,10	53,34	1,701	0,95	✓	✓	✓			0,386	S
201	51,40	53,50	54,30	52,40	53,70	53,06	1,155	0,42	✓	✓	✓			0,172	S
203	54,26	54,04	54,03	54,14	52,22	53,74	0,854	1,71	✓	✓	✓			0,691	S
210	52,20	51,50	51,30	51,80	50,10	51,38	0,792	-2,76	✓	✓	✓			-1,115	S
212	50,60	50,10	53,10	52,10	51,40	51,46	1,193	-2,60	✓	✓	✓			-1,054	S
215	55,20	55,40	55,90	54,10	53,30	54,78	1,057	3,68	✓	✓	✓			1,489	S
223	51,40	51,20	52,80	50,70	52,60	51,74	0,915	-2,07	✓	✓	✓			-0,839	S

NOTAS:

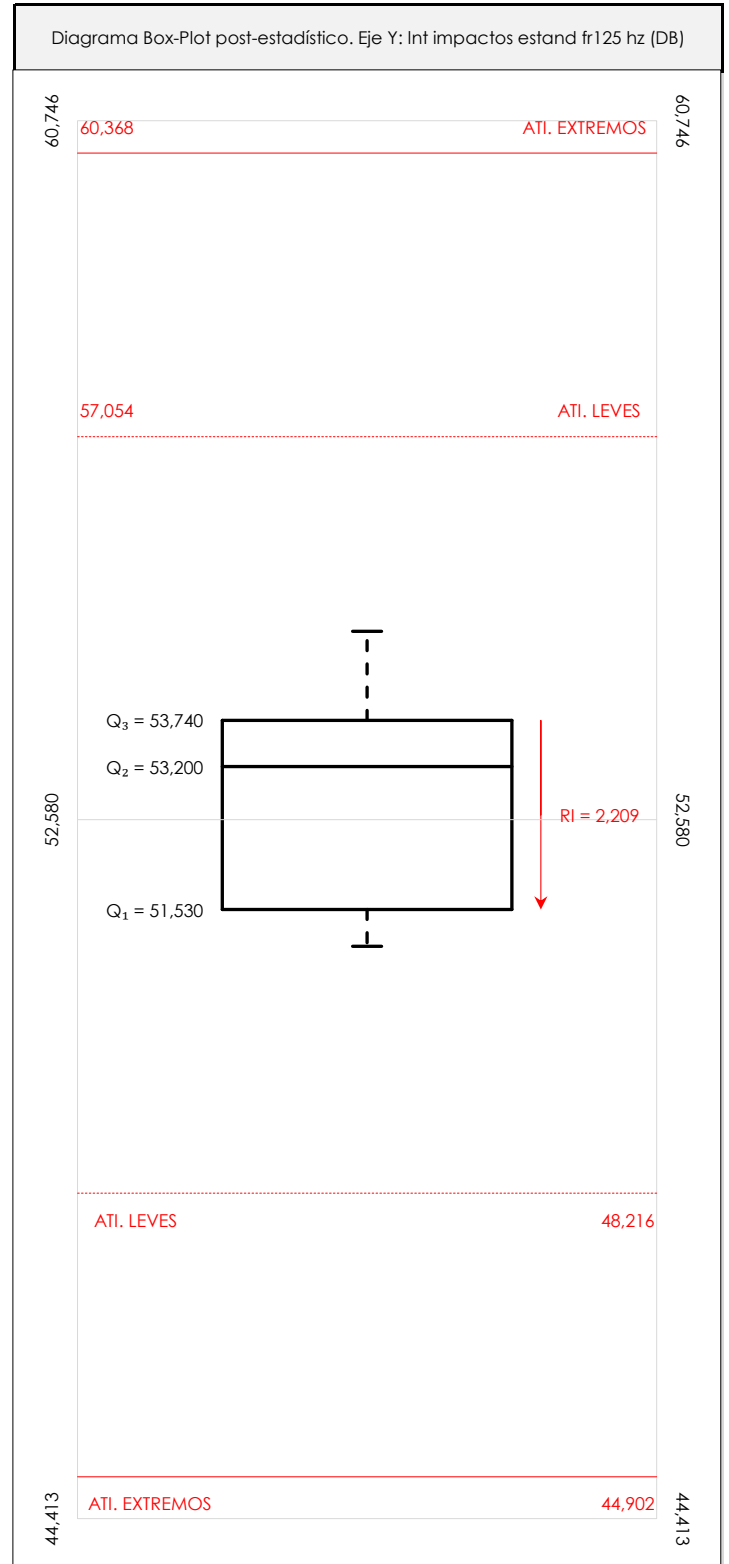
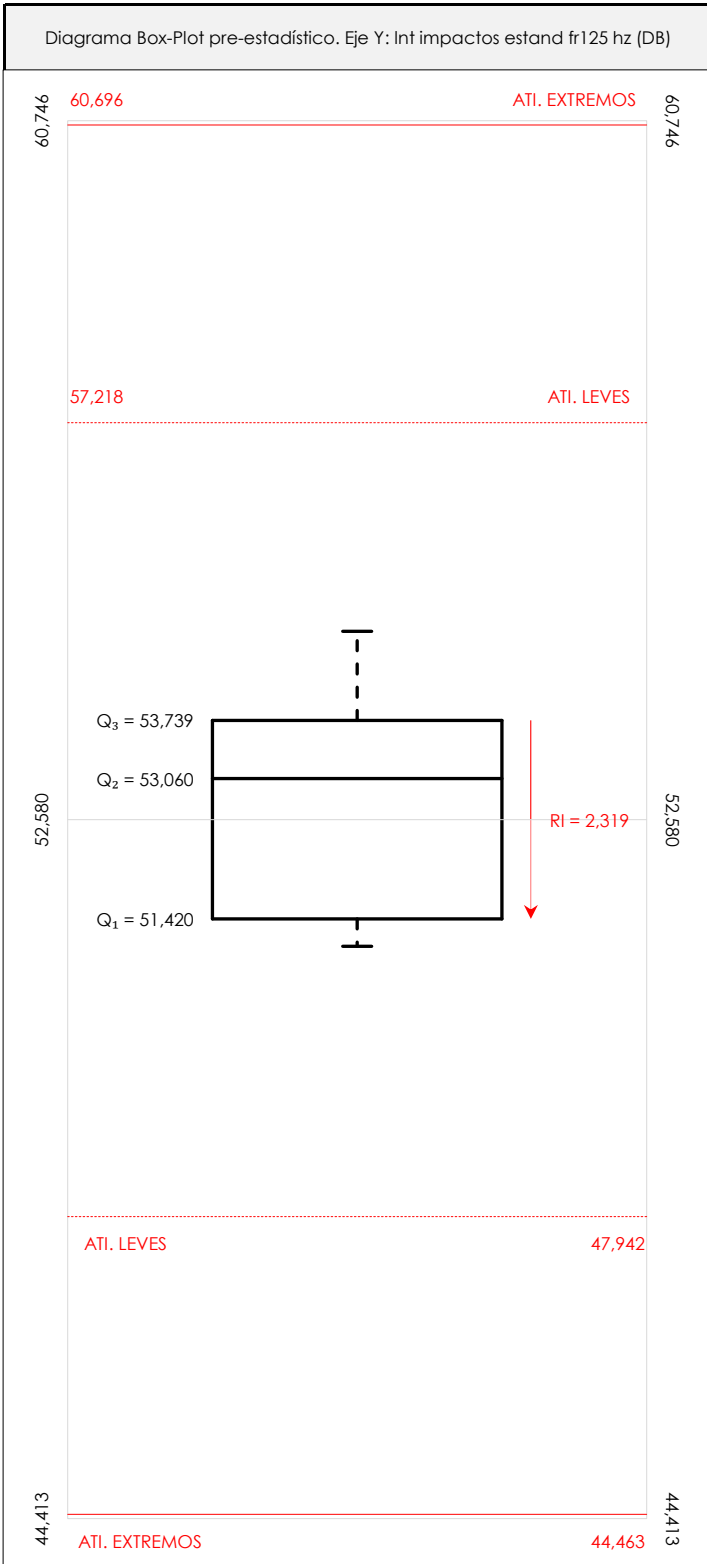
- ⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ La evaluación Z-Score (ZS) será considerada de tipo: [Satisfactorio (S) - si | ZS | ≤ 2] [Dudoso (D) - si 2 < | ZS | ≤ 3] [Insatisfactorio (I) - si | ZS | > 3].
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [dudoso] [insatisfactorio]



LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	56,30	55,40	57,40	55,10	54,60	54,78	56,30	55,40	55,90	54,70	54,60	54,78
Valor Mínimo (min ; %)	44,20	49,40	51,30	50,70	50,00	51,10	50,30	49,80	51,30	50,70	50,10	51,10
Valor Promedio (M ; %)	52,22	52,29	53,60	53,11	52,22	52,69	53,03	52,57	53,22	52,91	52,44	52,84
Desviación Típica (SDL ; ---)	3,32	2,01	1,75	1,35	1,54	1,33	2,10	1,86	1,29	1,25	1,43	1,31
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	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	3,469	5,163	1,078	4,547	5,911		1,133	2,950	1,478	2,611	4,479	
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	0,366	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,308	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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)****Introducción****Criterios de análisis establecidos****SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr160 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

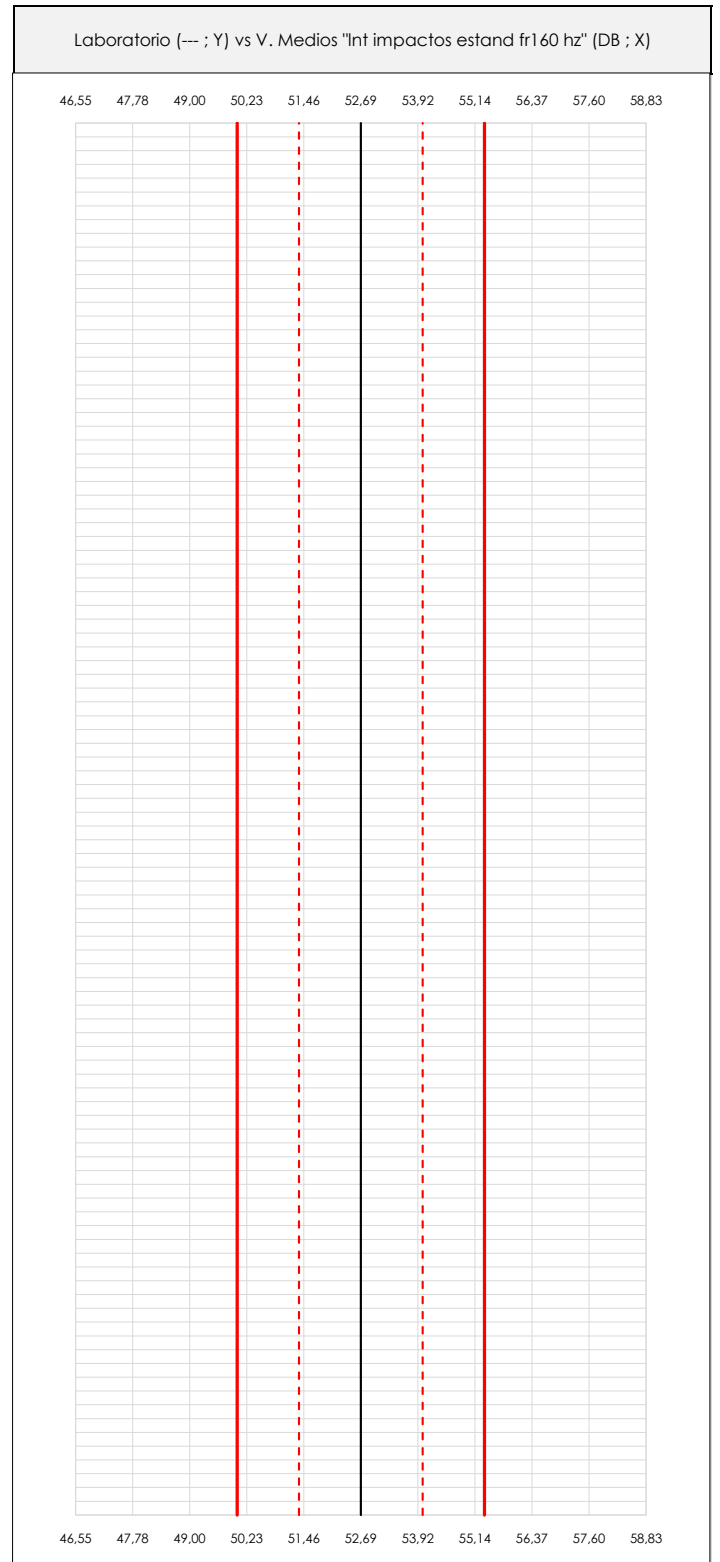
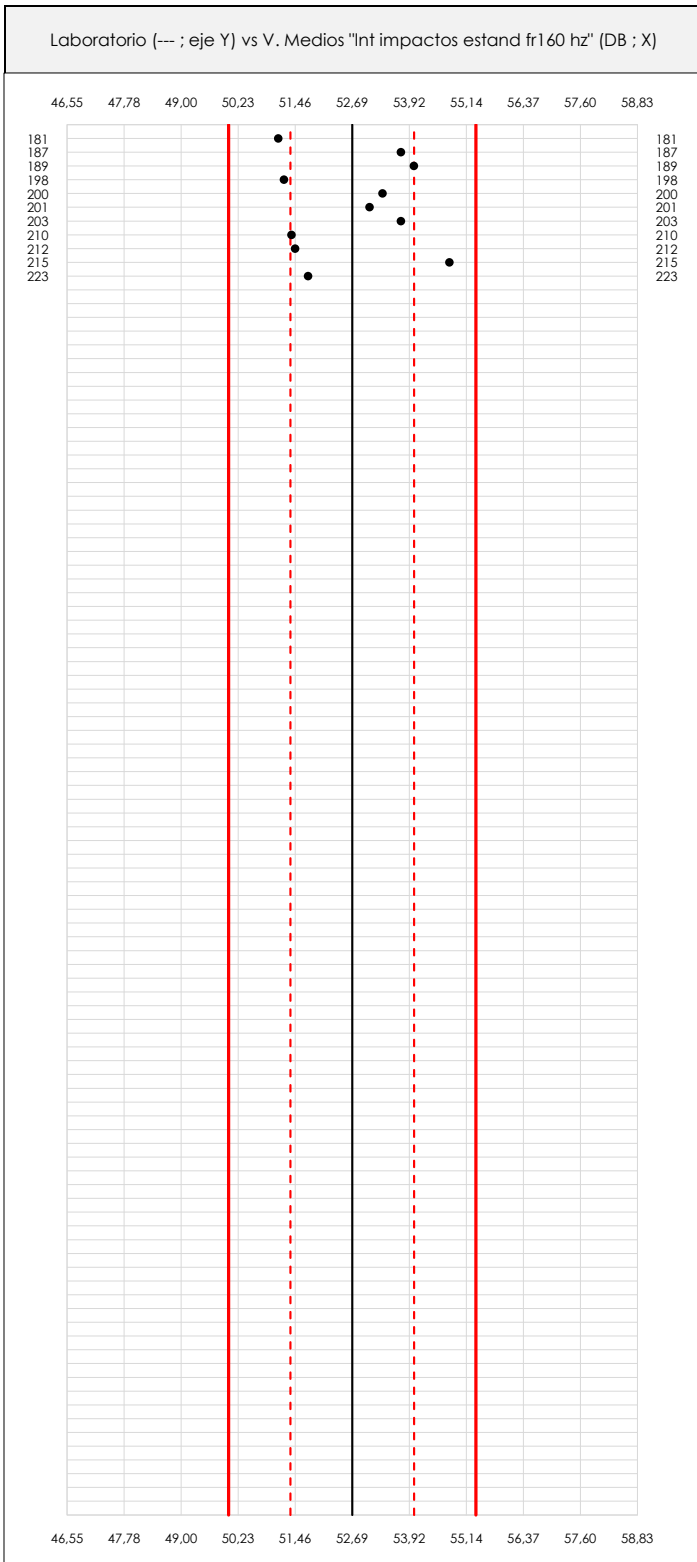
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

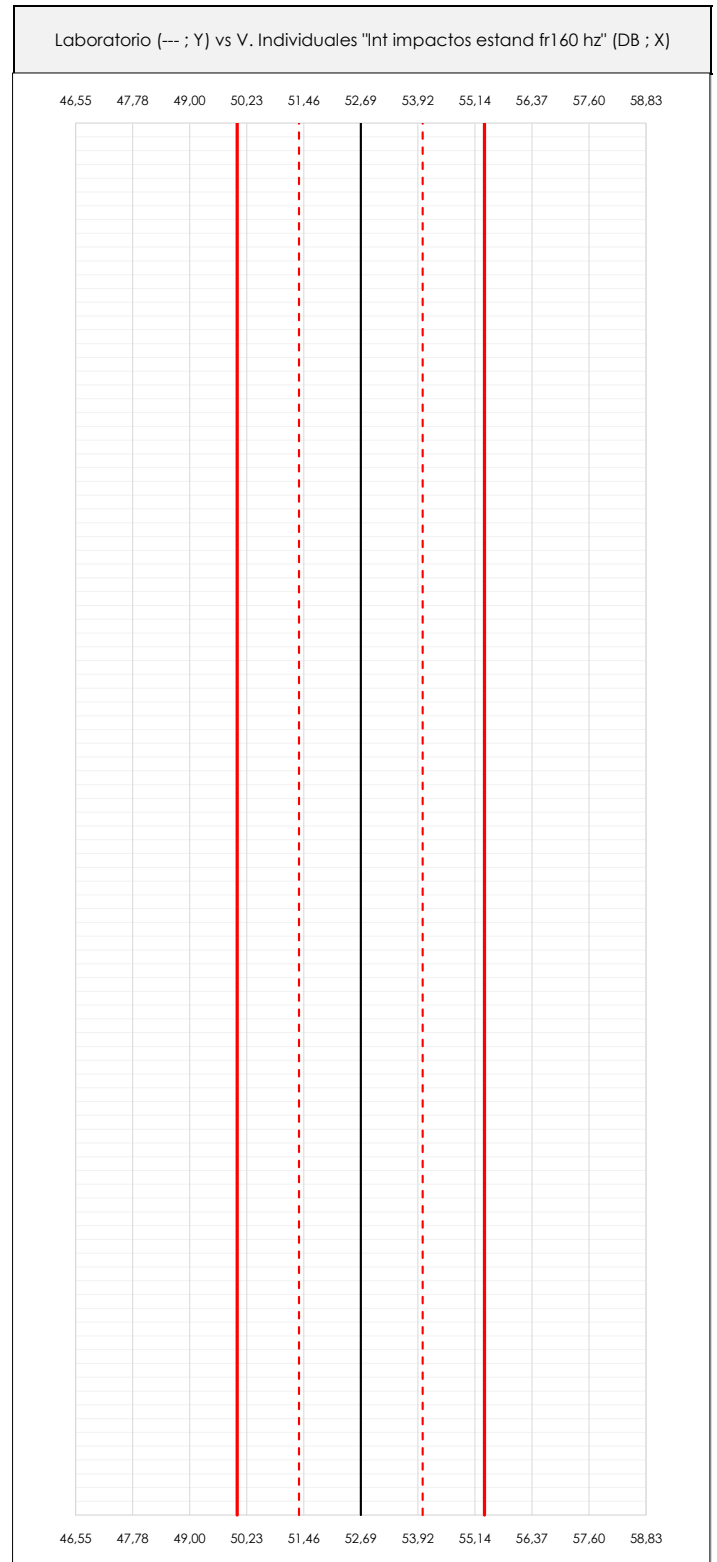
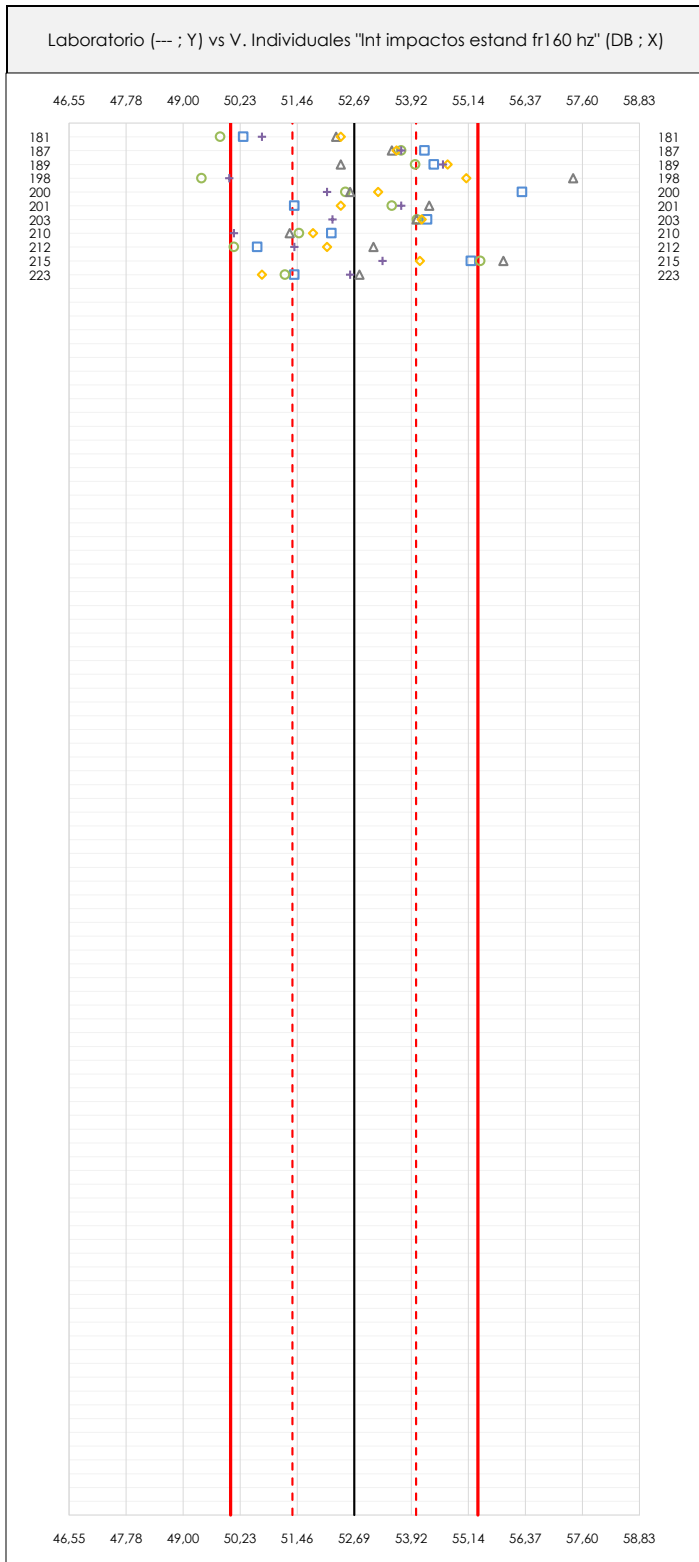
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,02/51,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,35/50,03 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (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 (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,02/51,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,35/50,03 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	50,30	49,80	52,30	52,40	50,70	51,10	1,185	-3,02	✓	
187	54,20	53,70	53,50	53,60	53,70	53,74	0,270	1,99	✓	
189	54,40	54,00	52,40	54,70	54,60	54,02	0,944	2,53	✓	
198	44,20	49,40	57,40	55,10	50,00	51,22	5,180	-2,79	✓	
200	56,30	52,50	52,60	53,20	52,10	53,34	1,701	1,24	✓	
201	51,40	53,50	54,30	52,40	53,70	53,06	1,155	0,70	✓	
203	54,26	54,04	54,03	54,14	52,22	53,74	0,854	1,99	✓	
210	52,20	51,50	51,30	51,80	50,10	51,38	0,792	-2,48	✓	
212	50,60	50,10	53,10	52,10	51,40	51,46	1,193	-2,33	✓	
215	55,20	55,40	55,90	54,10	53,30	54,78	1,057	3,97	✓	
223	51,40	51,20	52,80	50,70	52,60	51,74	0,915	-1,80	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

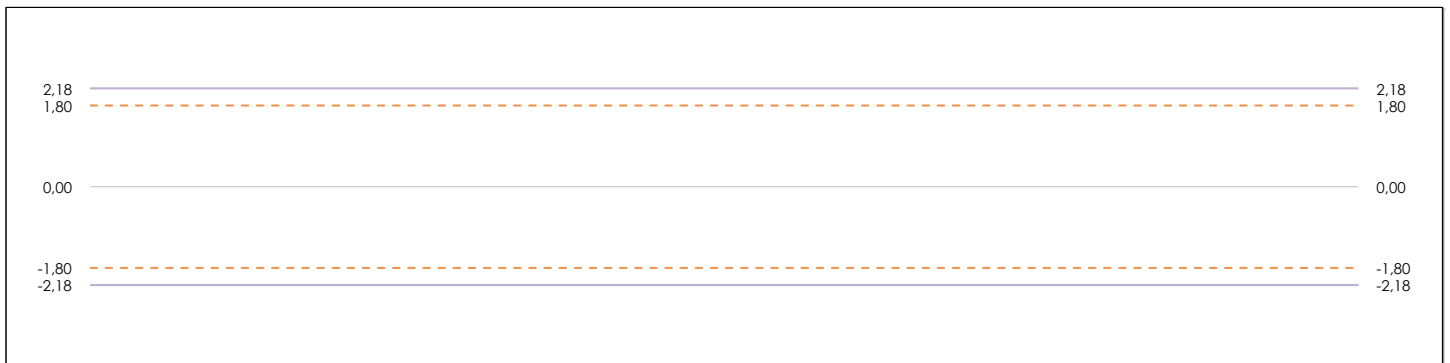
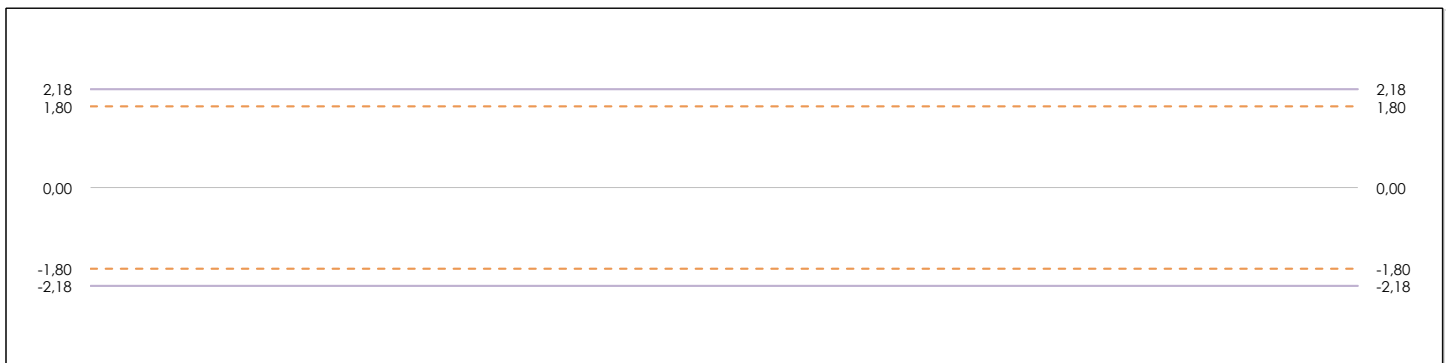
[máximo]

[mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

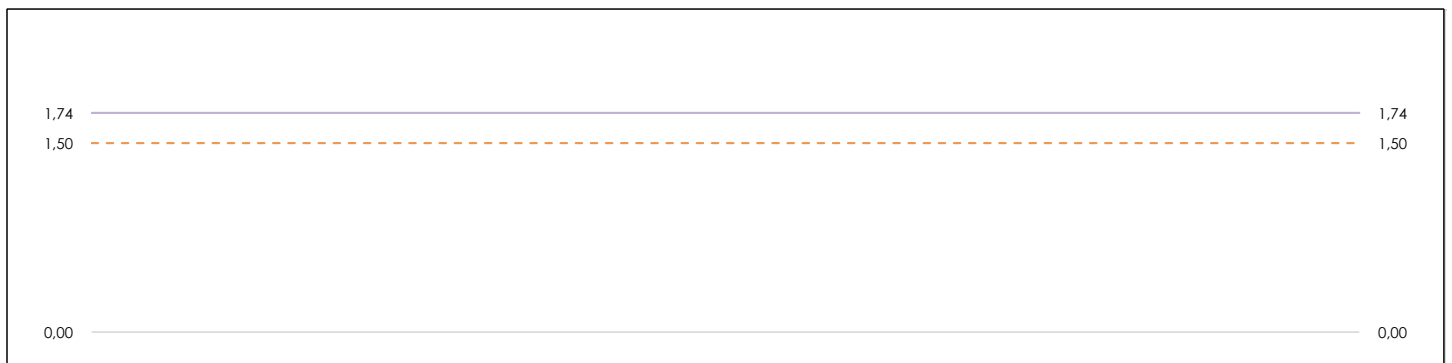
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	50,30	49,800	52,300	52,400	50,700	51,100	1,185	-3,29	-1,33	1,11		1,329		0,5825		✓
187	54,20	53,700	53,500	53,600	53,700	53,740	0,270	1,71	0,69	0,25						✓
189	54,40	54,000	52,400	54,700	54,600	54,020	0,944	2,24	0,91	0,89				0,5825		✓
198	44,20	49,400	57,400	55,100	50,000	51,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	56,30	52,500	52,600	53,200	52,100	53,340	1,701	0,95	0,39	1,60*	0,255					✓
201	51,40	53,500	54,300	52,400	53,700	53,060	1,155	0,42	0,17	1,08						✓
203	54,26	54,040	54,030	54,140	52,220	53,738	0,854	1,71	0,69	0,80						✓
210	52,20	51,500	51,300	51,800	50,100	51,380	0,792	-2,76	-1,11	0,74				0,5825		✓
212	50,60	50,100	53,100	52,100	51,400	51,460	1,193	-2,60	-1,05	1,12						✓
215	55,20	55,400	55,900	54,100	53,300	54,780	1,057	3,68	1,49	0,99		1,489		0,5825		✓
223	51,40	51,200	52,800	50,700	52,600	51,740	0,915	-2,07	-0,84	0,86						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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.

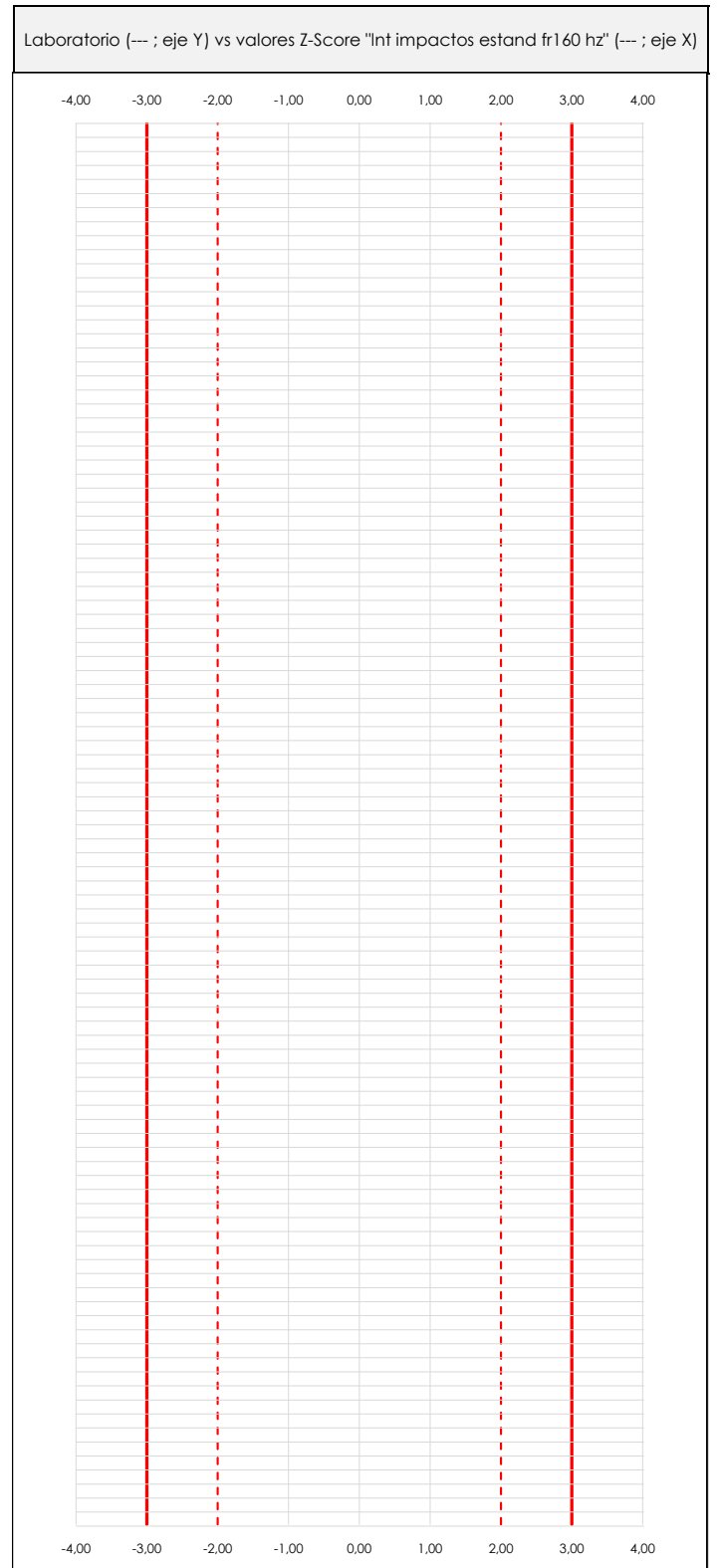
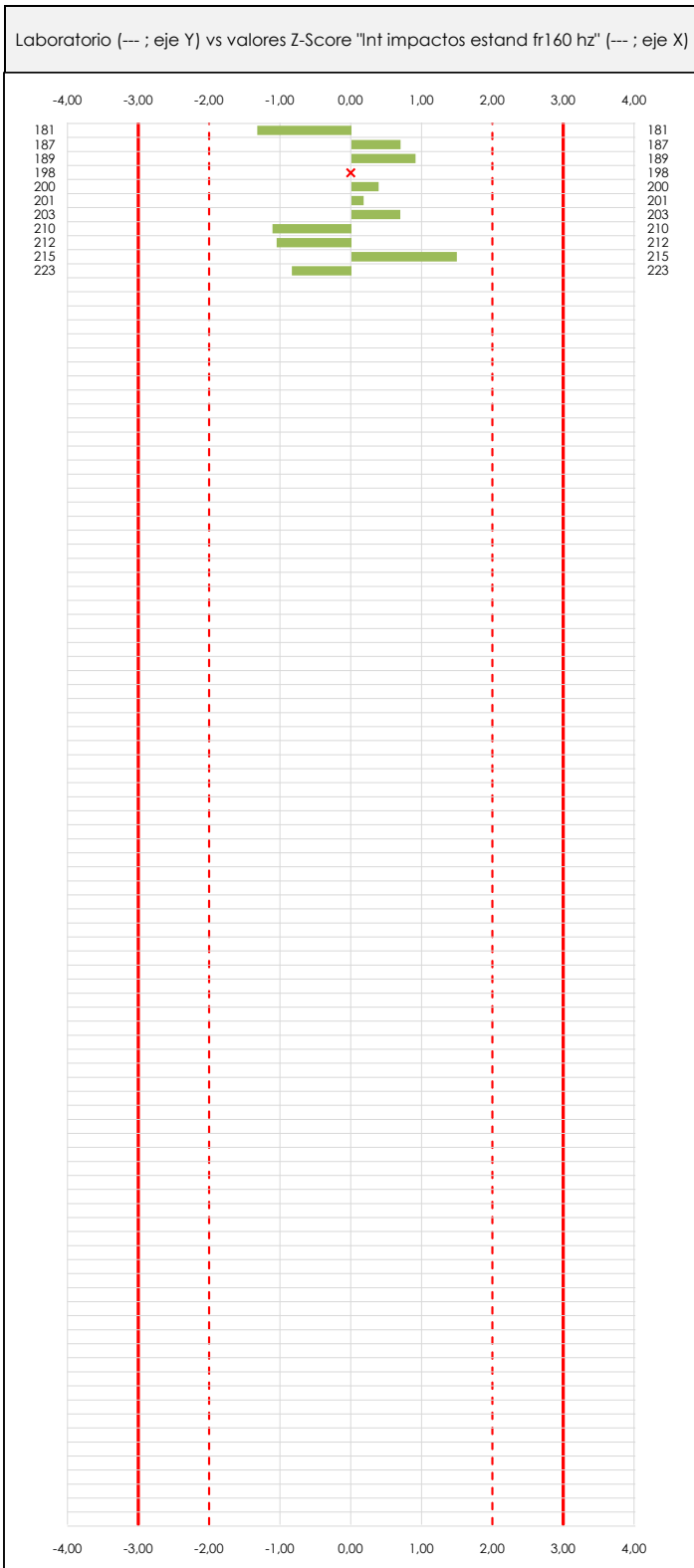
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	50,30	49,80	52,30	52,40	50,70	51,10	1,185	-3,29	✓	✓	✓			-1,329	S
187	54,20	53,70	53,50	53,60	53,70	53,74	0,270	1,71	✓	✓	✓			0,692	S
189	54,40	54,00	52,40	54,70	54,60	54,02	0,944	2,24	✓	✓	✓			0,907	S
198	44,20	49,40	57,40	55,10	50,00	51,22	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	56,30	52,50	52,60	53,20	52,10	53,34	1,701	0,95	✓	✓	✓			0,386	S
201	51,40	53,50	54,30	52,40	53,70	53,06	1,155	0,42	✓	✓	✓			0,172	S
203	54,26	54,04	54,03	54,14	52,22	53,74	0,854	1,71	✓	✓	✓			0,691	S
210	52,20	51,50	51,30	51,80	50,10	51,38	0,792	-2,76	✓	✓	✓			-1,115	S
212	50,60	50,10	53,10	52,10	51,40	51,46	1,193	-2,60	✓	✓	✓			-1,054	S
215	55,20	55,40	55,90	54,10	53,30	54,78	1,057	3,68	✓	✓	✓			1,489	S
223	51,40	51,20	52,80	50,70	52,60	51,74	0,915	-2,07	✓	✓	✓			-0,839	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

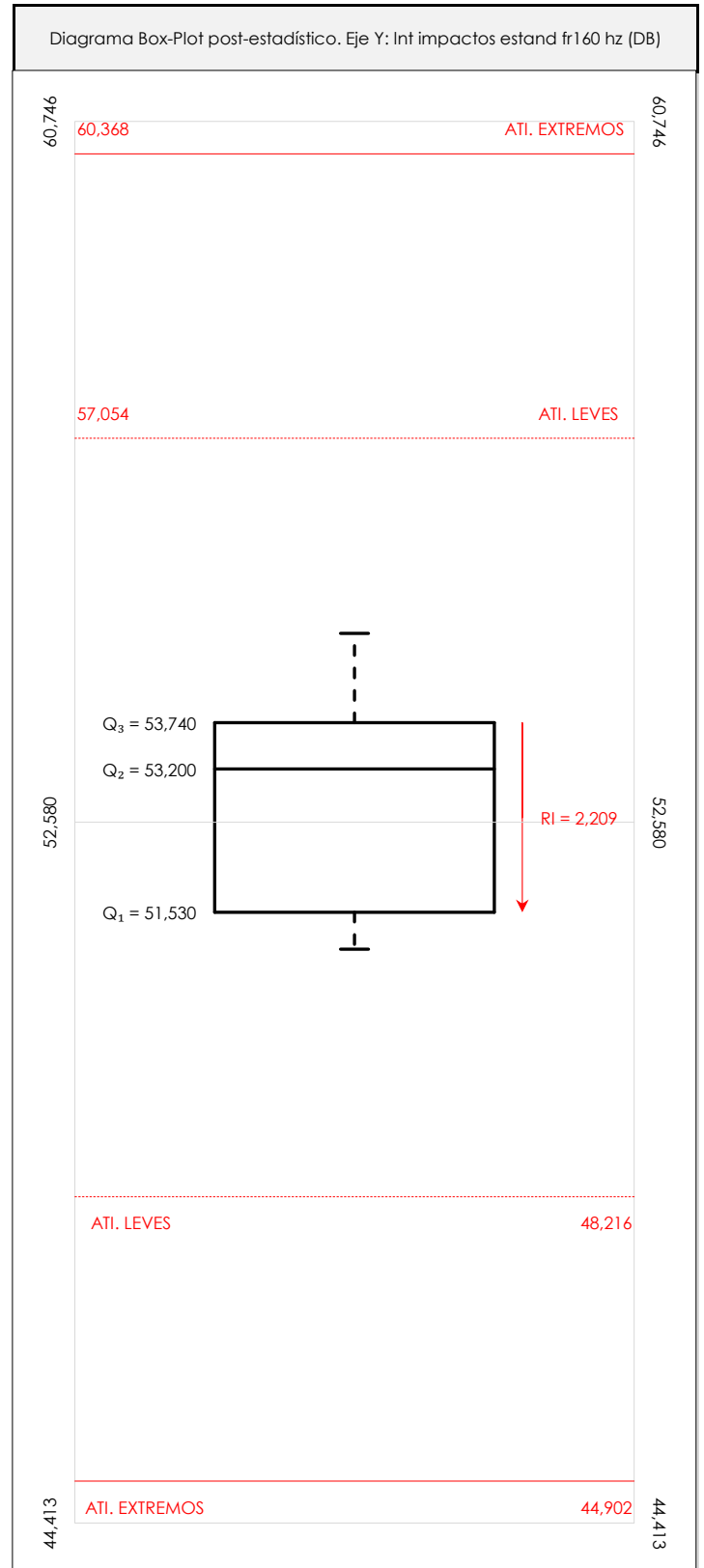
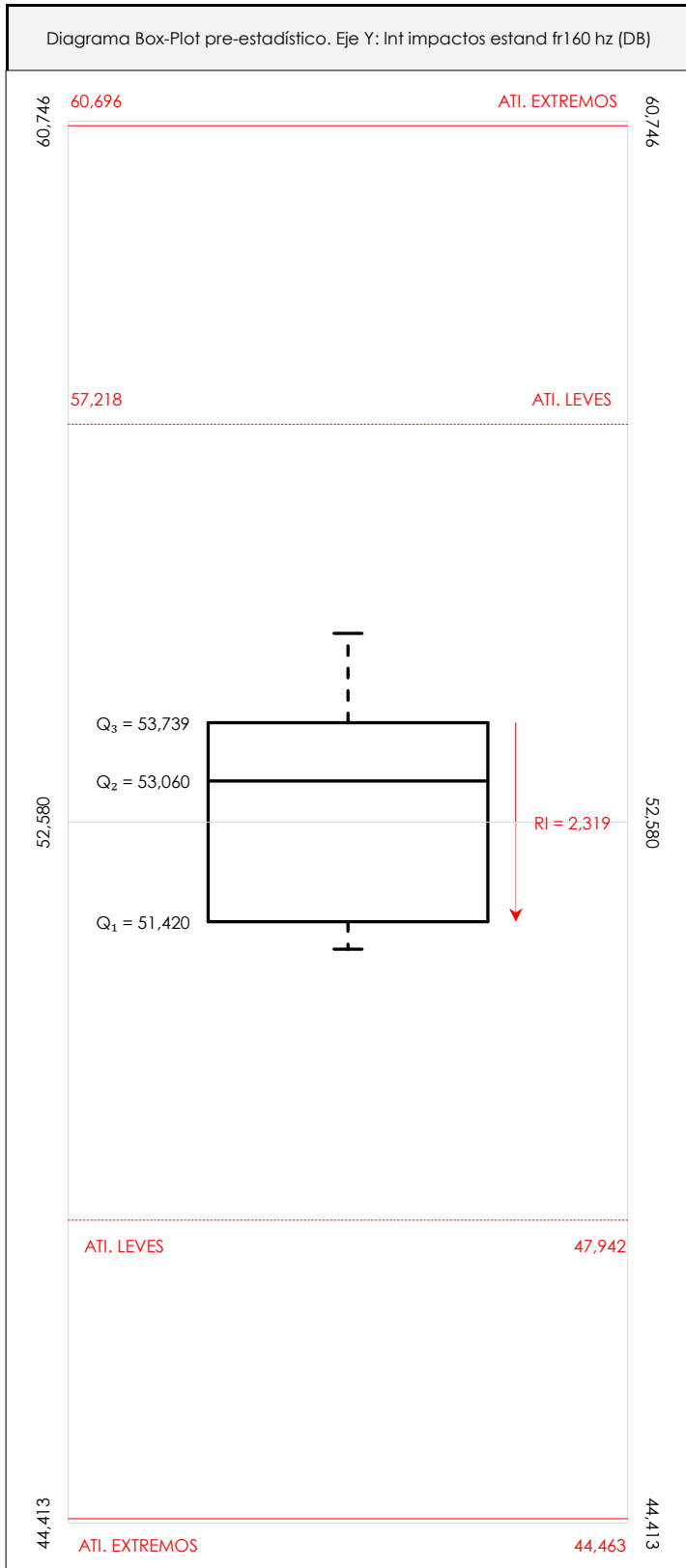
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	56,30	55,40	57,40	55,10	54,60	54,78	56,30	55,40	55,90	54,70	54,60	54,78
Valor Mínimo (min ; %)	44,20	49,40	51,30	50,70	50,00	51,10	50,30	49,80	51,30	50,70	50,10	51,10
Valor Promedio (M ; %)	52,22	52,29	53,60	53,11	52,22	52,69	53,03	52,57	53,22	52,91	52,44	52,84
Desviación Típica (SDL ; ---)	3,32	2,01	1,75	1,35	1,54	1,33	2,10	1,86	1,29	1,25	1,43	1,31
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,04	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,02	0,02	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	3,469	5,163	1,078	4,547	5,911	1,133	2,950	1,478	2,611	4,479		
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	0,366	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,308	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 analisis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr200 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

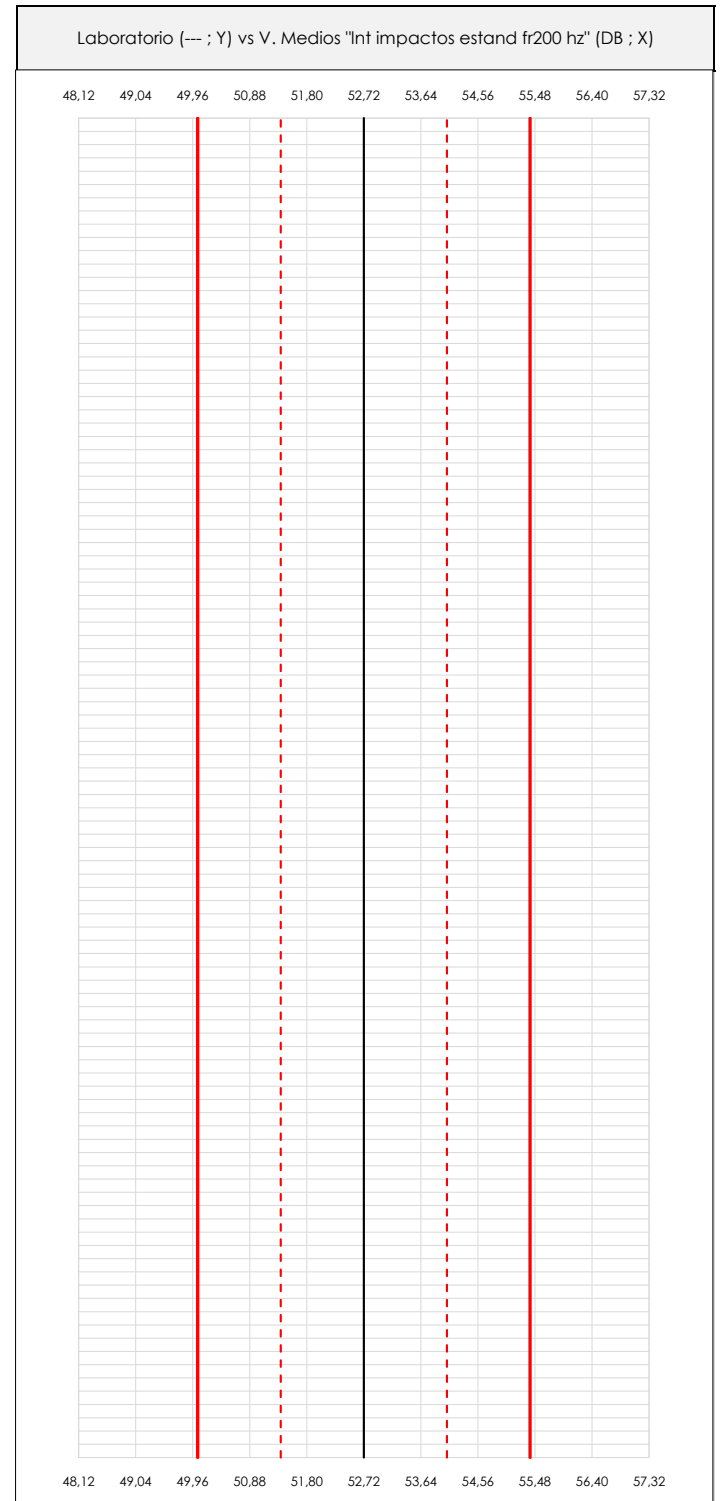
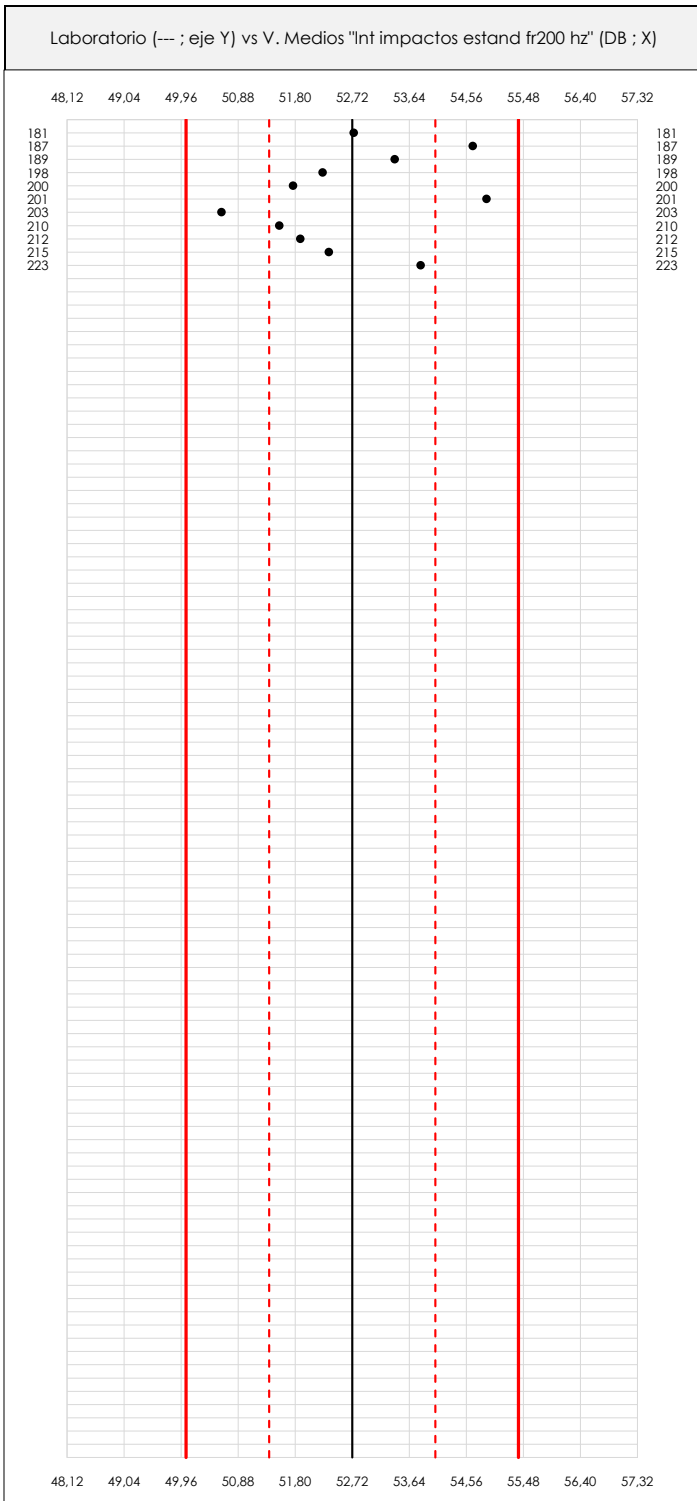
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

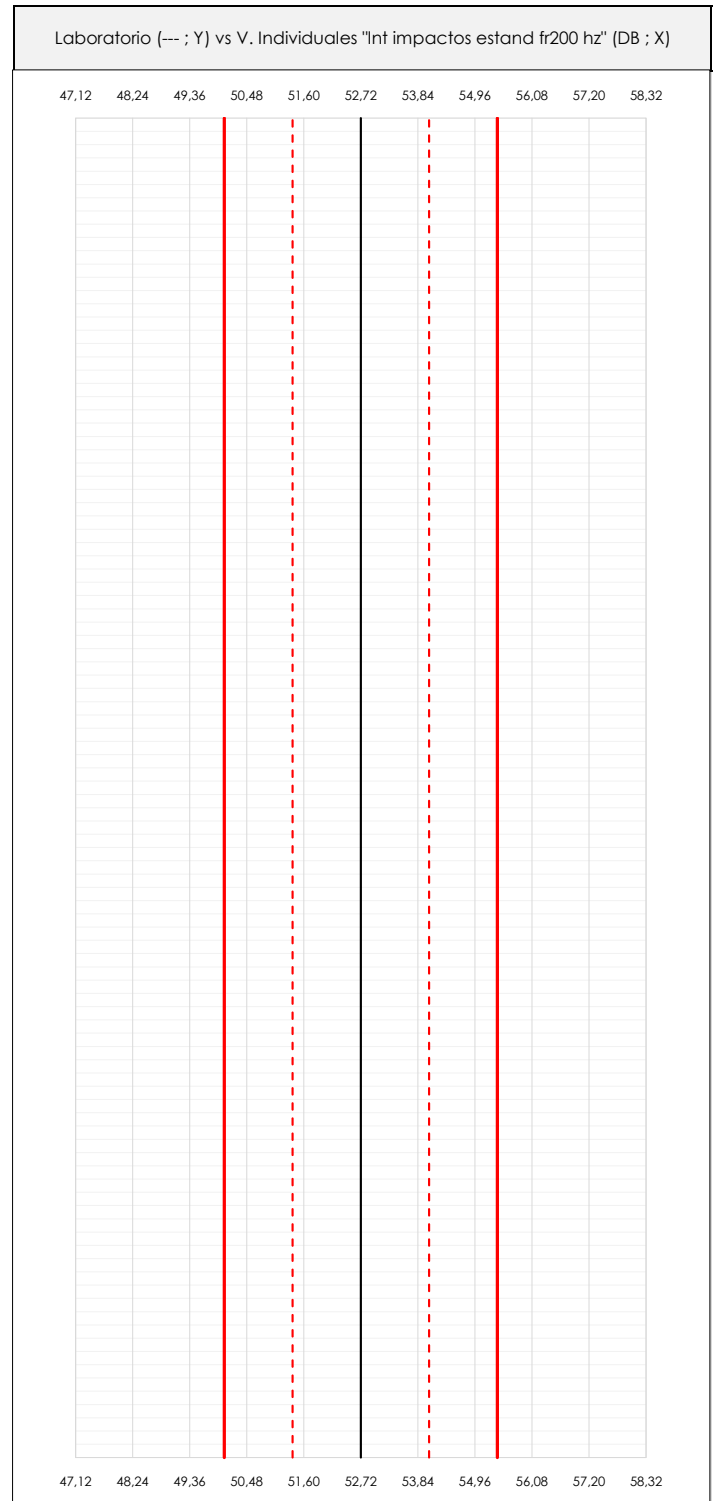
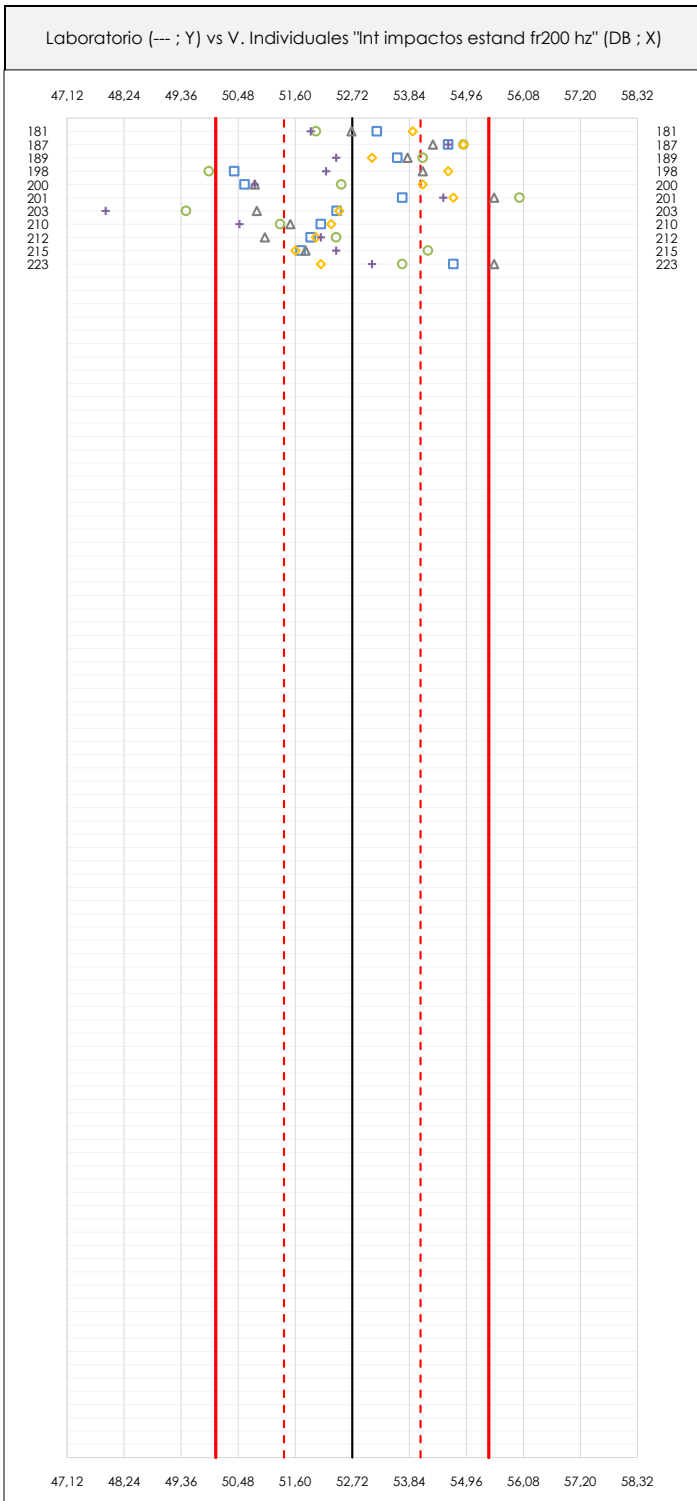
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,72 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,06/51,37 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,40/50,03 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,72 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,06/51,37 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,40/50,03 ; 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 ($X_{1,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{1,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{1,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{1,4}$) con un rombo amarillo.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
181	53,20	52,00	52,70	53,90	51,90	52,74	0,838	0,05	✓	
187	54,60	54,90	54,30	54,90	54,60	54,66	0,251	3,69	✓	
189	53,60	54,10	53,80	53,10	52,40	53,40	0,667	1,30	✓	
198	50,40	49,90	54,10	54,60	52,20	52,24	2,115	-0,90	✓	
200	50,60	52,50	50,80	54,10	50,80	51,76	1,518	-1,81	✓	
201	53,70	56,00	55,50	54,70	54,50	54,88	0,896	4,11	✓	
203	52,41	49,45	50,84	52,46	47,87	50,61	1,973	-4,00	✓	
210	52,10	51,30	51,50	52,30	50,50	51,54	0,713	-2,23	✓	
212	51,90	52,40	51,00	52,00	52,10	51,88	0,526	-1,58	✓	
215	51,70	54,20	51,80	51,60	52,40	52,34	1,085	-0,71	✓	
223	54,70	53,70	55,50	52,10	53,10	53,82	1,331	2,10	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

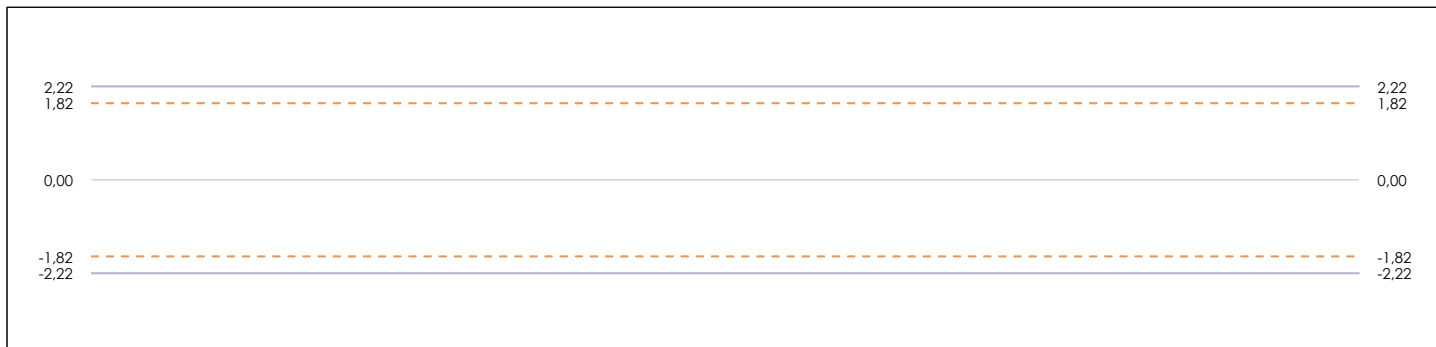
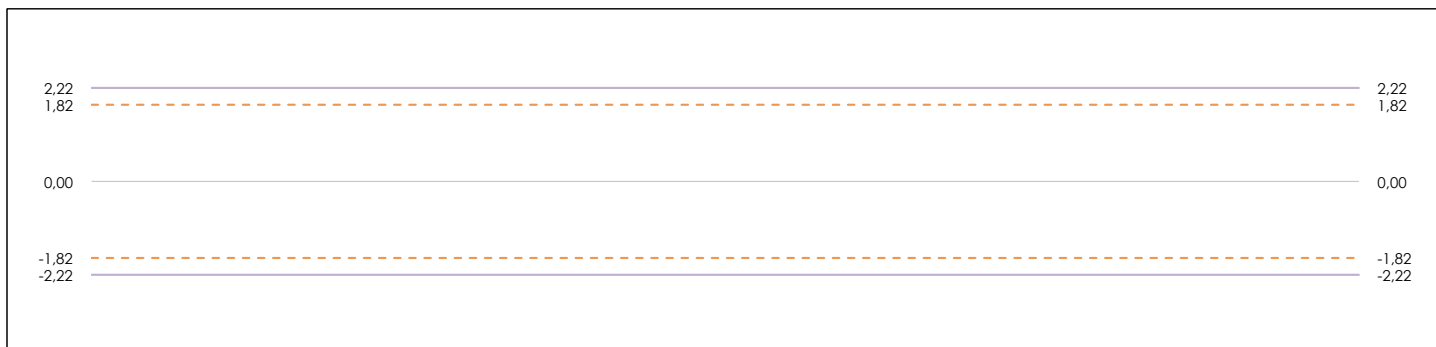
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

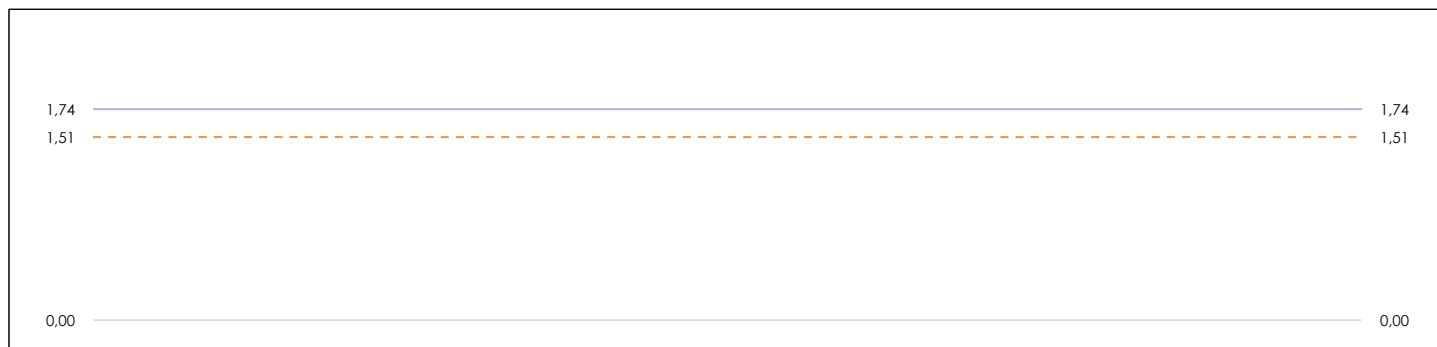
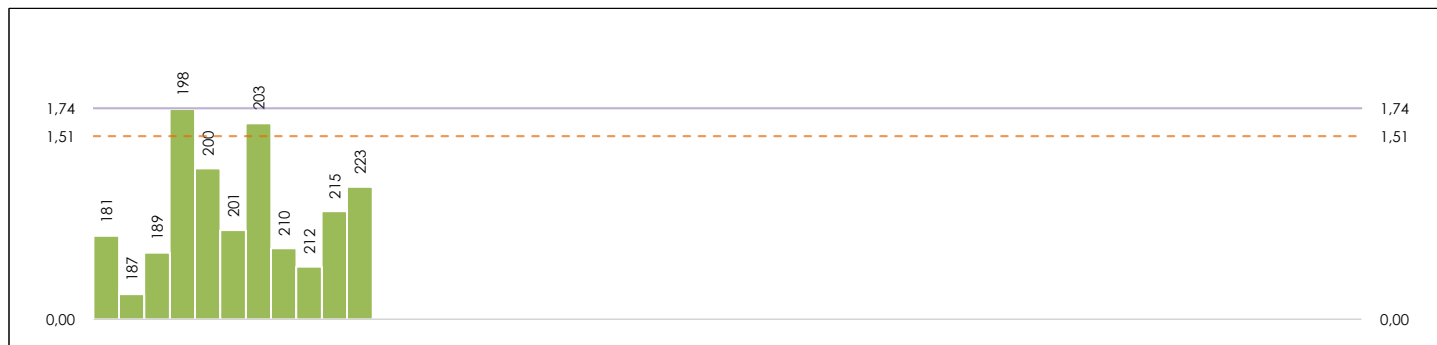
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	53,20	52,000	52,700	53,900	51,900	52,740	0,838	0,05	0,02	0,69						✓
187	54,60	54,900	54,300	54,900	54,600	54,660	0,251	3,69	1,45	0,21					0,4241	✓
189	53,60	54,100	53,800	53,100	52,400	53,400	0,667	1,30	0,51	0,55						✓
198	50,40	49,900	54,100	54,600	52,200	52,240	2,115	-0,90	-0,35	1,73*	0,272					✓
200	50,60	52,500	50,800	54,100	50,800	51,760	1,518	-1,81	-0,71	1,24						✓
201	53,70	56,000	55,500	54,700	54,500	54,880	0,896	4,11	1,62	0,73			1,615		0,4241	✓
203	52,41	49,450	50,840	52,460	47,870	50,606	1,973	-4,00	-1,57	1,61*	0,272	1,574		0,6088		✓
210	52,10	51,300	51,500	52,300	50,500	51,540	0,713	-2,23	-0,88	0,58				0,6088		✓
212	51,90	52,400	51,000	52,000	52,100	51,880	0,526	-1,58	-0,62	0,43						✓
215	51,70	54,200	51,800	51,600	52,400	52,340	1,085	-0,71	-0,28	0,89						✓
223	54,70	53,700	55,500	52,100	53,100	53,820	1,331	2,10	0,82	1,09						✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ "h_i y k_i", "C_i", "G_{Sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]	[anómalo]	[máximo]	[mínimo]
-------------	-----------	----------	----------

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

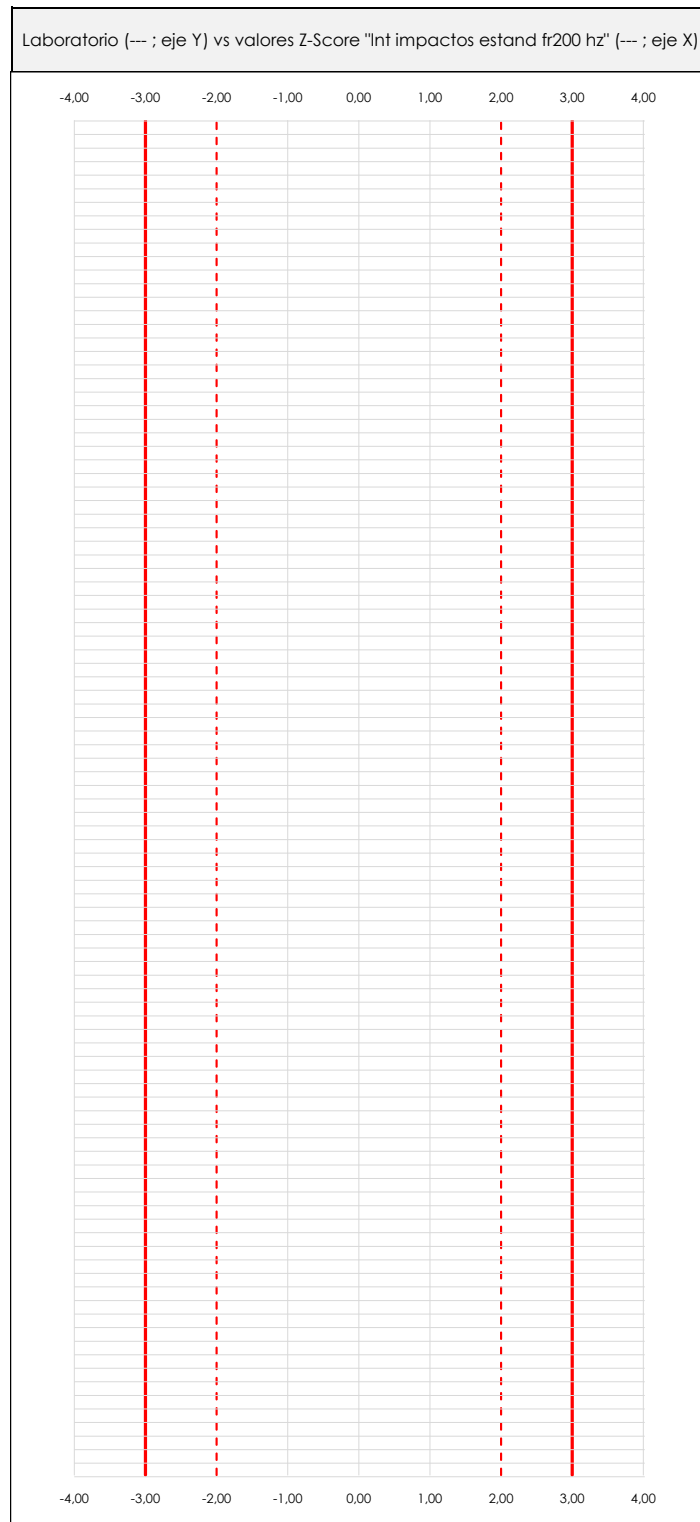
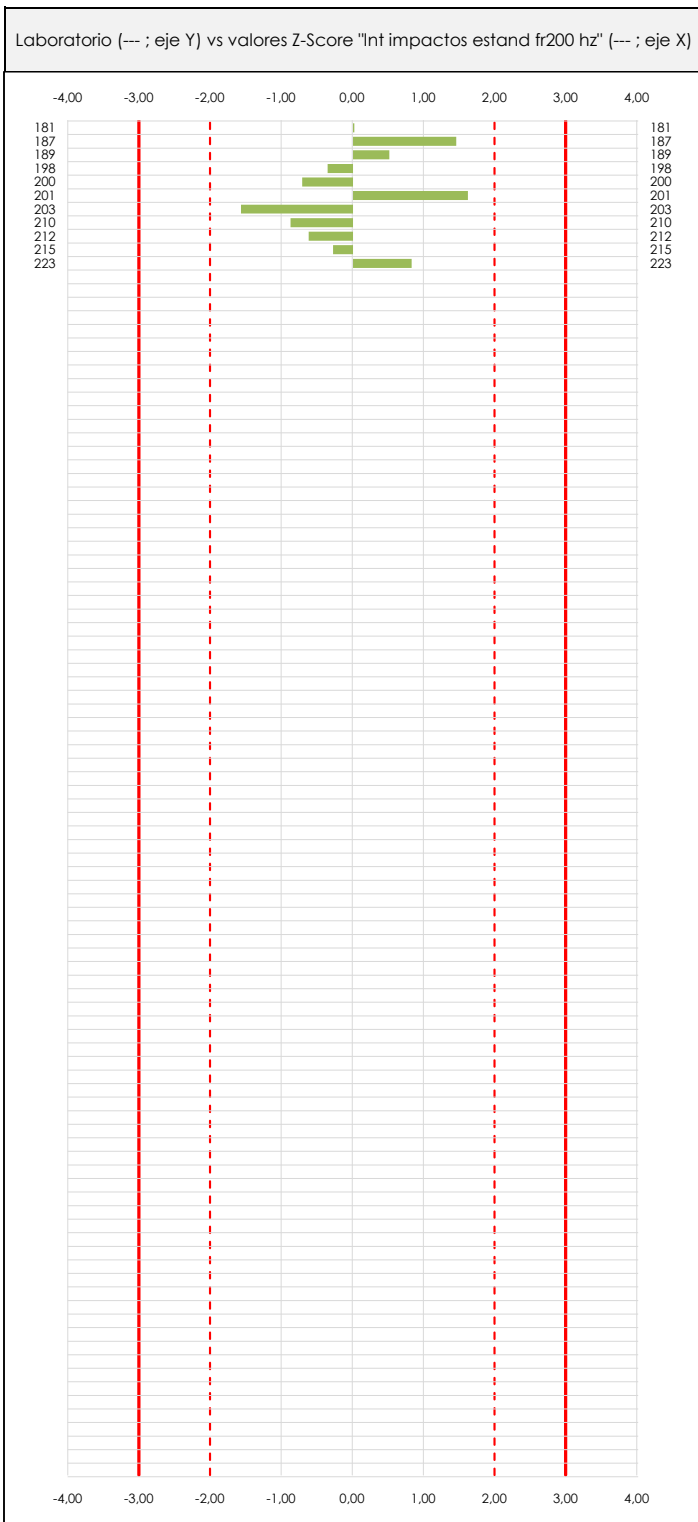
SACE
Submisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	53,20	52,00	52,70	53,90	51,90	52,74	0,838	0,05	✓	✓	✓			0,019	S
187	54,60	54,90	54,30	54,90	54,60	54,66	0,251	3,69	✓	✓	✓			1,451	S
189	53,60	54,10	53,80	53,10	52,40	53,40	0,667	1,30	✓	✓	✓			0,511	S
198	50,40	49,90	54,10	54,60	52,20	52,24	2,115	-0,90	✓	✓	✓			-0,354	S
200	50,60	52,50	50,80	54,10	50,80	51,76	1,518	-1,81	✓	✓	✓			-0,713	S
201	53,70	56,00	55,50	54,70	54,50	54,88	0,896	4,11	✓	✓	✓			1,615	S
203	52,41	49,45	50,84	52,46	47,87	50,61	1,973	-4,00	✓	✓	✓			-1,574	S
210	52,10	51,30	51,50	52,30	50,50	51,54	0,713	-2,23	✓	✓	✓			-0,877	S
212	51,90	52,40	51,00	52,00	52,10	51,88	0,526	-1,58	✓	✓	✓			-0,623	S
215	51,70	54,20	51,80	51,60	52,40	52,34	1,085	-0,71	✓	✓	✓			-0,280	S
223	54,70	53,70	55,50	52,10	53,10	53,82	1,331	2,10	✓	✓	✓			0,824	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

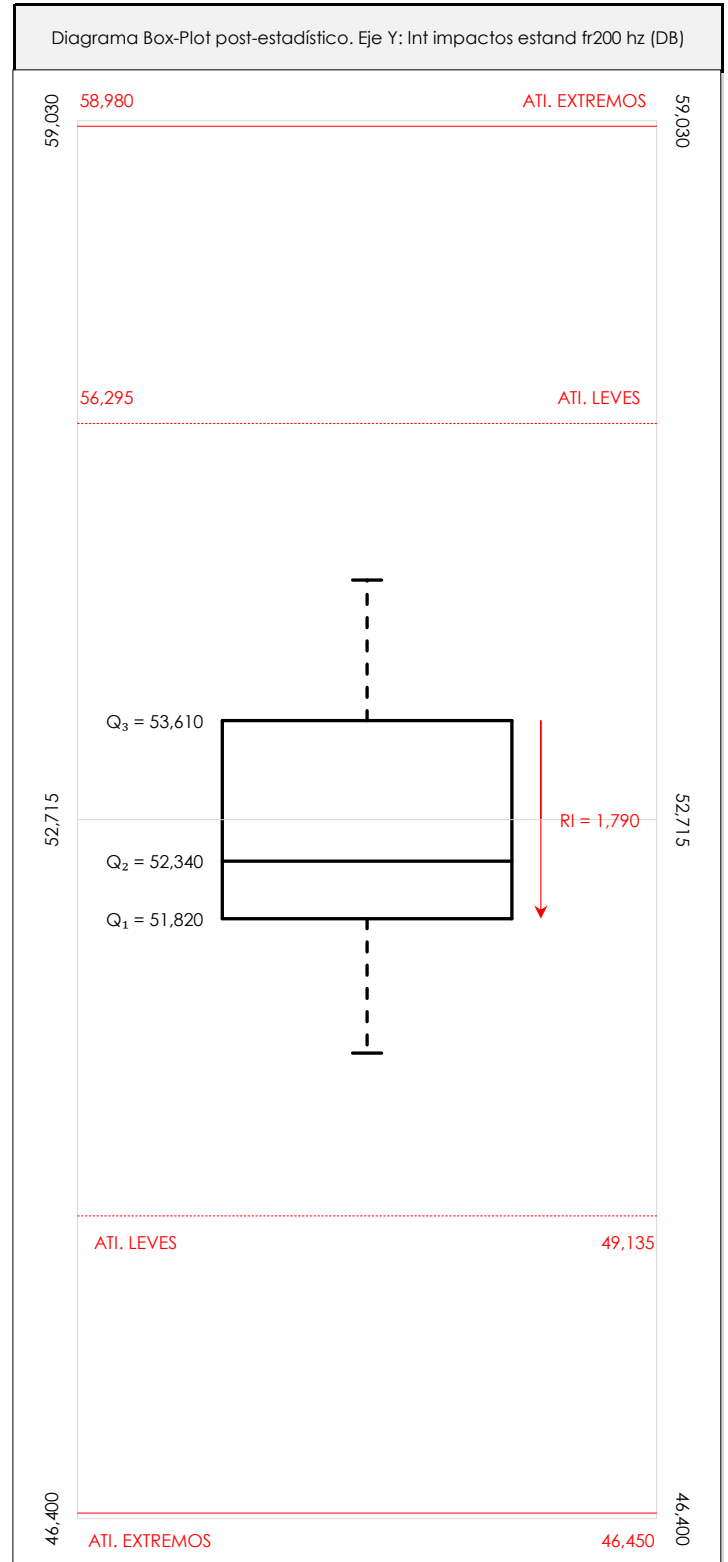
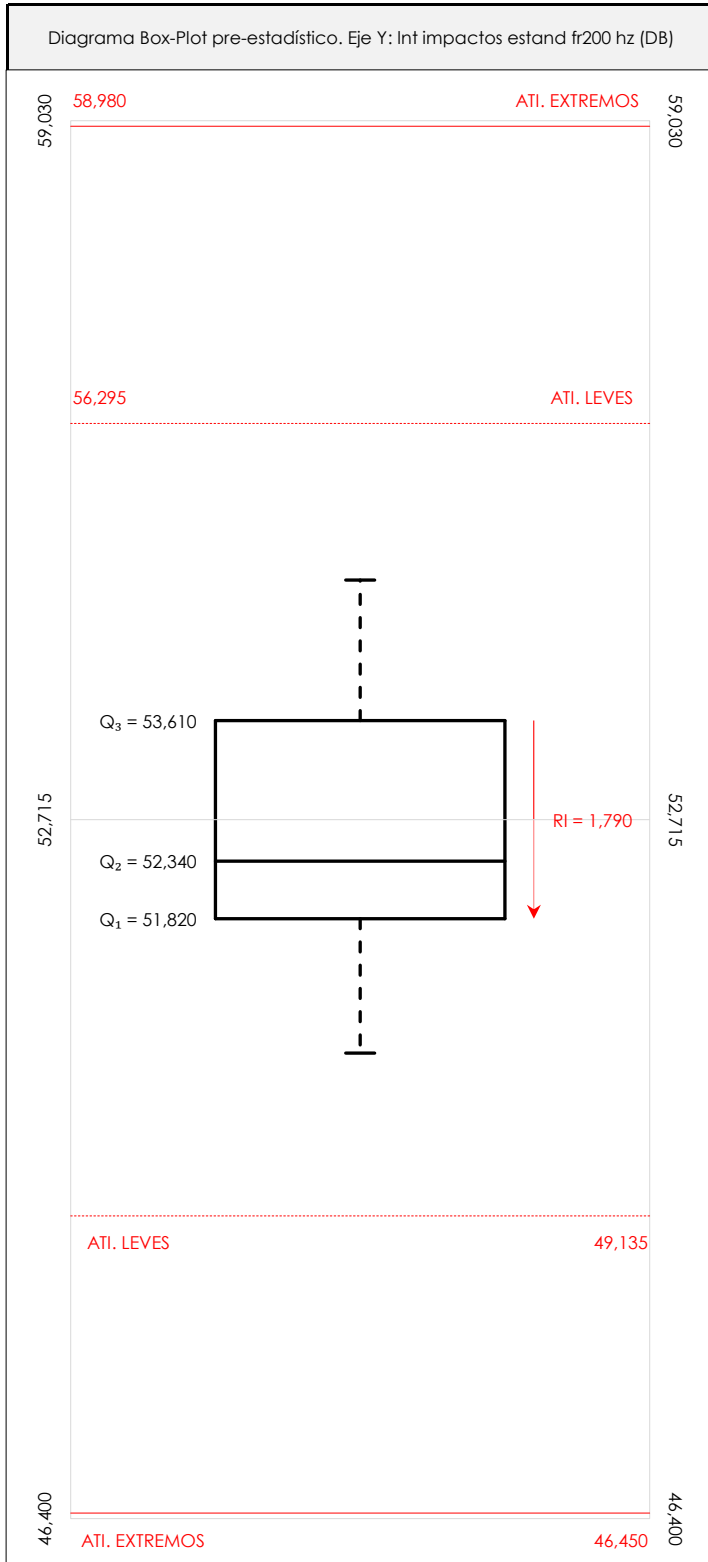
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	54,70	56,00	55,50	54,90	54,60	54,88	54,70	56,00	55,50	54,90	54,60	54,88
Valor Mínimo (min ; %)	50,40	49,45	50,80	51,60	47,87	50,61	50,40	49,45	50,80	51,60	47,87	50,61
Valor Promedio (M ; %)	52,63	52,77	52,89	53,25	52,03	52,72	52,63	52,77	52,89	53,25	52,03	52,72
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,46	2,05	1,82	1,22	1,88	1,34	1,46	2,05	1,82	1,22	1,88	1,34
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,04	0,03	0,02	0,04	0,03	0,03	0,04	0,03	0,02	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	1,492	3,386	1,498	2,990	4,793	1,492	3,386	1,498	2,990	4,793		
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	0,366	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,51	0,308	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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr250 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

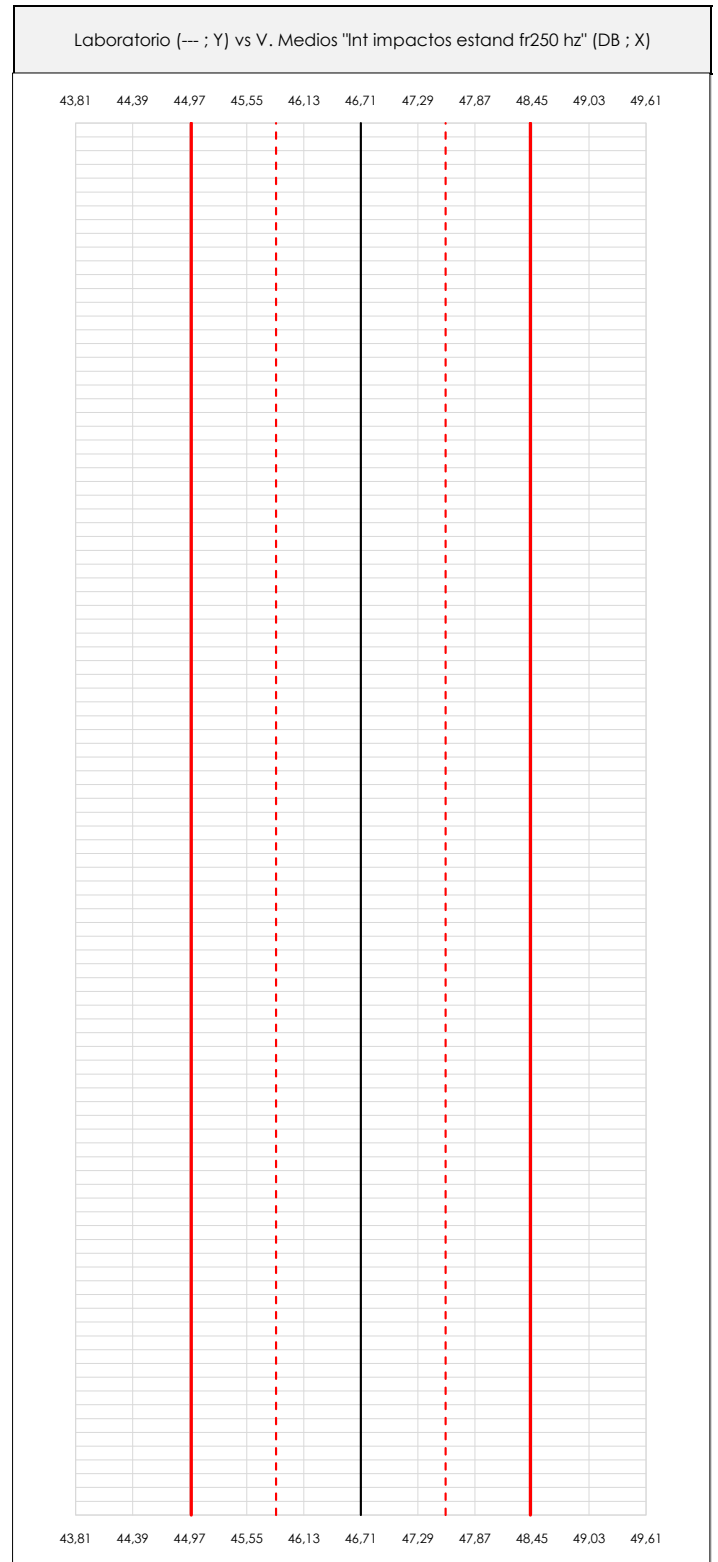
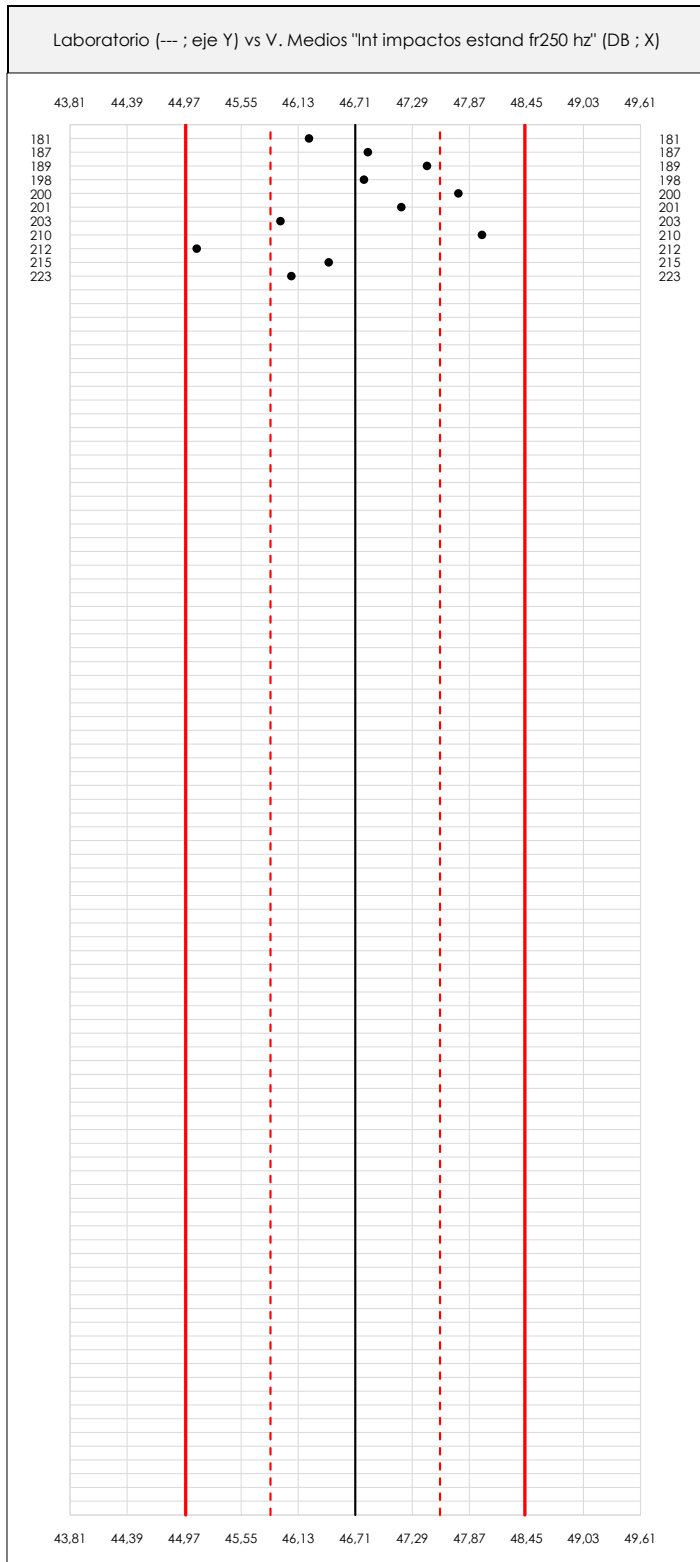
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

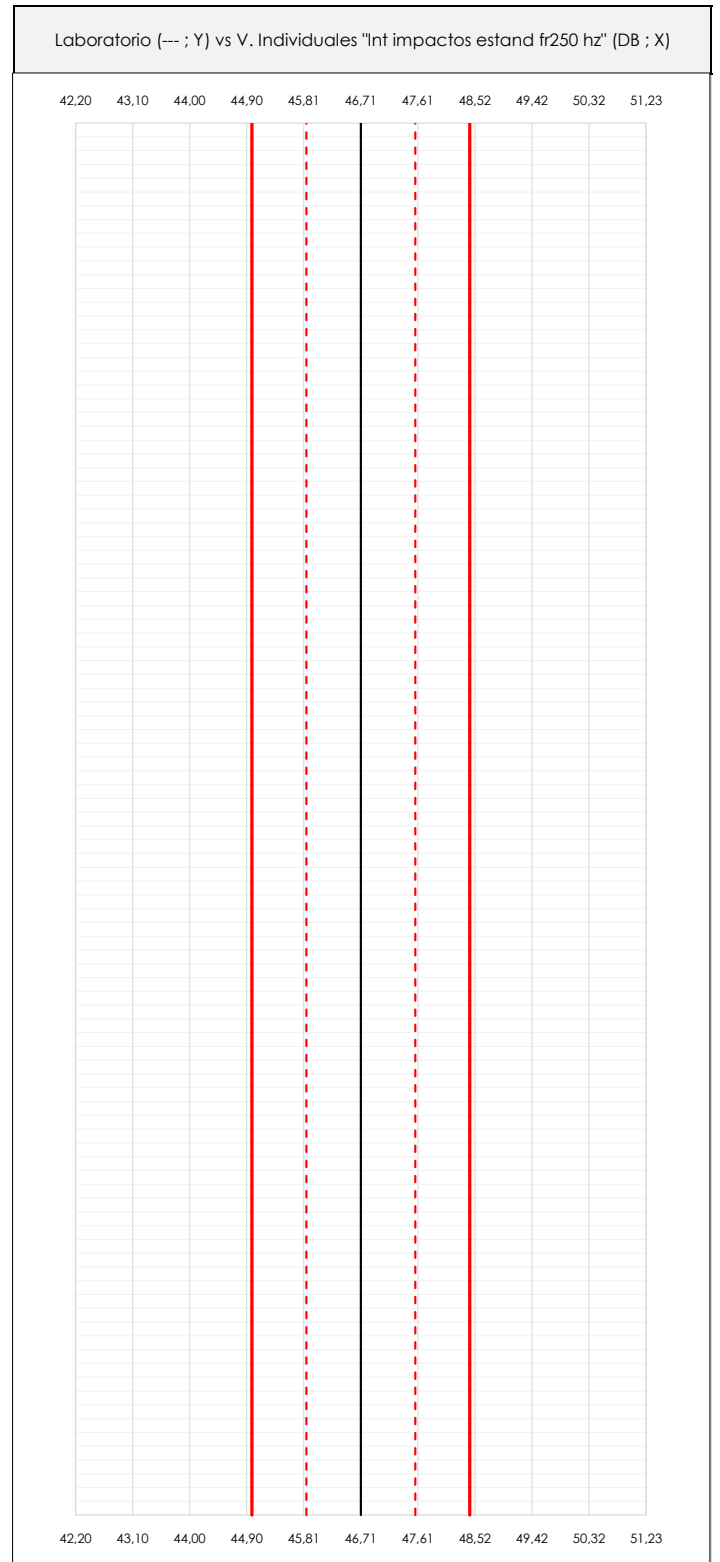
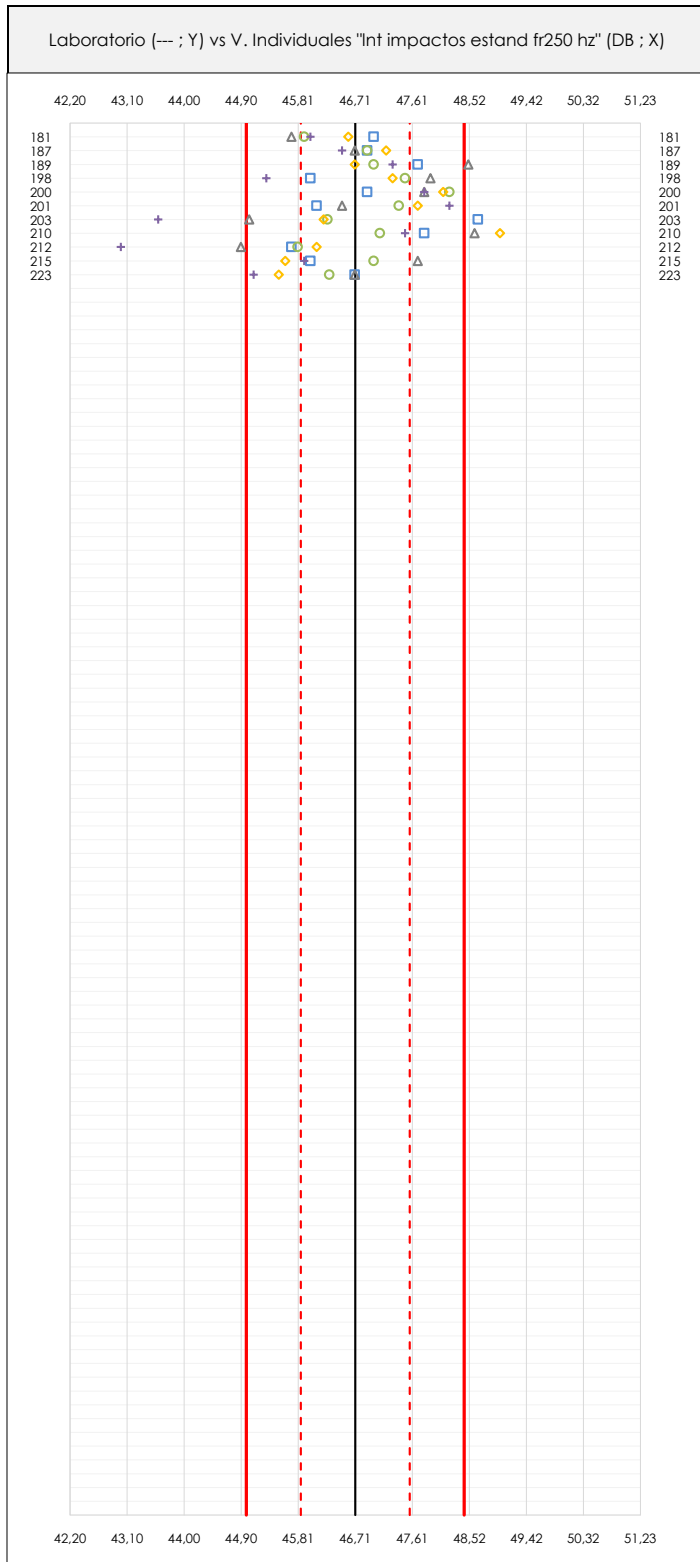
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,57/45,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,43/44,99 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,57/45,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,43/44,99 ; 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 ($X_{1,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{1,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{1,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{1,4}$) con un rombo amarillo.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	47,00	45,90	45,70	46,60	46,00	46,24	0,541	-1,01	✓	
187	46,90	46,90	46,70	47,20	46,50	46,84	0,261	0,28	✓	
189	47,70	47,00	48,50	46,70	47,30	47,44	0,699	1,56	✓	
198	46,00	47,50	47,90	47,30	45,30	46,80	1,100	0,19	✓	
200	46,90	48,20	47,80	48,10	47,80	47,76	0,513	2,25	✓	
201	46,10	47,40	46,50	47,70	48,20	47,18	0,864	1,01	✓	
203	48,65	46,27	45,03	46,21	43,59	45,95	1,863	-1,63	✓	
210	47,80	47,10	48,60	49,00	47,50	48,00	0,784	2,76	✓	
212	45,70	45,80	44,90	46,10	43,00	45,10	1,255	-3,45	✓	
215	46,00	47,00	47,70	45,60	45,90	46,44	0,879	-0,58	✓	
223	46,70	46,30	46,70	45,50	45,10	46,06	0,727	-1,39	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

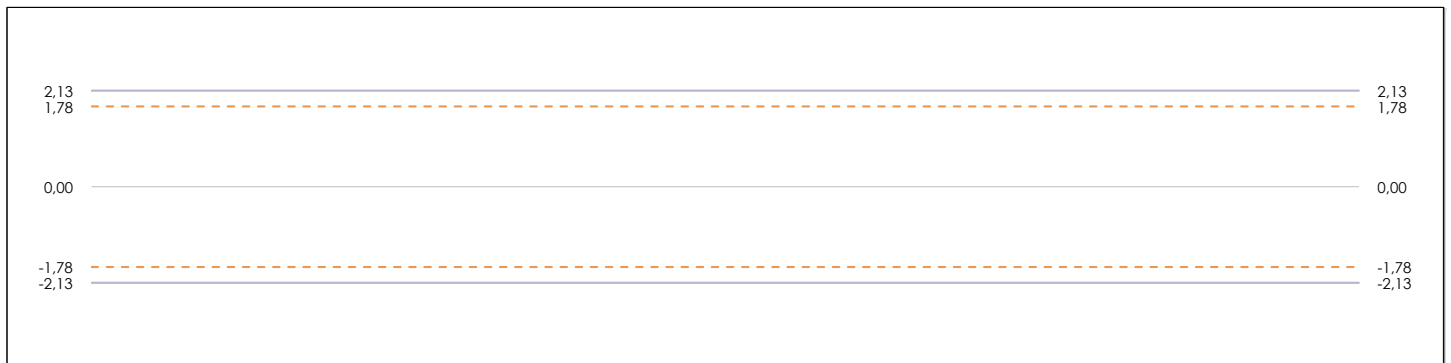
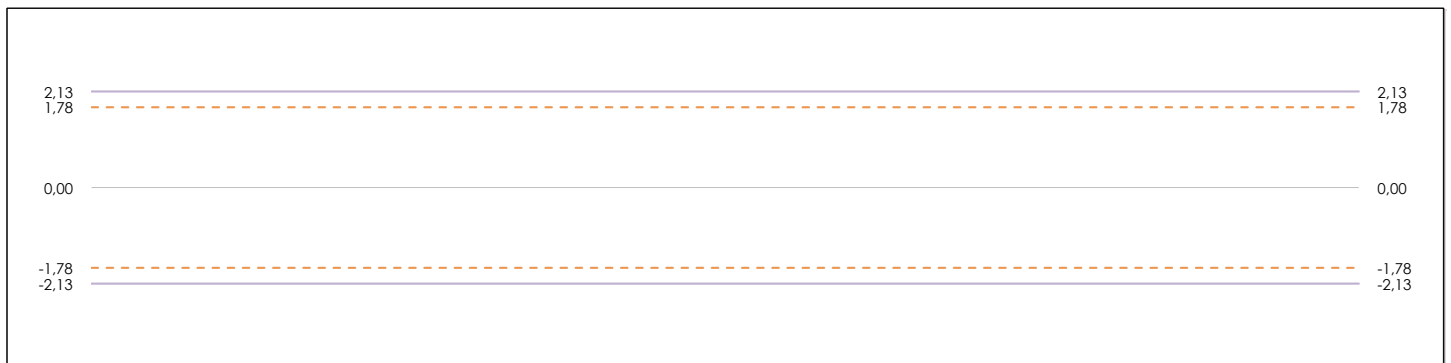
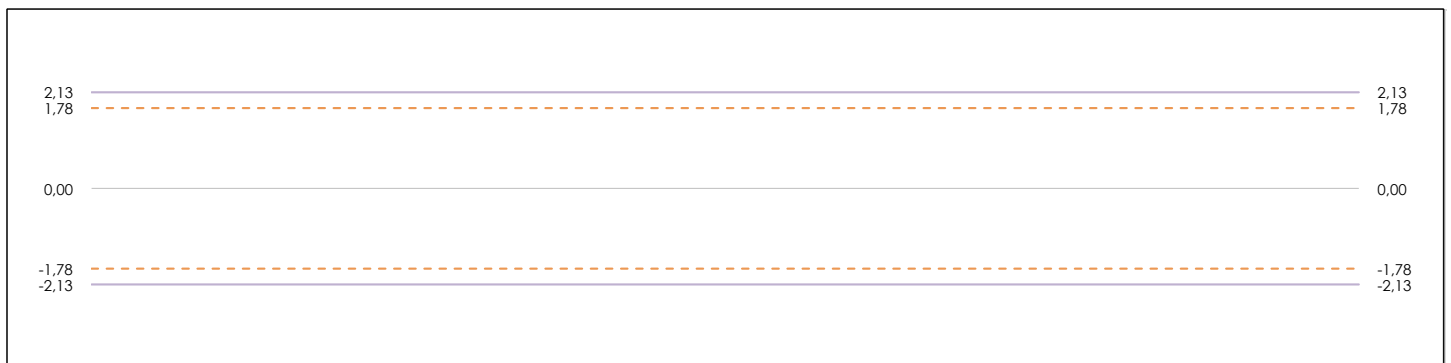
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	47,00	45,900	45,700	46,600	46,000	46,240	0,541	-1,56	-1,09	0,73				0,5164		✓
187	46,90	46,900	46,700	47,200	46,500	46,840	0,261	-0,28	-0,20	0,35						✓
189	47,70	47,000	48,500	46,700	47,300	47,440	0,699	0,99	0,69	0,94						✓
198	46,00	47,500	47,900	47,300	45,300	46,800	1,100	-0,37	-0,26	1,48						✓
200	46,90	48,200	47,800	48,100	47,800	47,760	0,513	1,67	1,17	0,69				0,4110		✓
201	46,10	47,400	46,500	47,700	48,200	47,180	0,864	0,44	0,31	1,16						✓
203	48,65	46,270	45,030	46,210	43,590	45,950	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
210	47,80	47,100	48,600	49,000	47,500	48,000	0,784	2,19	1,52	1,05			1,523		0,4110	✓
212	45,70	45,800	44,900	46,100	43,000	45,100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
215	46,00	47,000	47,700	45,600	45,900	46,440	0,879	-1,14	-0,79	1,18						✓
223	46,70	46,300	46,700	45,500	45,100	46,060	0,727	-1,94	-1,35	0,98		1,354		0,5164		✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

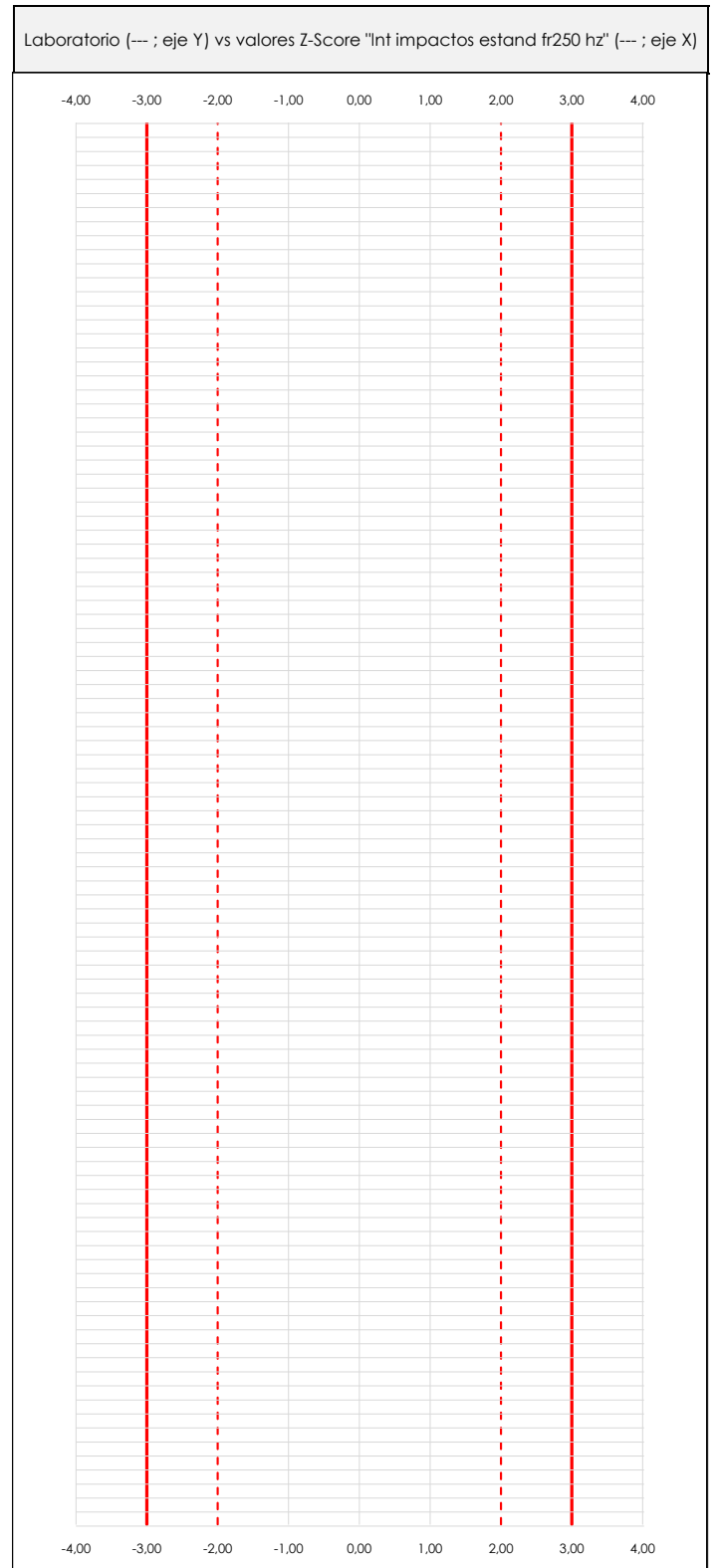
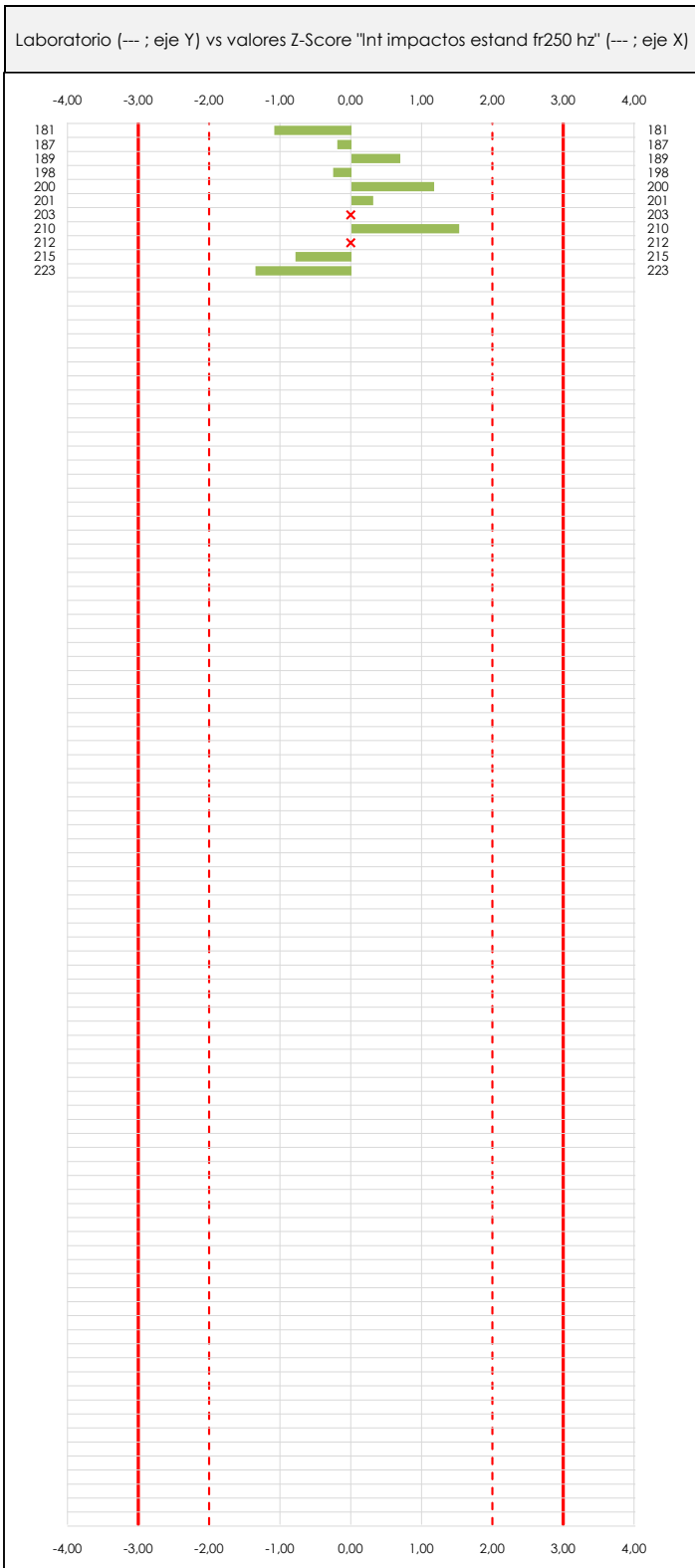
⁰³ "h_i y k_i", "C_i", "G_{sim} y G_{Dob}" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	47,00	45,90	45,70	46,60	46,00	46,24	0,541	-1,56	✓	✓	✓			-1,088	S
187	46,90	46,90	46,70	47,20	46,50	46,84	0,261	-0,28	✓	✓	✓			-0,198	S
189	47,70	47,00	48,50	46,70	47,30	47,44	0,699	0,99	✓	✓	✓			0,692	S
198	46,00	47,50	47,90	47,30	45,30	46,80	1,100	-0,37	✓	✓	✓			-0,257	S
200	46,90	48,20	47,80	48,10	47,80	47,76	0,513	1,67	✓	✓	✓			1,167	S
201	46,10	47,40	46,50	47,70	48,20	47,18	0,864	0,44	✓	✓	✓			0,306	S
203	48,65	46,27	45,03	46,21	43,59	45,95	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
210	47,80	47,10	48,60	49,00	47,50	48,00	0,784	2,19	✓	✓	✓			1,523	S
212	45,70	45,80	44,90	46,10	43,00	45,10	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
215	46,00	47,00	47,70	45,60	45,90	46,44	0,879	-1,14	✓	✓	✓			-0,791	S
223	46,70	46,30	46,70	45,50	45,10	46,06	0,727	-1,94	✓	✓	✓			-1,354	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

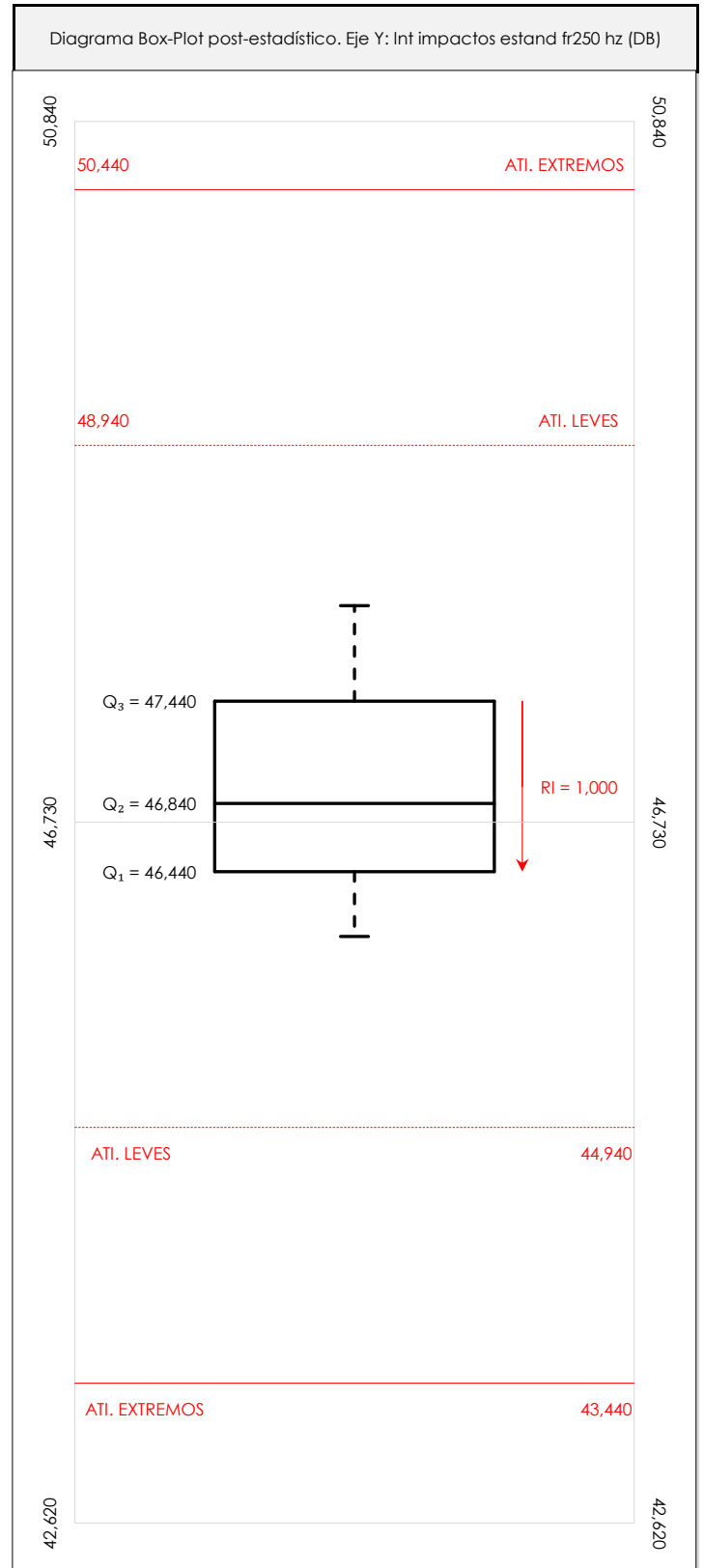
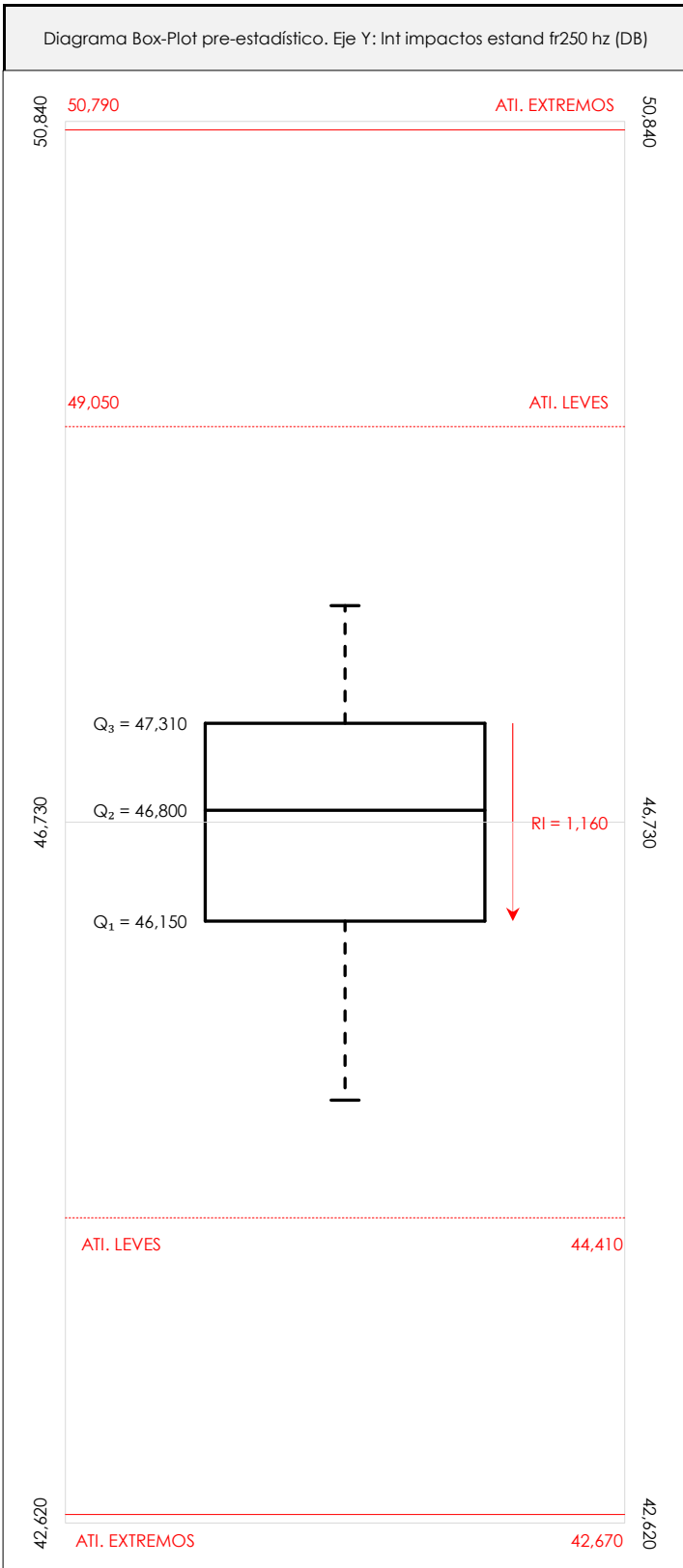
[insatisfactorio]



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	48,65	48,20	48,60	49,00	48,20	48,00	47,80	48,20	48,60	49,00	48,20	48,00
Valor Mínimo (min ; %)	45,70	45,80	44,90	45,50	43,00	45,10	46,00	45,90	45,70	45,50	45,10	46,06
Valor Promedio (M ; %)	46,86	46,85	46,91	46,91	46,02	46,71	46,79	47,03	47,34	47,08	46,62	46,97
Desviación Típica (SDL ; ---)	0,91	0,73	1,31	1,08	1,68	0,86	0,68	0,67	0,99	1,13	1,12	0,67
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,02	0,03	0,02	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
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	0,912	2,647	0,561	1,473	3,364		0,554	2,063	0,344	0,898	2,626	
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	0,366	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,308	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: 9 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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr315 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

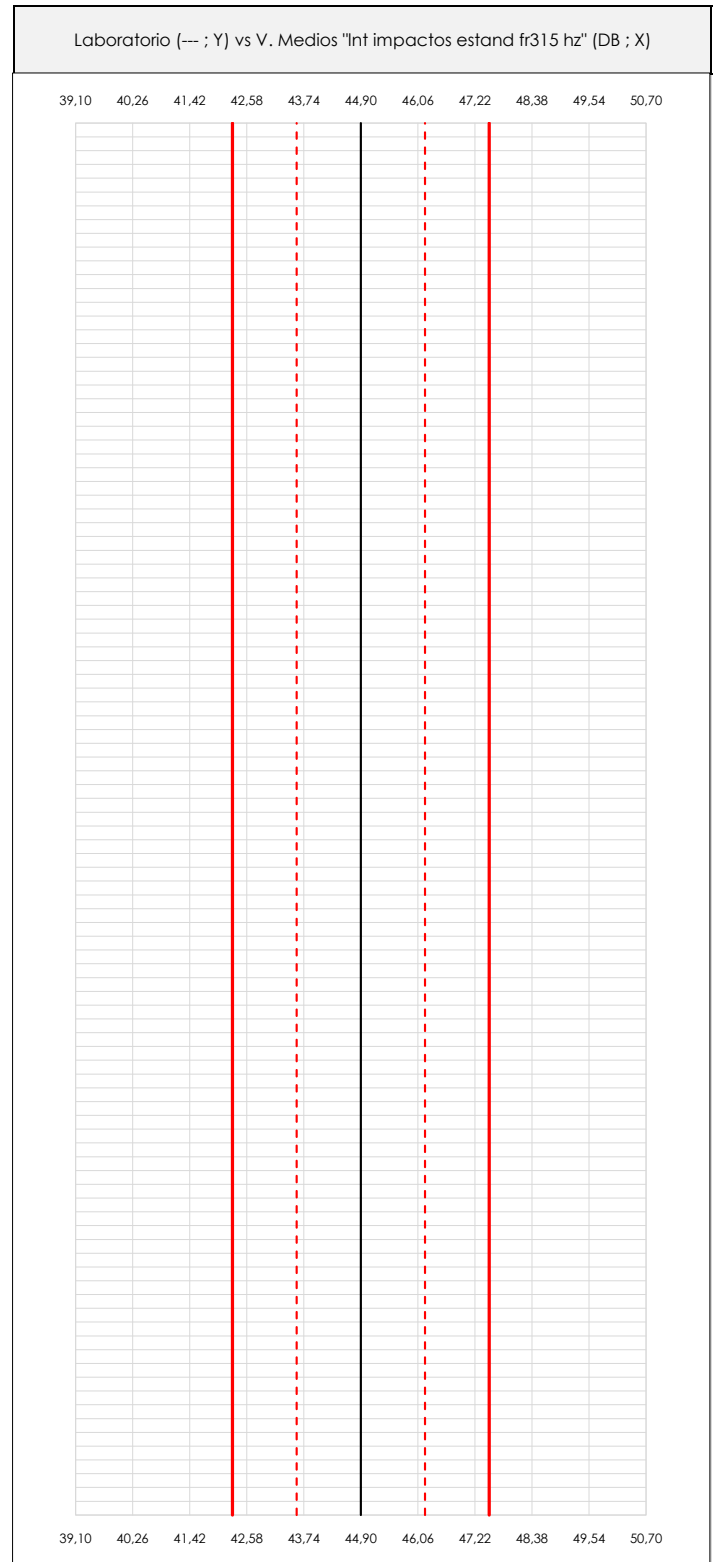
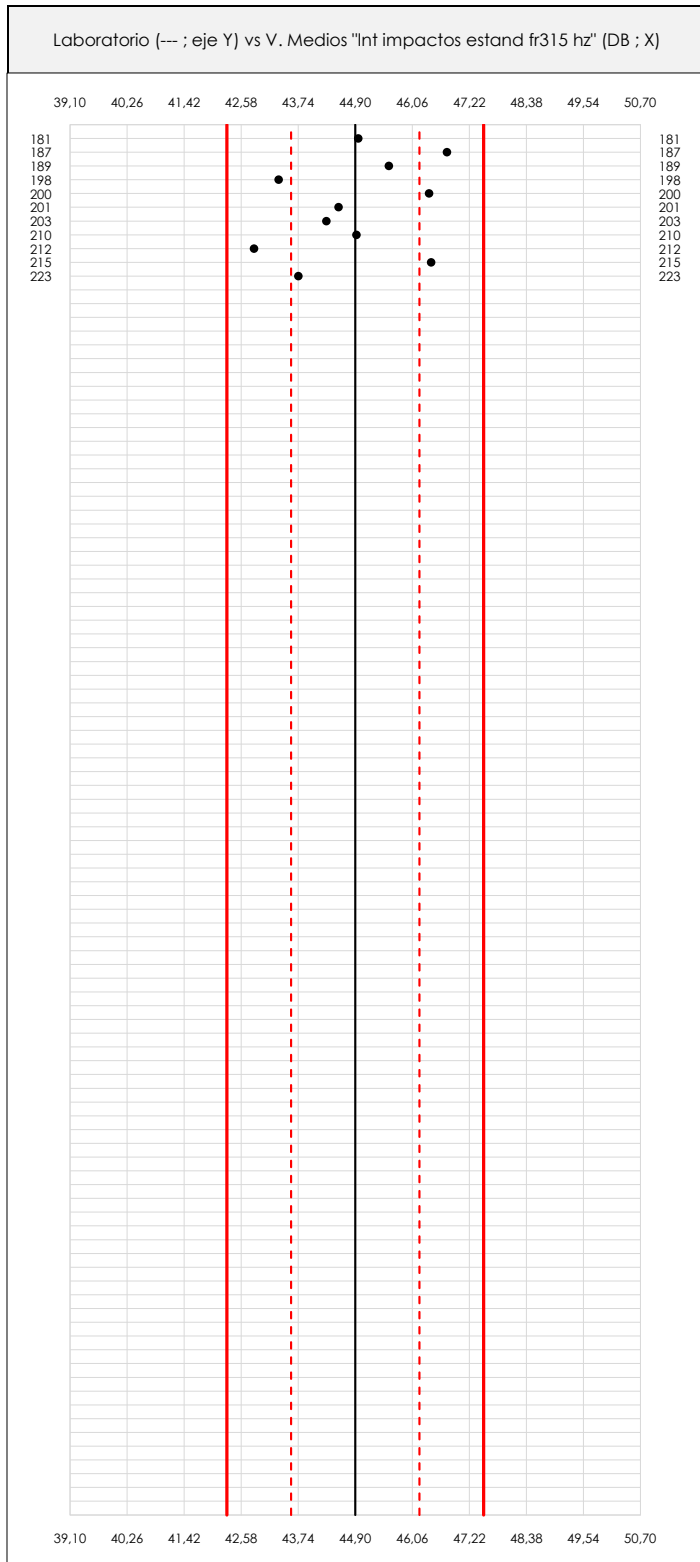
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

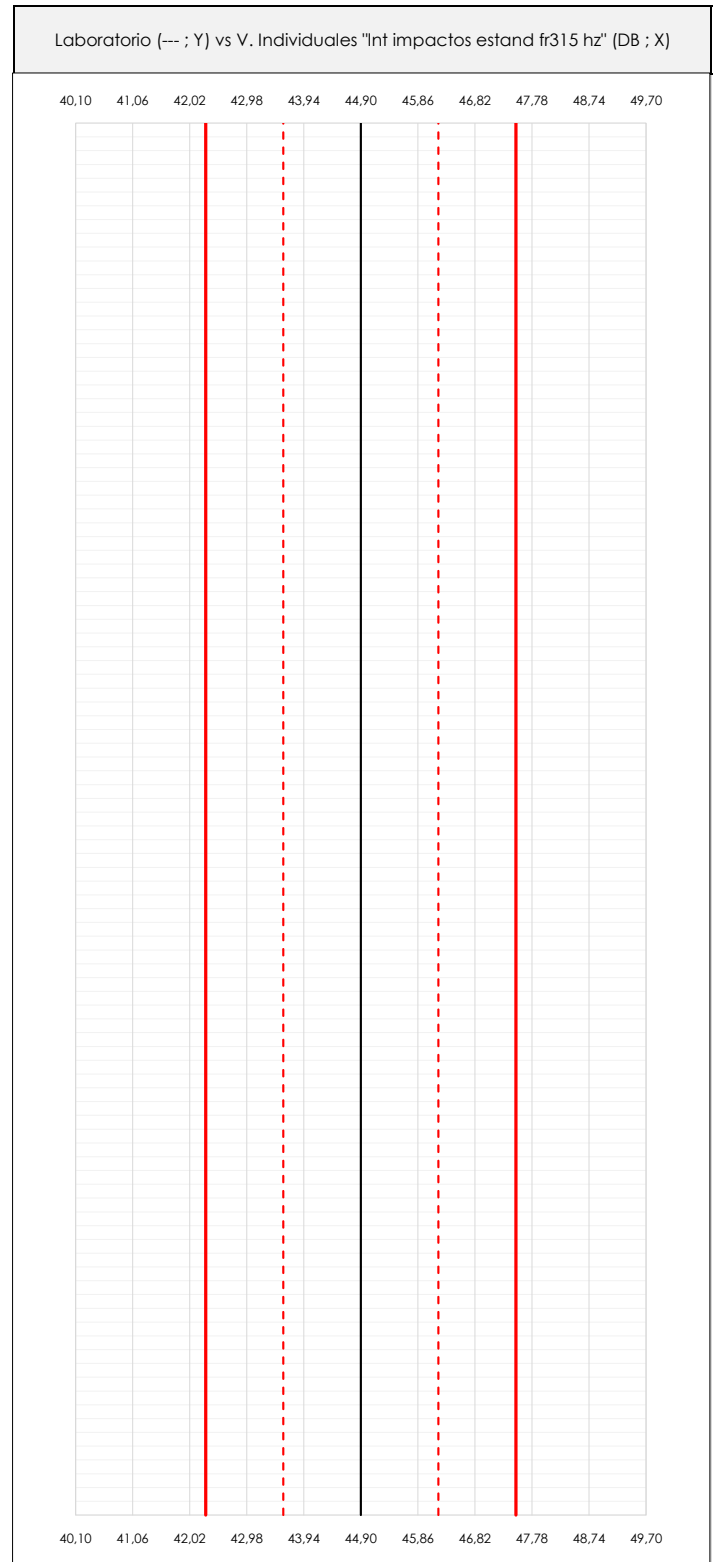
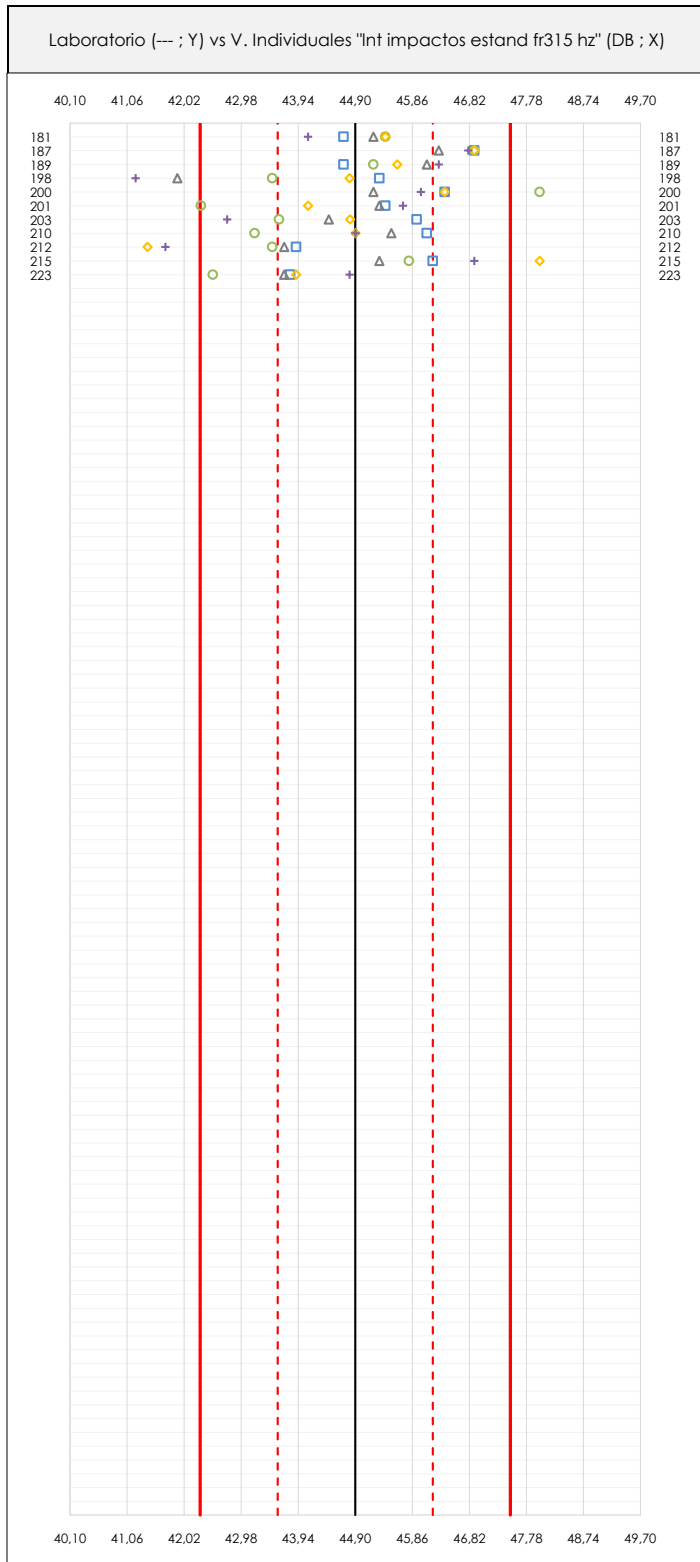
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,90 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,20/43,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,51/42,28 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,90 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (46,20/43,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,51/42,28 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
181	44,70	45,40	45,20	45,40	44,10	44,96	0,559	0,14	✓	
187	46,90	46,90	46,30	46,90	46,80	46,76	0,261	4,15	✓	
189	44,70	45,20	46,10	45,60	46,30	45,58	0,653	1,53	✓	
198	45,30	43,50	41,90	44,80	41,20	43,34	1,778	-3,46	✓	
200	46,40	48,00	45,20	46,40	46,00	46,40	1,020	3,35	✓	
201	45,40	42,30	45,30	44,10	45,70	44,56	1,403	-0,75	✓	
203	45,93	43,61	44,45	44,81	42,74	44,31	1,209	-1,31	✓	
210	46,10	43,20	45,50	44,90	44,90	44,92	1,083	0,06	✓	
212	43,90	43,50	43,70	41,40	41,70	42,84	1,191	-4,58	✓	
215	46,20	45,80	45,30	48,00	46,90	46,44	1,050	3,44	✓	
223	43,80	42,50	43,70	43,90	44,80	43,74	0,820	-2,57	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

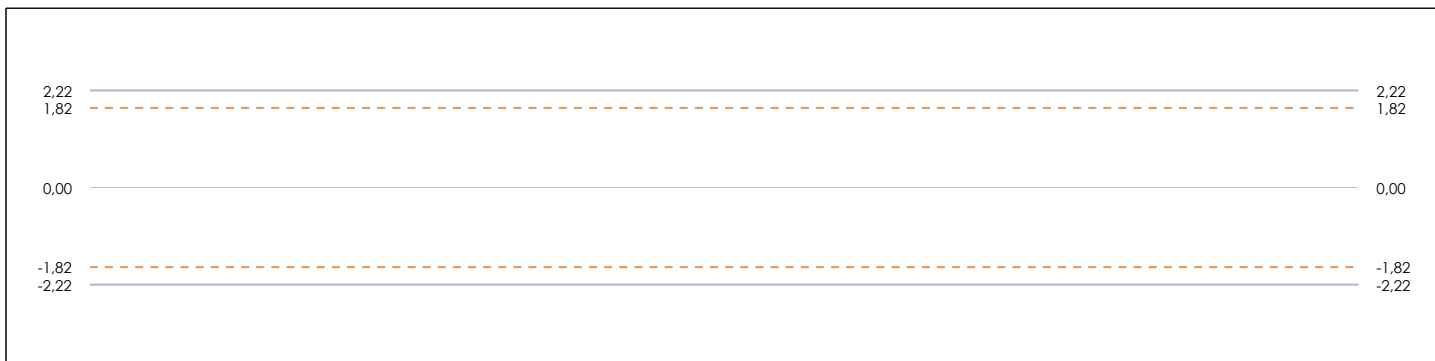
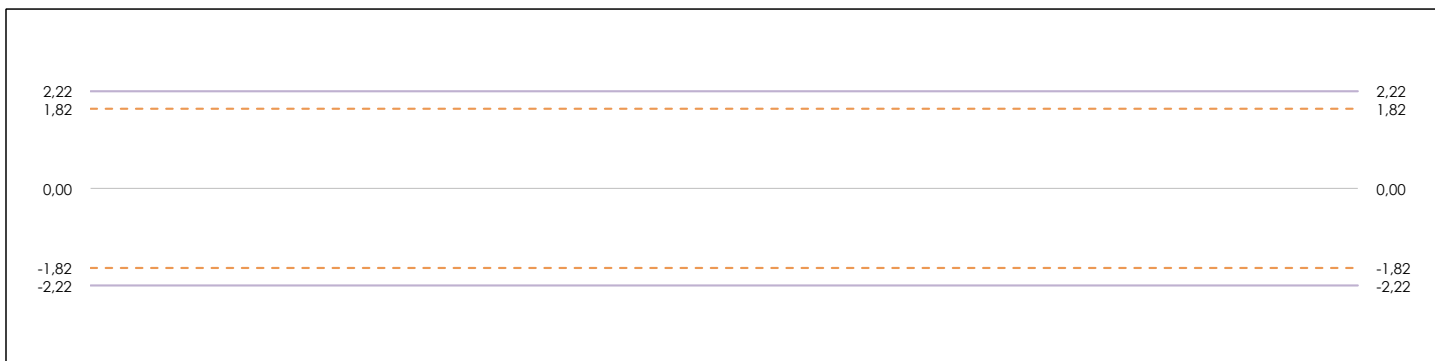
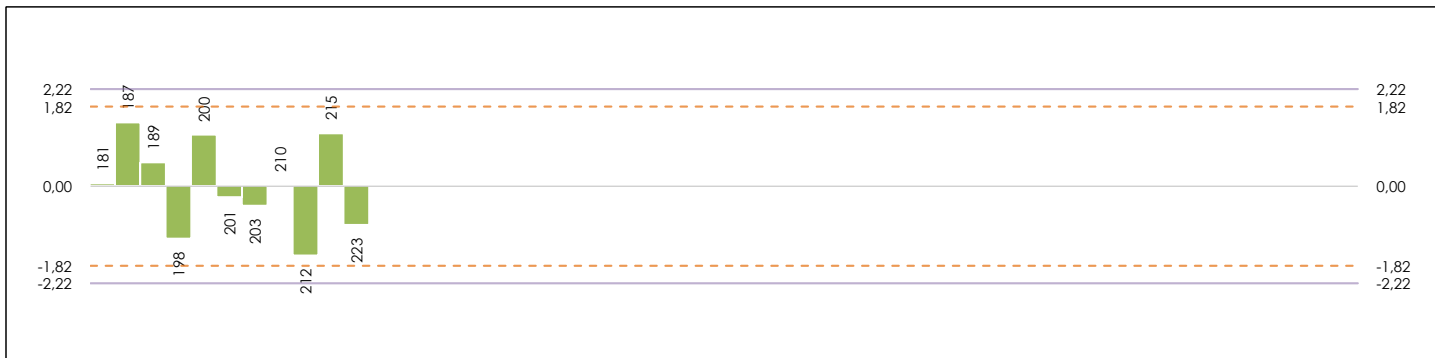
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	44,70	45,400	45,200	45,400	44,100	44,960	0,559	0,14	0,05	0,52						✓
187	46,90	46,900	46,300	46,900	46,800	46,760	0,261	4,15	1,43	0,24			1,429		0,5800	✓
189	44,70	45,200	46,100	45,600	46,300	45,580	0,653	1,53	0,52	0,61						✓
198	45,30	43,500	41,900	44,800	41,200	43,340	1,778	-3,46	-1,19	1,65*	0,247			0,5250		✓
200	46,40	48,000	45,200	46,400	46,000	46,400	1,020	3,35	1,15	0,95						✓
201	45,40	42,300	45,300	44,100	45,700	44,560	1,403	-0,75	-0,26	1,30						✓
203	45,93	43,610	44,450	44,810	42,740	44,308	1,209	-1,31	-0,45	1,12						✓
210	46,10	43,200	45,500	44,900	44,900	44,920	1,083	0,06	0,02	1,00						✓
212	43,90	43,500	43,700	41,400	41,700	42,840	1,191	-4,58	-1,57	1,10		1,575		0,5250		✓
215	46,20	45,800	45,300	48,000	46,900	46,440	1,050	3,44	1,18	0,97					0,5800	✓
223	43,80	42,500	43,700	43,900	44,800	43,740	0,820	-2,57	-0,89	0,76						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

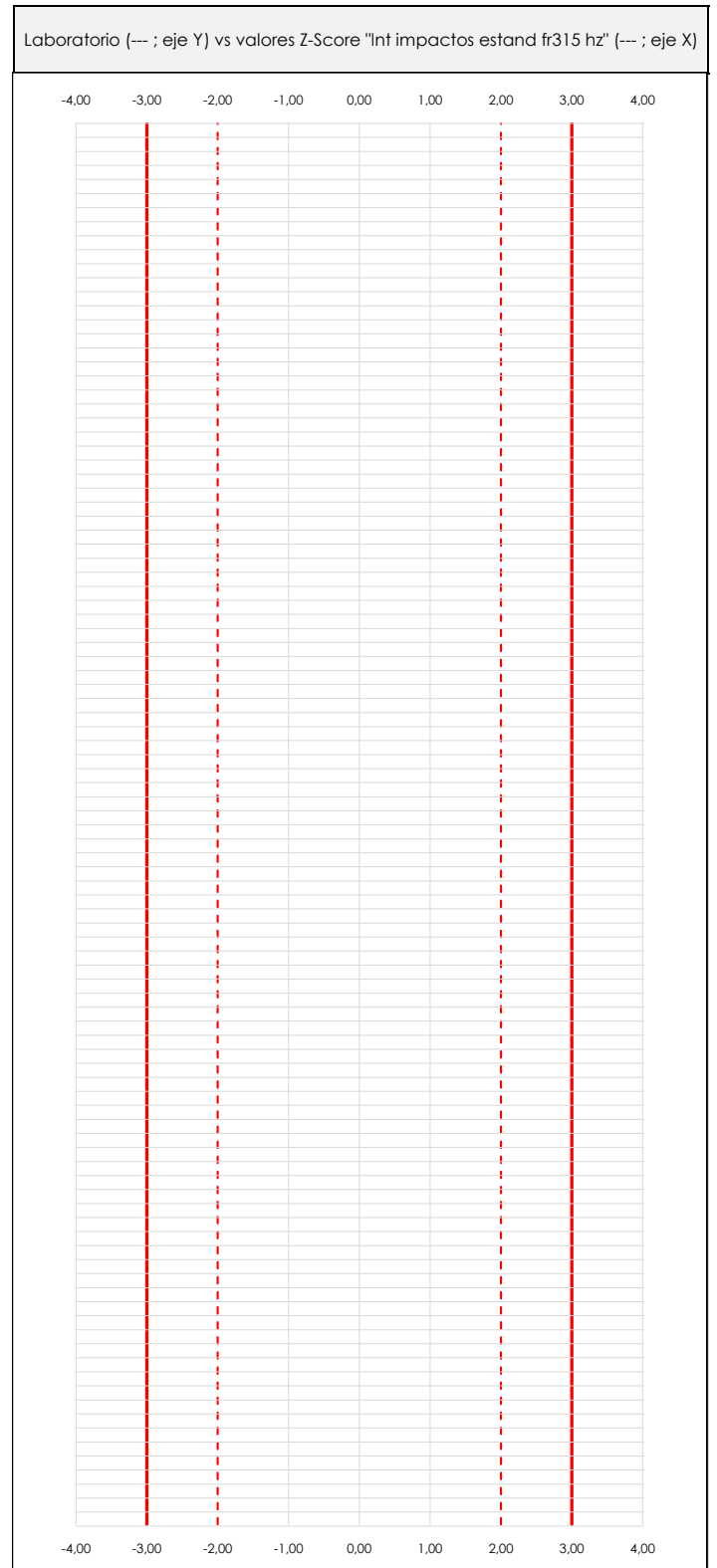
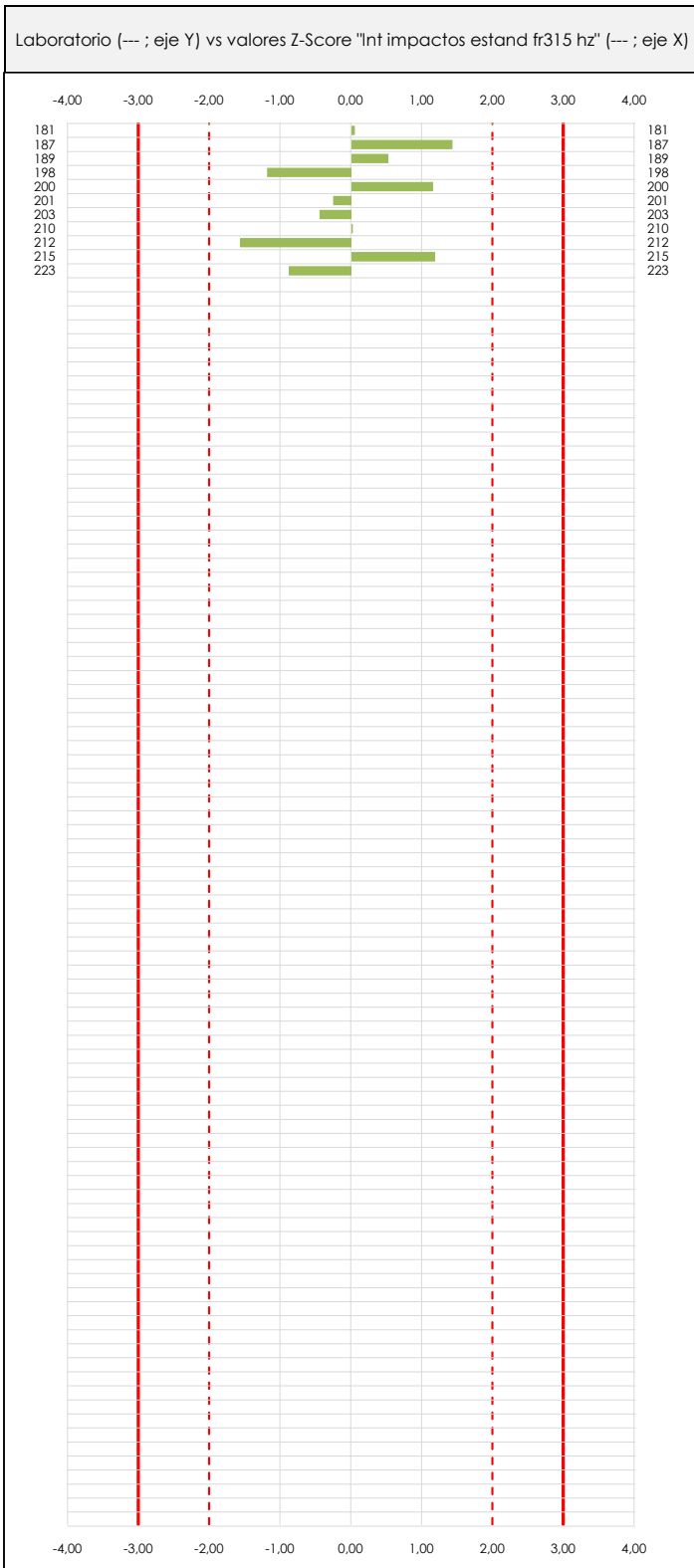
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	44,70	45,40	45,20	45,40	44,10	44,96	0,559	0,14	✓	✓	✓			0,050	S
187	46,90	46,90	46,30	46,90	46,80	46,76	0,261	4,15	✓	✓	✓			1,429	S
189	44,70	45,20	46,10	45,60	46,30	45,58	0,653	1,53	✓	✓	✓			0,525	S
198	45,30	43,50	41,90	44,80	41,20	43,34	1,778	-3,46	✓	✓	✓			-1,192	S
200	46,40	48,00	45,20	46,40	46,00	46,40	1,020	3,35	✓	✓	✓			1,153	S
201	45,40	42,30	45,30	44,10	45,70	44,56	1,403	-0,75	✓	✓	✓			-0,257	S
203	45,93	43,61	44,45	44,81	42,74	44,31	1,209	-1,31	✓	✓	✓			-0,450	S
210	46,10	43,20	45,50	44,90	44,90	44,92	1,083	0,06	✓	✓	✓			0,019	S
212	43,90	43,50	43,70	41,40	41,70	42,84	1,191	-4,58	✓	✓	✓			-1,575	S
215	46,20	45,80	45,30	48,00	46,90	46,44	1,050	3,44	✓	✓	✓			1,183	S
223	43,80	42,50	43,70	43,90	44,80	43,74	0,820	-2,57	✓	✓	✓			-0,885	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

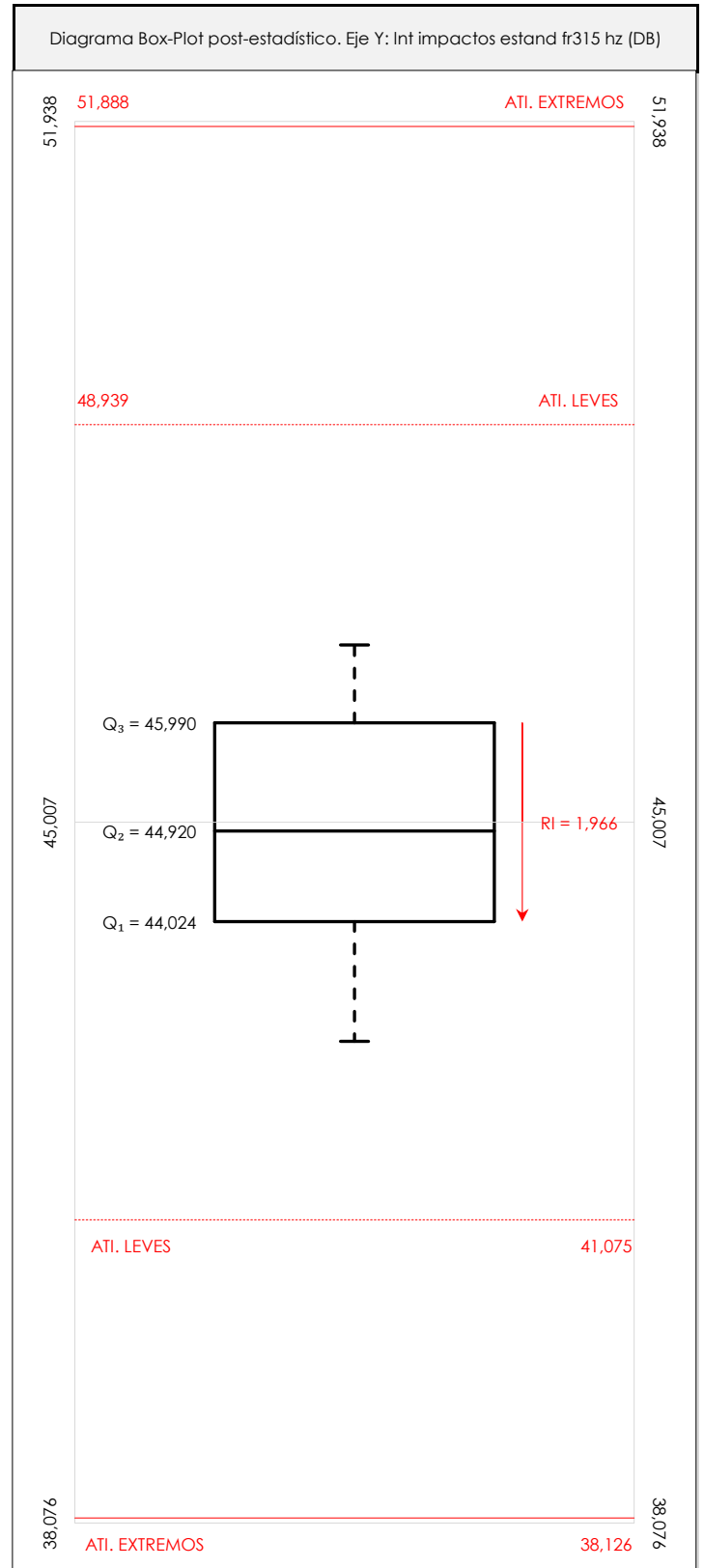
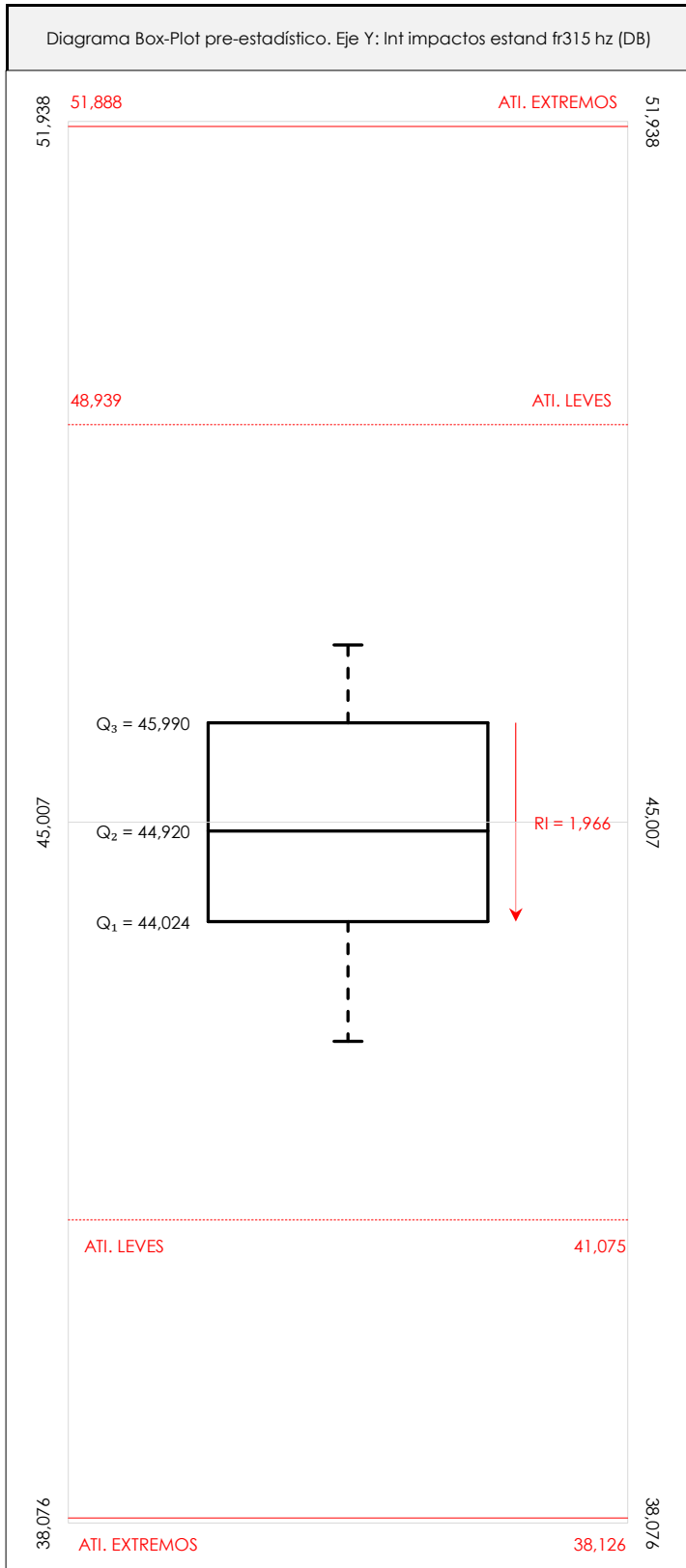
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 0 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 1 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	46,90	48,00	46,30	48,00	46,90	46,76	46,90	48,00	46,30	48,00	46,90	46,76
Valor Mínimo (min ; %)	43,80	42,30	41,90	41,40	41,20	42,84	43,80	42,30	41,90	41,40	41,20	42,84
Valor Promedio (M ; %)	45,39	44,54	44,79	45,11	44,65	44,90	45,39	44,54	44,79	45,11	44,65	44,90
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,02	1,85	1,27	1,73	2,00	1,31	1,02	1,85	1,27	1,73	2,00	1,31
Coef. Variación (CV ; ---)	0,02	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	0,04	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	1,164	2,991	1,471	2,635	4,500	1,164	2,991	1,471	2,635	4,500		
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	0,366	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,51	0,308	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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)****Introducción****Criterios de análisis establecidos****SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr400 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

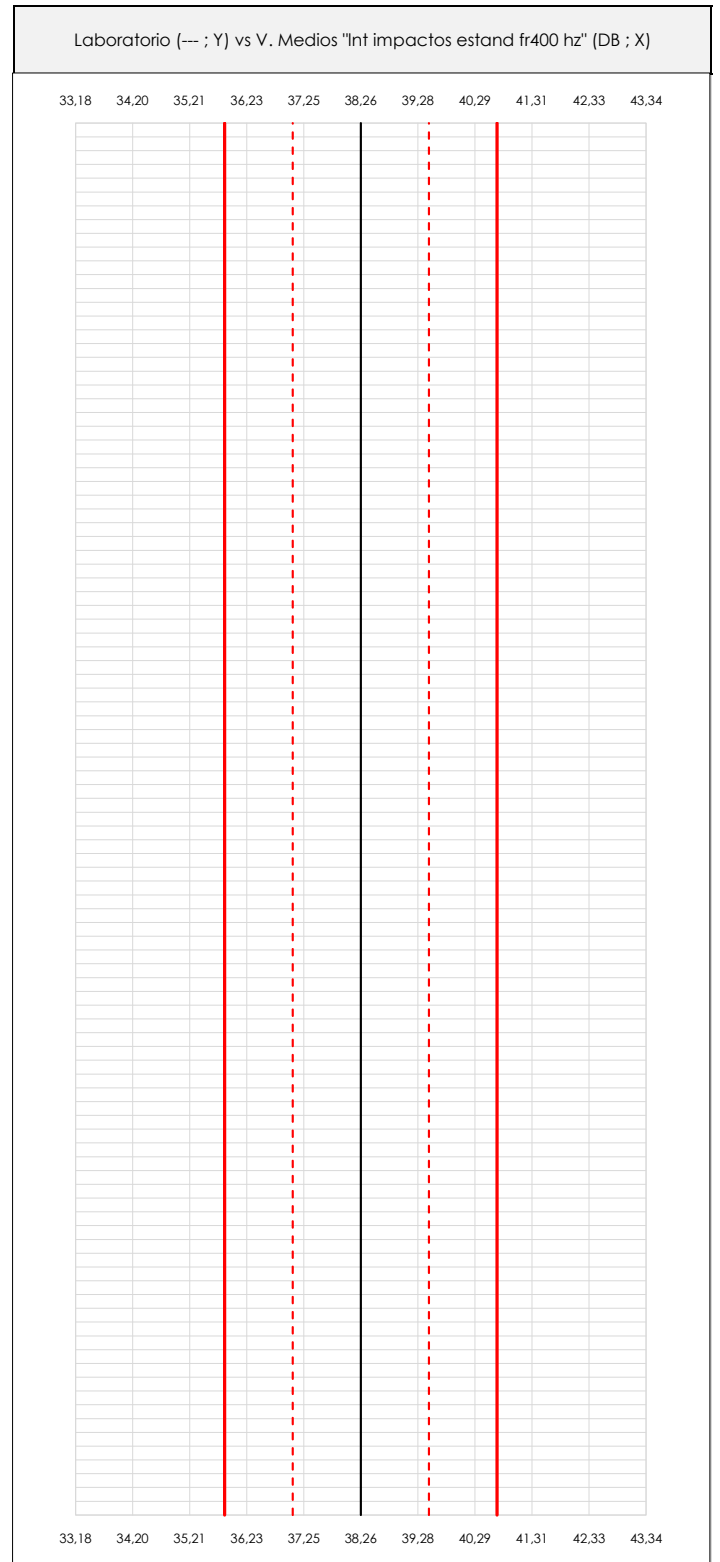
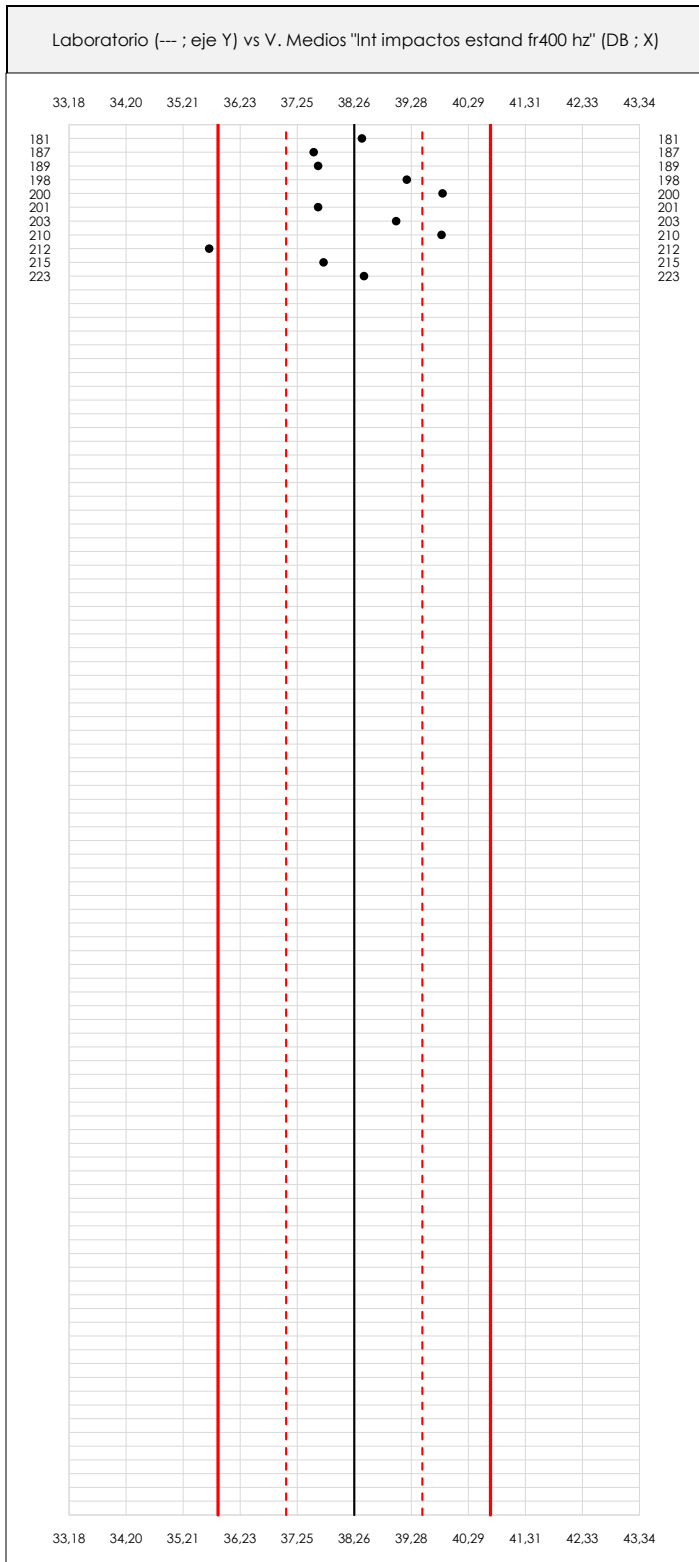
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

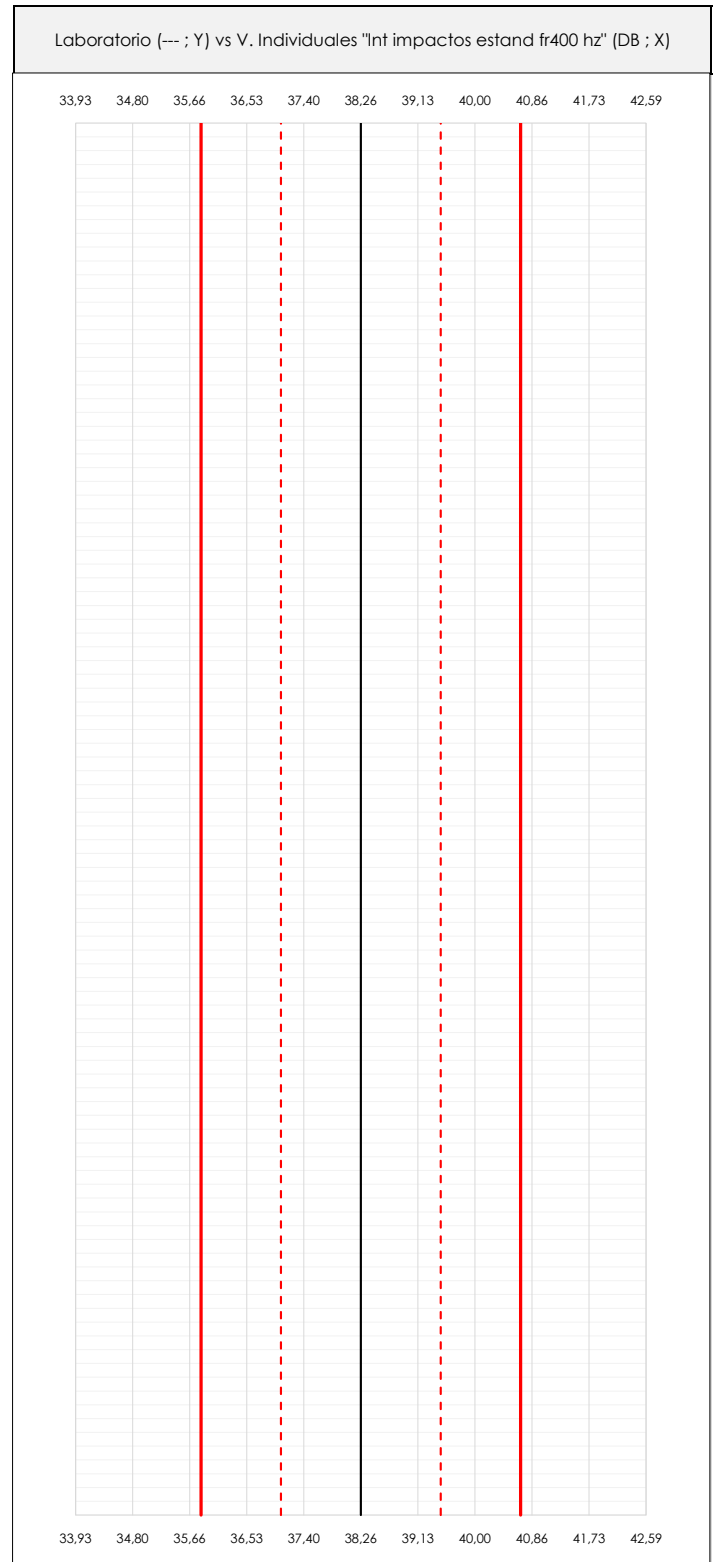
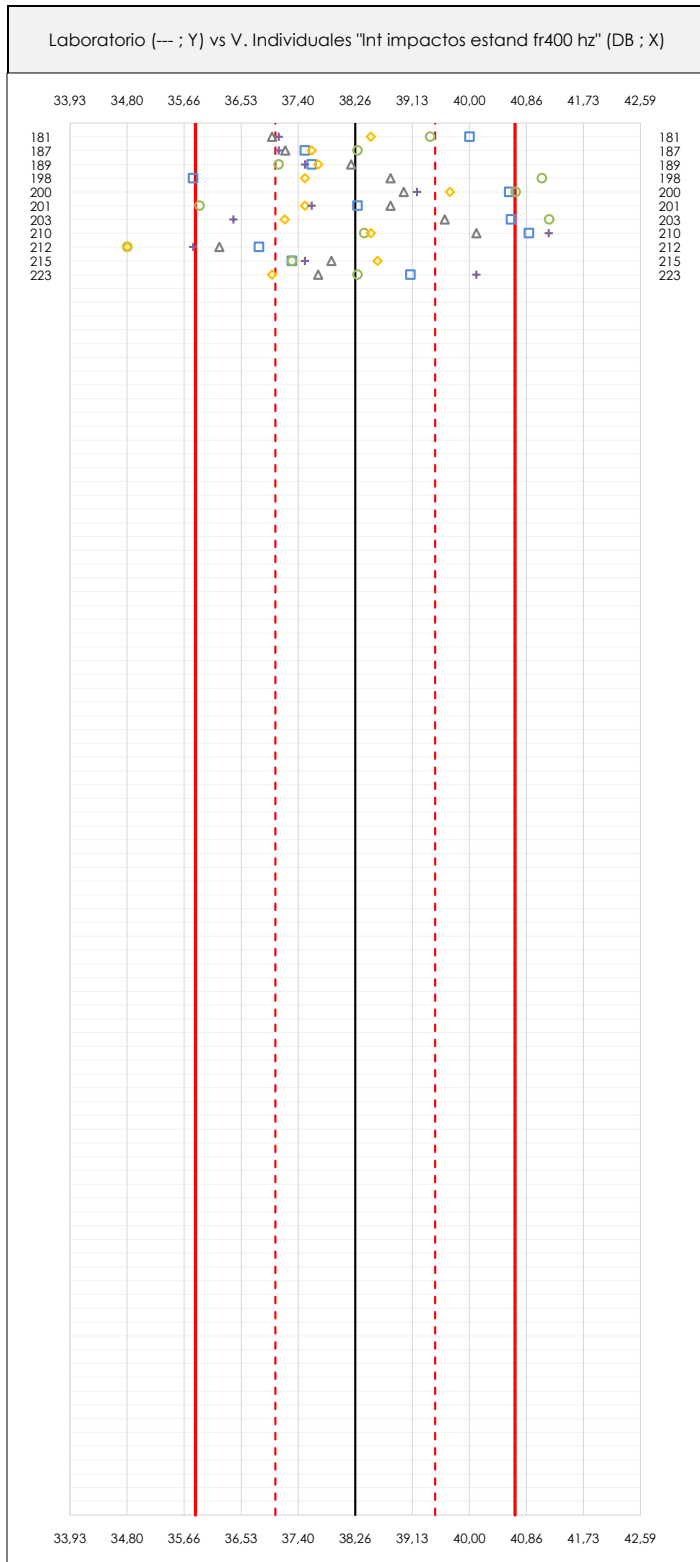
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,26 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,48/37,05 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,69/35,84 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,26 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,48/37,05 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,69/35,84 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	40,00	39,40	37,00	38,50	37,10	38,40	1,344	0,36	✓	
187	37,50	38,30	37,20	37,60	37,10	37,54	0,472	-1,89	✓	
189	37,60	37,10	38,20	37,70	37,50	37,62	0,396	-1,68	✓	
198	35,80	41,10	38,80	37,50	42,80	39,20	2,792	2,45	✓	
200	40,60	40,70	39,00	39,70	39,20	39,84	0,783	4,12	✓	
201	38,30	35,90	38,80	37,50	37,60	37,62	1,099	-1,68	✓	
203	40,63	41,21	39,62	37,19	36,41	39,01	2,116	1,96	✓	
210	40,90	38,40	40,10	38,50	41,20	39,82	1,314	4,07	✓	
212	36,80	34,80	36,20	34,80	35,80	35,68	0,879	-6,75	✓	
215	37,30	37,30	37,90	38,60	37,50	37,72	0,550	-1,42	✓	
223	39,10	38,30	37,70	37,00	40,10	38,44	1,207	0,46	✓	

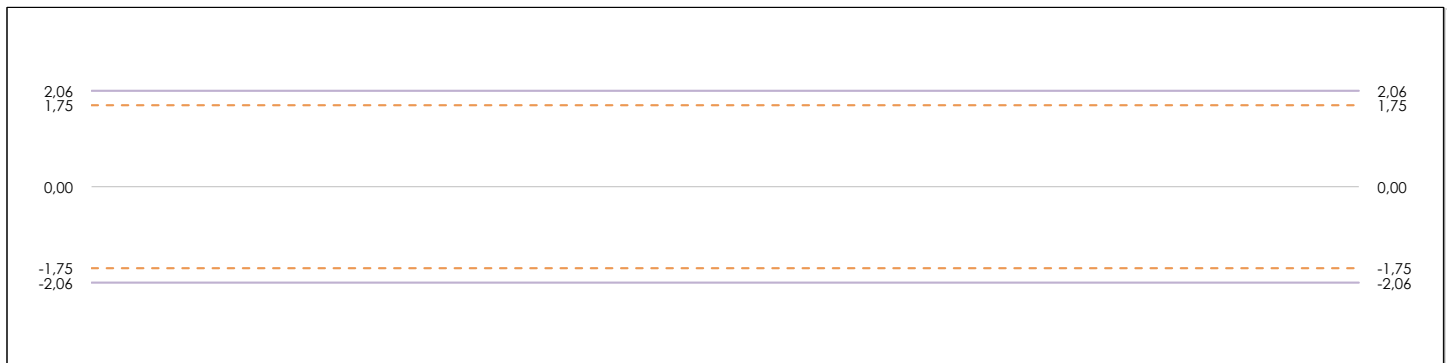
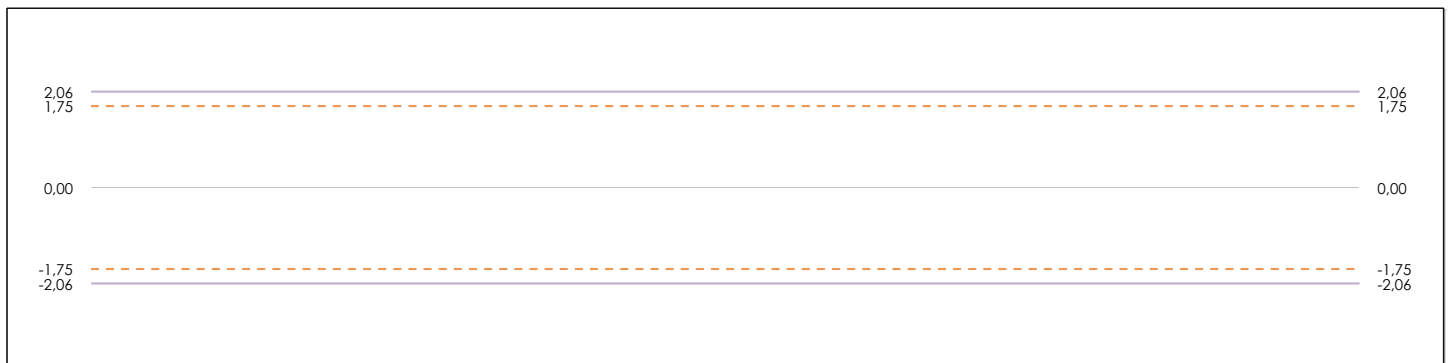
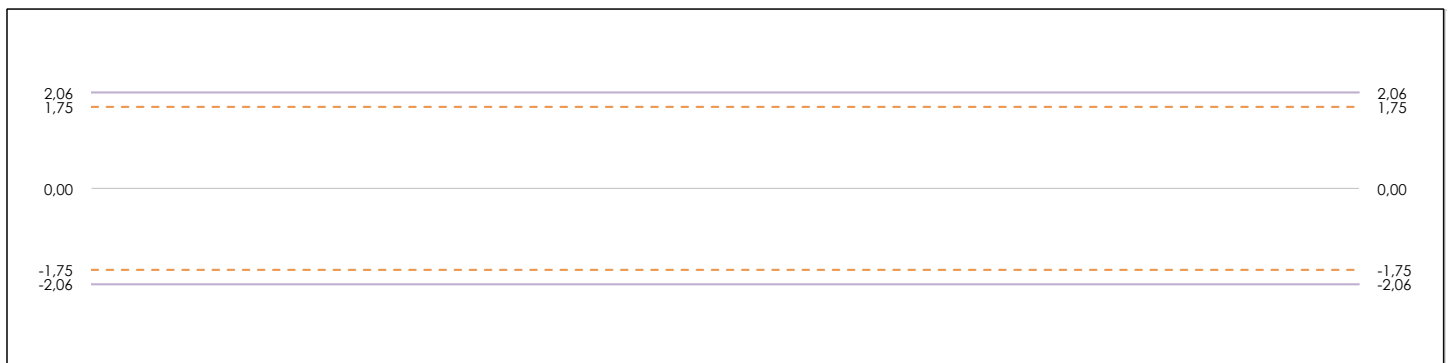
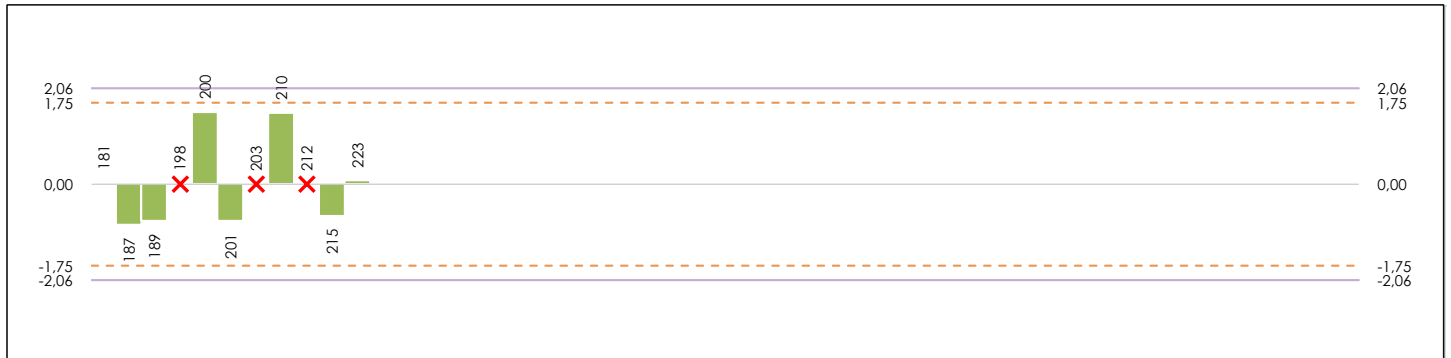
NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

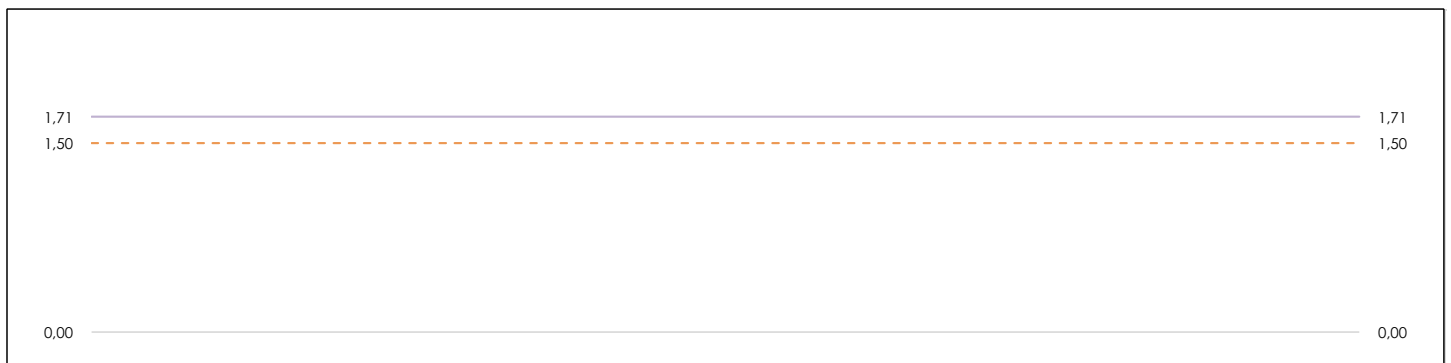
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	40,00	39,400	37,000	38,500	37,100	38,400	1,344	0,07	0,03	1,39						✓
187	37,50	38,300	37,200	37,600	37,100	37,540	0,472	-2,18	-0,87	0,49		0,866		0,7404		✓
189	37,60	37,100	38,200	37,700	37,500	37,620	0,396	-1,97	-0,78	0,41				0,7404		✓
198	35,80	41,100	38,800	37,500	42,800	39,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	40,60	40,700	39,000	39,700	39,200	39,840	0,783	3,82	1,52	0,81			1,520		0,1322	✓
201	38,30	35,900	38,800	37,500	37,600	37,620	1,099	-1,97	-0,78	1,14				0,7404		✓
203	40,63	41,210	39,620	37,190	36,410	39,012	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
210	40,90	38,400	40,100	38,500	41,200	39,820	1,314	3,77	1,50	1,36				0,1322		✓
212	36,80	34,800	36,200	34,800	35,800	35,680	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
215	37,30	37,300	37,900	38,600	37,500	37,720	0,550	-1,71	-0,68	0,57						✓
223	39,10	38,300	37,700	37,000	40,100	38,440	1,207	0,17	0,07	1,25						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

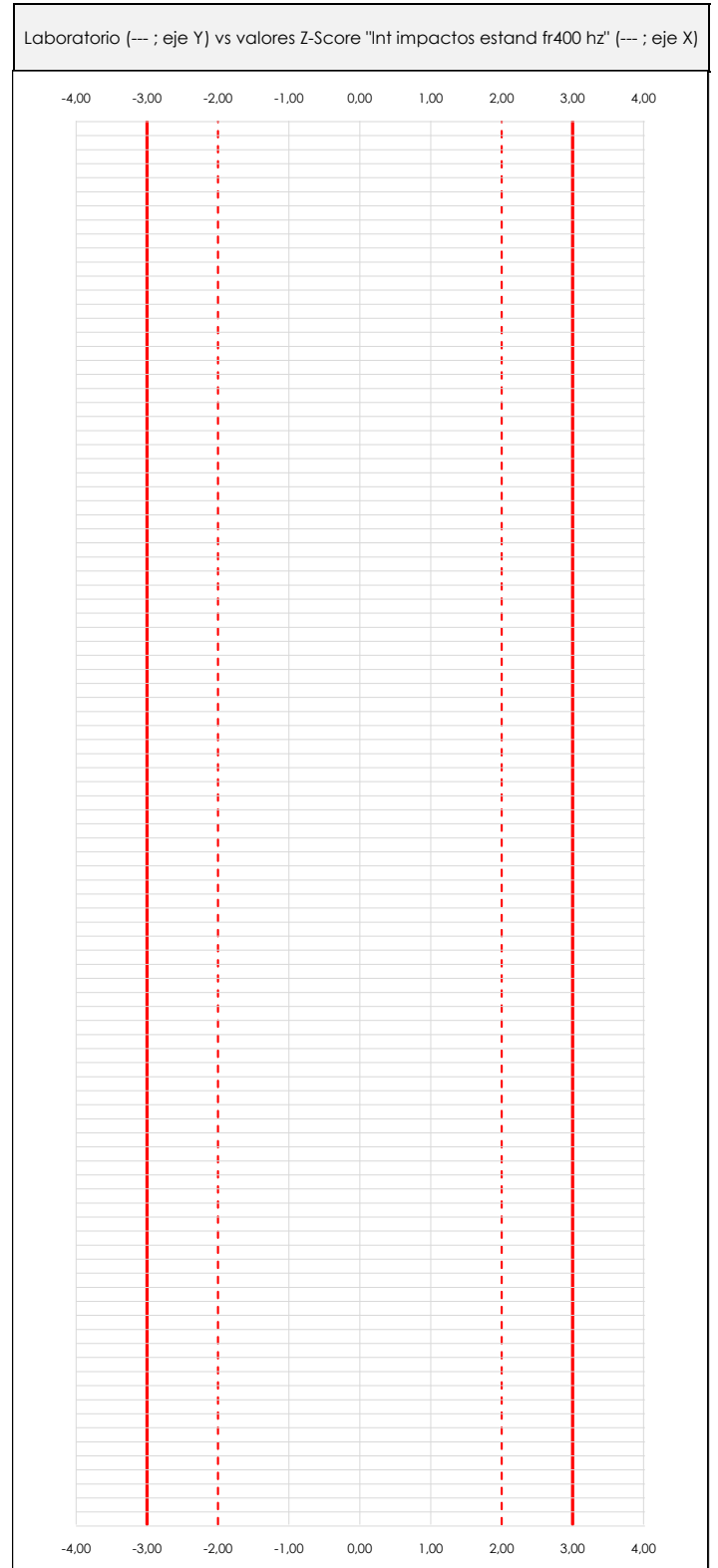
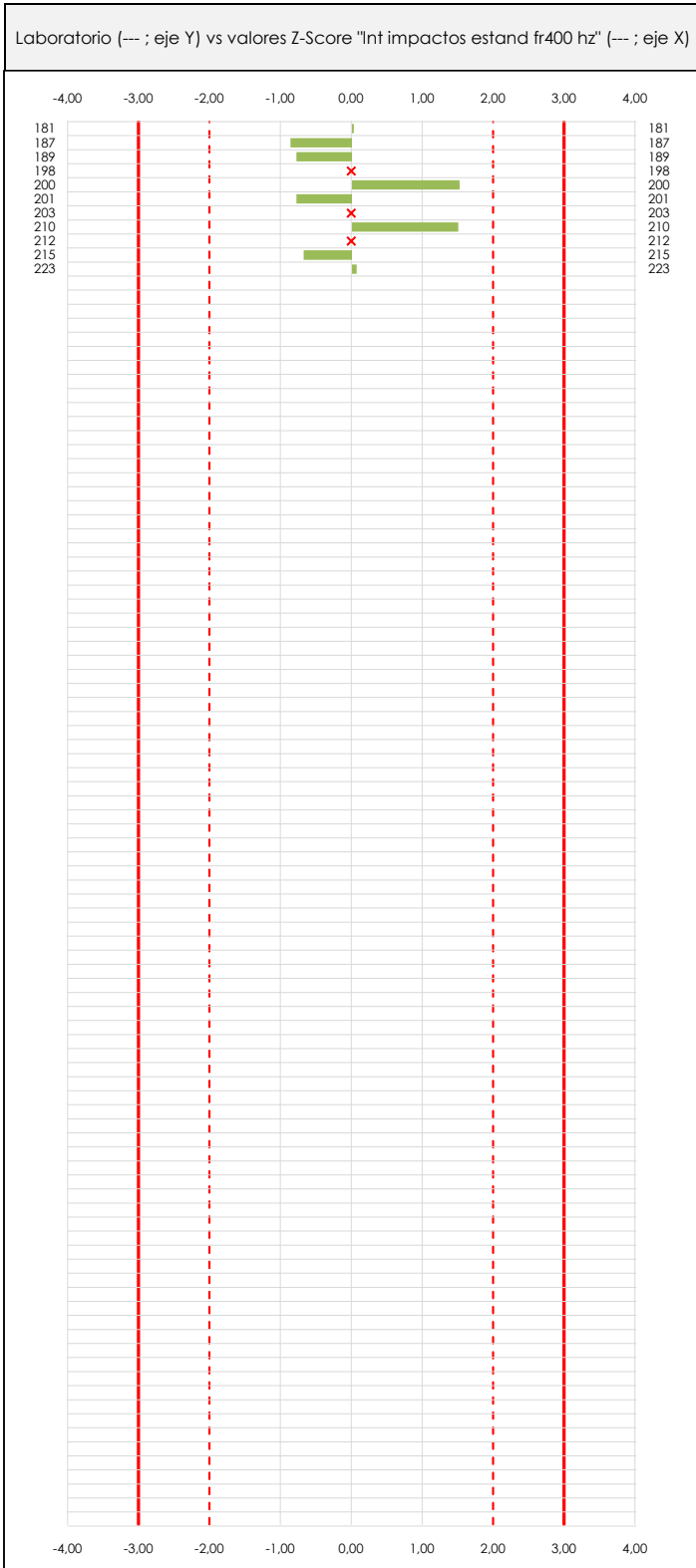
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{i\text{arit}}} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	40,00	39,40	37,00	38,50	37,10	38,40	1,344	0,07	✓	✓	✓			0,026	S
187	37,50	38,30	37,20	37,60	37,10	37,54	0,472	-2,18	✓	✓	✓			-0,866	S
189	37,60	37,10	38,20	37,70	37,50	37,62	0,396	-1,97	✓	✓	✓			-0,783	S
198	35,80	41,10	38,80	37,50	42,80	39,20	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	40,60	40,70	39,00	39,70	39,20	39,84	0,783	3,82	✓	✓	✓			1,520	S
201	38,30	35,90	38,80	37,50	37,60	37,62	1,099	-1,97	✓	✓	✓			-0,783	S
203	40,63	41,21	39,62	37,19	36,41	39,01	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	40,90	38,40	40,10	38,50	41,20	39,82	1,314	3,77	✓	✓	✓			1,499	S
212	36,80	34,80	36,20	34,80	35,80	35,68	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
215	37,30	37,30	37,90	38,60	37,50	37,72	0,550	-1,71	✓	✓	✓			-0,679	S
223	39,10	38,30	37,70	37,00	40,10	38,44	1,207	0,17	✓	✓	✓			0,067	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

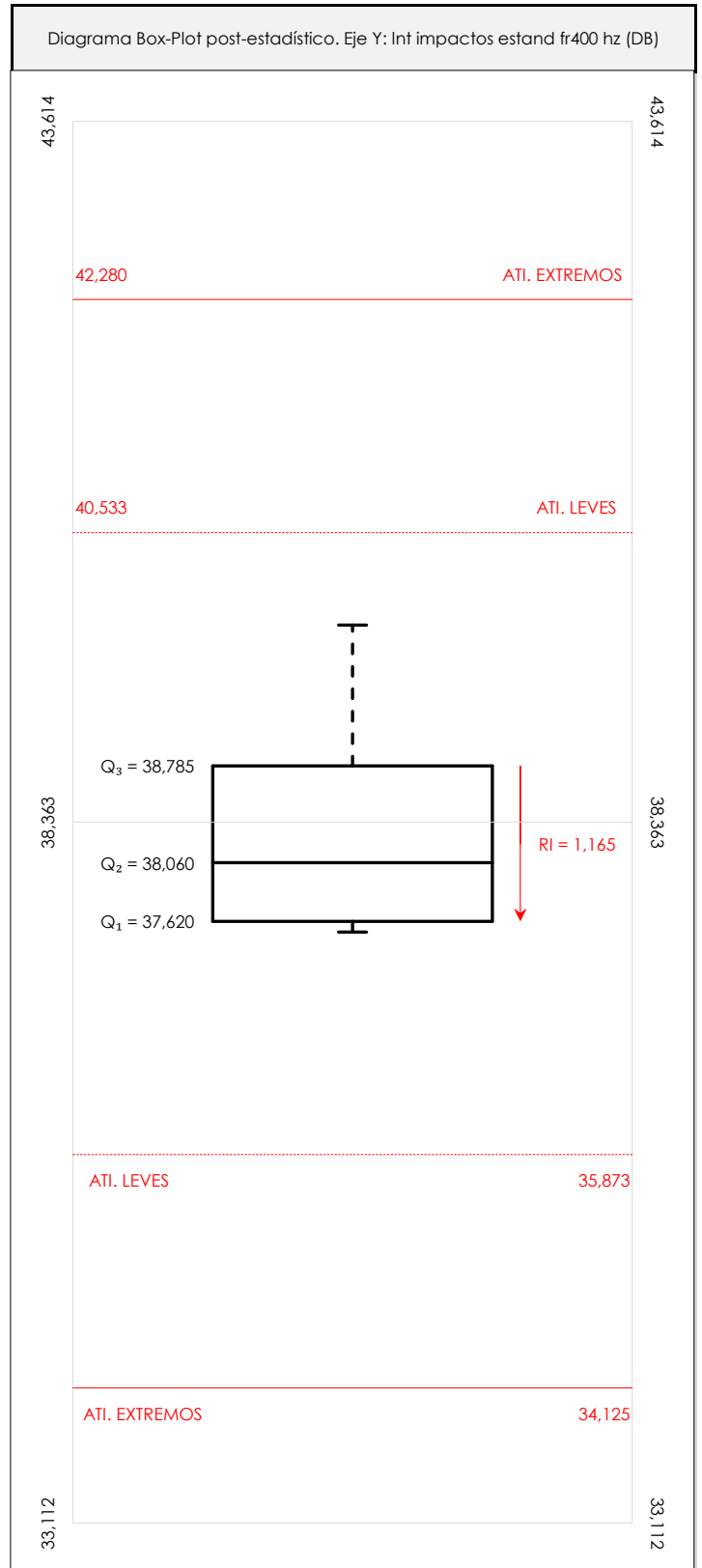
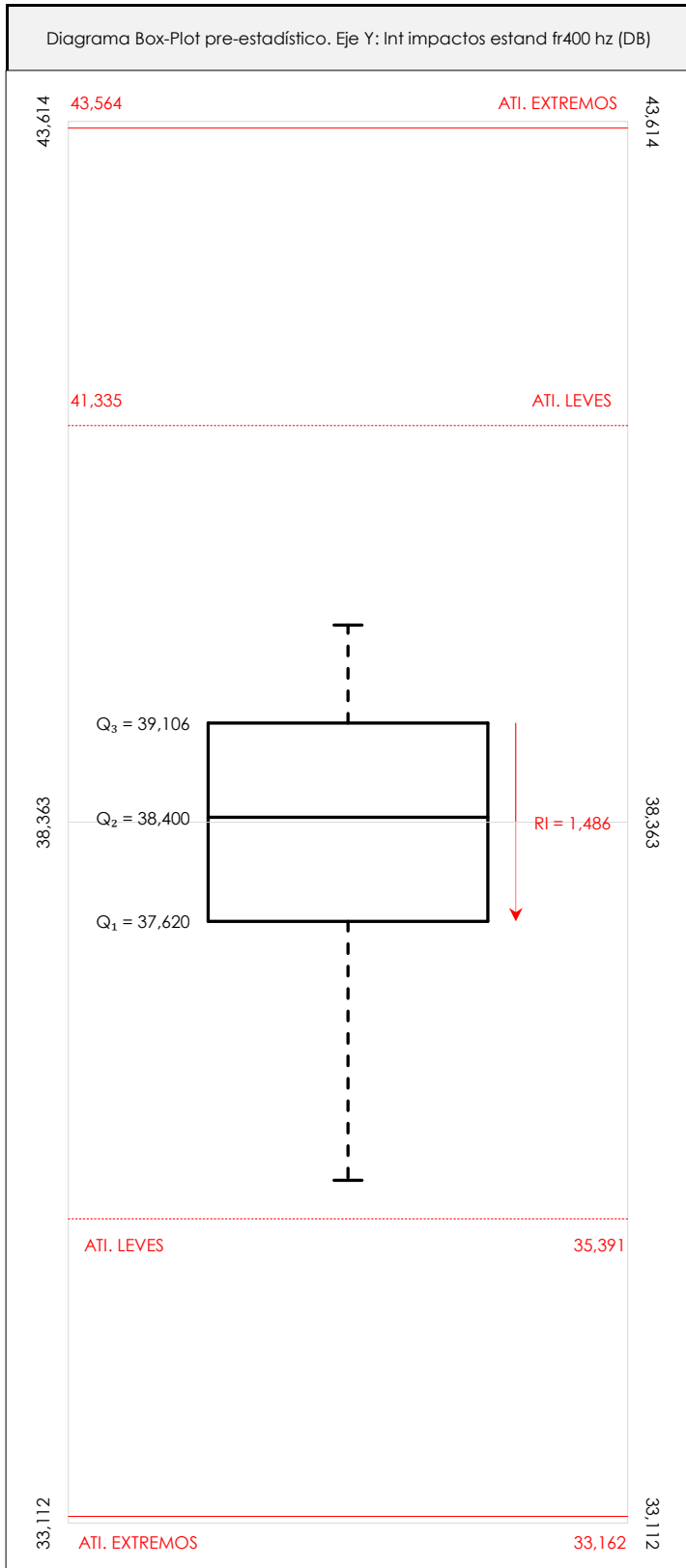
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	40,90	41,21	40,10	39,70	42,80	39,84	40,90	40,70	40,10	39,70	41,20	39,84
Valor Mínimo (min ; %)	35,80	34,80	36,20	34,80	35,80	35,68	37,30	35,90	37,00	37,00	37,10	37,54
Valor Promedio (M ; %)	38,59	38,41	38,23	37,69	38,39	38,26	38,91	38,18	38,24	38,14	38,41	38,38
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,75	2,09	1,17	1,24	2,17	1,21	1,45	1,47	1,03	0,85	1,56	0,96
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,05	0,03	0,03	0,06	0,03	0,04	0,04	0,03	0,02	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	1,867	3,787	1,098	2,965	4,773		0,937	2,682	0,742	1,679	3,591	
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%	2,06	1,71	0,366	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,308	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr500 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

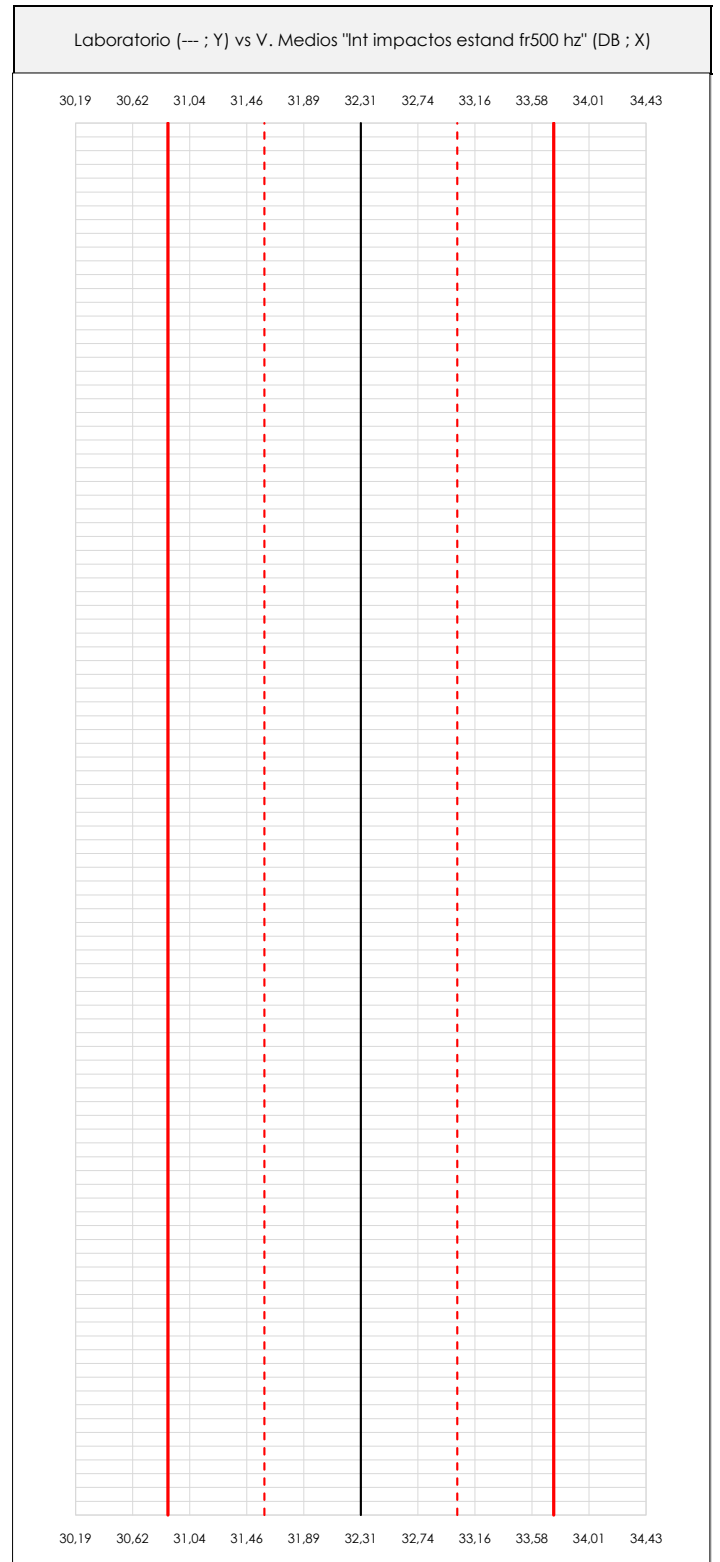
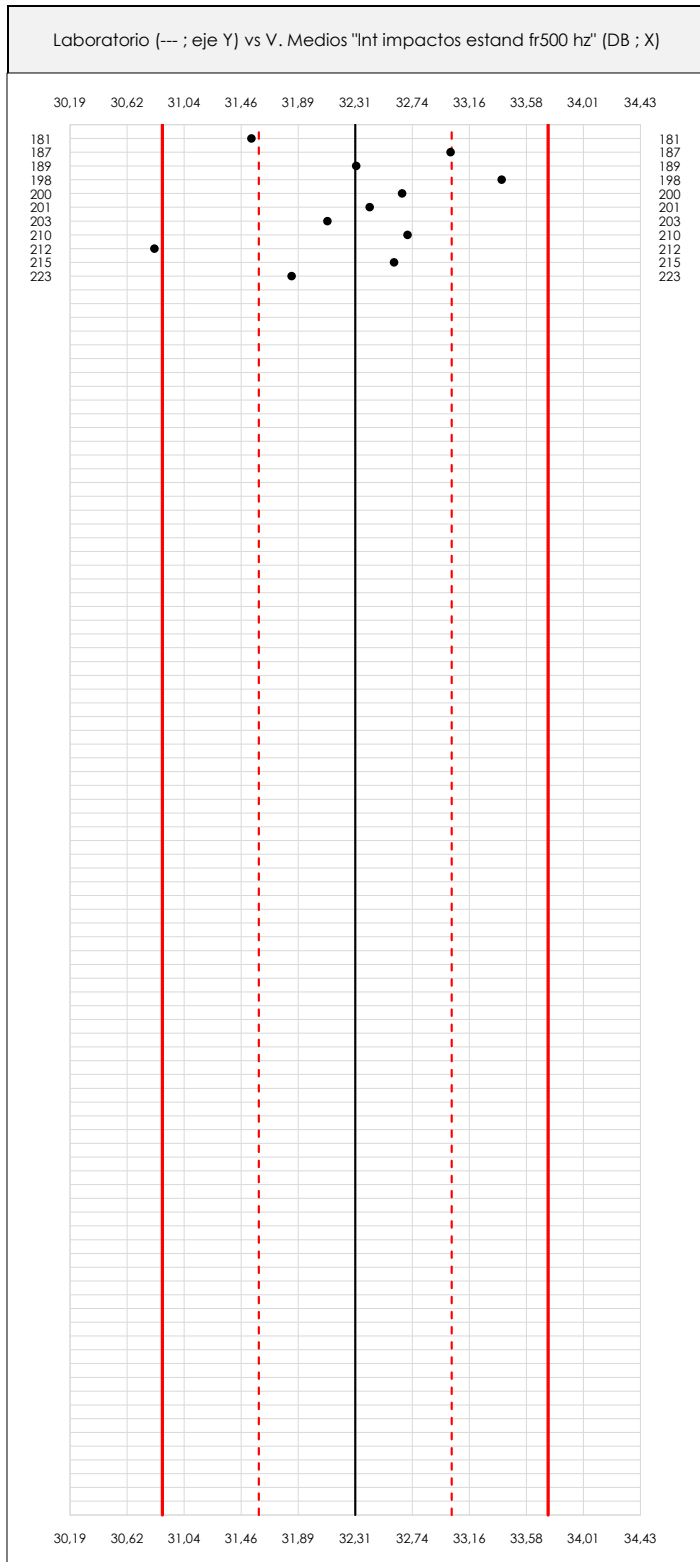
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

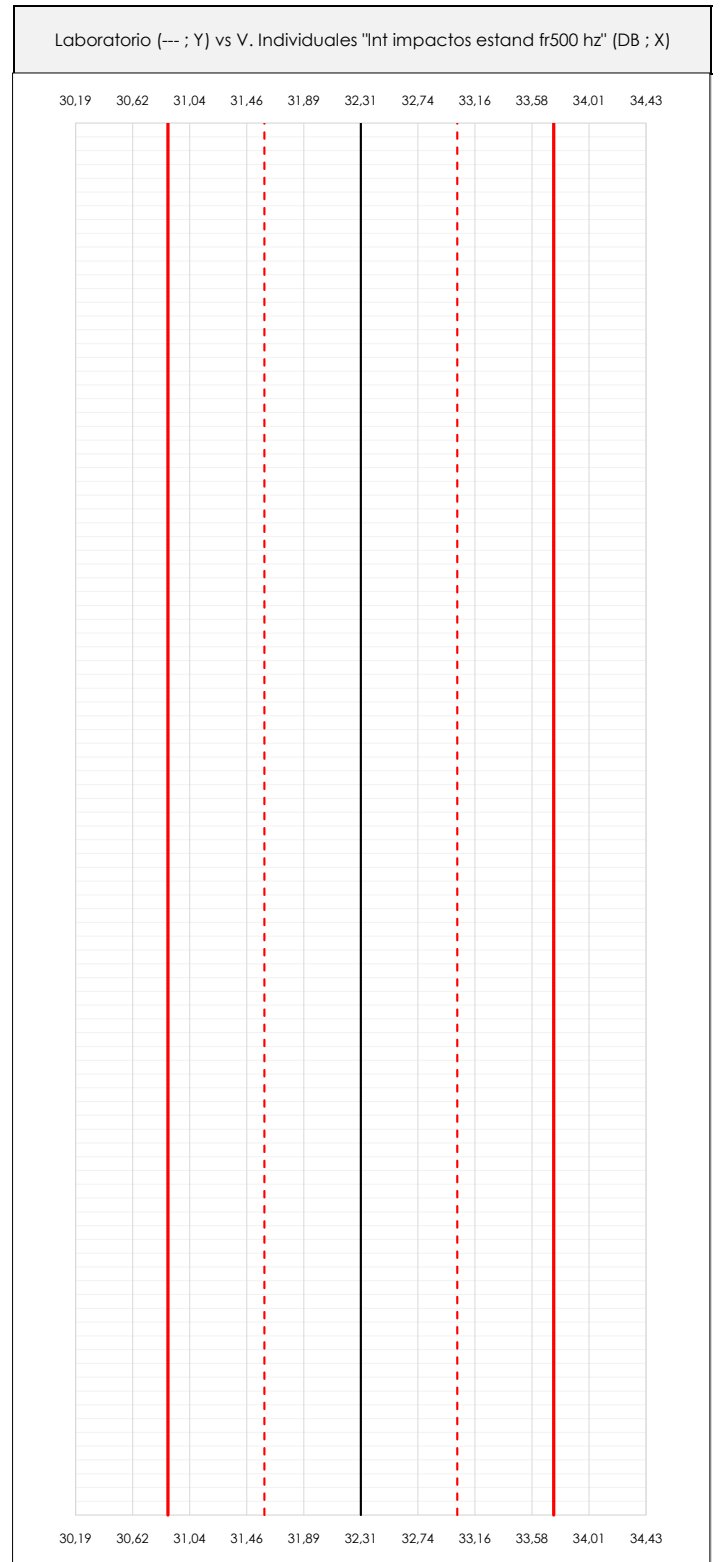
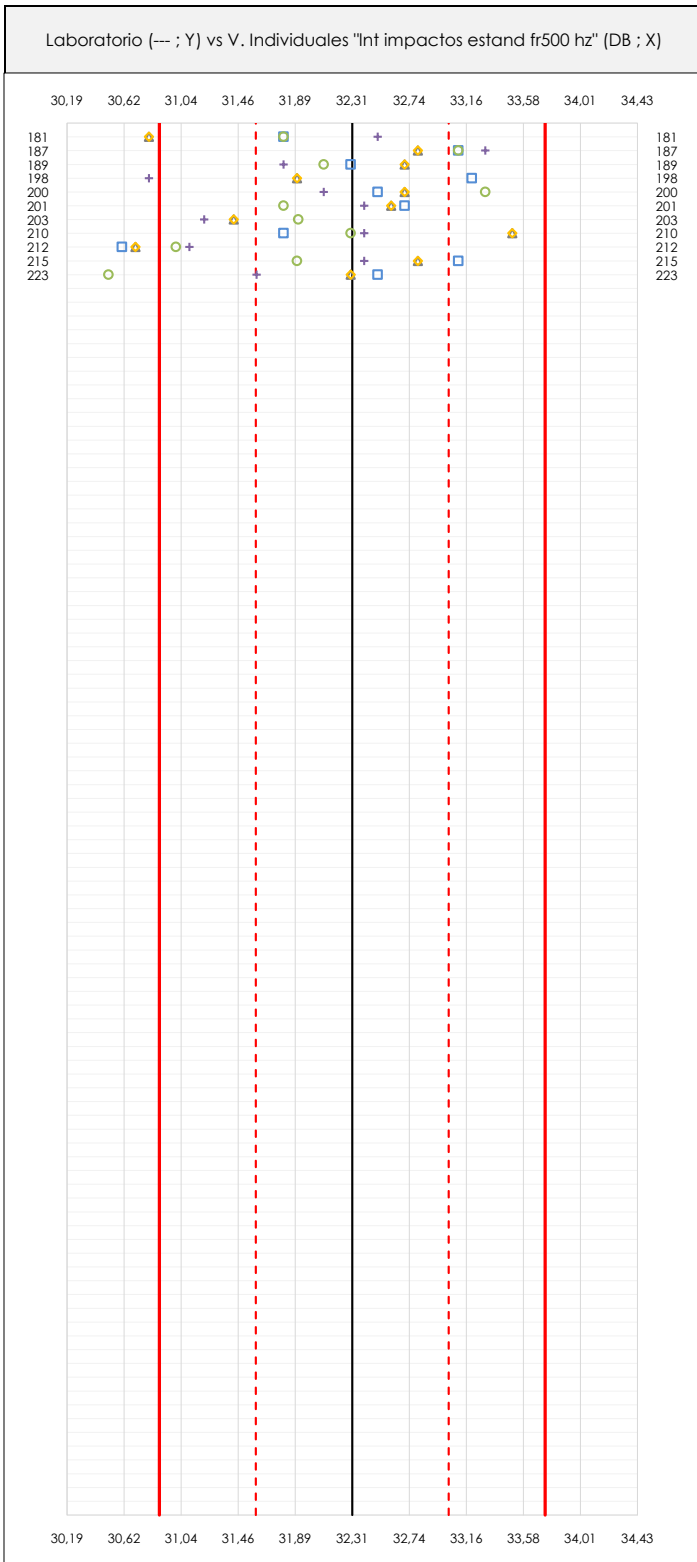
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,31 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,03/31,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (33,75/30,88 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,31 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (33,03/31,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (33,75/30,88 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
181	31,80	31,80	30,80	30,80	32,50	31,54	0,733	-2,39	✓	
187	33,10	33,10	32,80	32,80	33,30	33,02	0,217	2,19	✓	
189	32,30	32,10	32,70	32,70	31,80	32,32	0,390	0,03	✓	
198	33,20	39,20	31,90	31,90	30,80	33,40	3,352	3,37	✓	
200	32,50	33,30	32,70	32,70	32,10	32,66	0,434	1,08	✓	
201	32,70	31,80	32,60	32,60	32,40	32,42	0,363	0,34	✓	
203	34,55	31,91	31,43	31,43	31,21	32,11	1,390	-0,64	✓	
210	31,80	32,30	33,50	33,50	32,40	32,70	0,765	1,20	✓	
212	30,60	31,00	30,70	30,70	31,10	30,82	0,217	-4,62	✓	
215	33,10	31,90	32,80	32,80	32,40	32,60	0,464	0,89	✓	
223	32,50	30,50	32,30	32,30	31,60	31,84	0,823	-1,46	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

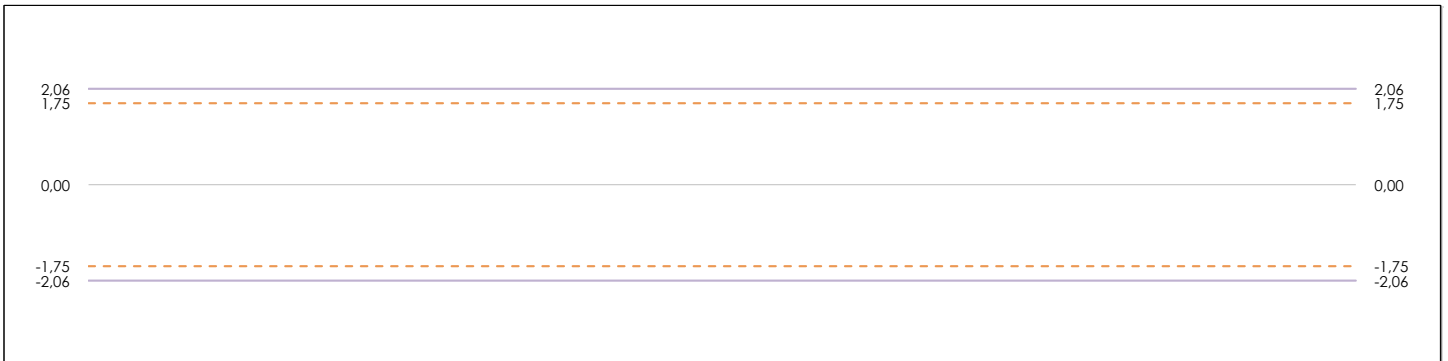
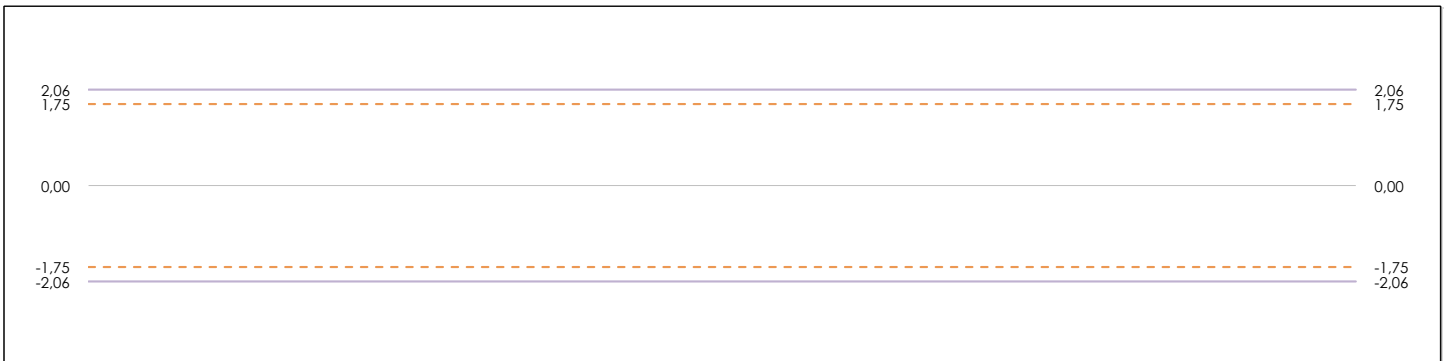
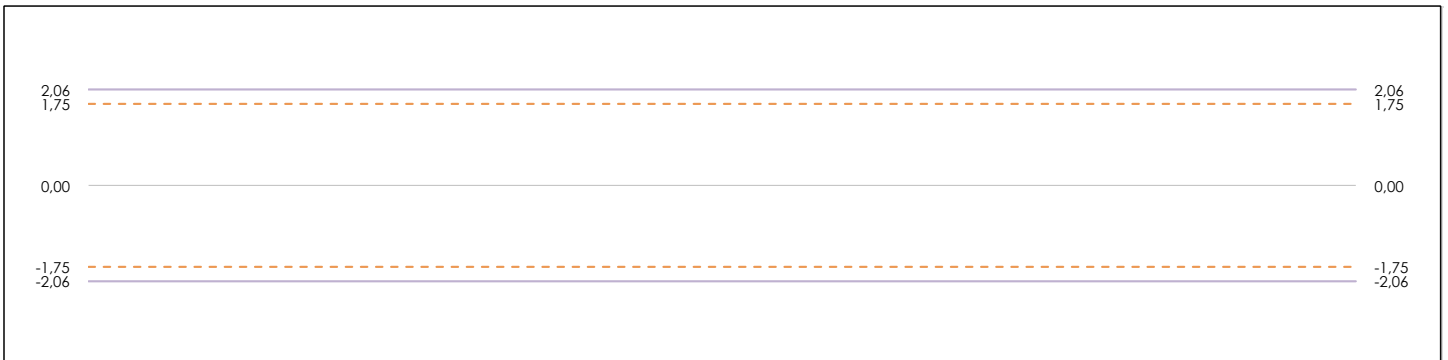
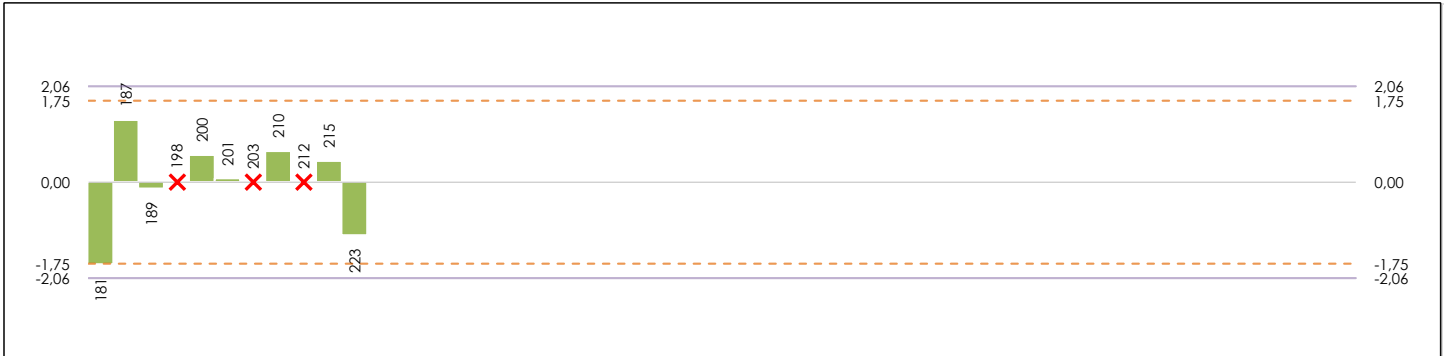
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

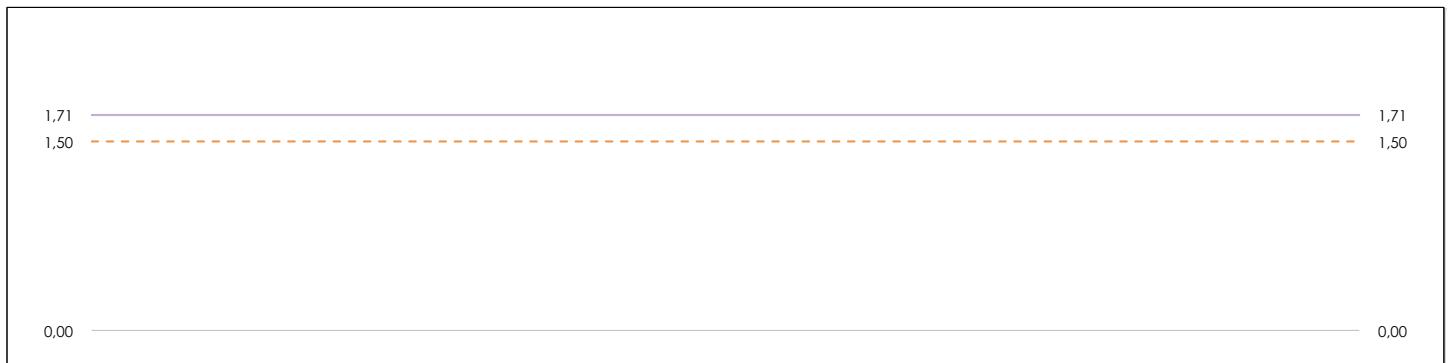
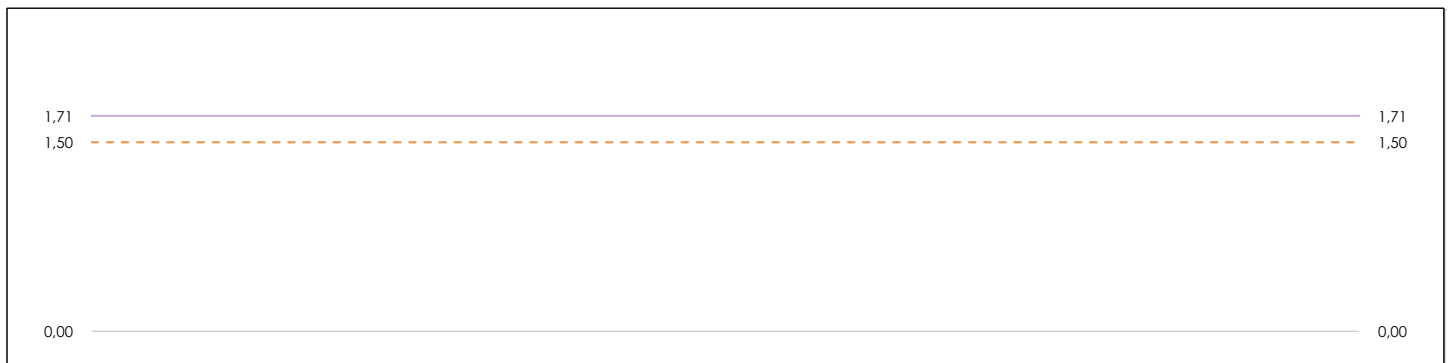
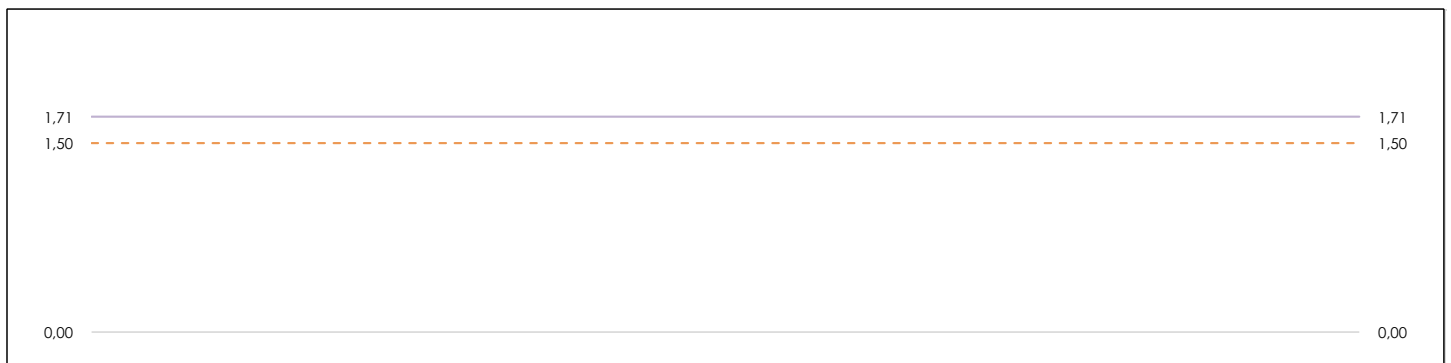
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
181	31,80	31,800	30,800	30,800	32,500	31,540	0,733	-2,62	-1,75*	1,30	0,267	1,751		0,1819		✓	
187	33,10	33,100	32,800	32,800	33,300	33,020	0,217	1,95	1,31	0,39			1,306		0,6059	✓	
189	32,30	32,100	32,700	32,700	31,800	32,320	0,390	-0,21	-0,14	0,69						✓	
198	33,20	39,200	31,900	31,900	30,800	33,400	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
200	32,50	33,300	32,700	32,700	32,100	32,660	0,434	0,84	0,56	0,77						✓	
201	32,70	31,800	32,600	32,600	32,400	32,420	0,363	0,10	0,07	0,65						✓	
203	34,55	31,910	31,430	31,430	31,210	32,106	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	31,80	32,300	33,500	33,500	32,400	32,700	0,765	0,96	0,65	1,36					0,6059	✓	
212	30,60	31,000	30,700	30,700	31,100	30,820	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
215	33,10	31,900	32,800	32,800	32,400	32,600	0,464	0,66	0,44	0,82						✓	
223	32,50	30,500	32,300	32,300	31,600	31,840	0,823	-1,69	-1,13	1,46				0,1819		✓	

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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.

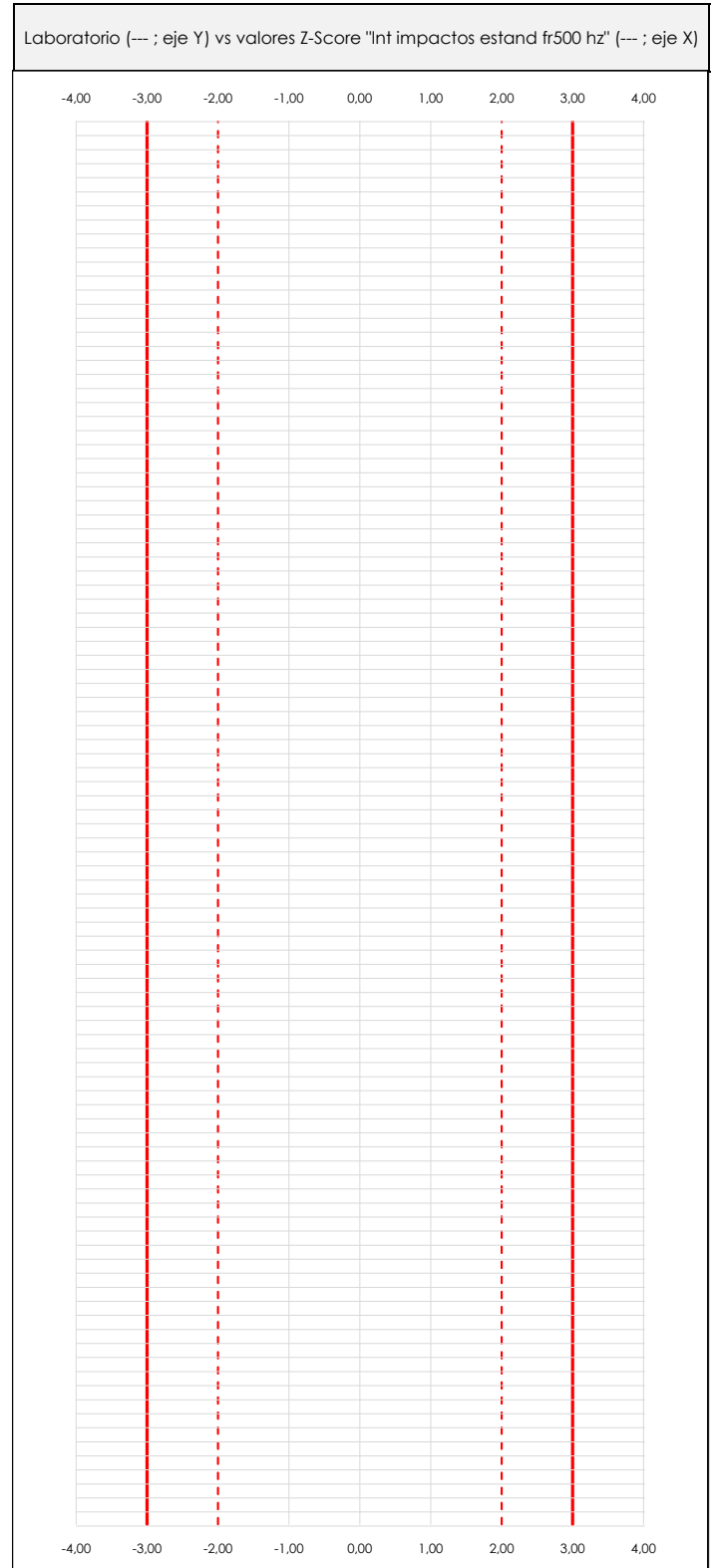
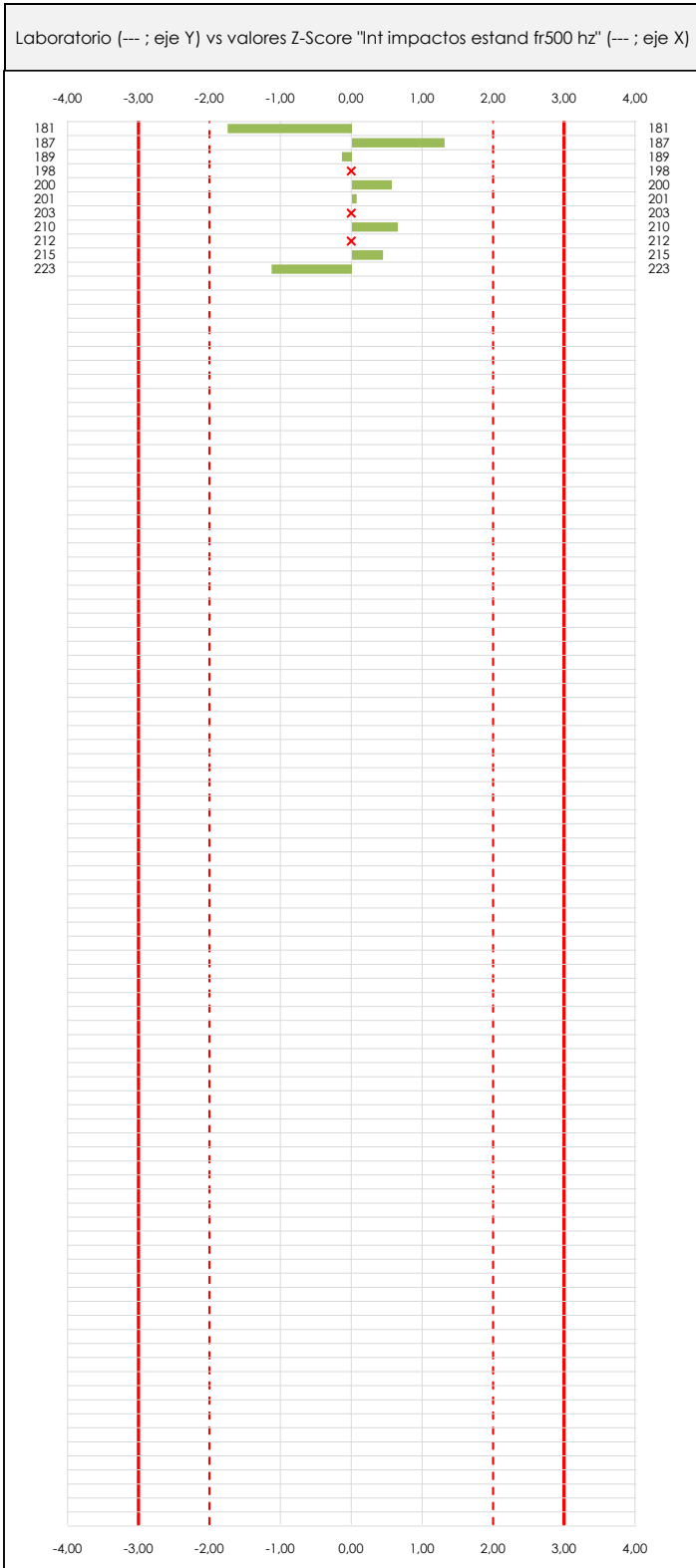
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	31,80	31,80	30,80	30,80	32,50	31,54	0,733	-2,62	✓	✓	✓			-1,751	S
187	33,10	33,10	32,80	32,80	33,30	33,02	0,217	1,95	✓	✓	✓			1,306	S
189	32,30	32,10	32,70	32,70	31,80	32,32	0,390	-0,21	✓	✓	✓			-0,139	S
198	33,20	39,20	31,90	31,90	30,80	33,40	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
200	32,50	33,30	32,70	32,70	32,10	32,66	0,434	0,84	✓	✓	✓			0,563	S
201	32,70	31,80	32,60	32,60	32,40	32,42	0,363	0,10	✓	✓	✓			0,067	S
203	34,55	31,91	31,43	31,43	31,21	32,11	---	---	✓	X	X	AB	1	---	---
210	31,80	32,30	33,50	33,50	32,40	32,70	0,765	0,96	✓	✓	✓			0,645	S
212	30,60	31,00	30,70	30,70	31,10	30,82	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
215	33,10	31,90	32,80	32,80	32,40	32,60	0,464	0,66	✓	✓	✓			0,439	S
223	32,50	30,50	32,30	32,30	31,60	31,84	0,823	-1,69	✓	✓	✓			-1,131	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

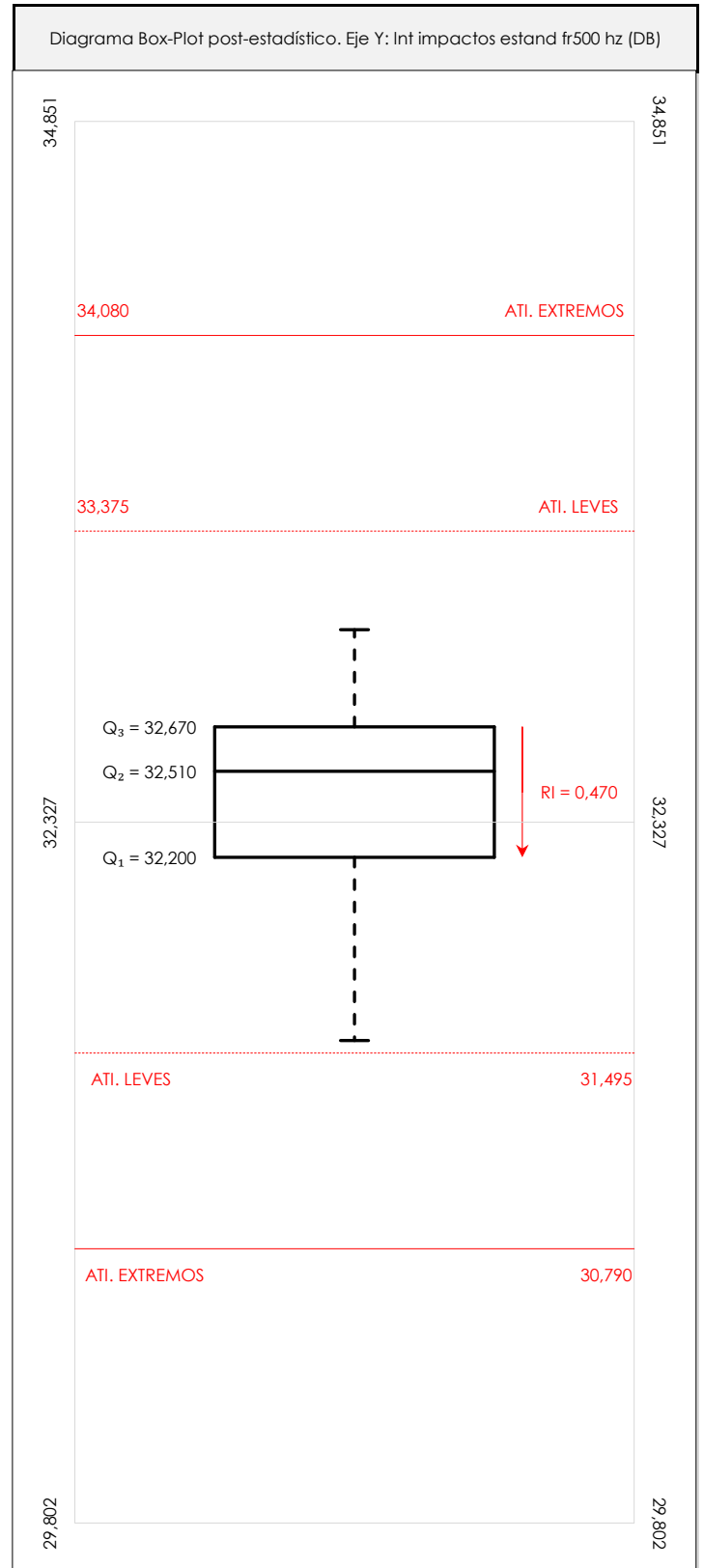
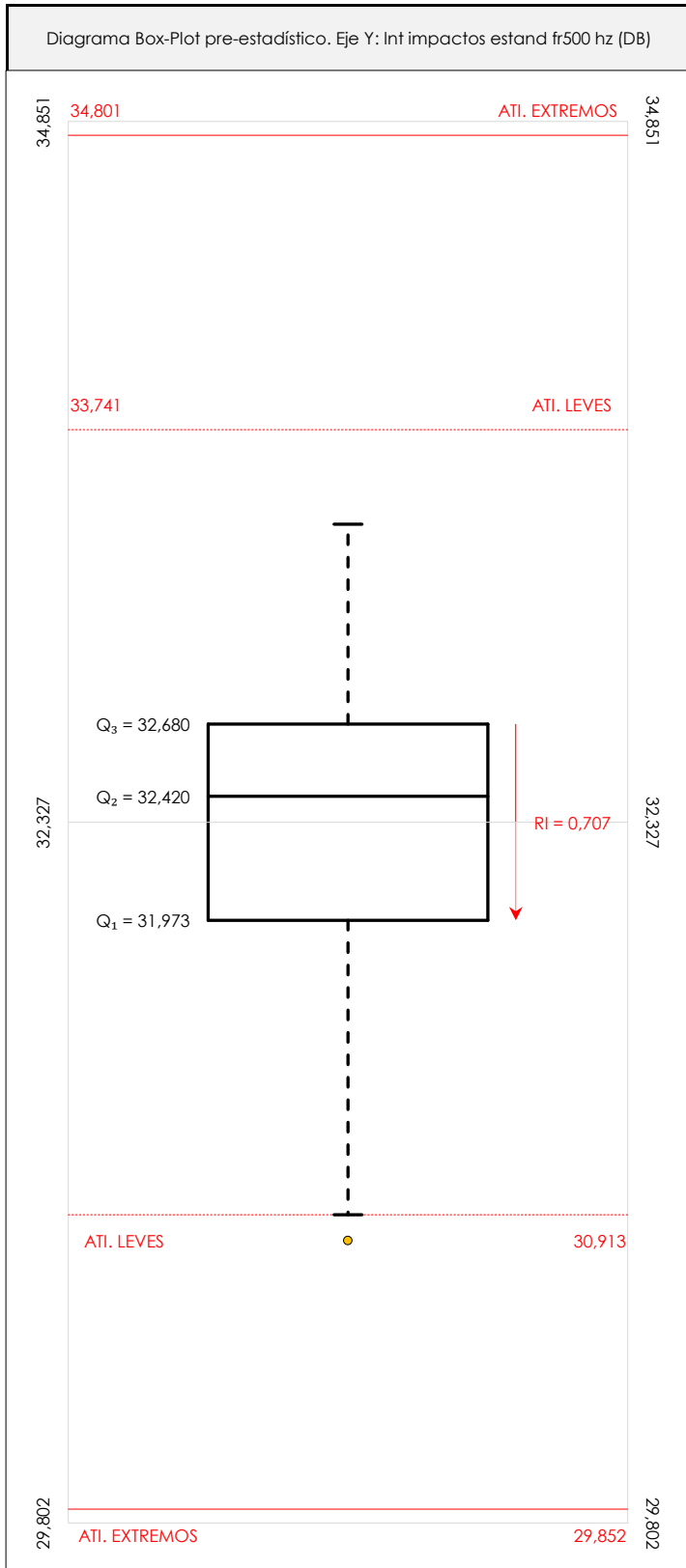
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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 3 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	34,55	39,20	33,50	33,50	33,30	33,40	33,10	33,30	33,50	33,50	33,30	33,02
Valor Mínimo (min ; %)	30,60	30,50	30,70	30,70	30,80	30,82	31,80	30,50	30,80	30,80	31,60	31,54
Valor Promedio (M ; %)	32,56	32,63	32,20	32,20	31,96	32,31	32,48	32,10	32,53	32,53	32,31	32,39
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,00	2,32	0,89	0,89	0,74	0,72	0,50	0,87	0,77	0,77	0,51	0,48
Coef. Variación (CV ; ---)	0,03	0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01
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	1,432	3,317	0,228	1,659	3,570		0,317	1,560	0,171	0,488	1,936	
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%	2,06	1,71	0,366	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,308	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr630 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

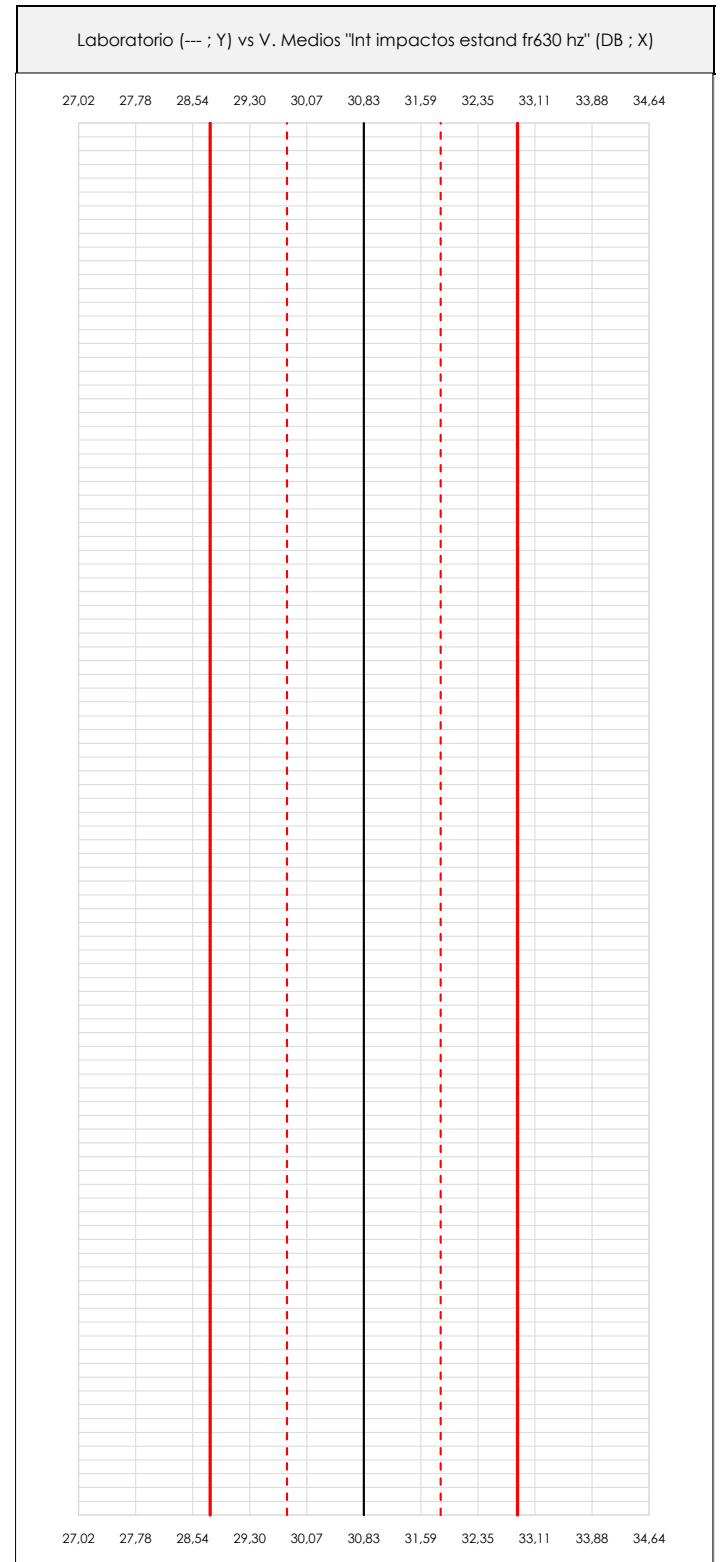
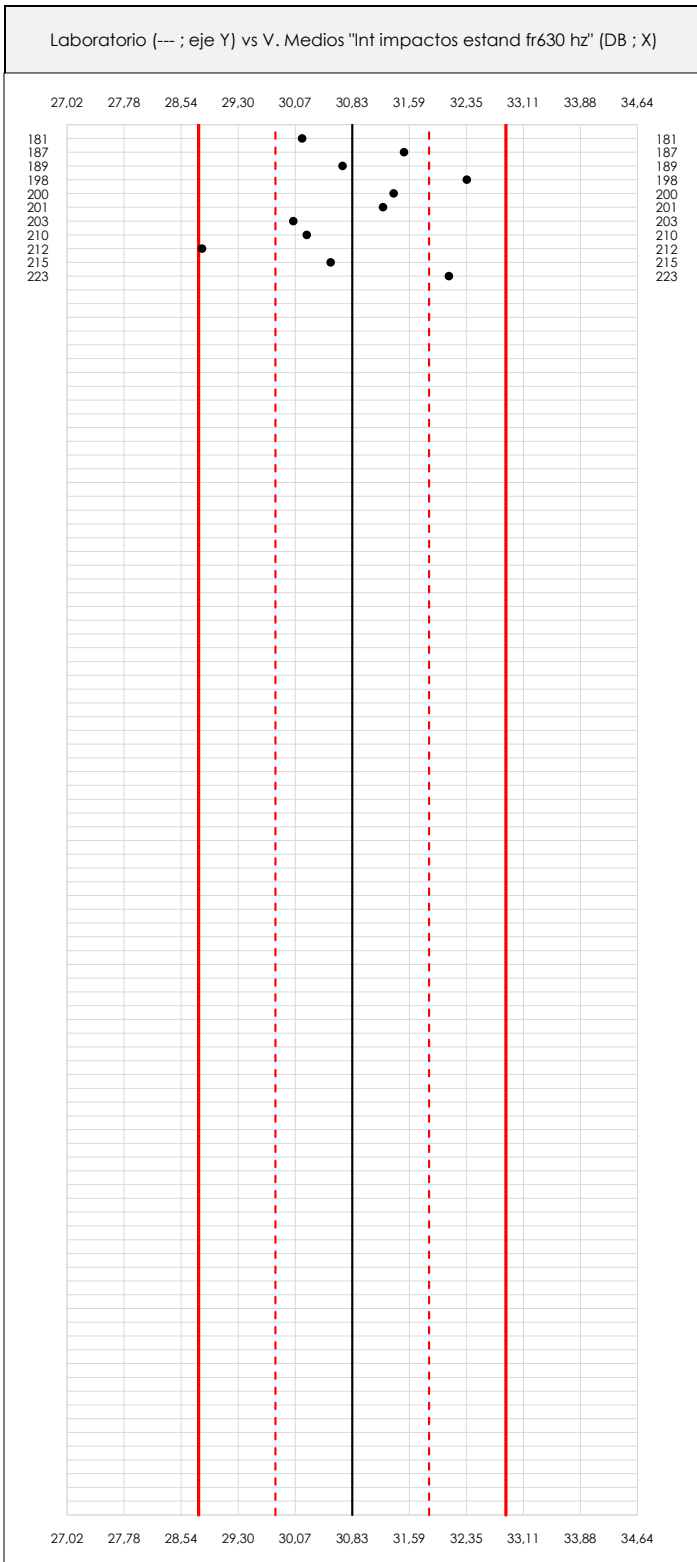
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

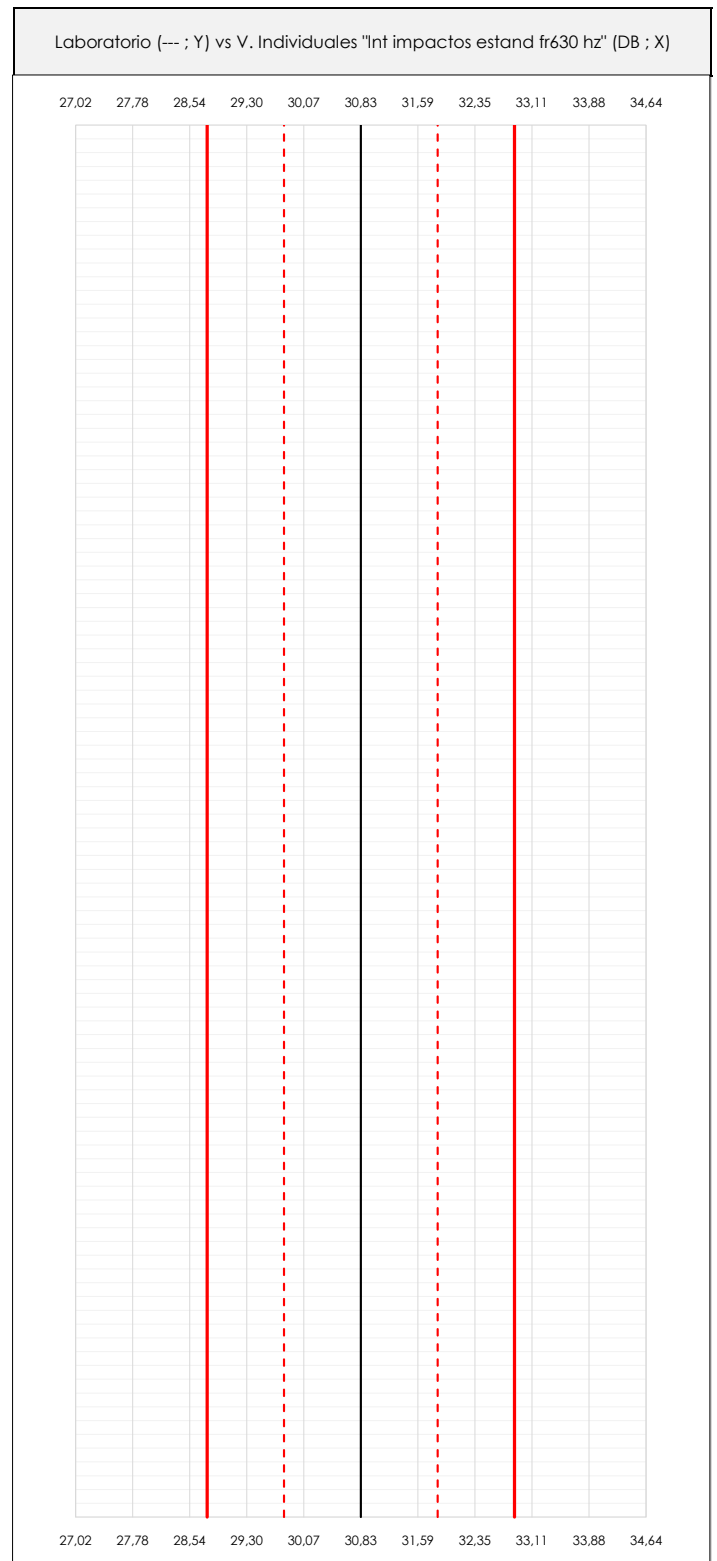
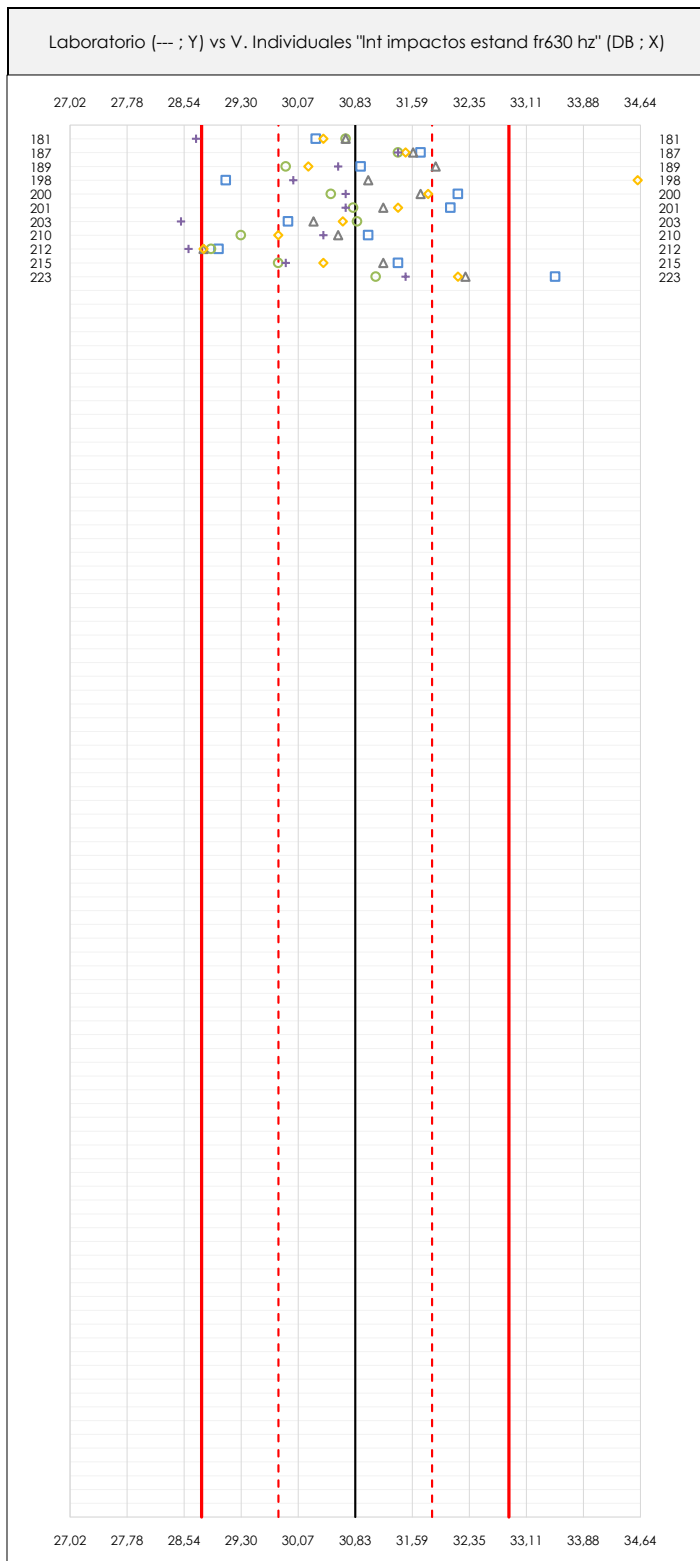
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,85/29,80 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,88/28,77 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (30,83 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,85/29,80 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,88/28,77 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	30,30	30,70	30,70	30,40	28,70	30,16	0,835	-2,17	✓	
187	31,70	31,40	31,60	31,50	31,40	31,52	0,130	2,25	✓	
189	30,90	29,90	31,90	30,20	30,60	30,70	0,771	-0,41	✓	
198	29,10	37,10	31,00	34,60	30,00	32,36	3,374	4,97	✓	
200	32,20	30,50	31,70	31,80	30,70	31,38	0,740	1,79	✓	
201	32,10	30,80	31,20	31,40	30,70	31,24	0,559	1,34	✓	
203	29,93	30,85	30,27	30,66	28,50	30,04	0,932	-2,55	✓	
210	31,00	29,30	30,60	29,80	30,40	30,22	0,672	-1,97	✓	
212	29,00	28,90	28,80	28,80	28,60	28,82	0,148	-6,51	✓	
215	31,40	29,80	31,20	30,40	29,90	30,54	0,733	-0,93	✓	
223	33,50	31,10	32,30	32,20	31,50	32,12	0,918	4,19	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

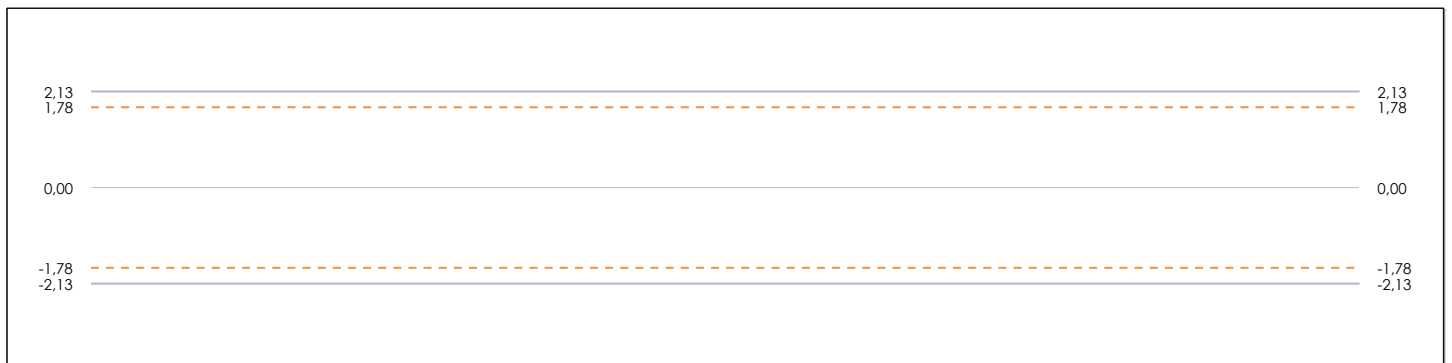
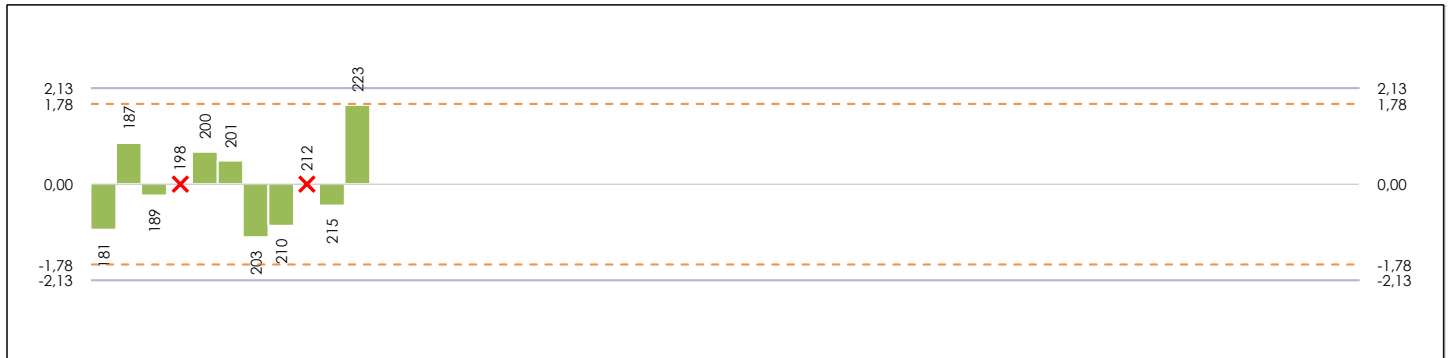
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

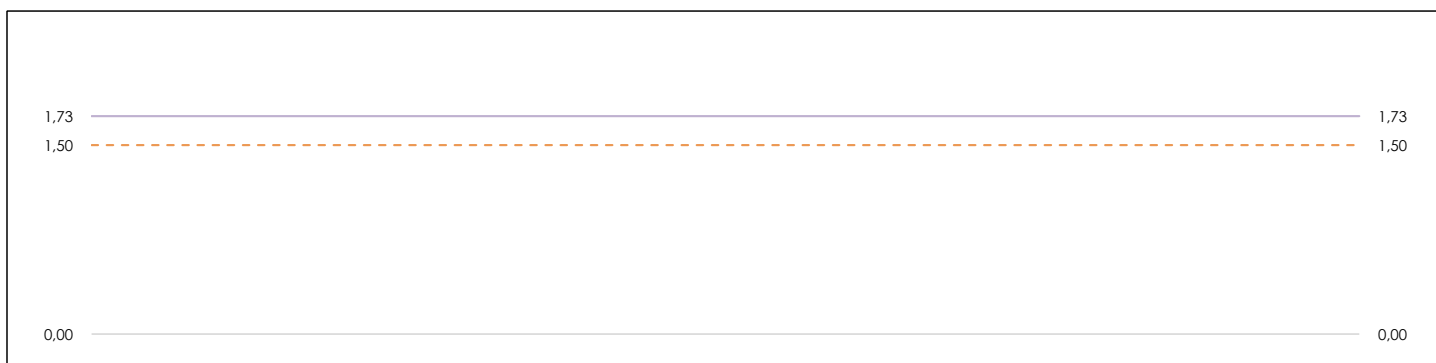
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	30,30	30,700	30,700	30,400	28,700	30,160	0,835	-2,33	-1,00	1,14				0,6204		✓
187	31,70	31,400	31,600	31,500	31,400	31,520	0,130	2,07	0,89	0,18					0,4067	✓
189	30,90	29,900	31,900	30,200	30,600	30,700	0,771	-0,58	-0,25	1,05						✓
198	29,10	37,100	31,000	34,600	30,000	32,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	32,20	30,500	31,700	31,800	30,700	31,380	0,740	1,62	0,70	1,01						✓
201	32,10	30,800	31,200	31,400	30,700	31,240	0,559	1,17	0,50	0,76						✓
203	29,93	30,850	30,270	30,660	28,500	30,042	0,932	-2,71	-1,17	1,27		1,166		0,6204		✓
210	31,00	29,300	30,600	29,800	30,400	30,220	0,672	-2,14	-0,92	0,91						✓
212	29,00	28,900	28,800	28,800	28,600	28,820	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
215	31,40	29,800	31,200	30,400	29,900	30,540	0,733	-1,10	-0,47	1,00						✓
223	33,50	31,100	32,300	32,200	31,500	32,120	0,918	4,01	1,73	1,25			1,725		0,4067	✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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.

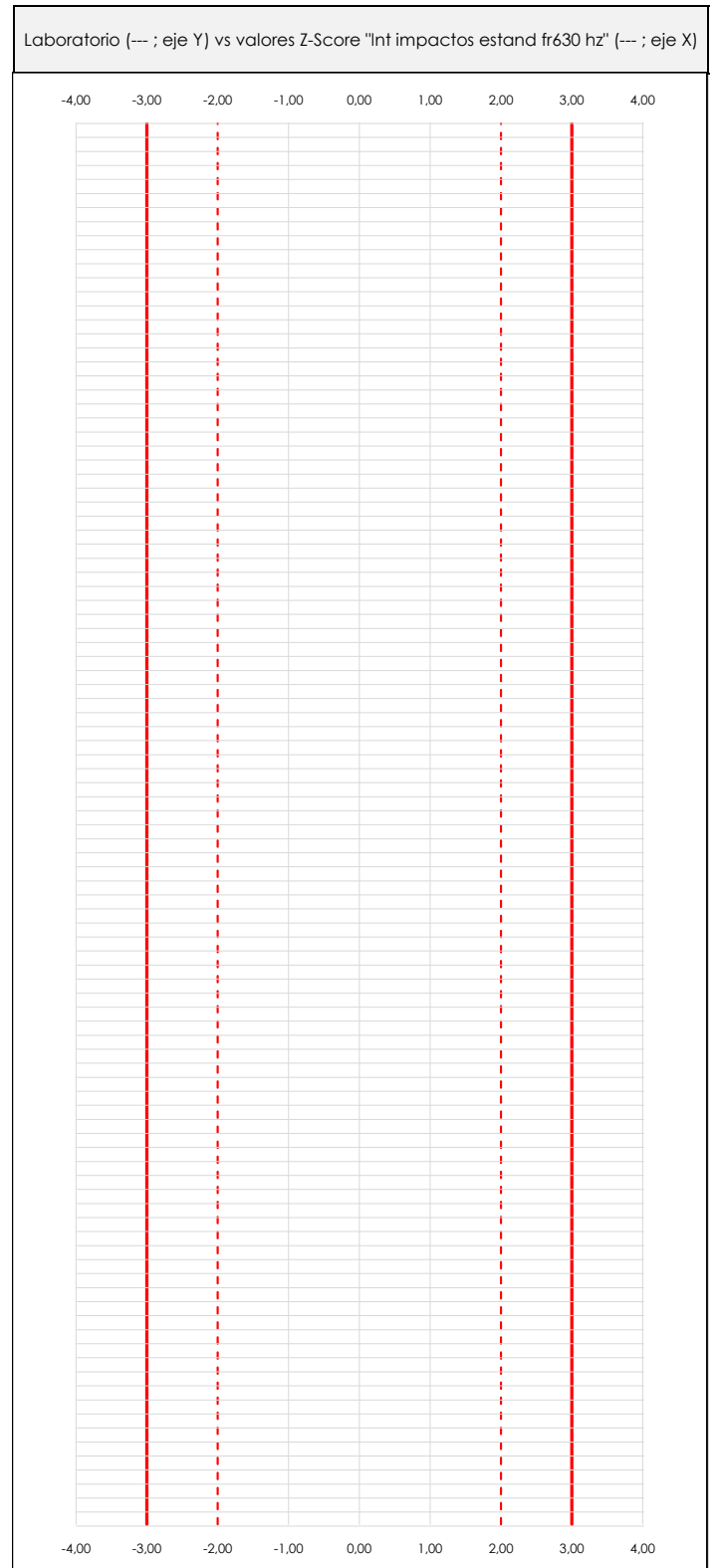
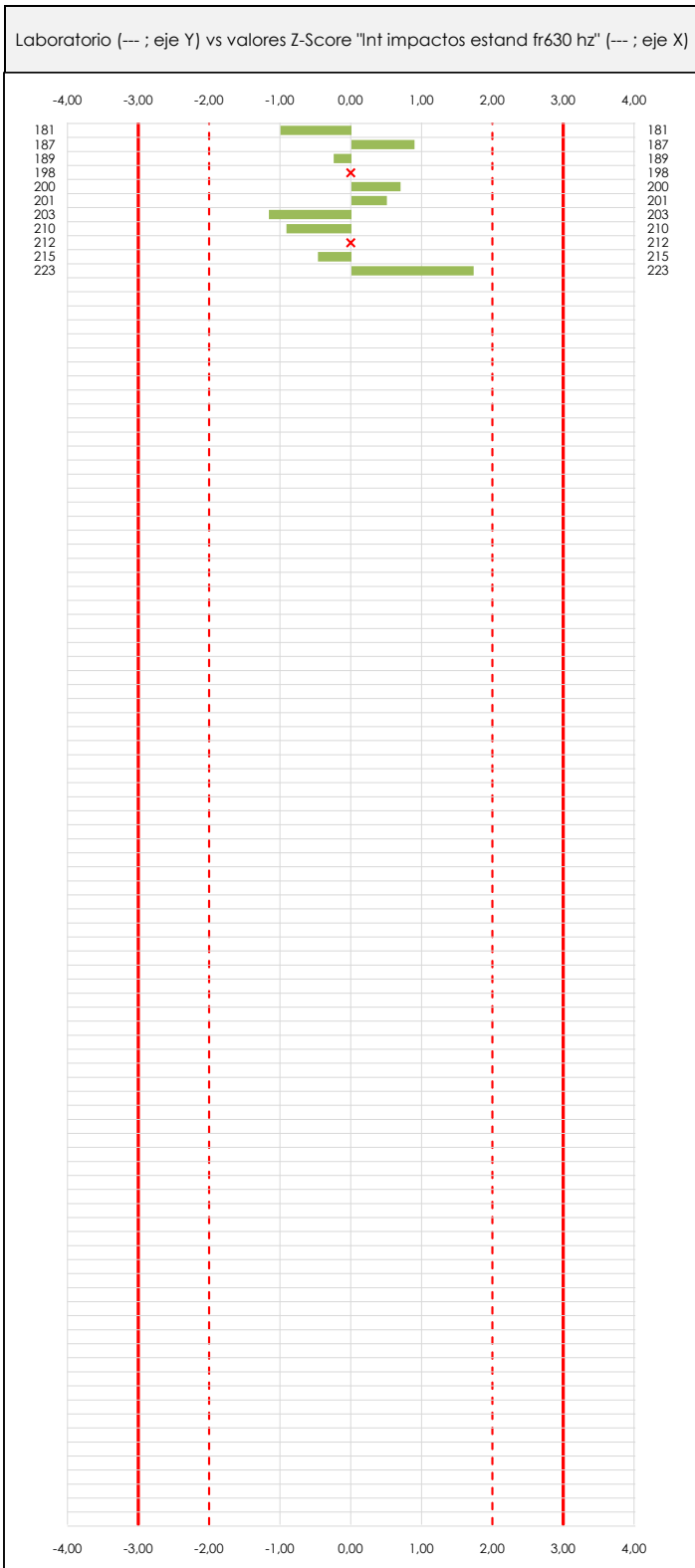
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	30,30	30,70	30,70	30,40	28,70	30,16	0,835	-2,33	✓	✓	✓			-1,002	S
187	31,70	31,40	31,60	31,50	31,40	31,52	0,130	2,07	✓	✓	✓			0,890	S
189	30,90	29,90	31,90	30,20	30,60	30,70	0,771	-0,58	✓	✓	✓			-0,251	S
198	29,10	37,10	31,00	34,60	30,00	32,36	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
200	32,20	30,50	31,70	31,80	30,70	31,38	0,740	1,62	✓	✓	✓			0,695	S
201	32,10	30,80	31,20	31,40	30,70	31,24	0,559	1,17	✓	✓	✓			0,501	S
203	29,93	30,85	30,27	30,66	28,50	30,04	0,932	-2,71	✓	✓	✓			-1,166	S
210	31,00	29,30	30,60	29,80	30,40	30,22	0,672	-2,14	✓	✓	✓			-0,919	S
212	29,00	28,90	28,80	28,80	28,60	28,82	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
215	31,40	29,80	31,20	30,40	29,90	30,54	0,733	-1,10	✓	✓	✓			-0,473	S
223	33,50	31,10	32,30	32,20	31,50	32,12	0,918	4,01	✓	✓	✓			1,725	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

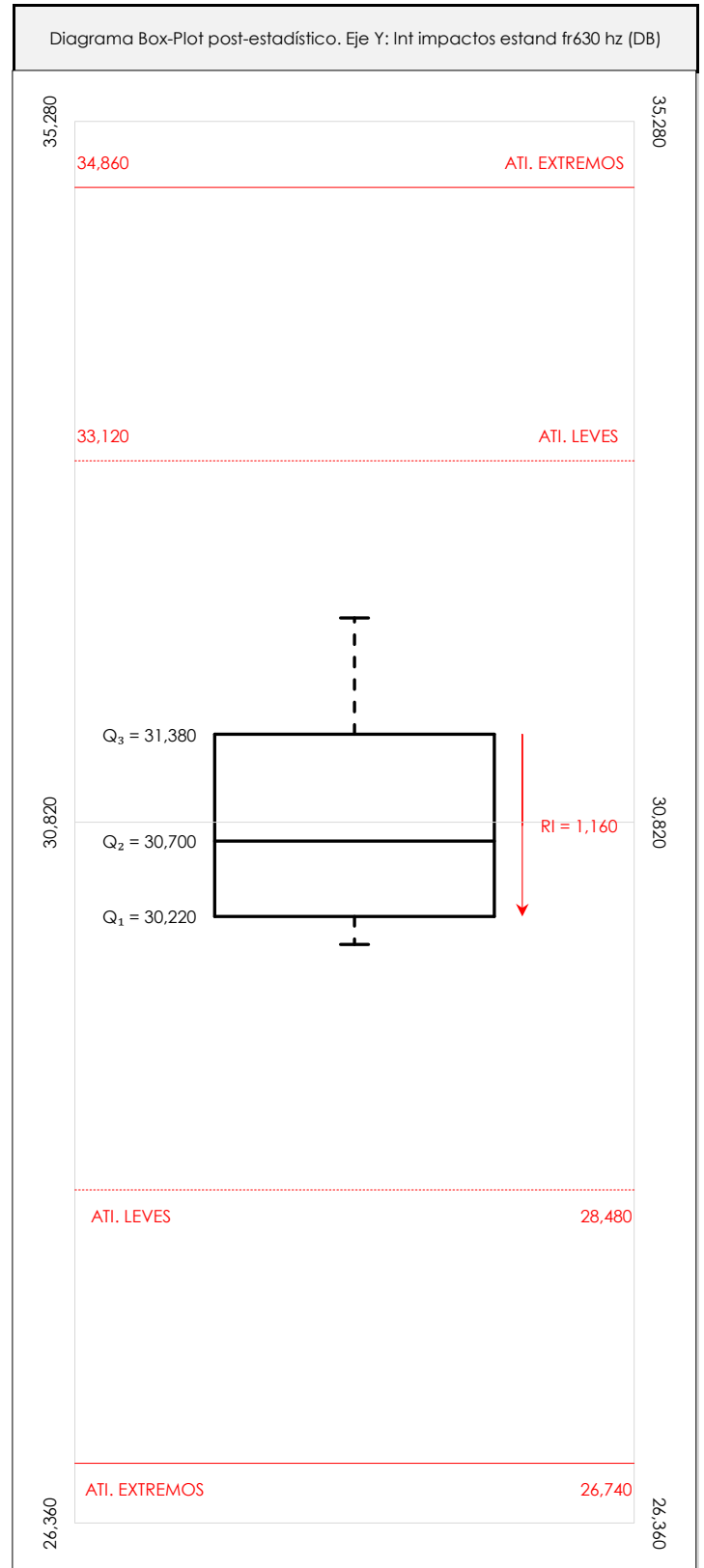
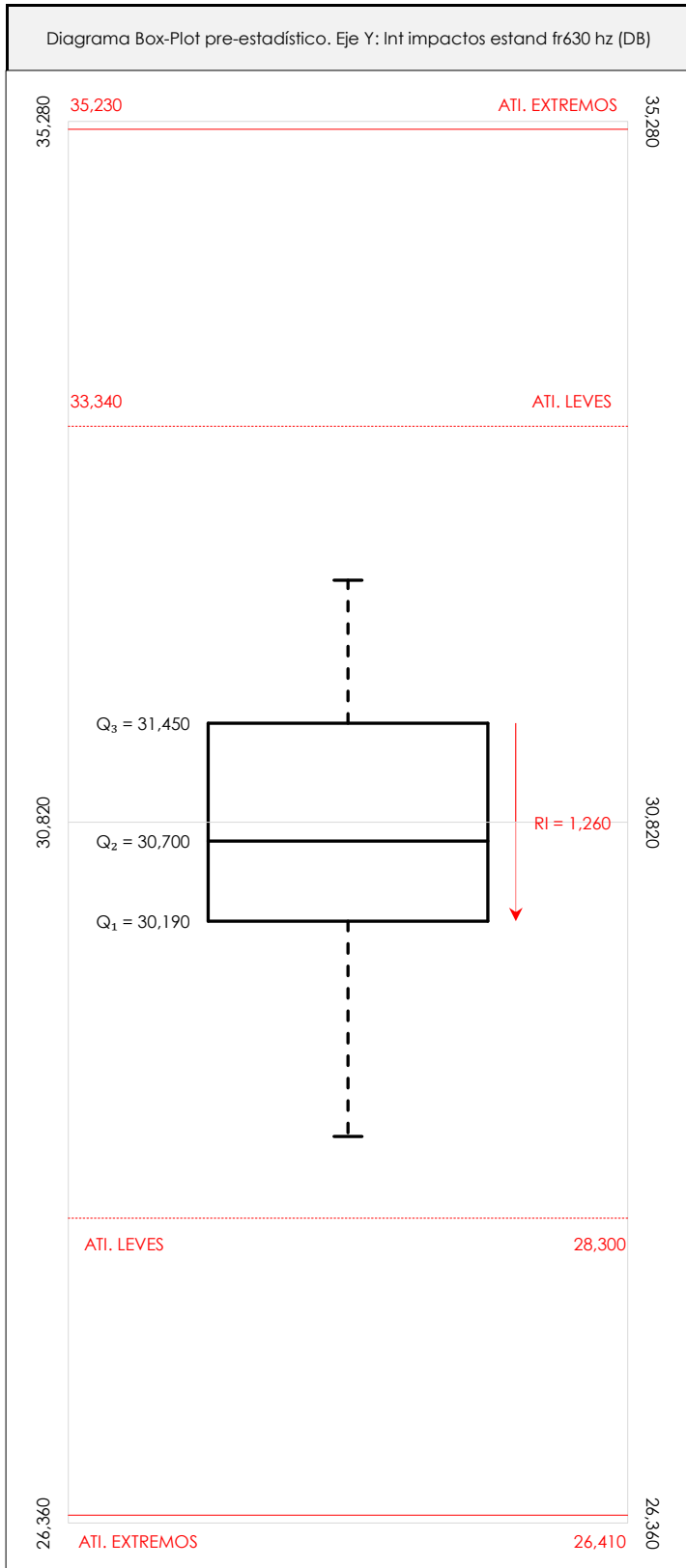
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	33,50	37,10	32,30	34,60	31,50	32,36	33,50	31,40	32,30	32,20	31,50	32,12
Valor Mínimo (min ; %)	29,00	28,90	28,80	28,80	28,50	28,82	29,93	29,30	30,27	29,80	28,50	30,04
Valor Promedio (M ; %)	31,01	30,94	31,02	31,07	30,09	30,83	31,45	30,48	31,27	30,93	30,27	30,88
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,37	2,18	0,95	1,52	1,07	1,03	1,08	0,68	0,66	0,82	1,06	0,72
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,07	0,03	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	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	1,480	3,372	0,758	2,237	4,146	0,541	2,039	0,408	0,949	2,701		
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	0,366	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,308	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: 9 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 analisis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr800 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

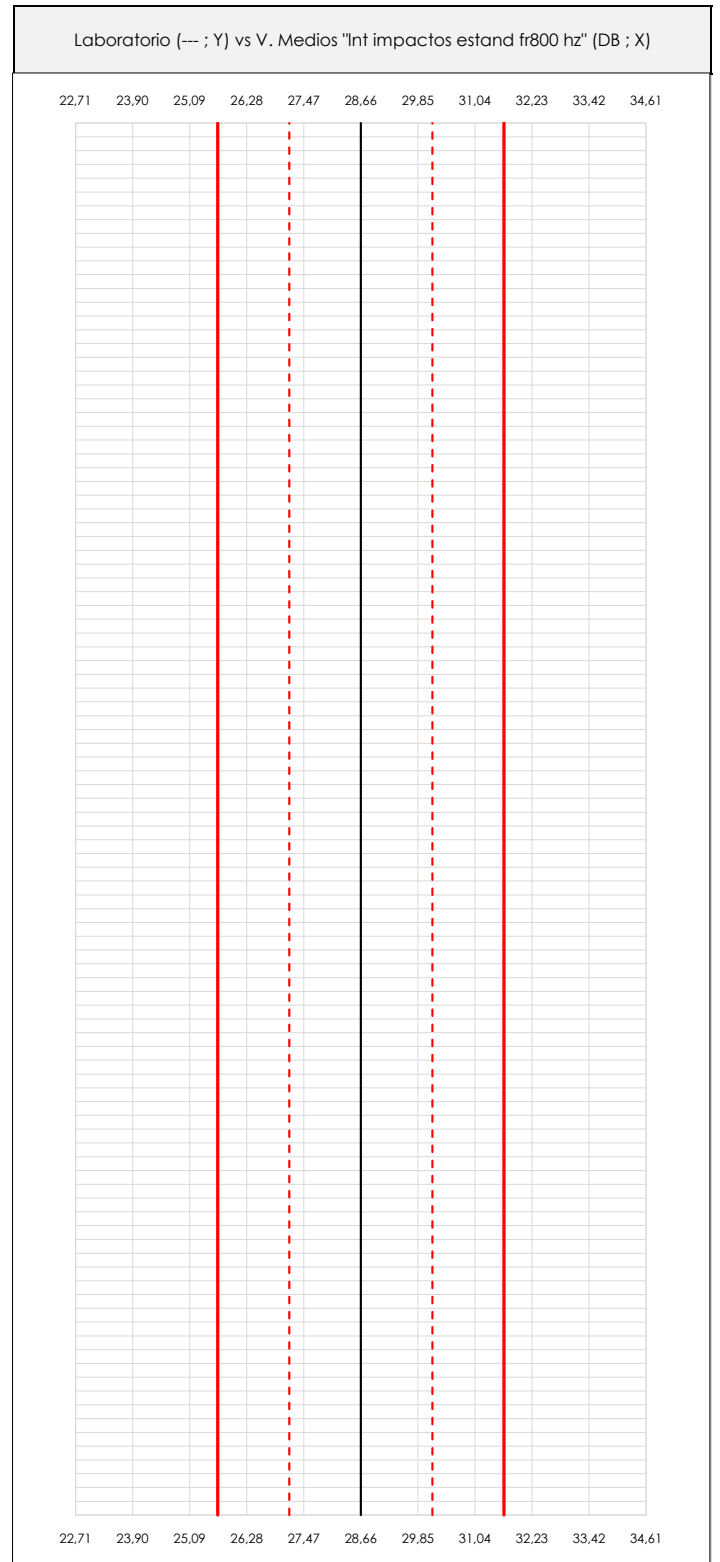
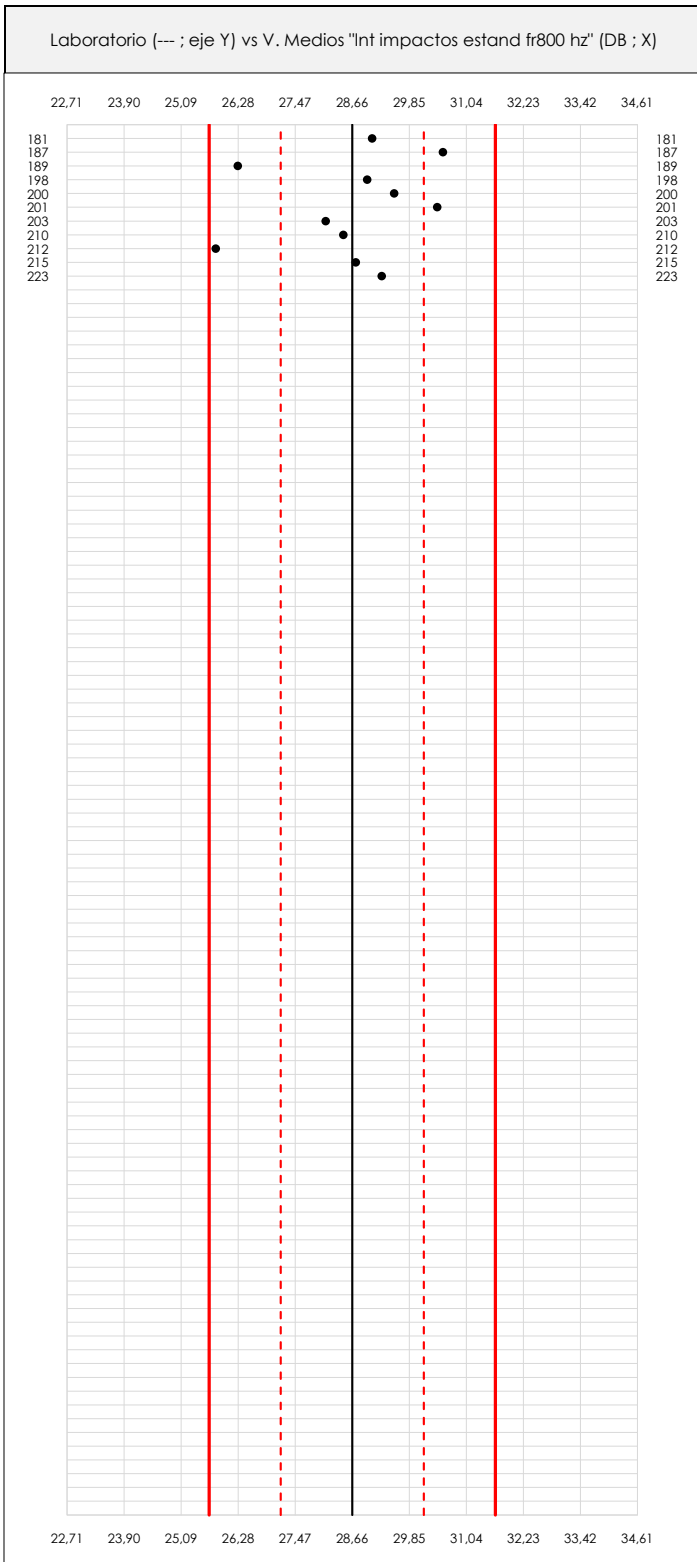
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANALISIS GRAFICO DE DISPERSION MEDIA (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)

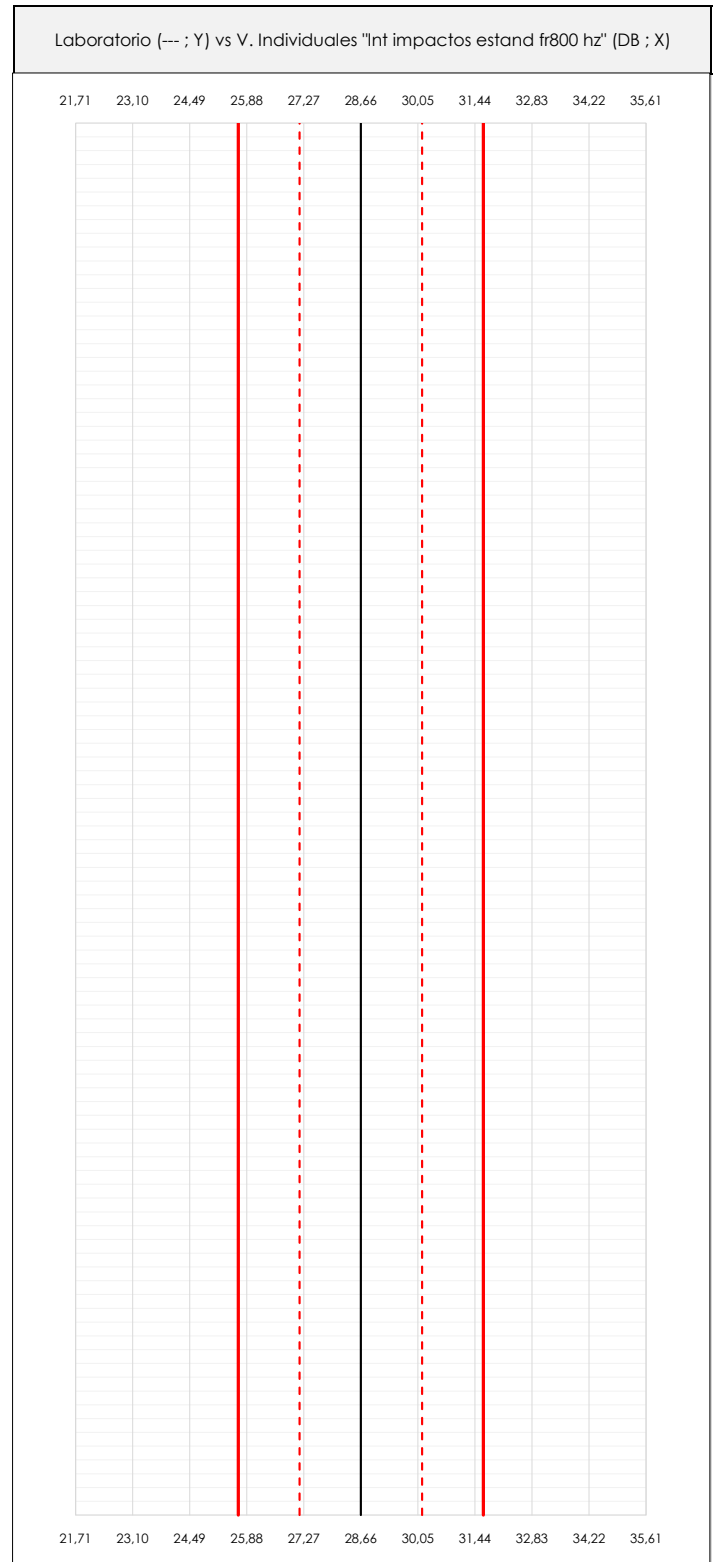
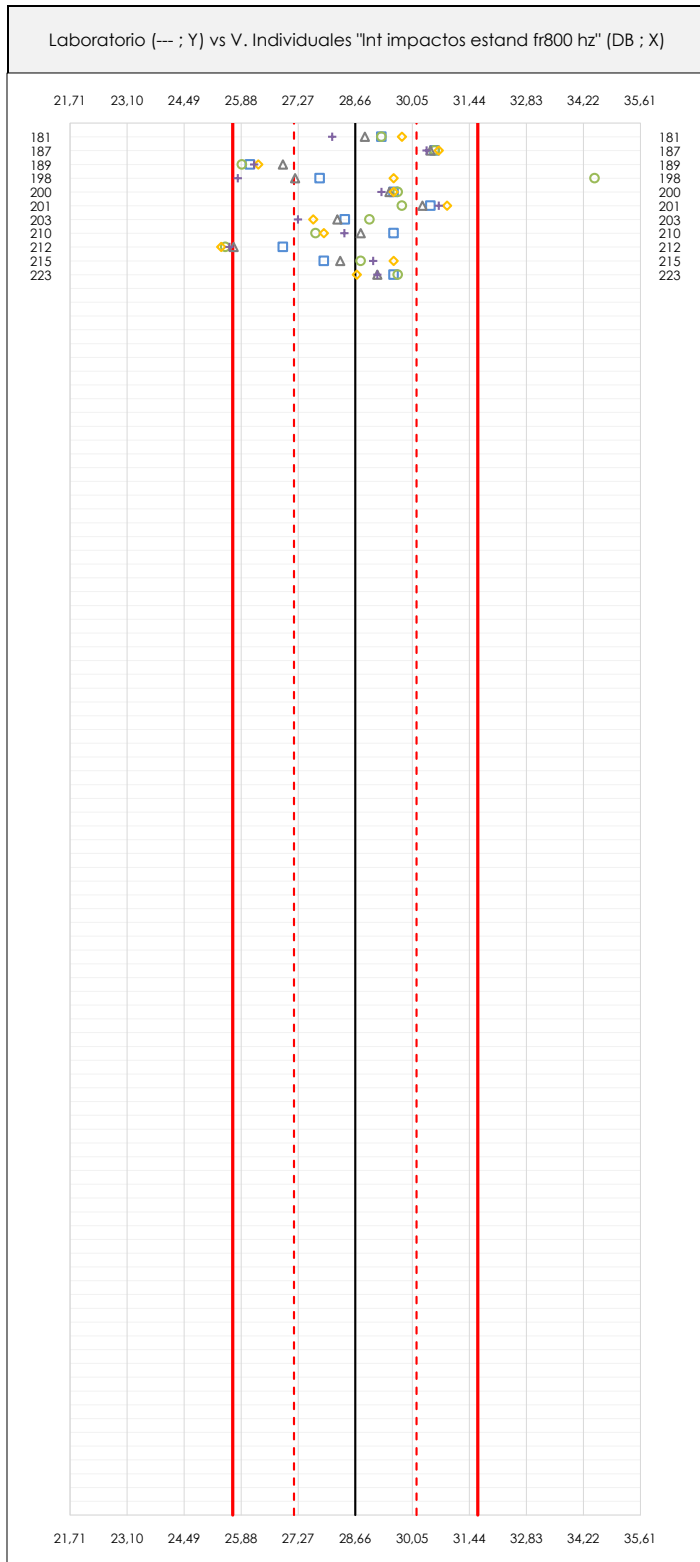
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (28,66 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,16/27,17 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,65/25,68 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (28,66 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (30,16/27,17 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (31,65/25,68 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	29,30	29,30	28,90	29,80	28,10	29,08	0,634	1,45	✓	
187	30,60	30,60	30,50	30,70	30,40	30,56	0,114	6,61	✓	
189	26,10	25,90	26,90	26,30	26,20	26,28	0,377	-8,32	✓	
198	27,80	34,50	27,20	29,60	25,80	28,98	3,374	1,10	✓	
200	29,60	29,70	29,50	29,60	29,30	29,54	0,152	3,05	✓	
201	30,50	29,80	30,30	30,90	30,70	30,44	0,422	6,19	✓	
203	28,41	29,01	28,23	27,64	27,27	28,11	0,678	-1,93	✓	
210	29,60	27,70	28,80	27,90	28,40	28,48	0,760	-0,64	✓	
212	26,90	25,50	25,70	25,40	25,60	25,82	0,614	-9,92	✓	
215	27,90	28,80	28,30	29,60	29,10	28,74	0,666	0,26	✓	
223	29,60	29,70	29,20	28,70	29,20	29,28	0,396	2,15	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

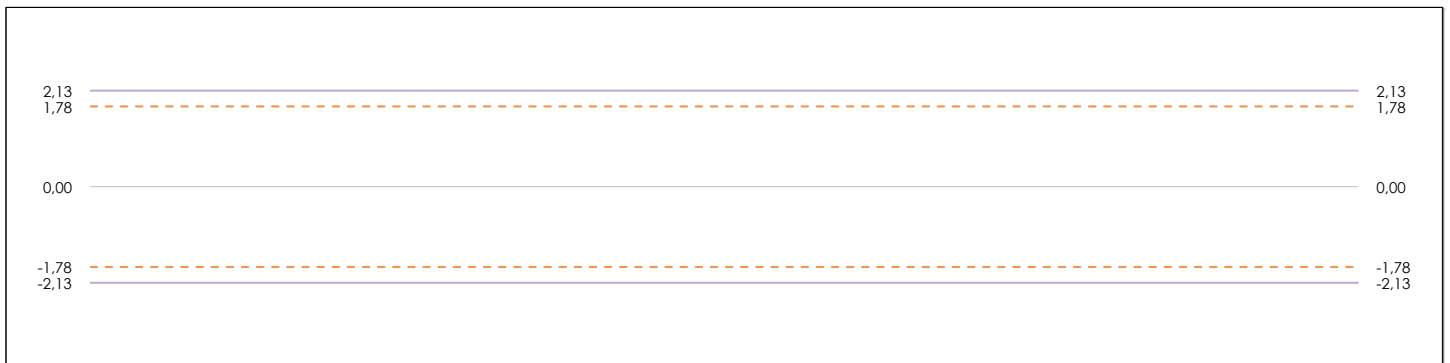
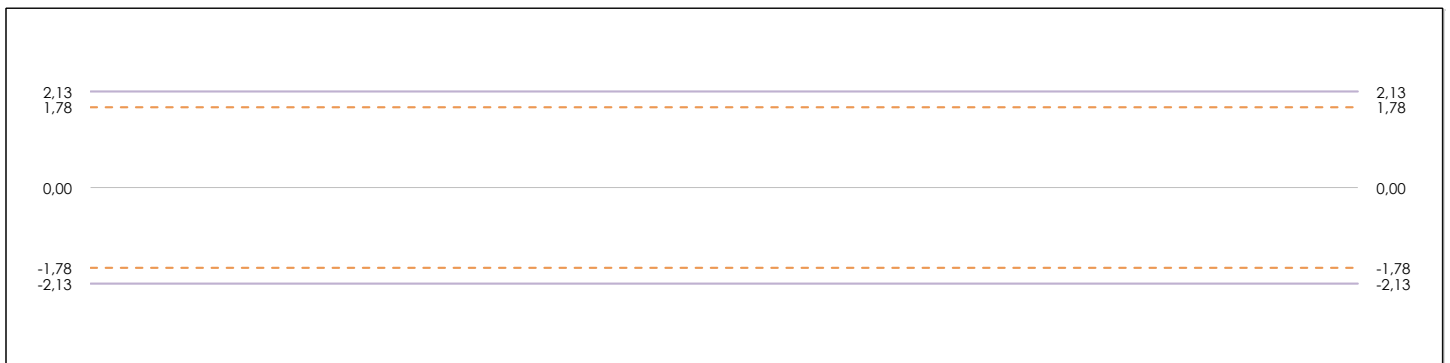
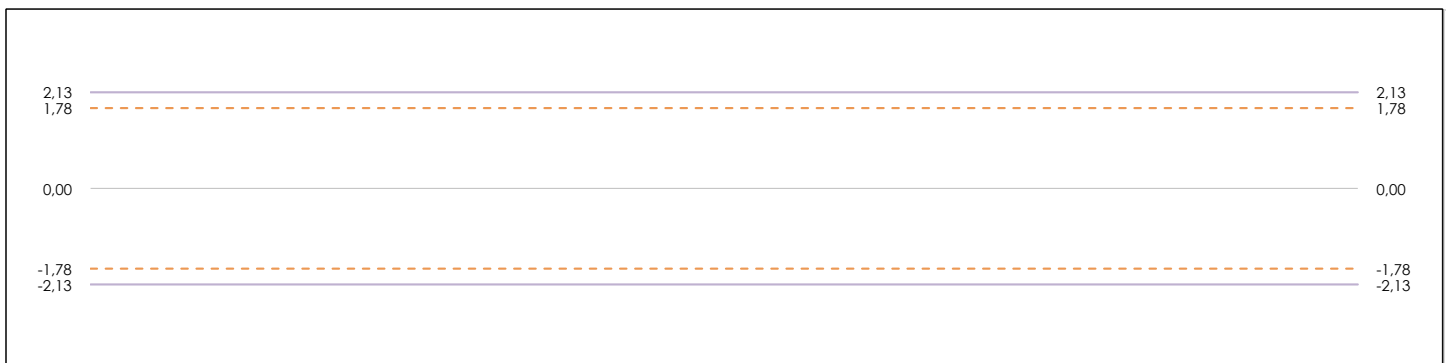
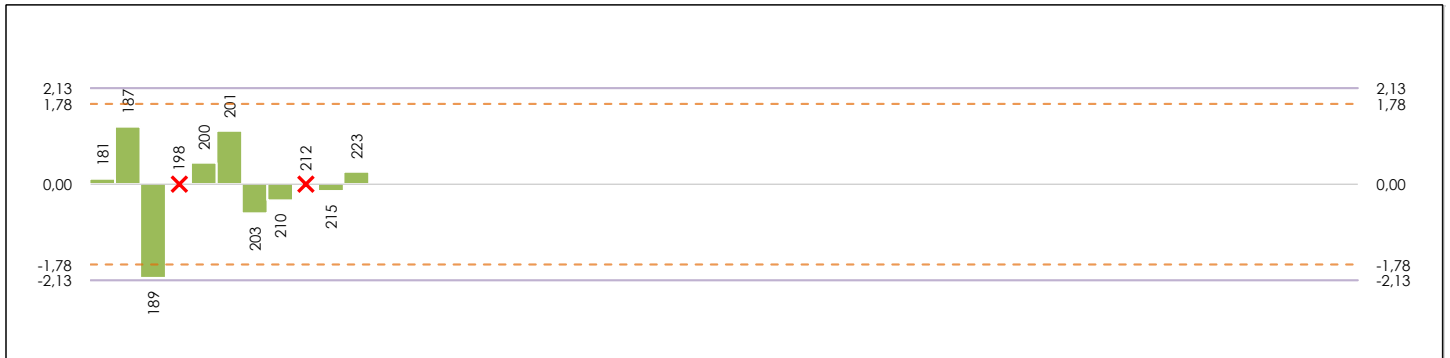
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

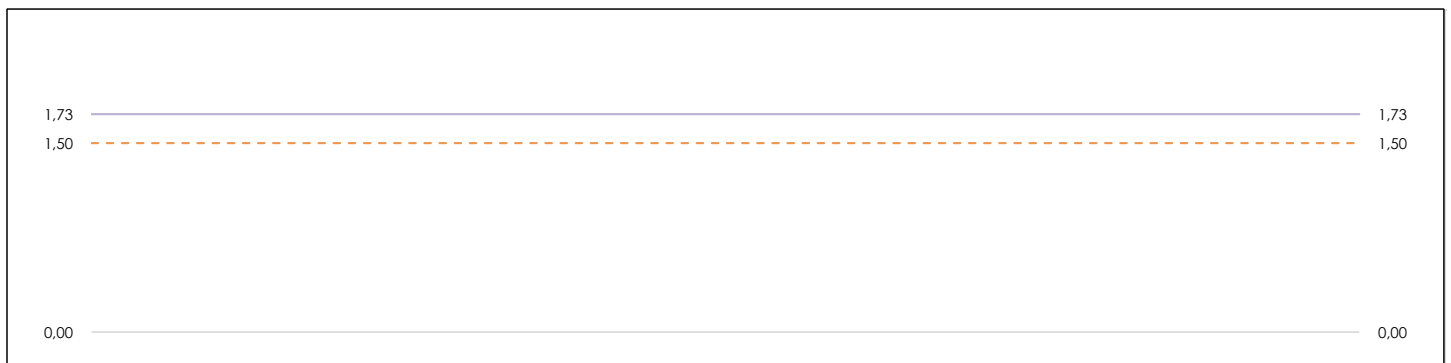
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

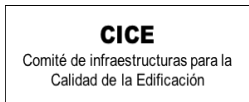
Apartado B.2. Gráfico de consistencia intra-laboratorios "k" de Mandel



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	29,30	29,300	28,900	29,800	28,100	29,080	0,634	0,46	0,10	1,23						✓
187	30,60	30,600	30,500	30,700	30,400	30,560	0,114	5,58	1,25	0,22			1,248		0,5353	✓
189	26,10	25,900	26,900	26,300	26,200	26,280	0,377	-9,21	-2,06*	0,73	0,241	2,061		0,2863		✓
198	27,80	34,500	27,200	29,600	25,800	28,980	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	29,60	29,700	29,500	29,600	29,300	29,540	0,152	2,05	0,46	0,29						✓
201	30,50	29,800	30,300	30,900	30,700	30,440	0,422	5,16	1,16	0,82					0,5353	✓
203	28,41	29,010	28,230	27,640	27,270	28,112	0,678	-2,88	-0,64	1,32				0,2863		✓
210	29,60	27,700	28,800	27,900	28,400	28,480	0,760	-1,61	-0,36	1,47						✓
212	26,90	25,500	25,700	25,400	25,600	25,820	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
215	27,90	28,800	28,300	29,600	29,100	28,740	0,666	-0,71	-0,16	1,29						✓
223	29,60	29,700	29,200	28,700	29,200	29,280	0,396	1,15	0,26	0,77						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

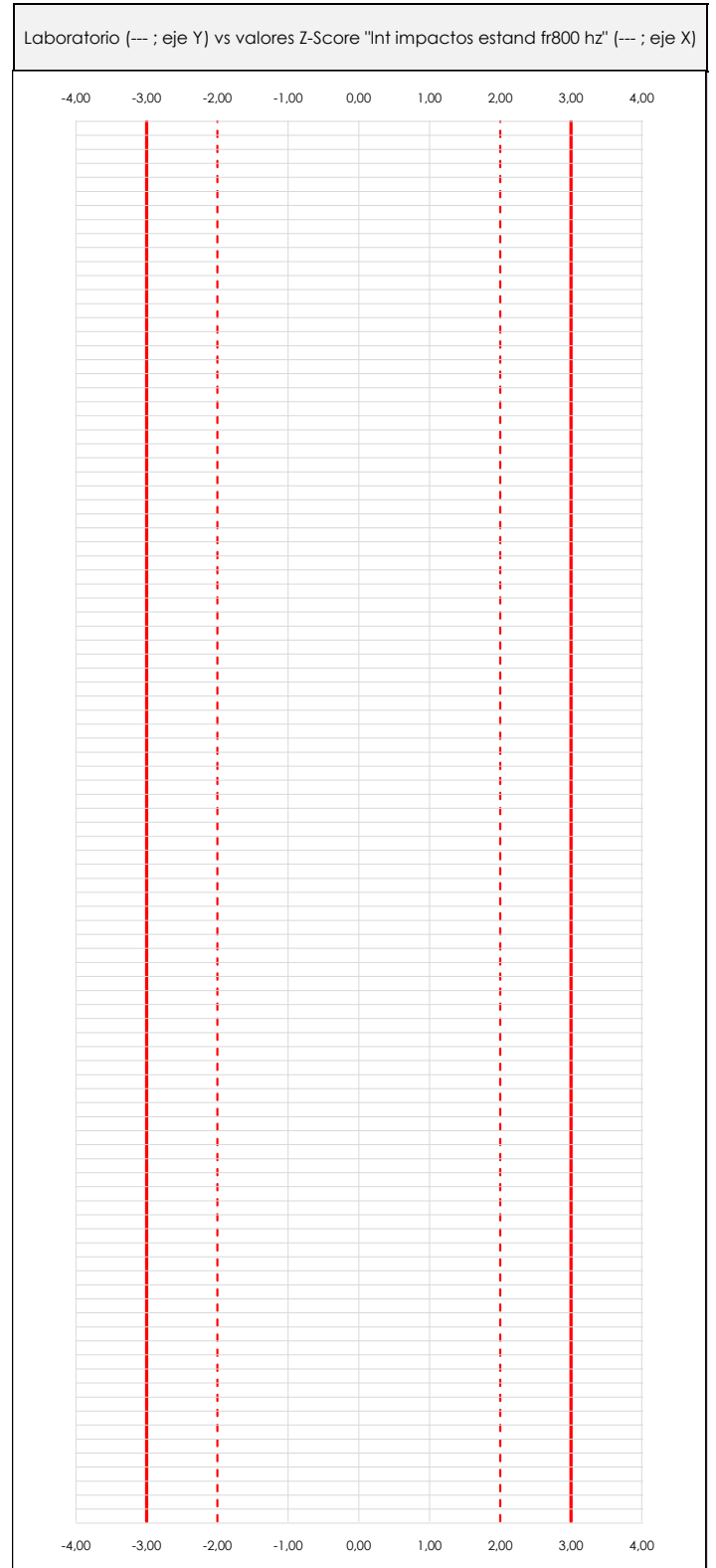
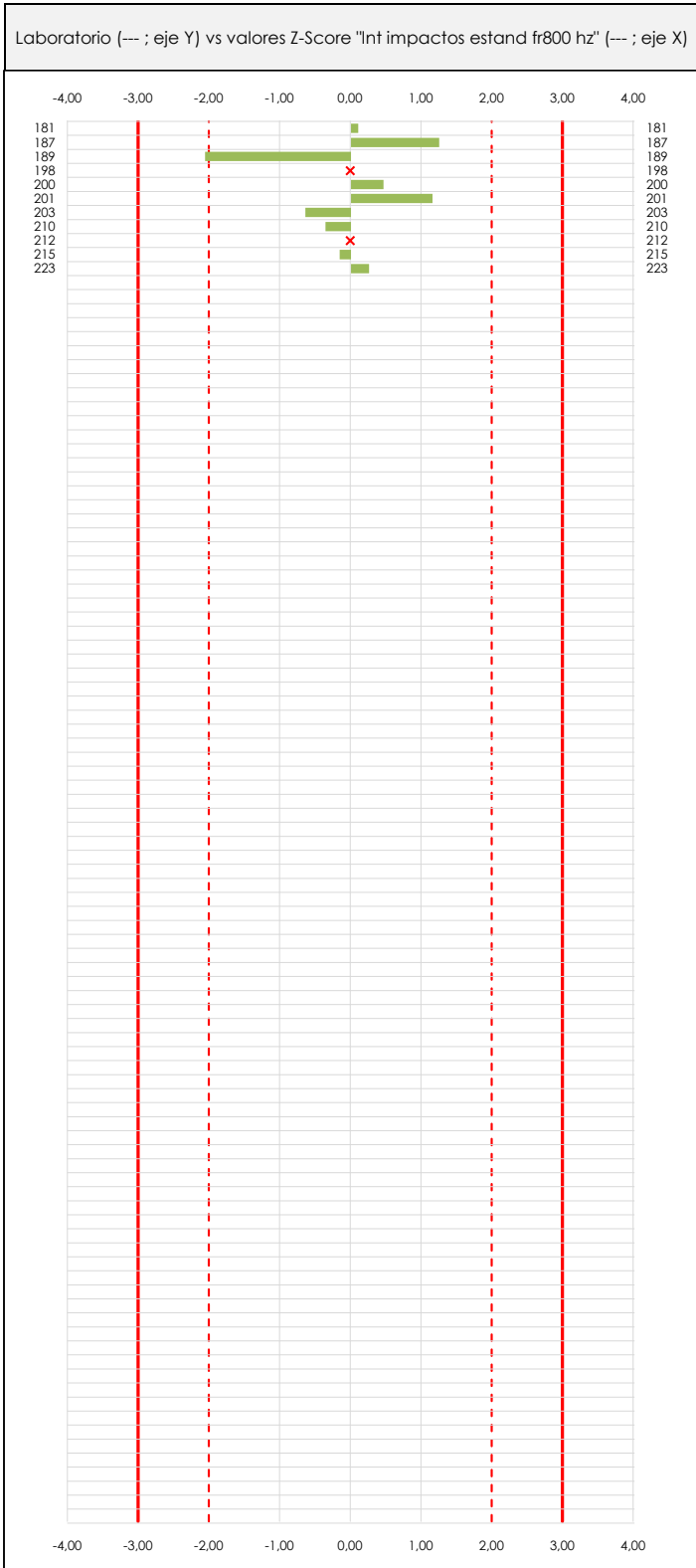
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	29,30	29,30	28,90	29,80	28,10	29,08	0,634	0,46	✓	✓	✓			0,104	S
187	30,60	30,60	30,50	30,70	30,40	30,56	0,114	5,58	✓	✓	✓			1,248	S
189	26,10	25,90	26,90	26,30	26,20	26,28	0,377	-9,21	✓	✓	✓			-2,061	D
198	27,80	34,50	27,20	29,60	25,80	28,98	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
200	29,60	29,70	29,50	29,60	29,30	29,54	0,152	2,05	✓	✓	✓			0,459	S
201	30,50	29,80	30,30	30,90	30,70	30,44	0,422	5,16	✓	✓	✓			1,155	S
203	28,41	29,01	28,23	27,64	27,27	28,11	0,678	-2,88	✓	✓	✓			-0,645	S
210	29,60	27,70	28,80	27,90	28,40	28,48	0,760	-1,61	✓	✓	✓			-0,360	S
212	26,90	25,50	25,70	25,40	25,60	25,82	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
215	27,90	28,80	28,30	29,60	29,10	28,74	0,666	-0,71	✓	✓	✓			-0,159	S
223	29,60	29,70	29,20	28,70	29,20	29,28	0,396	1,15	✓	✓	✓			0,258	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

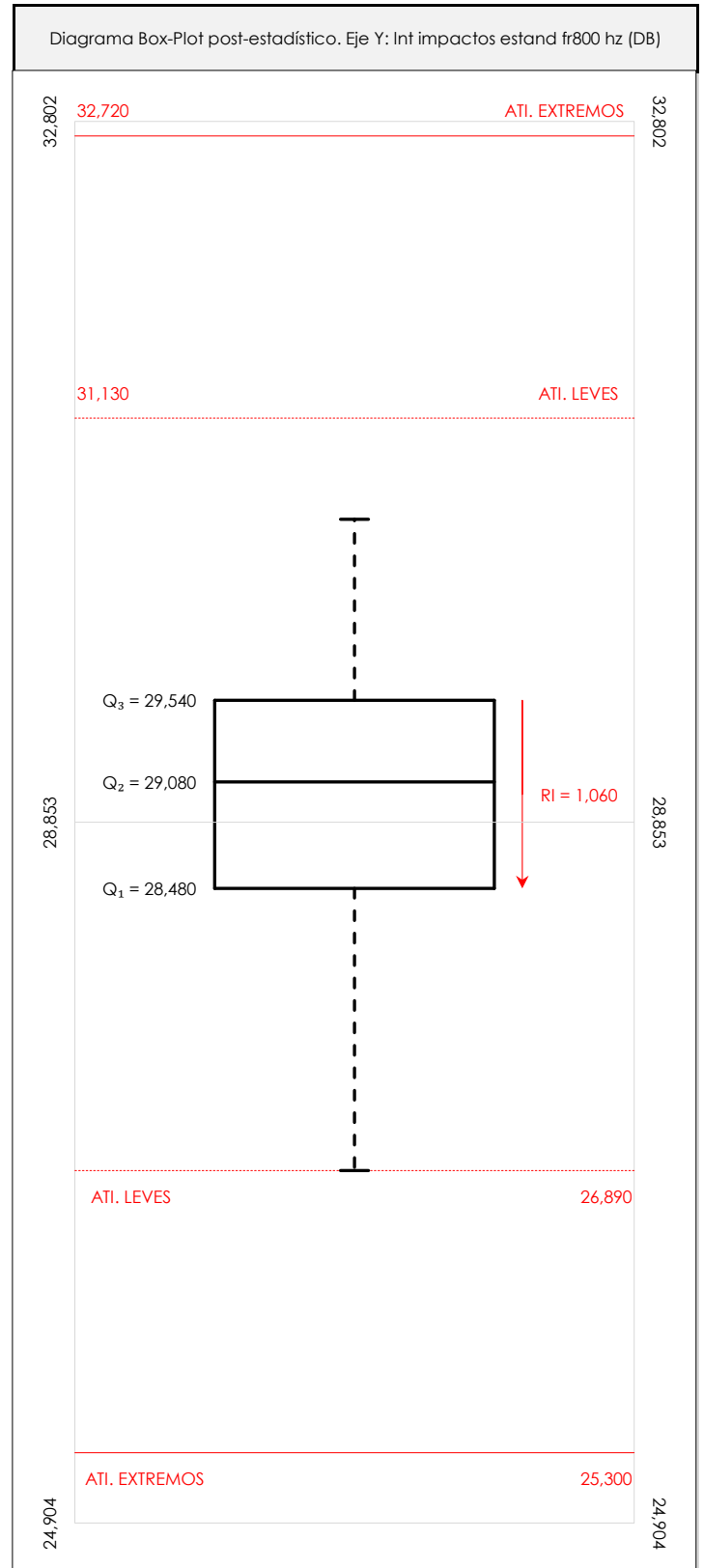
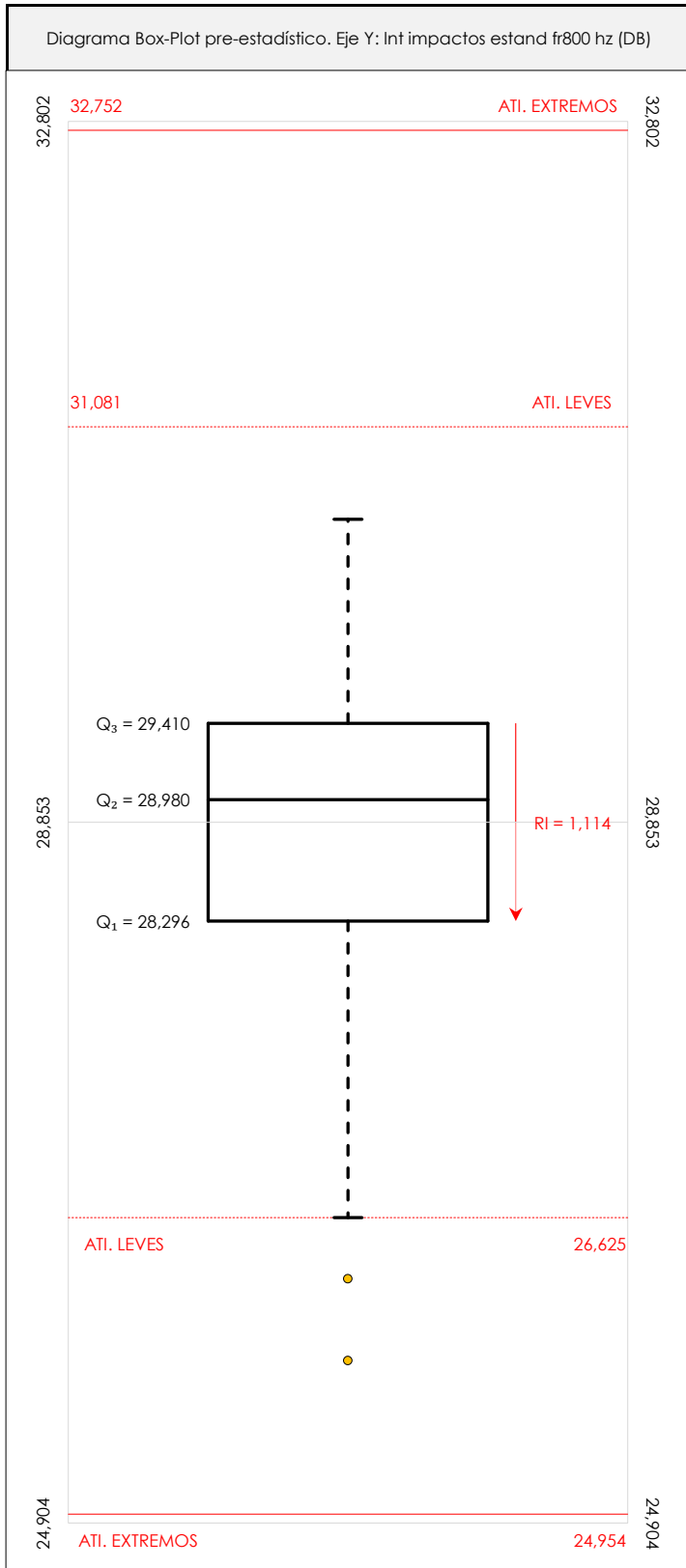
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	30,60	34,50	30,50	30,90	30,70	30,56	30,60	30,60	30,50	30,90	30,70	30,56
Valor Mínimo (min ; %)	26,10	25,50	25,70	25,40	25,60	25,82	26,10	25,90	26,90	26,30	26,20	26,28
Valor Promedio (M ; %)	28,76	29,14	28,50	28,74	28,19	28,66	29,07	28,95	28,96	29,02	28,74	28,95
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,45	2,41	1,46	1,76	1,78	1,49	1,41	1,40	1,10	1,51	1,43	1,29
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04	0,05	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	1,287	3,144	1,971	3,258	5,003	0,266	1,430	1,620	1,886	3,806		
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	0,366	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,308	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 analisis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr1000 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

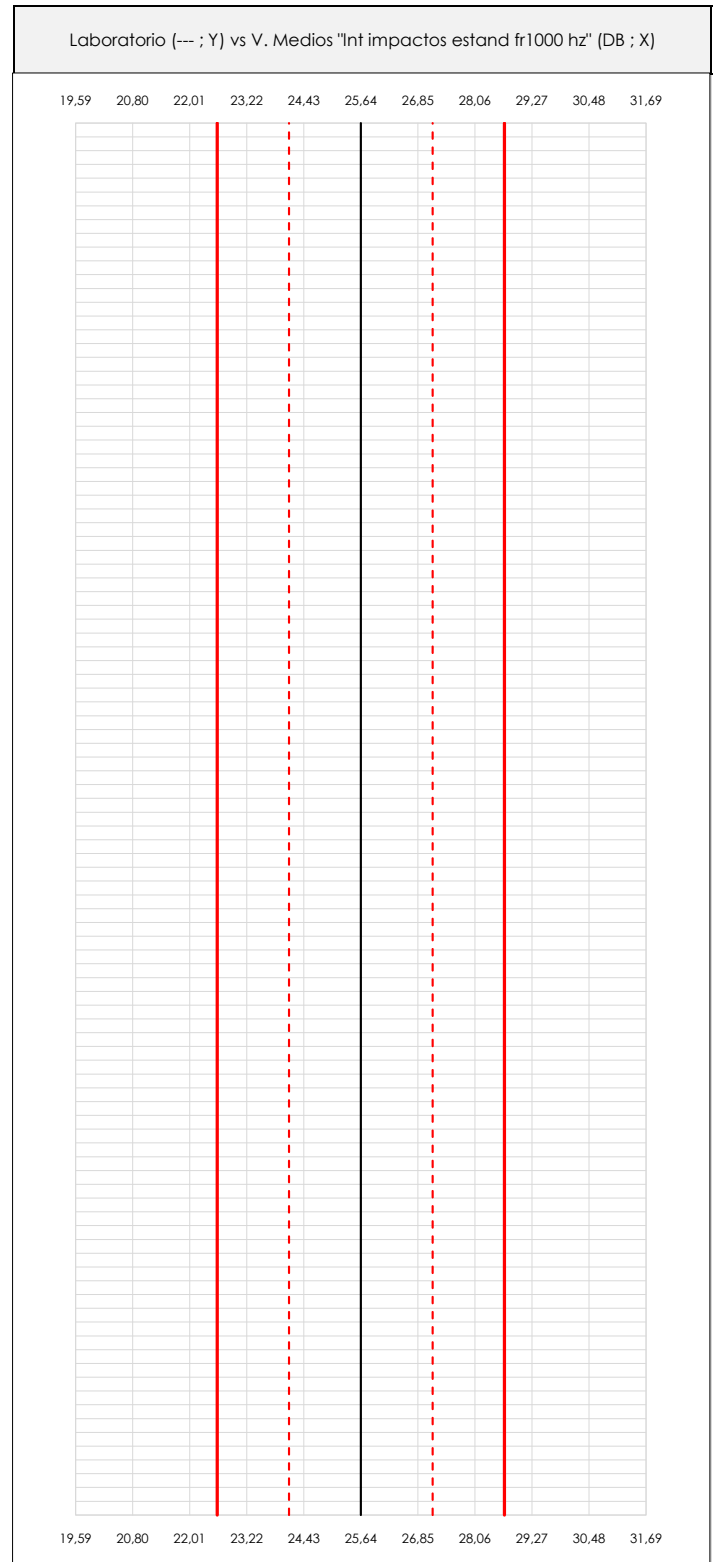
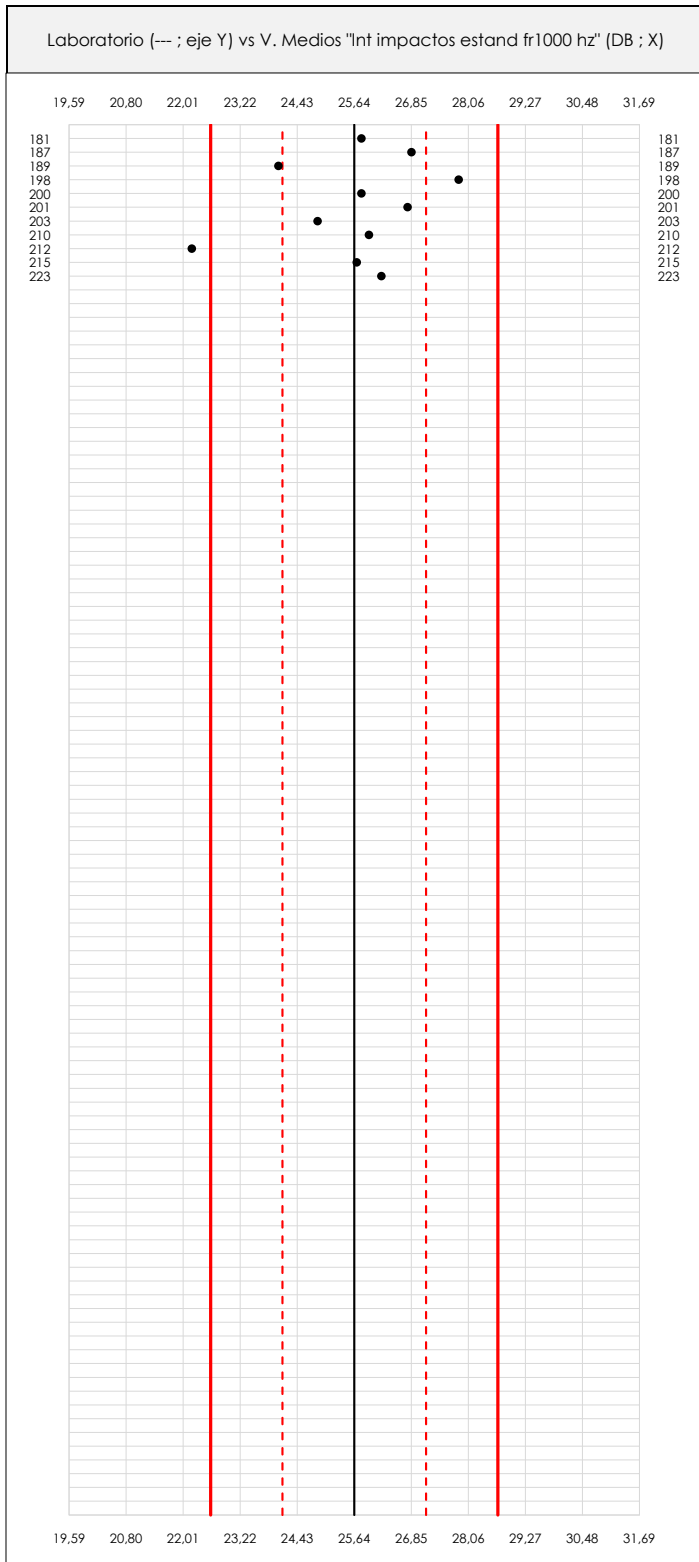
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

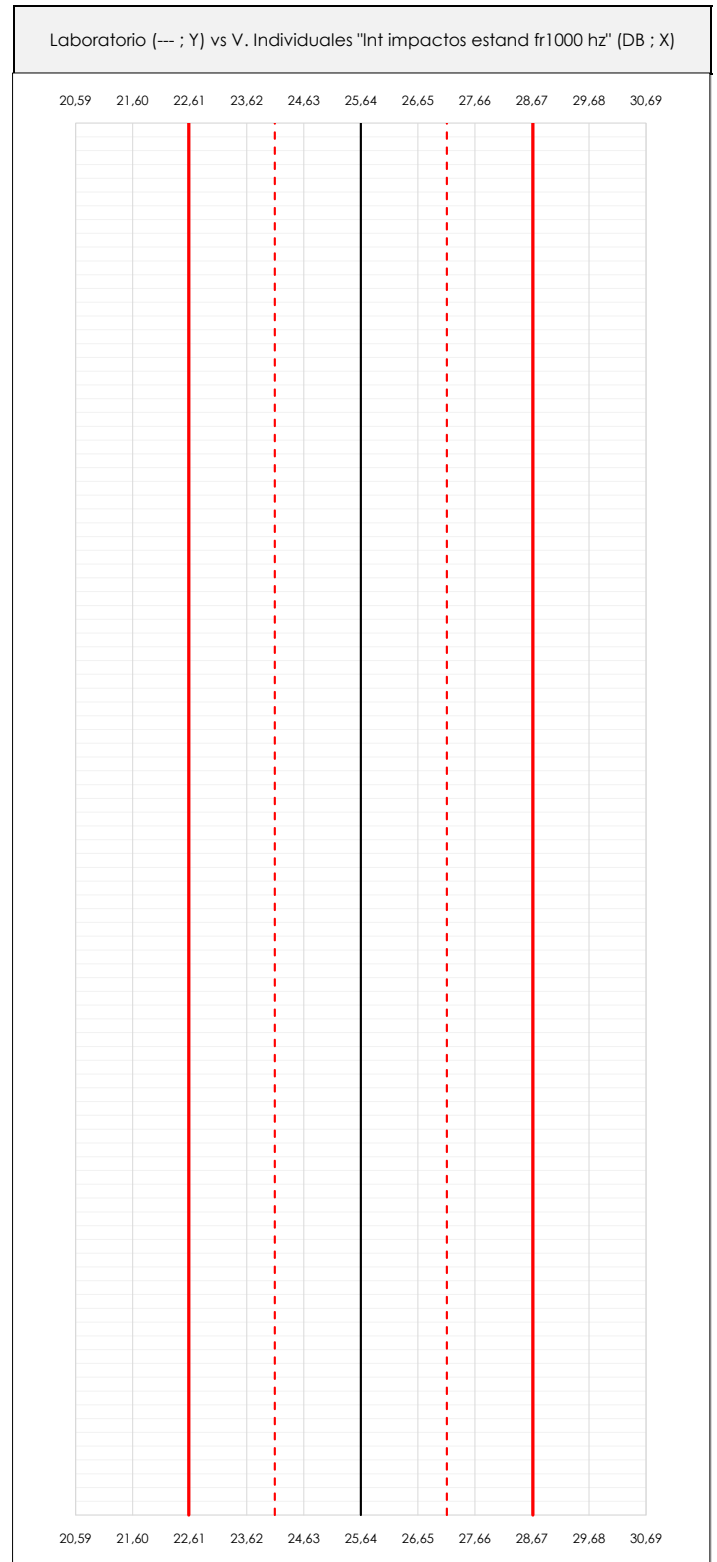
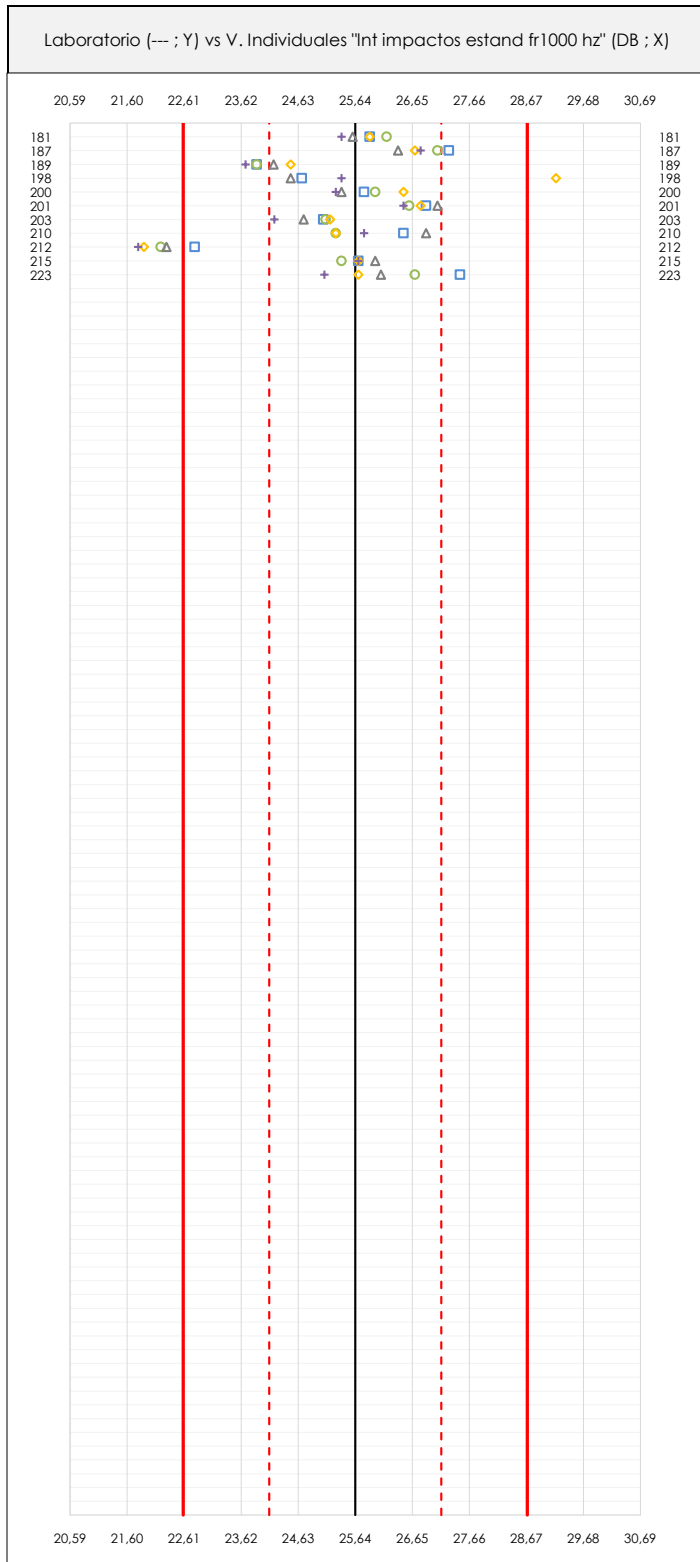
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (25,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,17/24,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,69/22,60 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (25,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (27,17/24,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,69/22,60 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	25,90	26,20	25,60	25,90	25,40	25,80	0,308	0,61	✓	
187	27,30	27,10	26,40	26,70	26,80	26,86	0,351	4,74	✓	
189	23,90	23,90	24,20	24,50	23,70	24,04	0,313	-6,26	✓	
198	24,70	35,50	24,50	29,20	25,40	27,86	4,677	8,64	✓	
200	25,80	26,00	25,40	26,50	25,30	25,80	0,485	0,61	✓	
201	26,90	26,60	27,10	26,80	26,50	26,78	0,239	4,43	✓	
203	25,08	25,12	24,73	25,20	24,21	24,87	0,409	-3,03	✓	
210	26,50	25,30	26,90	25,30	25,80	25,96	0,720	1,23	✓	
212	22,80	22,20	22,30	21,90	21,80	22,20	0,394	-13,43	✓	
215	25,70	25,40	26,00	25,70	25,70	25,70	0,212	0,22	✓	
223	27,50	26,70	26,10	25,70	25,10	26,22	0,923	2,24	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} " con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

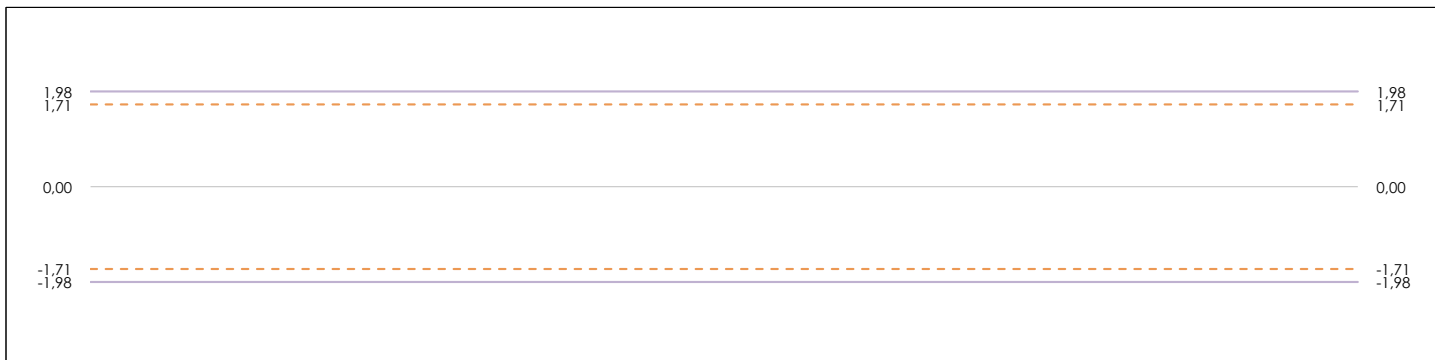
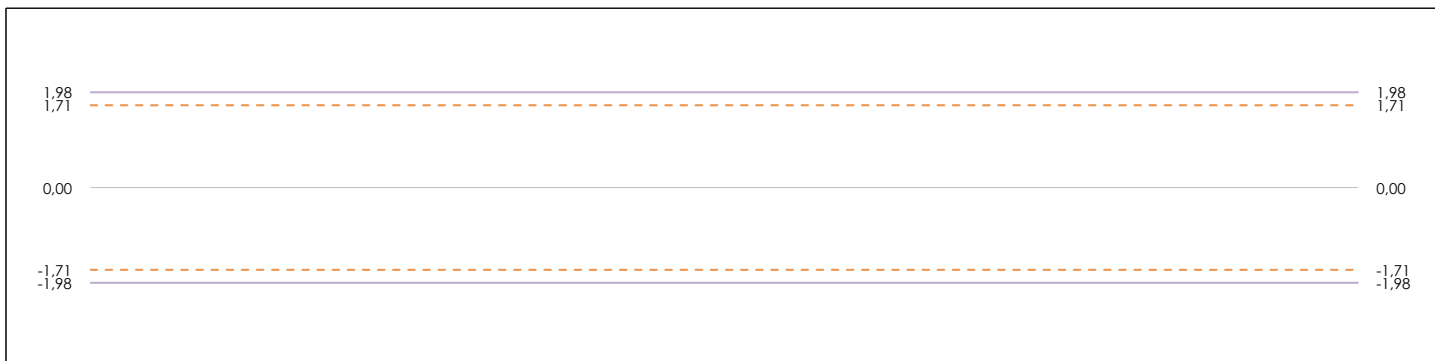
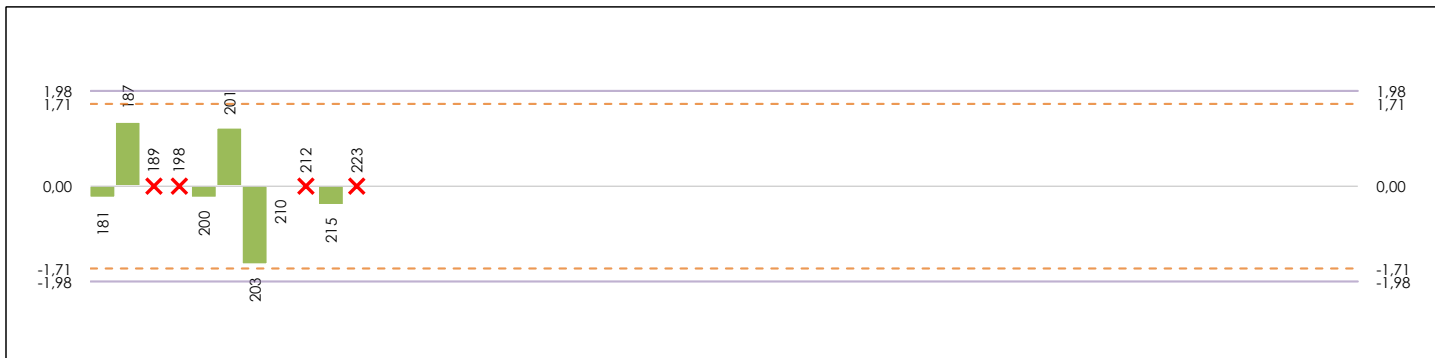
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

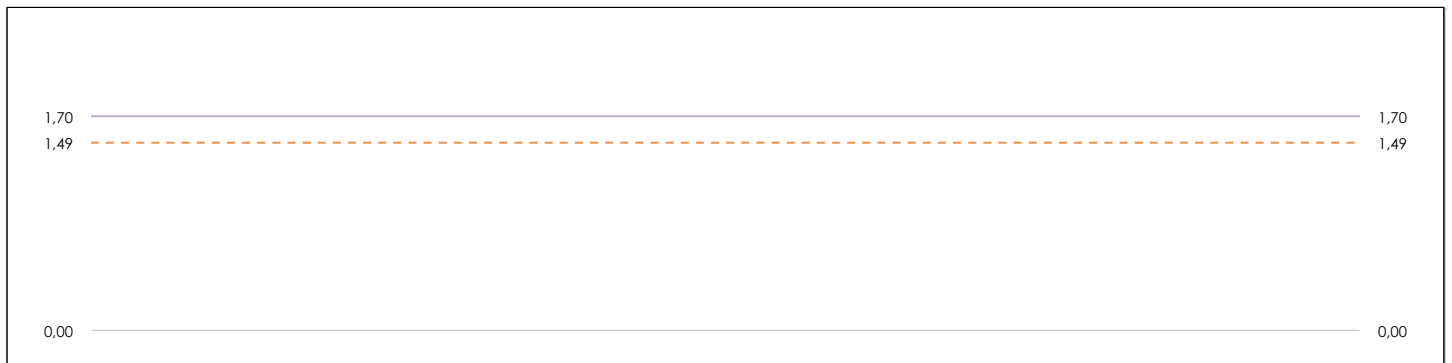
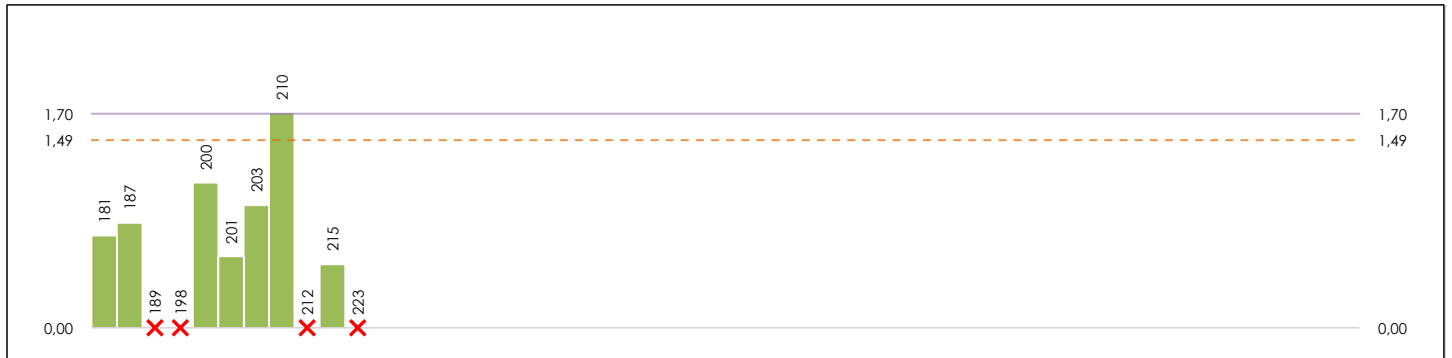
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	25,90	26,200	25,600	25,900	25,400	25,800	0,308	-0,64	-0,24	0,73						✓
187	27,30	27,100	26,400	26,700	26,800	26,860	0,351	3,44	1,31	0,83			1,309		0,2693	✓
189	23,90	23,900	24,200	24,500	23,700	24,040	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
198	24,70	35,500	24,500	29,200	25,400	27,860	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
200	25,80	26,000	25,400	26,500	25,300	25,800	0,485	-0,64	-0,24	1,15						✓
201	26,90	26,600	27,100	26,800	26,500	26,780	0,239	3,13	1,19	0,57					0,2693	✓
203	25,08	25,120	24,730	25,200	24,210	24,868	0,409	-4,23	-1,61	0,97		1,610		0,4087		✓
210	26,50	25,300	26,900	25,300	25,800	25,960	0,720	-0,03	-0,01	1,71**	0,418					✓
212	22,80	22,200	22,300	21,900	21,800	22,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
215	25,70	25,400	26,000	25,700	25,700	25,700	0,212	-1,03	-0,39	0,50				0,4087		✓
223	27,50	26,700	26,100	25,700	25,100	26,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

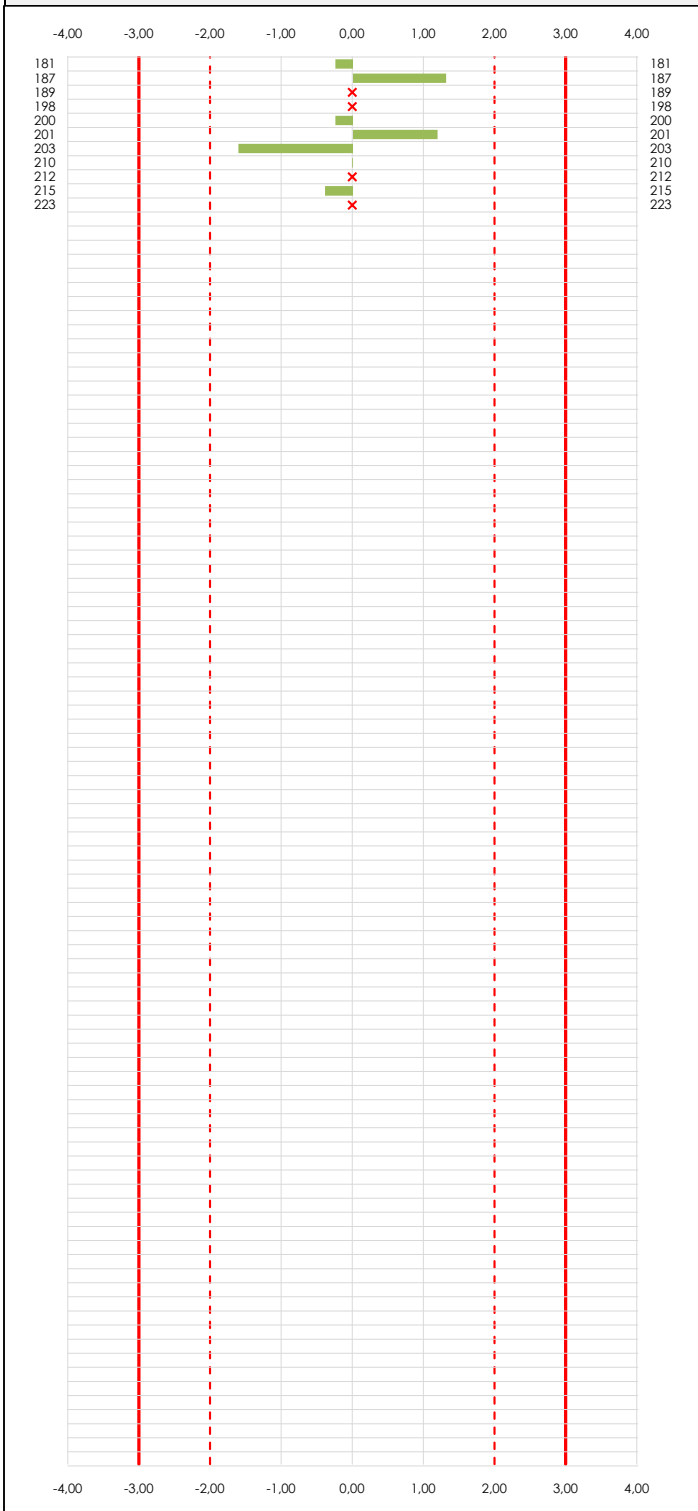


LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

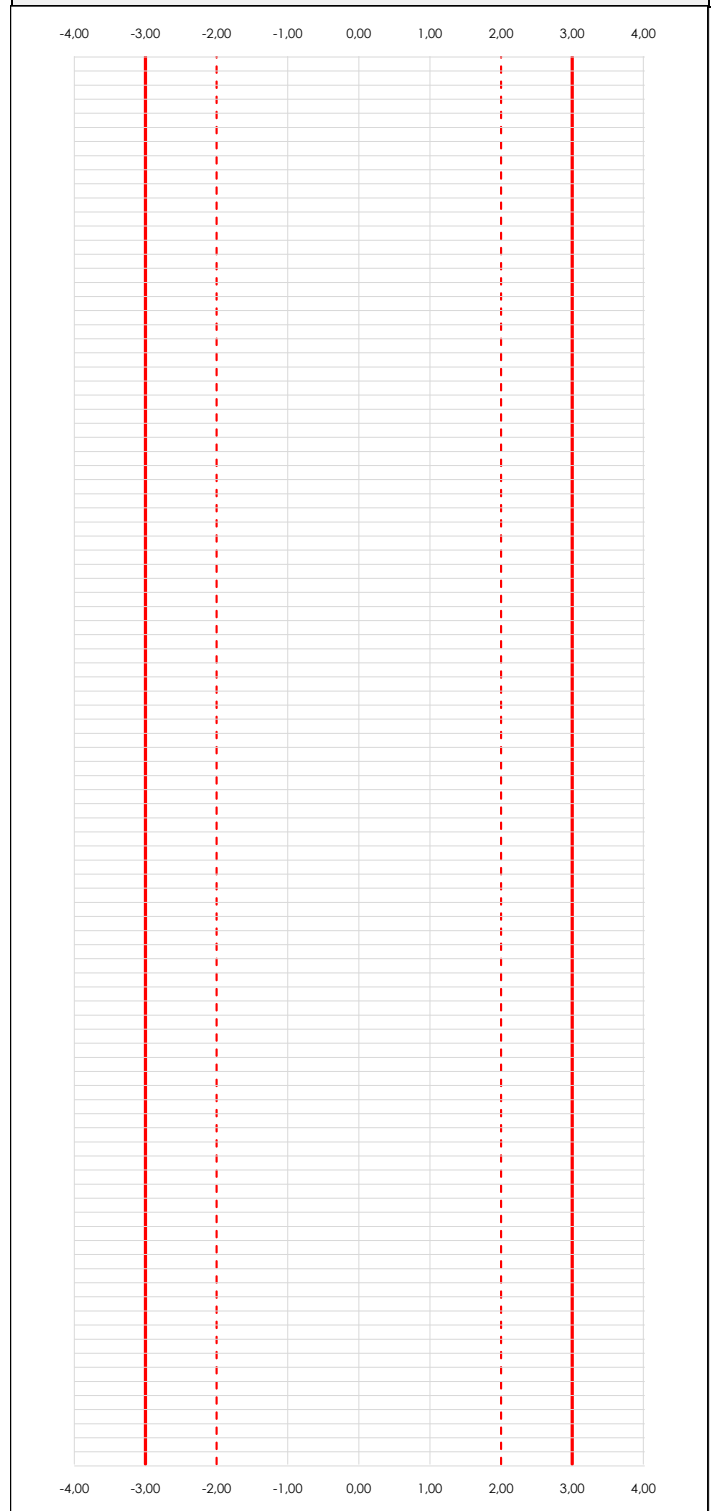
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1000 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1000 hz" (---; eje X)



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	25,90	26,20	25,60	25,90	25,40	25,80	0,308	-0,64	✓	✓	✓			-0,245	S
187	27,30	27,10	26,40	26,70	26,80	26,86	0,351	3,44	✓	✓	✓			1,309	S
189	23,90	23,90	24,20	24,50	23,70	24,04	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
198	24,70	35,50	24,50	29,20	25,40	27,86	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	25,80	26,00	25,40	26,50	25,30	25,80	0,485	-0,64	✓	✓	✓			-0,245	S
201	26,90	26,60	27,10	26,80	26,50	26,78	0,239	3,13	✓	✓	✓			1,192	S
203	25,08	25,12	24,73	25,20	24,21	24,87	0,409	-4,23	✓	✓	✓			-1,610	S
210	26,50	25,30	26,90	25,30	25,80	25,96	0,720	-0,03	✓	✓	✓			-0,010	S
212	22,80	22,20	22,30	21,90	21,80	22,20	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
215	25,70	25,40	26,00	25,70	25,70	25,70	0,212	-1,03	✓	✓	✓			-0,391	S
223	27,50	26,70	26,10	25,70	25,10	26,22	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

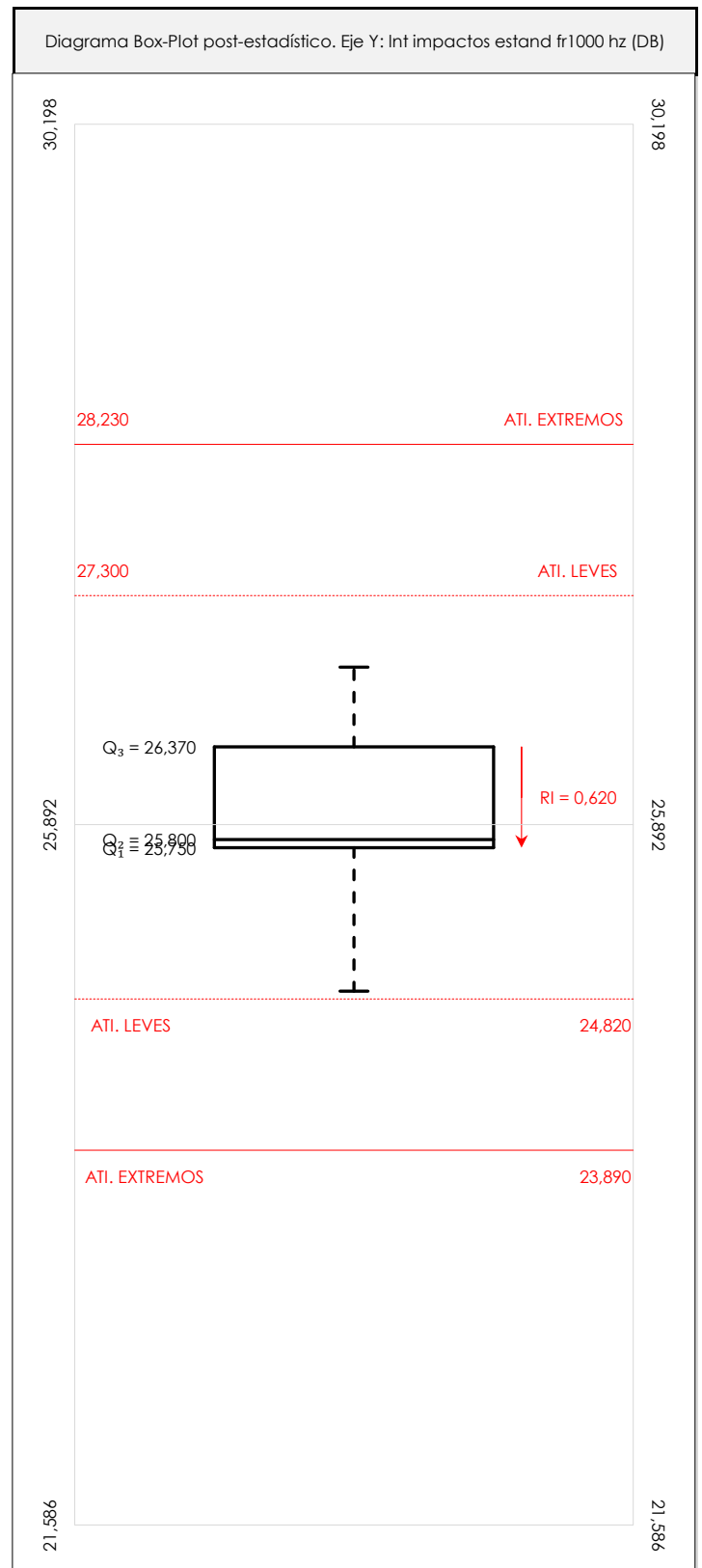
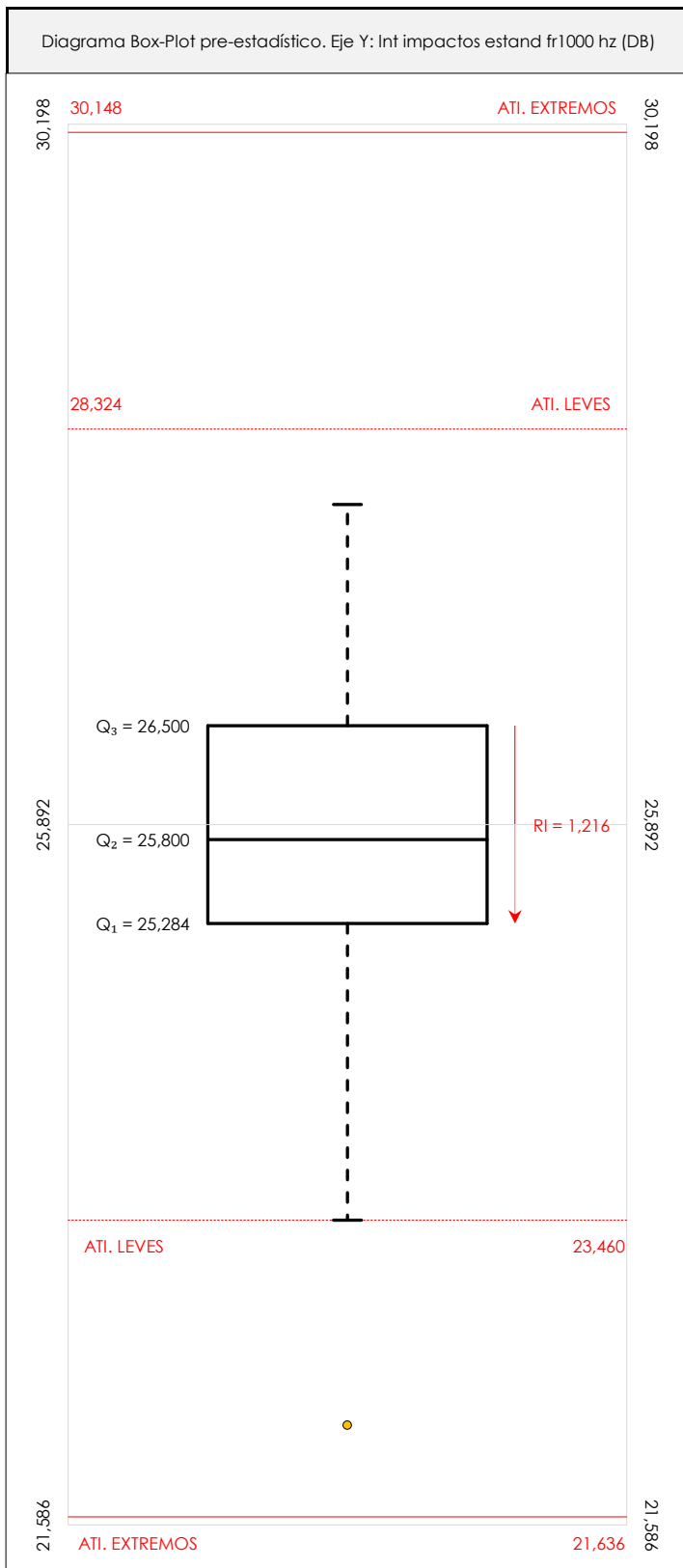
⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**CSIC**
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICASINSTITUTO
DE
EDUCACIÓN
SUPERIOR
ROJA**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 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 4 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	27,50	35,50	27,10	29,20	26,80	27,86	27,30	27,10	27,10	26,80	26,80	26,86
Valor Mínimo (min ; %)	22,80	22,20	22,30	21,90	21,80	22,20	25,08	25,12	24,73	25,20	24,21	24,87
Valor Promedio (M ; %)	25,64	26,37	25,38	25,76	25,06	25,64	26,17	25,96	26,02	26,01	25,67	25,97
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,45	3,34	1,39	1,77	1,40	1,52	0,77	0,73	0,85	0,66	0,85	0,68
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,13	0,05	0,07	0,06	0,06	0,03	0,03	0,03	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	2,202	4,113	1,880	4,081	5,600	0,177	1,167	0,430	0,607	2,160		
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%	1,98	1,70	0,366	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,49	0,308	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 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 analisis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr1250 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

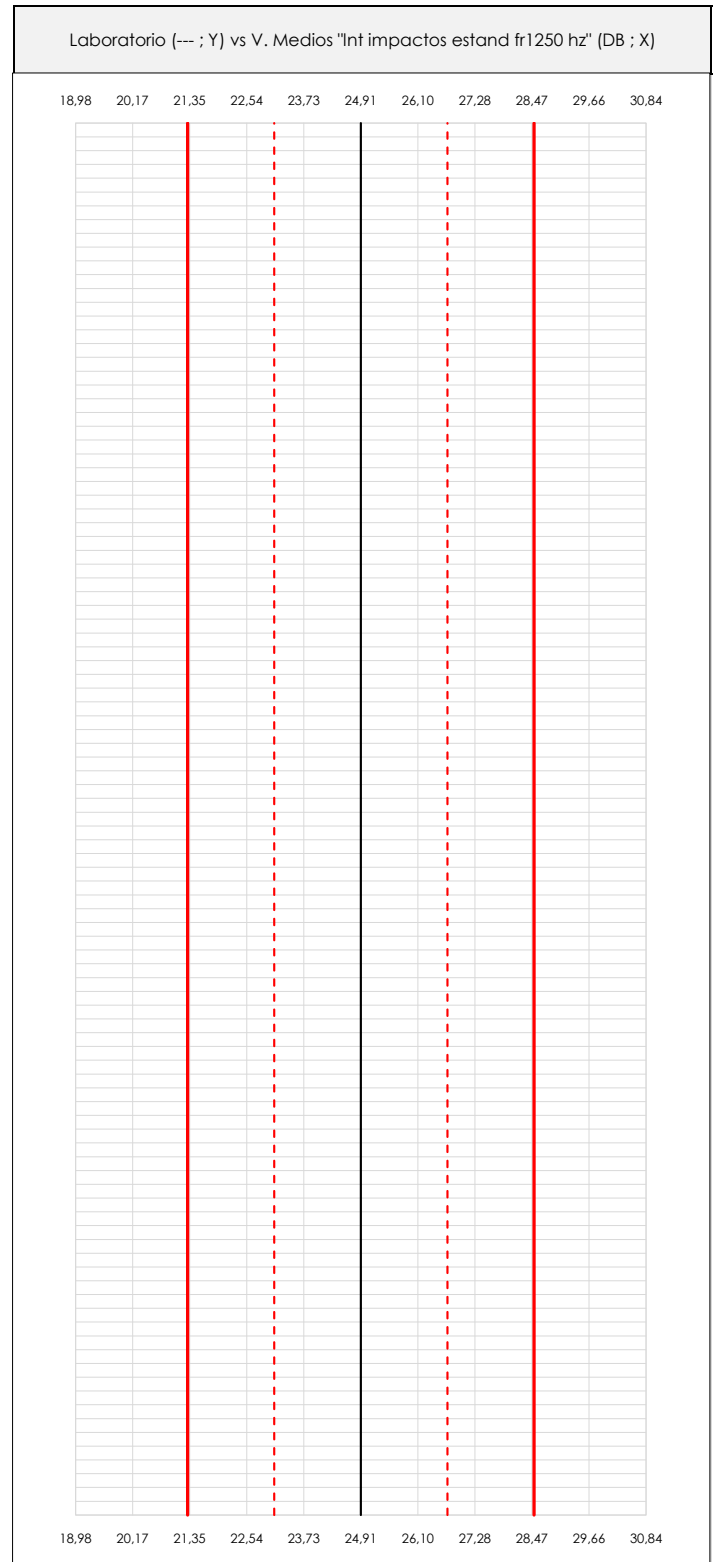
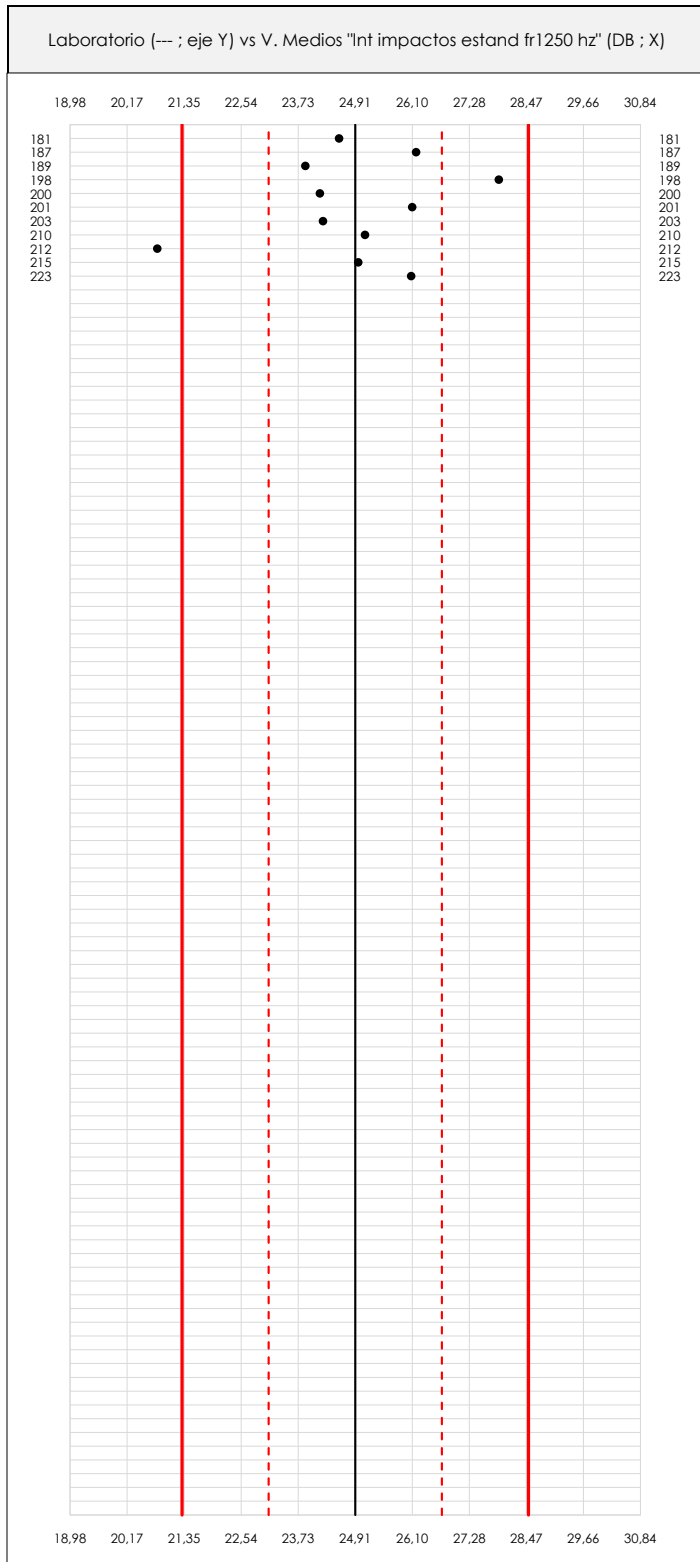
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

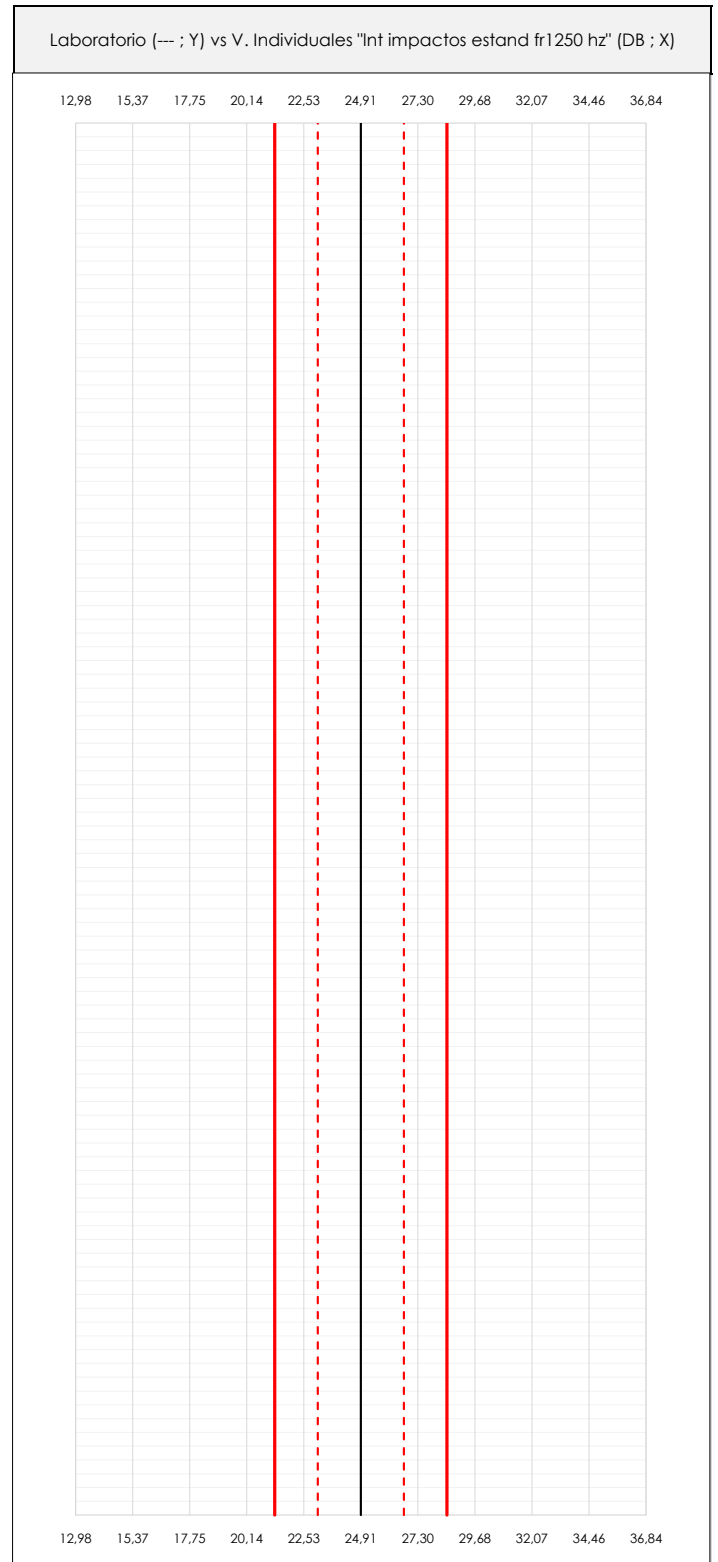
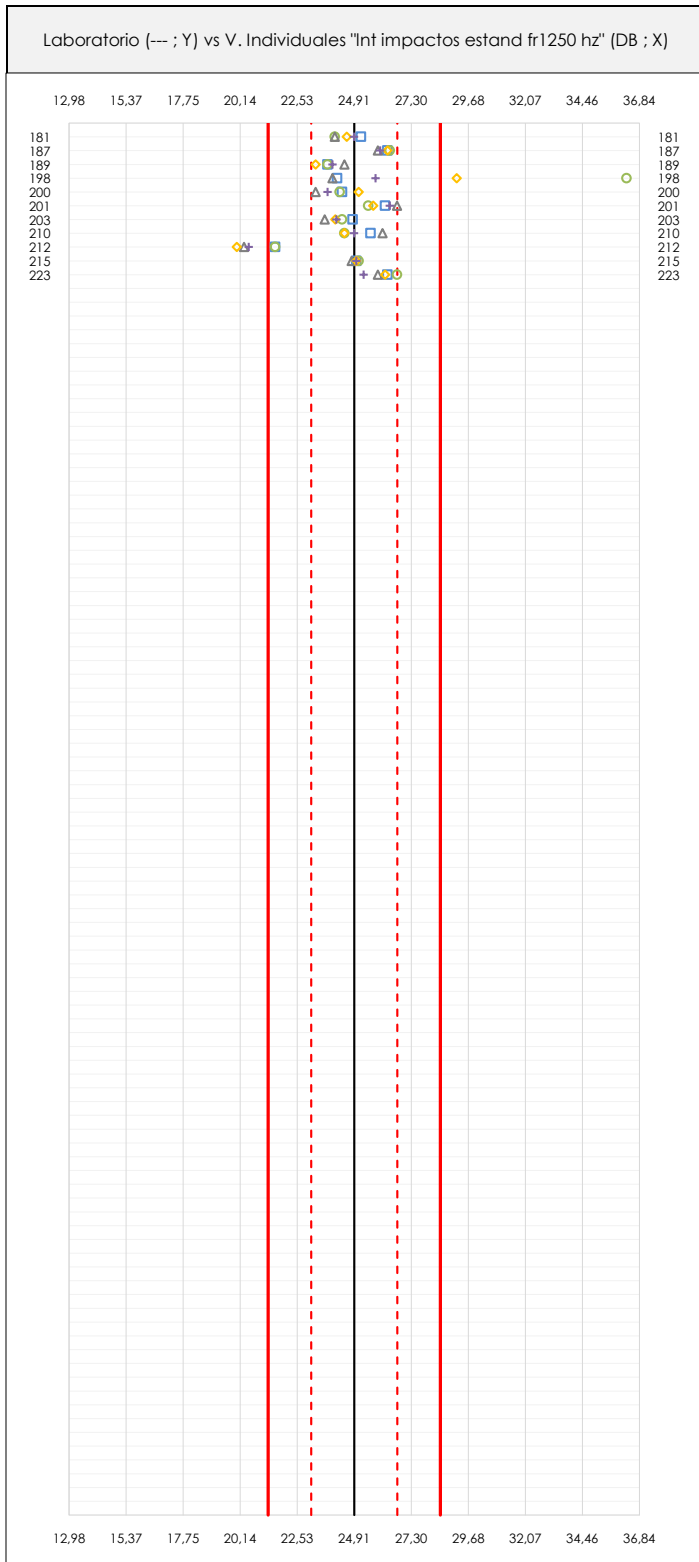
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (24,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (26,71/23,11 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,51/21,31 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (24,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (26,71/23,11 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (28,51/21,31 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	25,20	24,10	24,10	24,60	24,90	24,58	0,487	-1,34	✓	
187	26,30	26,40	25,90	26,30	26,00	26,18	0,217	5,09	✓	
189	23,80	23,80	24,50	23,30	24,00	23,88	0,432	-4,15	✓	
198	24,20	36,30	24,00	29,20	25,80	27,90	5,137	11,99	✓	
200	24,40	24,30	23,30	25,10	23,80	24,18	0,676	-2,94	✓	
201	26,20	25,50	26,70	25,70	26,40	26,10	0,495	4,76	✓	
203	24,85	24,40	23,68	24,12	24,16	24,24	0,428	-2,69	✓	
210	25,60	24,50	26,10	24,50	24,90	25,12	0,709	0,83	✓	
212	21,60	21,60	20,30	20,00	20,50	20,80	0,752	-16,51	✓	
215	25,00	25,10	24,80	25,00	25,00	24,98	0,110	0,27	✓	
223	26,30	26,70	25,90	26,20	25,30	26,08	0,522	4,68	✓	

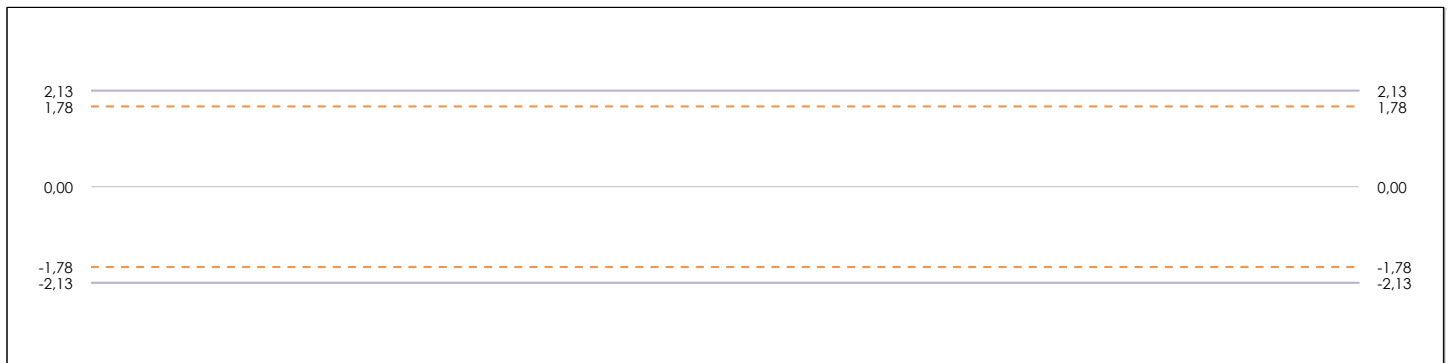
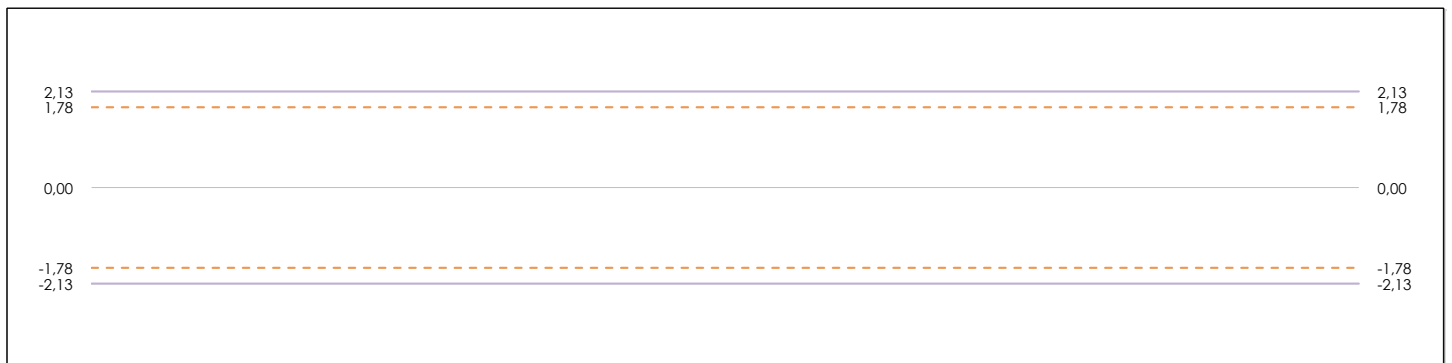
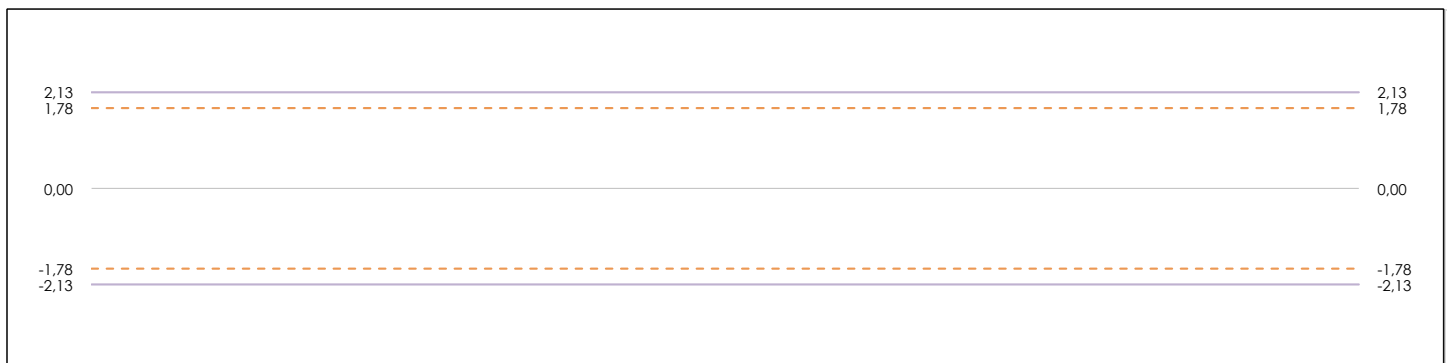
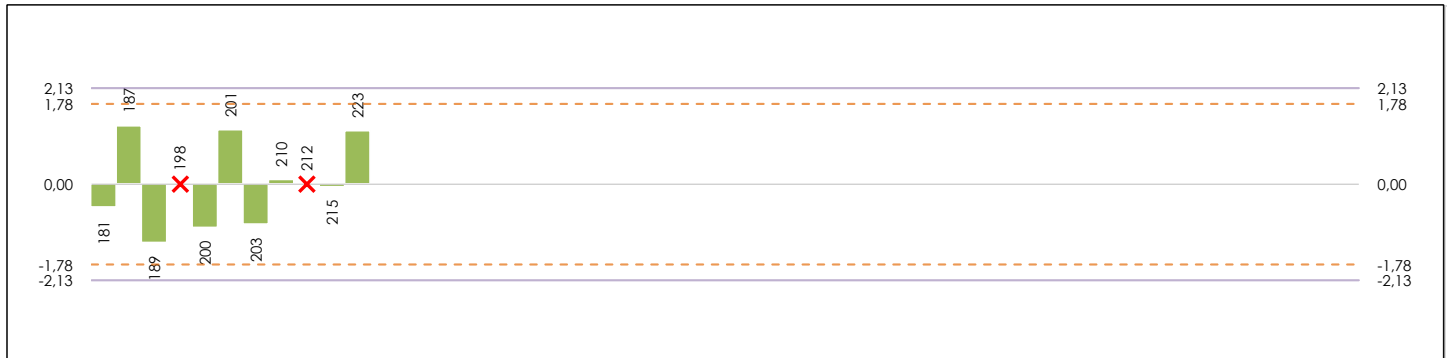
NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

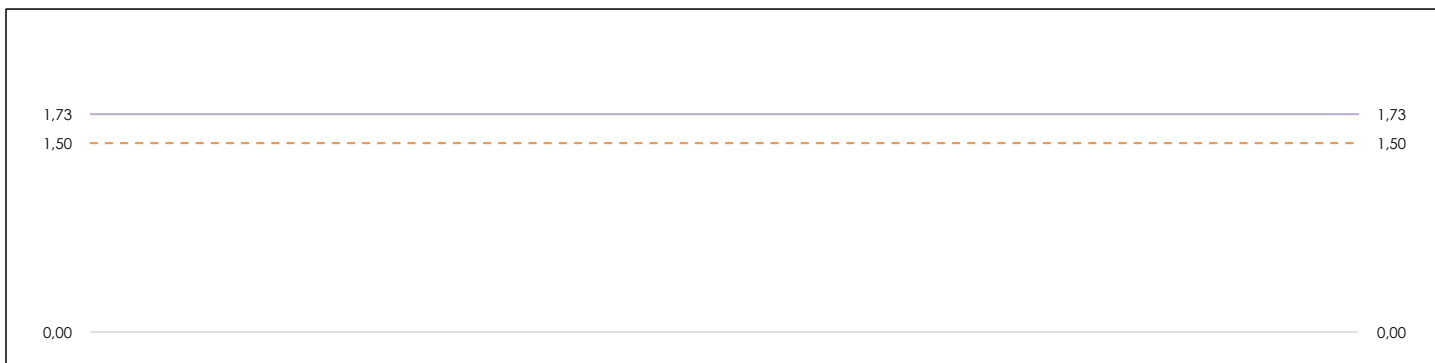
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	25,20	24,100	24,100	24,600	24,900	24,580	0,487	-1,83	-0,51	1,00						✓
187	26,30	26,400	25,900	26,300	26,000	26,180	0,217	4,56	1,27	0,44			1,272		0,5152	✓
189	23,80	23,800	24,500	23,300	24,000	23,880	0,432	-4,62	-1,29	0,89		1,290		0,5878		✓
198	24,20	36,300	24,000	29,200	25,800	27,900	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
200	24,40	24,300	23,300	25,100	23,800	24,180	0,676	-3,43	-0,96	1,39				0,5878		✓
201	26,20	25,500	26,700	25,700	26,400	26,100	0,495	4,24	1,18	1,01					0,5152	✓
203	24,85	24,400	23,680	24,120	24,160	24,242	0,428	-3,18	-0,89	0,88						✓
210	25,60	24,500	26,100	24,500	24,900	25,120	0,709	0,33	0,09	1,45						✓
212	21,60	21,600	20,300	20,000	20,500	20,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
215	25,00	25,100	24,800	25,000	25,000	24,980	0,110	-0,23	-0,06	0,22						✓
223	26,30	26,700	25,900	26,200	25,300	26,080	0,522	4,16	1,16	1,07						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

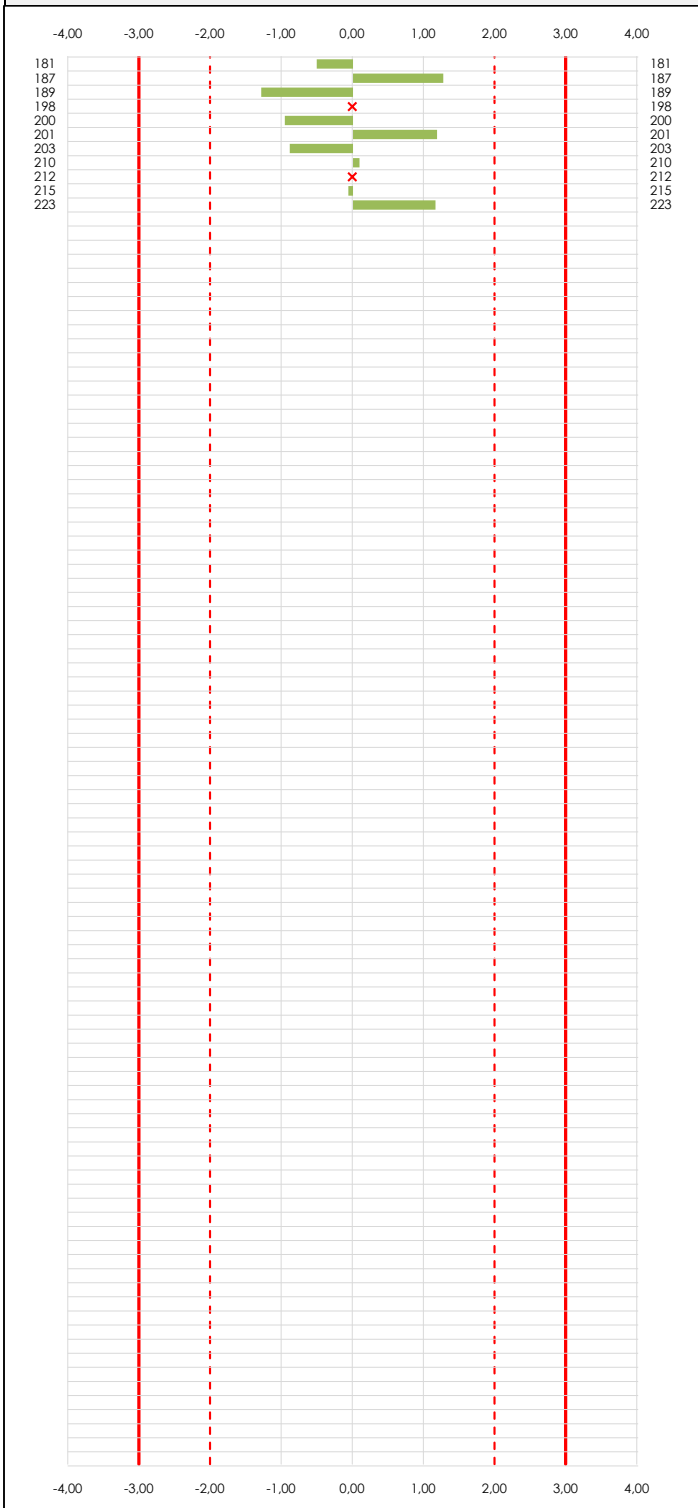
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

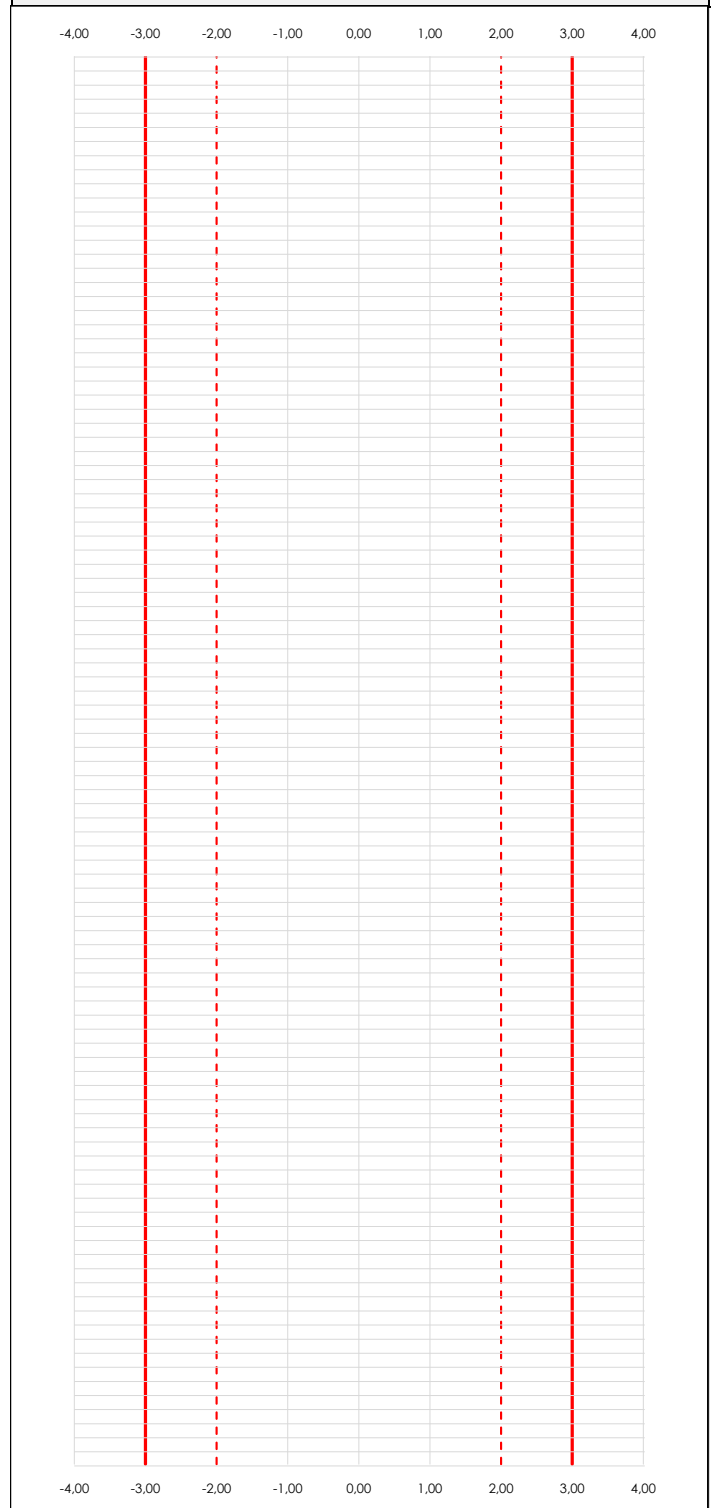
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1250 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1250 hz" (---; eje X)



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	25,20	24,10	24,10	24,60	24,90	24,58	0,487	-1,83	✓	✓	✓			-0,510	S
187	26,30	26,40	25,90	26,30	26,00	26,18	0,217	4,56	✓	✓	✓			1,272	S
189	23,80	23,80	24,50	23,30	24,00	23,88	0,432	-4,62	✓	✓	✓			-1,290	S
198	24,20	36,30	24,00	29,20	25,80	27,90	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
200	24,40	24,30	23,30	25,10	23,80	24,18	0,676	-3,43	✓	✓	✓			-0,956	S
201	26,20	25,50	26,70	25,70	26,40	26,10	0,495	4,24	✓	✓	✓			1,183	S
203	24,85	24,40	23,68	24,12	24,16	24,24	0,428	-3,18	✓	✓	✓			-0,887	S
210	25,60	24,50	26,10	24,50	24,90	25,12	0,709	0,33	✓	✓	✓			0,091	S
212	21,60	21,60	20,30	20,00	20,50	20,80	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
215	25,00	25,10	24,80	25,00	25,00	24,98	0,110	-0,23	✓	✓	✓			-0,065	S
223	26,30	26,70	25,90	26,20	25,30	26,08	0,522	4,16	✓	✓	✓			1,161	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

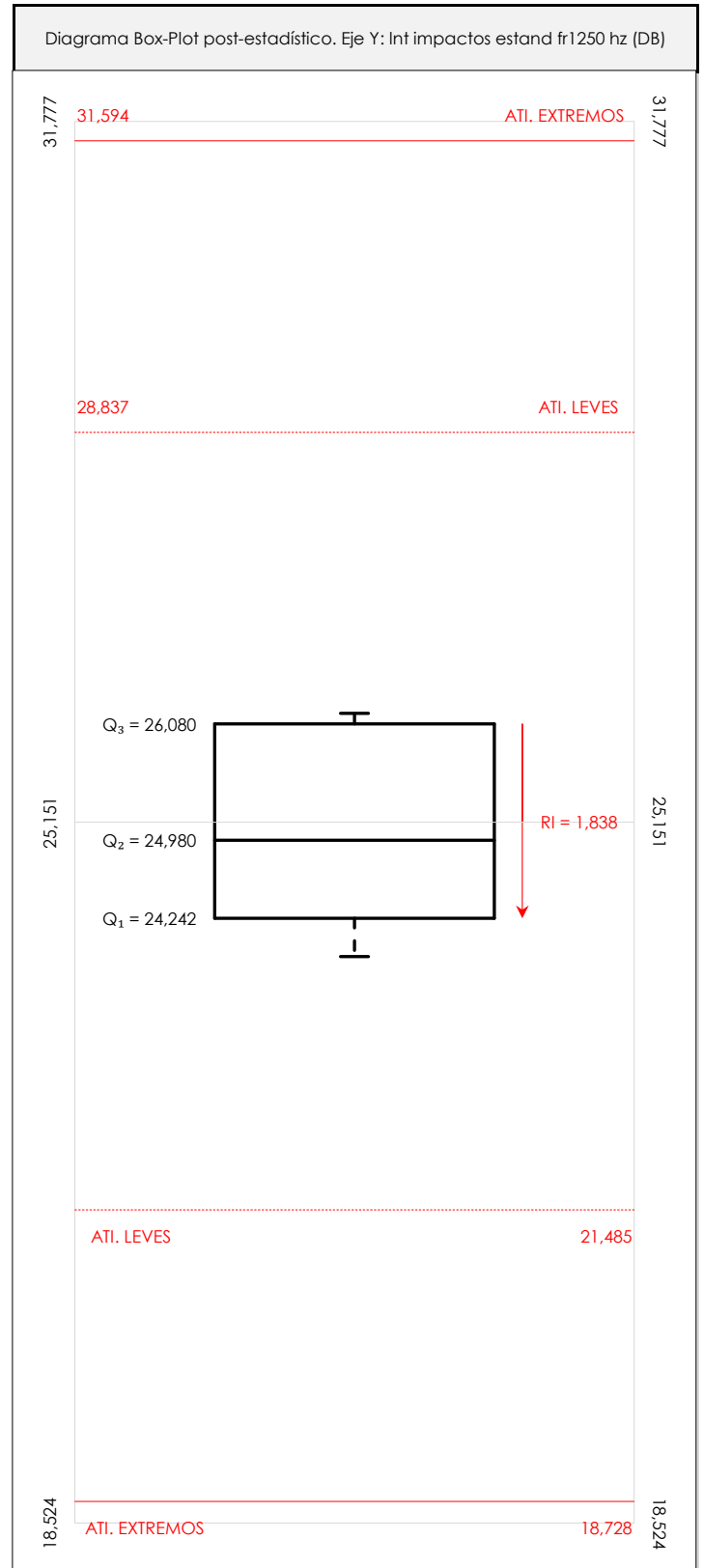
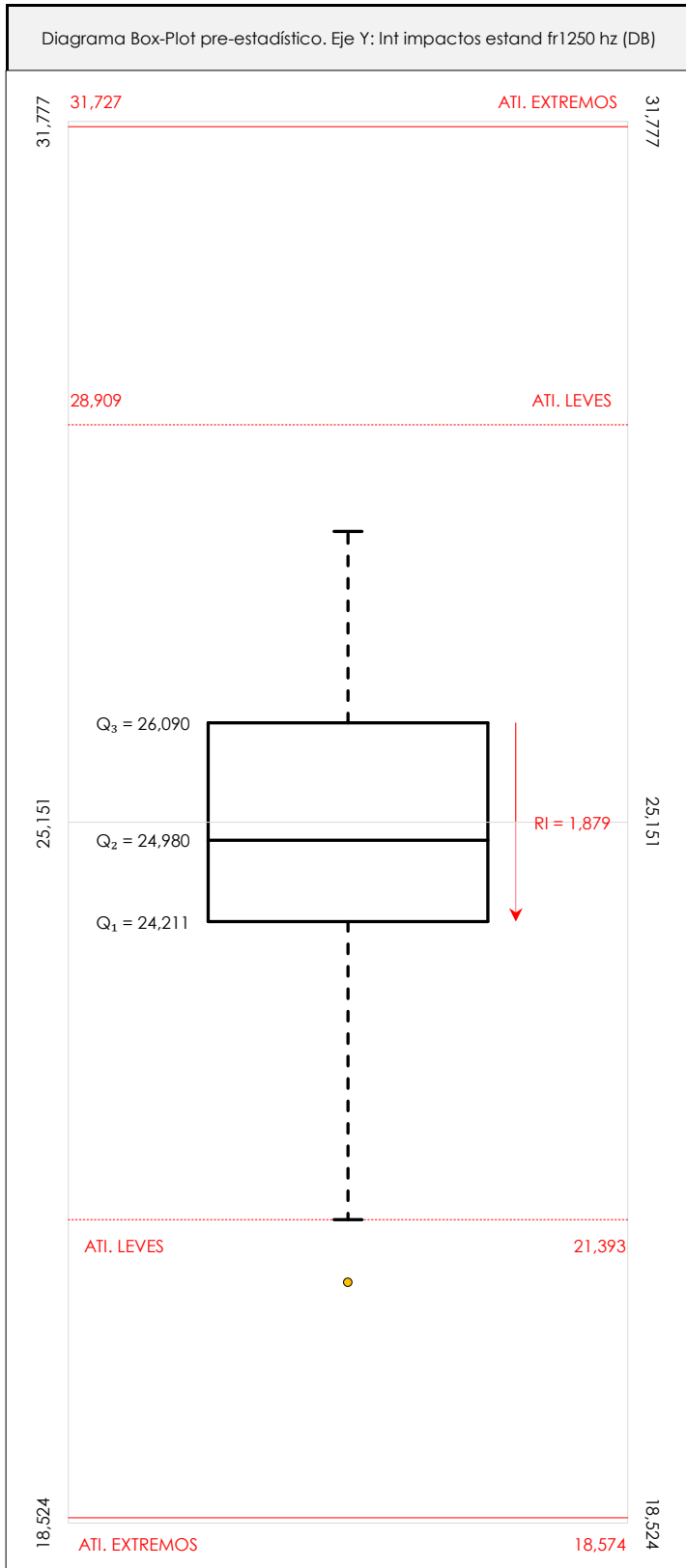
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	26,30	36,30	26,70	29,20	26,40	27,90	26,30	26,70	26,70	26,30	26,40	26,18
Valor Mínimo (min ; %)	21,60	21,60	20,30	20,00	20,50	20,80	23,80	23,80	23,30	23,30	23,80	23,88
Valor Promedio (M ; %)	24,86	25,70	24,48	24,91	24,61	24,91	25,29	24,98	25,00	24,98	24,94	25,04
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,38	3,77	1,78	2,24	1,60	1,80	0,88	1,03	1,20	0,98	0,88	0,90
Coef. Variación (CV ; ---)	0,06	0,15	0,07	0,09	0,06	0,07	0,03	0,04	0,05	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	2,645	4,508	2,714	5,359	6,417		0,238	1,352	0,758	0,996	2,767	
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	0,366	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,308	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: 9 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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)****Introducción****Criterios de análisis establecidos**

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr1600 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

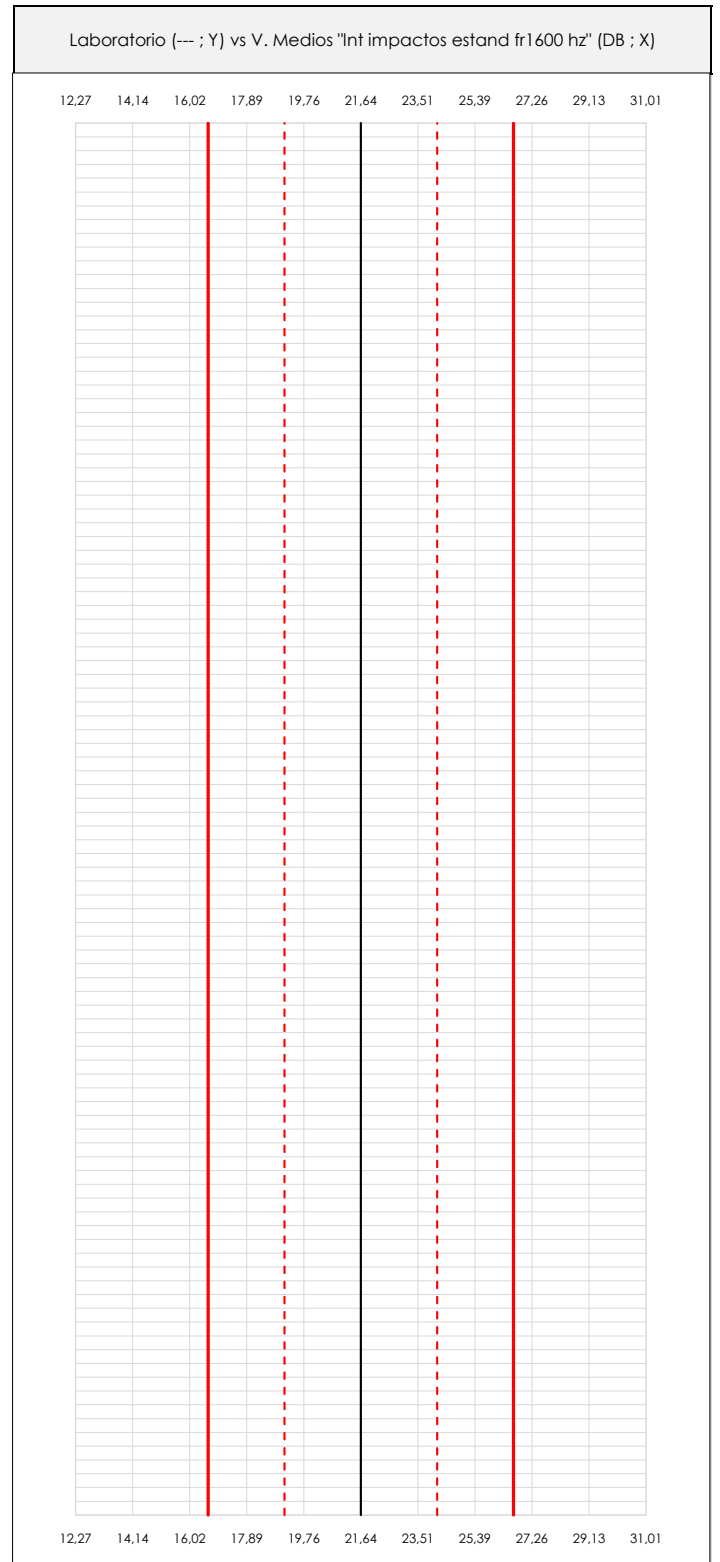
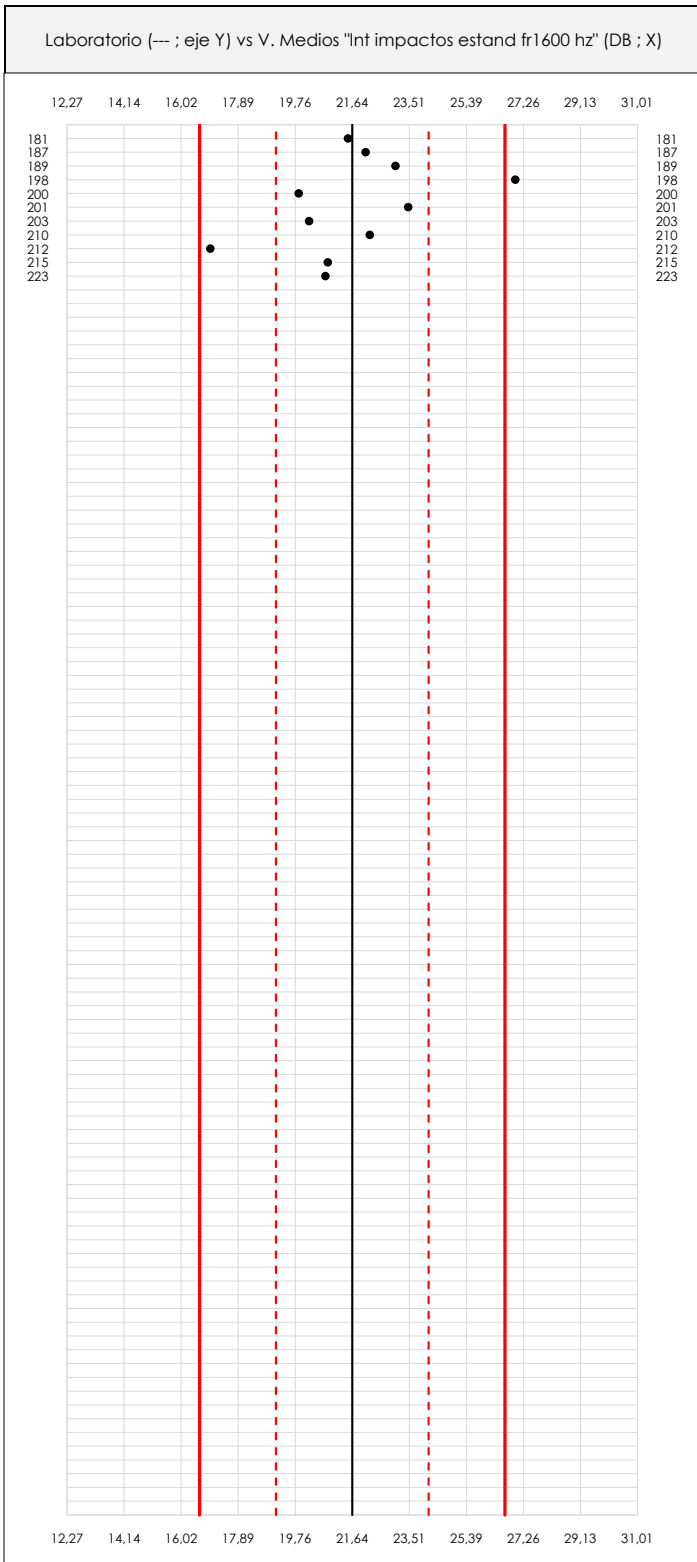
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

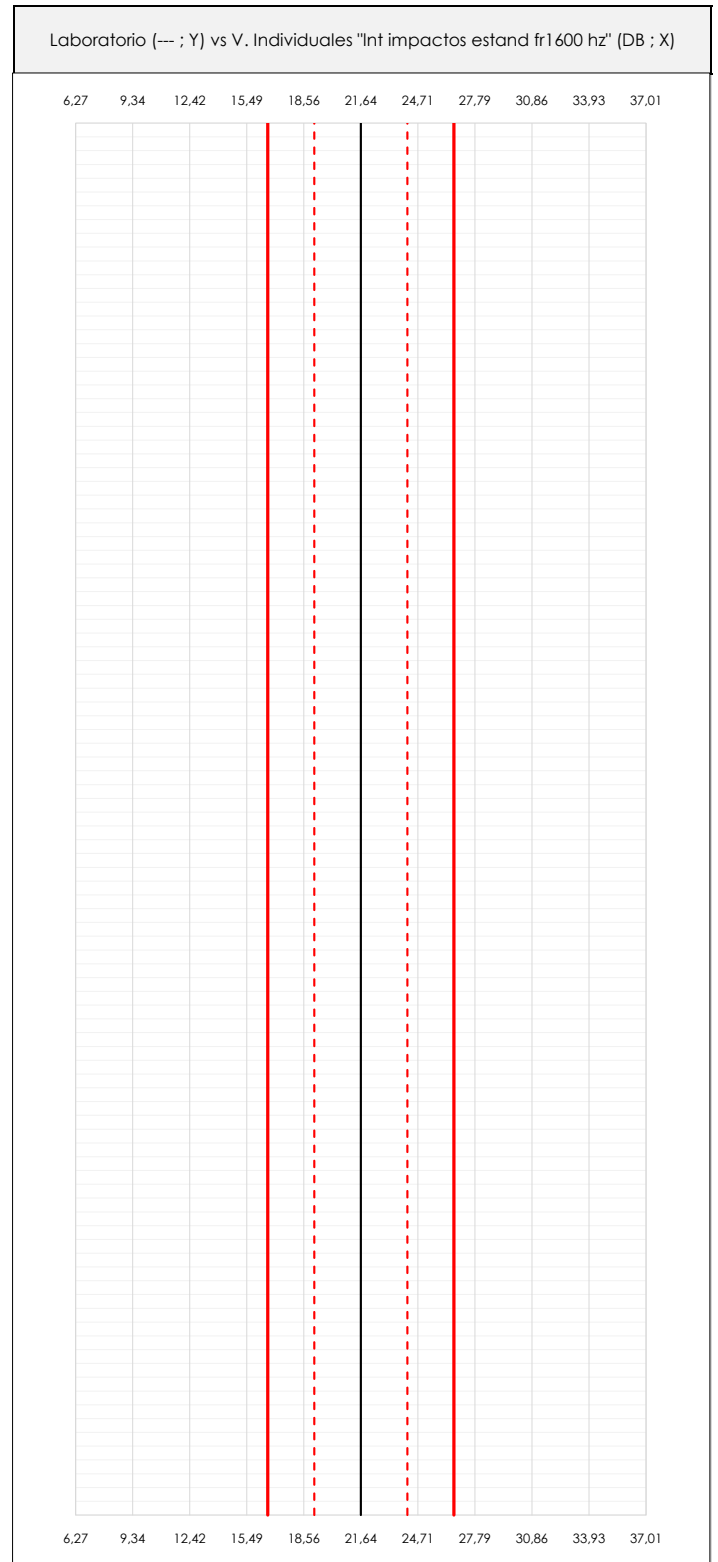
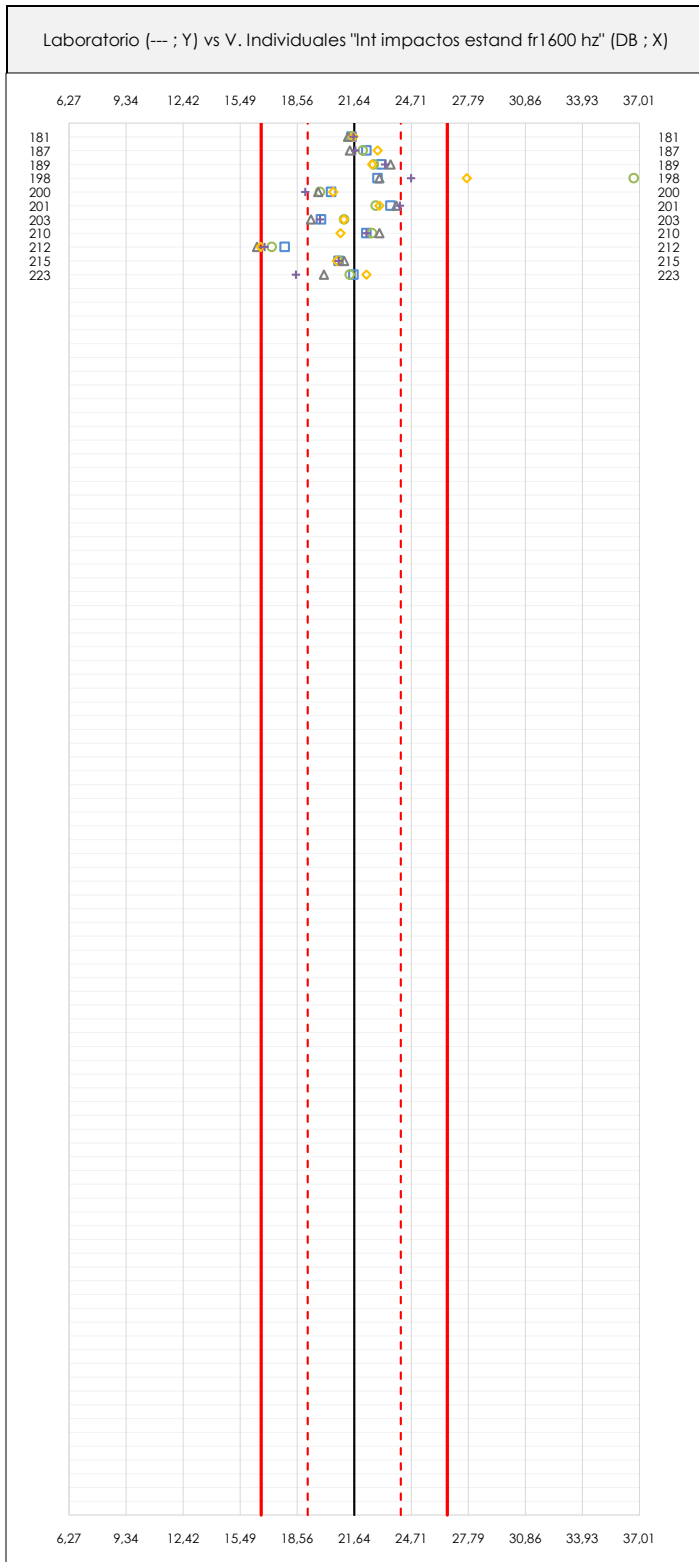
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (21,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (24,15/19,13 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (26,65/16,62 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (21,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (24,15/19,13 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (26,65/16,62 ; 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 ($X_{1,1}$) se representa con un cuadrado azul, el segundo ($X_{1,2}$) con un círculo verde, el tercero ($X_{1,3}$) con un triángulo gris y el cuarto ($X_{1,4}$) con un rombo amarillo.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	21,50	21,50	21,30	21,60	21,60	21,50	0,122	-0,64	✓	
187	22,30	22,10	21,40	22,90	21,70	22,08	0,576	2,04	✓	
189	23,10	22,70	23,60	22,60	23,30	23,06	0,416	6,57	✓	
198	22,90	36,70	23,00	27,70	24,70	27,00	5,759	24,78	✓	
200	20,40	19,80	19,70	20,50	19,00	19,88	0,606	-8,13	✓	
201	23,60	22,80	23,90	23,00	24,10	23,48	0,563	8,51	✓	
203	19,85	21,10	19,31	21,08	19,80	20,23	0,815	-6,52	✓	
210	22,30	22,60	23,00	20,90	22,30	22,22	0,792	2,69	✓	
212	17,90	17,20	16,40	16,60	16,80	16,98	0,593	-21,53	✓	
215	20,80	20,80	21,10	20,70	20,80	20,84	0,152	-3,69	✓	
223	21,60	21,40	20,00	22,30	18,50	20,76	1,514	-4,06	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

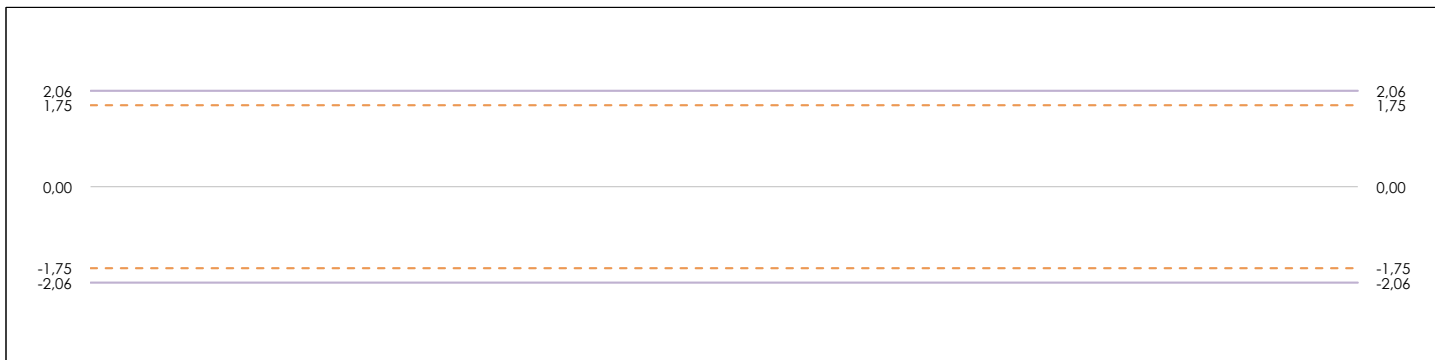
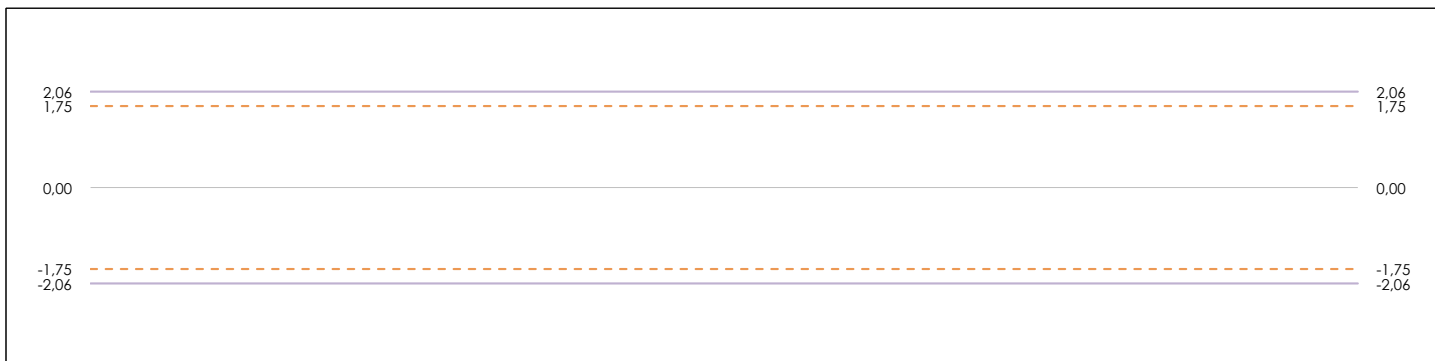
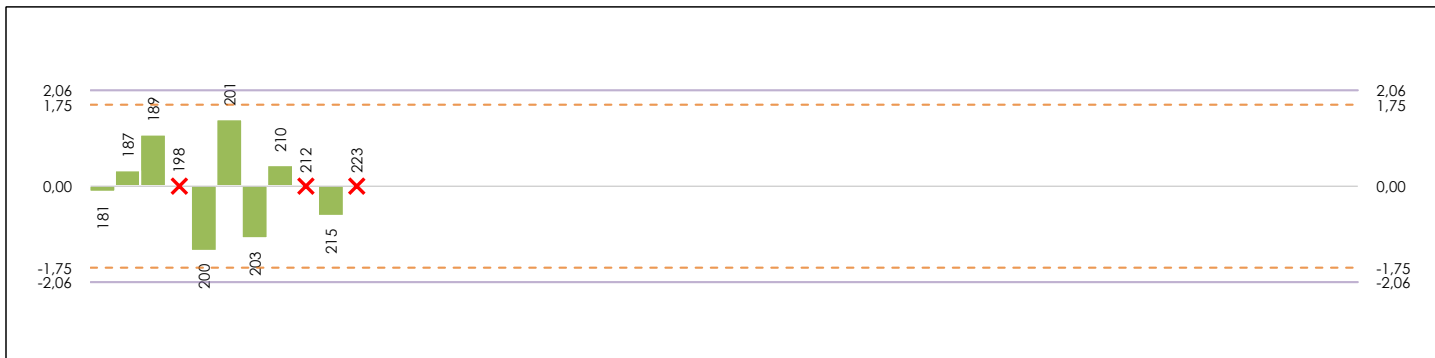
[máximo]

[mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

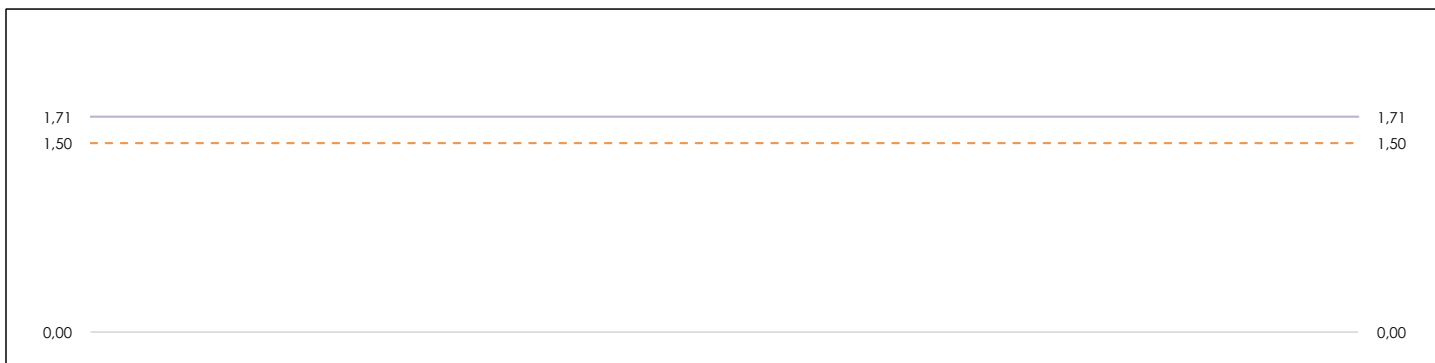
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	21,50	21,500	21,300	21,600	21,600	21,500	0,122	-0,74	-0,12	0,22						✓
187	22,30	22,100	21,400	22,900	21,700	22,080	0,576	1,93	0,32	1,03						✓
189	23,10	22,700	23,600	22,600	23,300	23,060	0,416	6,46	1,08	0,74				0,4013		✓
198	22,90	36,700	23,000	27,700	24,700	27,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
200	20,40	19,800	19,700	20,500	19,000	19,880	0,606	-8,22	-1,38	1,08		1,379		0,4052		✓
201	23,60	22,800	23,900	23,000	24,100	23,480	0,563	8,40	1,41	1,00			1,408		0,4013	✓
203	19,85	21,100	19,310	21,080	19,800	20,228	0,815	-6,62	-1,11	1,45				0,4052		✓
210	22,30	22,600	23,000	20,900	22,300	22,220	0,792	2,58	0,43	1,41						✓
212	17,90	17,200	16,400	16,600	16,800	16,980	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
215	20,80	20,800	21,100	20,700	20,800	20,840	0,152	-3,79	-0,64	0,27						✓
223	21,60	21,400	20,000	22,300	18,500	20,760	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

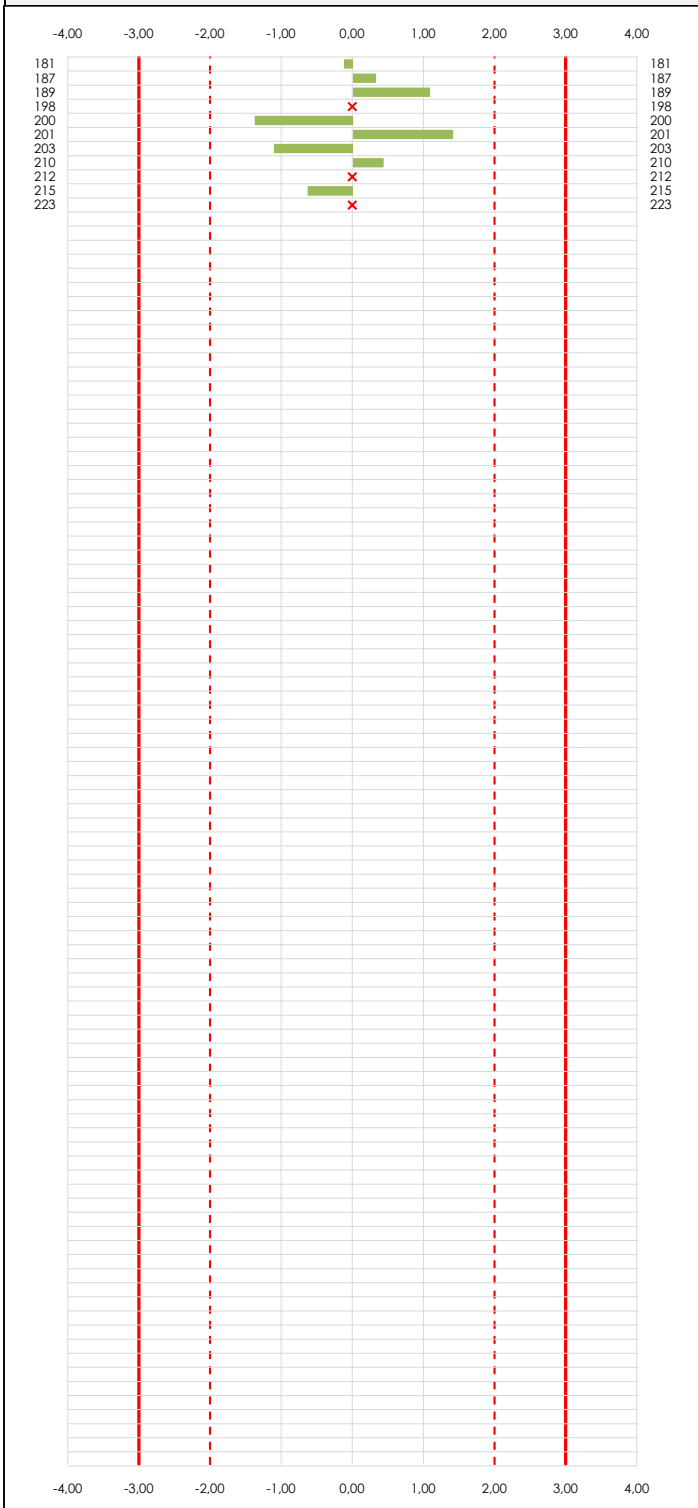
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

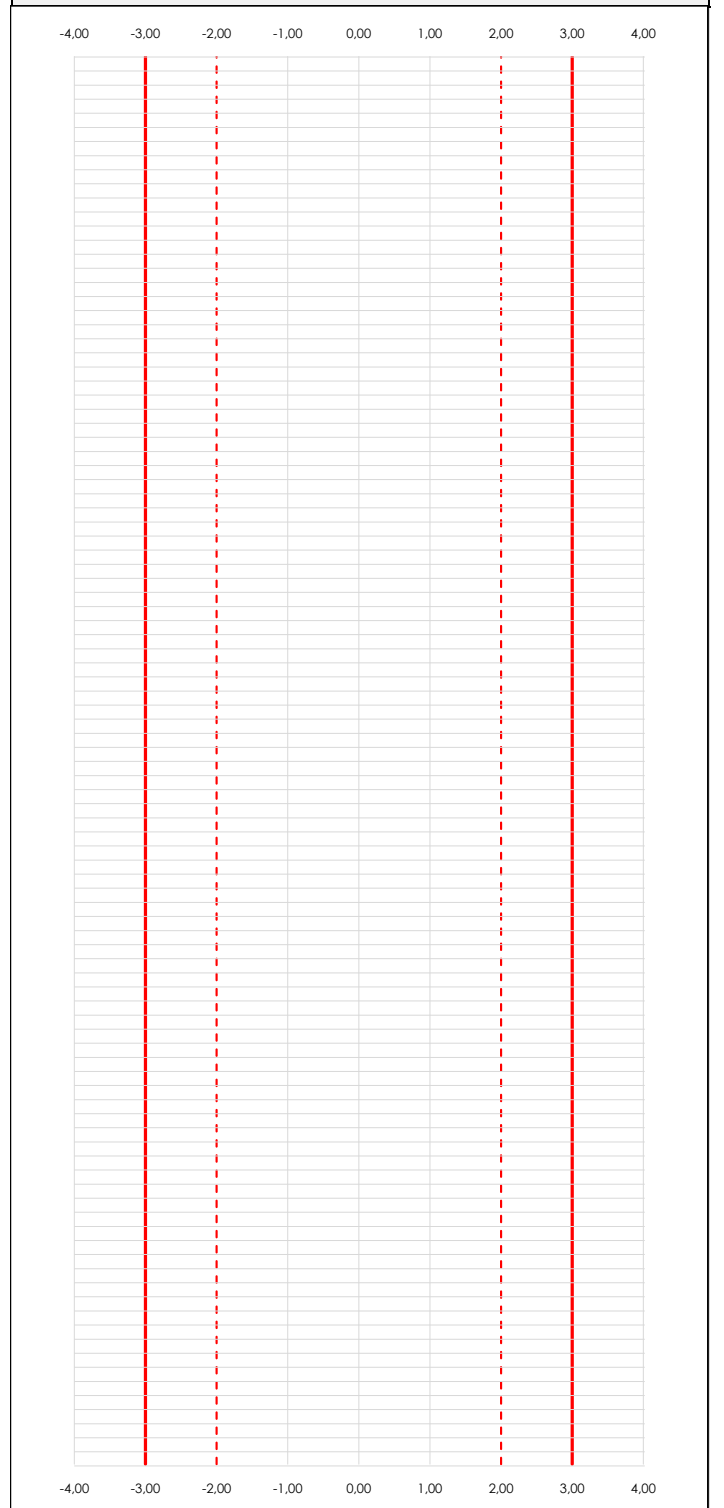
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1600 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr1600 hz" (--- ; eje X)



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	21,50	21,50	21,30	21,60	21,60	21,50	0,122	-0,74	✓	✓	✓			-0,125	S
187	22,30	22,10	21,40	22,90	21,70	22,08	0,576	1,93	✓	✓	✓			0,324	S
189	23,10	22,70	23,60	22,60	23,30	23,06	0,416	6,46	✓	✓	✓			1,083	S
198	22,90	36,70	23,00	27,70	24,70	27,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	20,40	19,80	19,70	20,50	19,00	19,88	0,606	-8,22	✓	✓	✓			-1,379	S
201	23,60	22,80	23,90	23,00	24,10	23,48	0,563	8,40	✓	✓	✓			1,408	S
203	19,85	21,10	19,31	21,08	19,80	20,23	0,815	-6,62	✓	✓	✓			-1,109	S
210	22,30	22,60	23,00	20,90	22,30	22,22	0,792	2,58	✓	✓	✓			0,433	S
212	17,90	17,20	16,40	16,60	16,80	16,98	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
215	20,80	20,80	21,10	20,70	20,80	20,84	0,152	-3,79	✓	✓	✓			-0,636	S
223	21,60	21,40	20,00	22,30	18,50	20,76	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

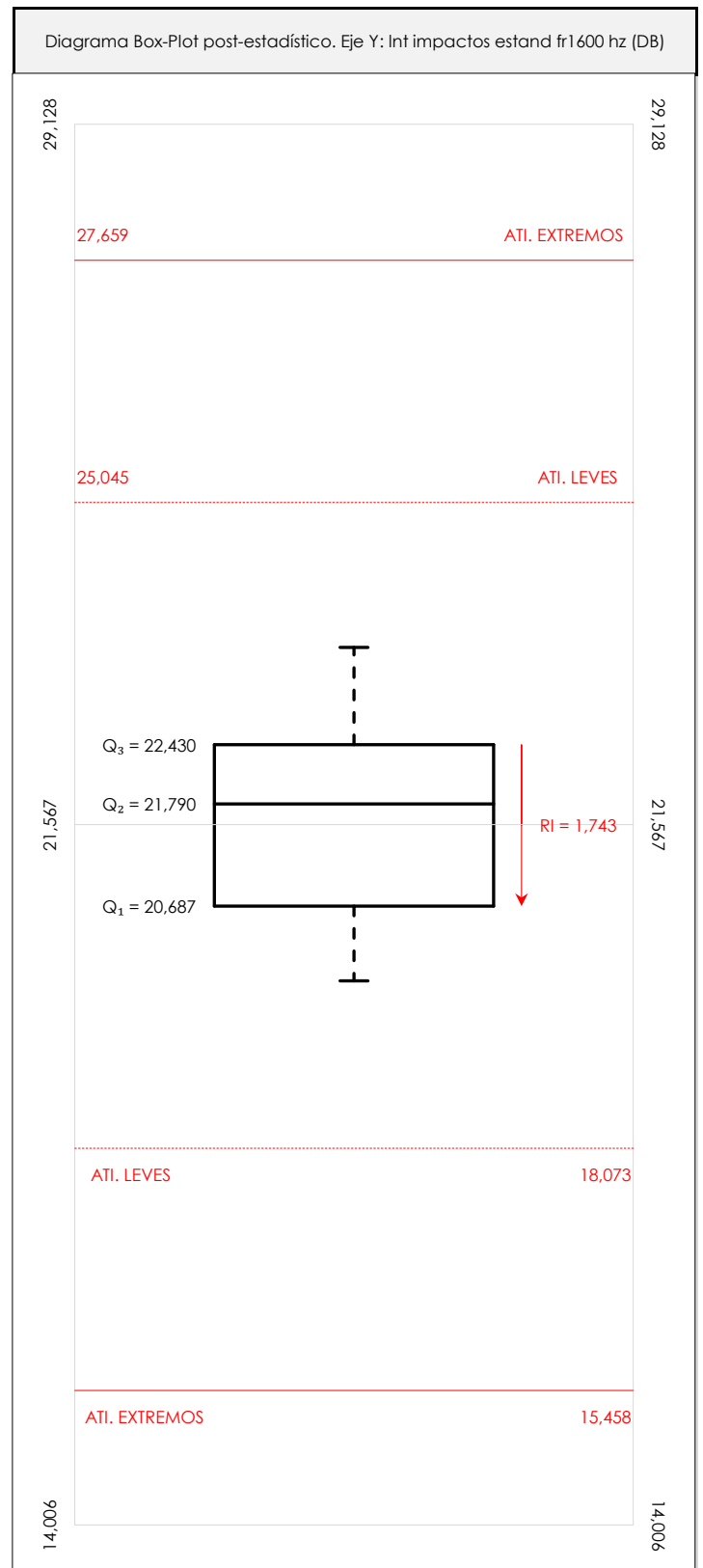
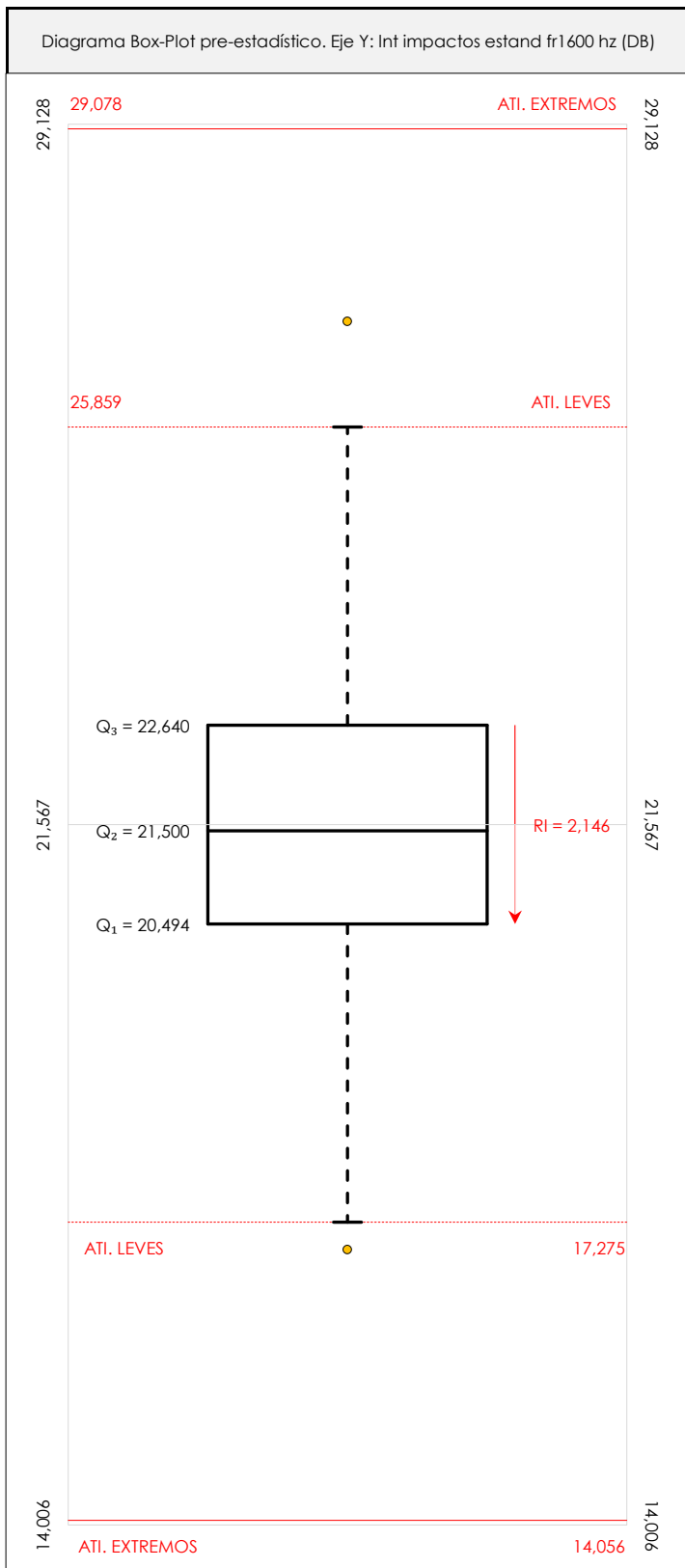
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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 3 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	23,60	36,70	23,90	27,70	24,70	27,00	23,60	22,80	23,90	23,00	24,10	23,48
Valor Mínimo (min ; %)	17,90	17,20	16,40	16,60	16,80	16,98	19,85	19,80	19,31	20,50	19,00	19,88
Valor Promedio (M ; %)	21,48	22,61	21,16	21,81	21,15	21,64	21,73	21,68	21,66	21,66	21,58	21,66
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,66	4,94	2,23	2,64	2,45	2,51	1,32	1,07	1,71	1,03	1,70	1,29
Coef. Variación (CV ; ---)	0,08	0,22	0,11	0,12	0,12	0,12	0,06	0,05	0,08	0,05	0,08	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	3,485	5,174	5,593	9,078	8,352		0,315	1,555	1,606	1,920	3,841	
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%	2,06	1,71	0,366	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,308	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr2000 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

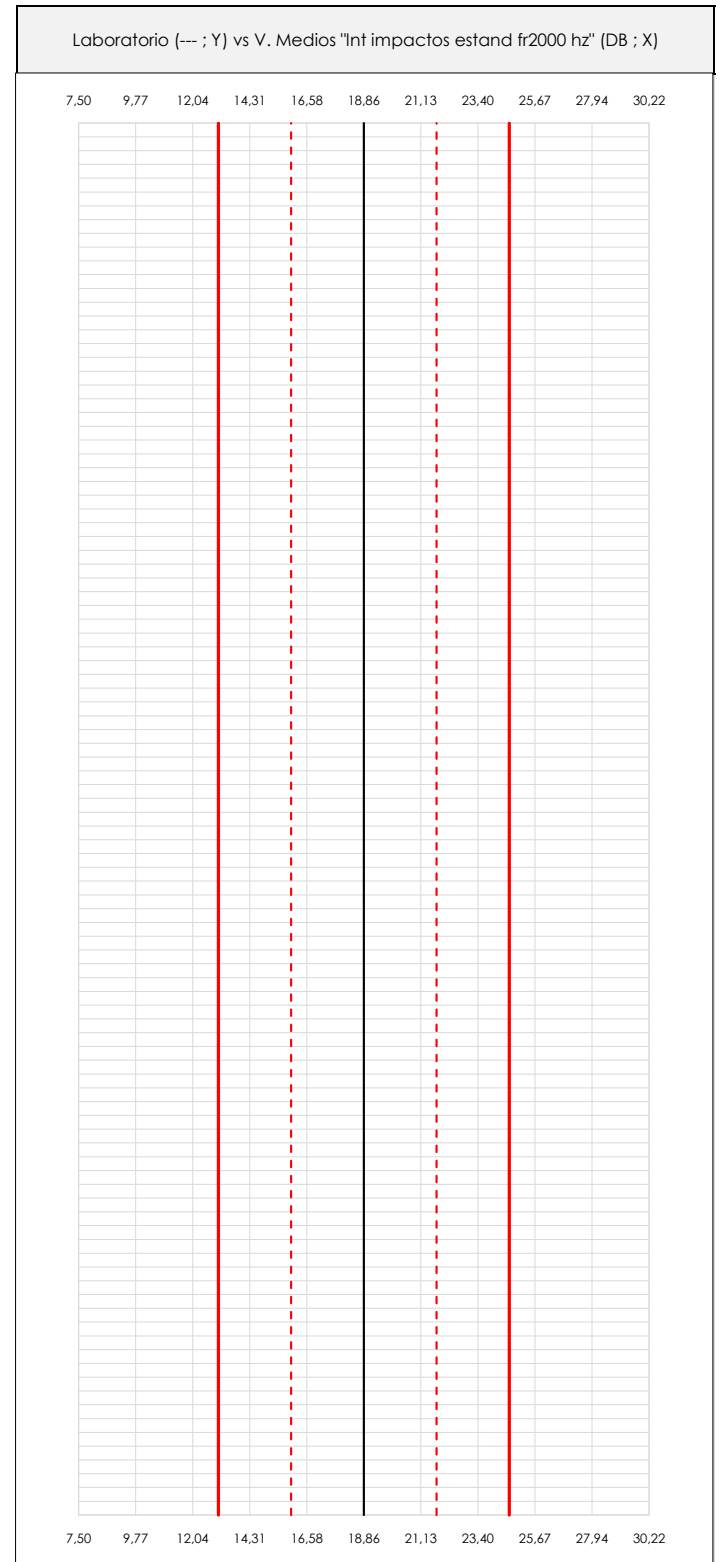
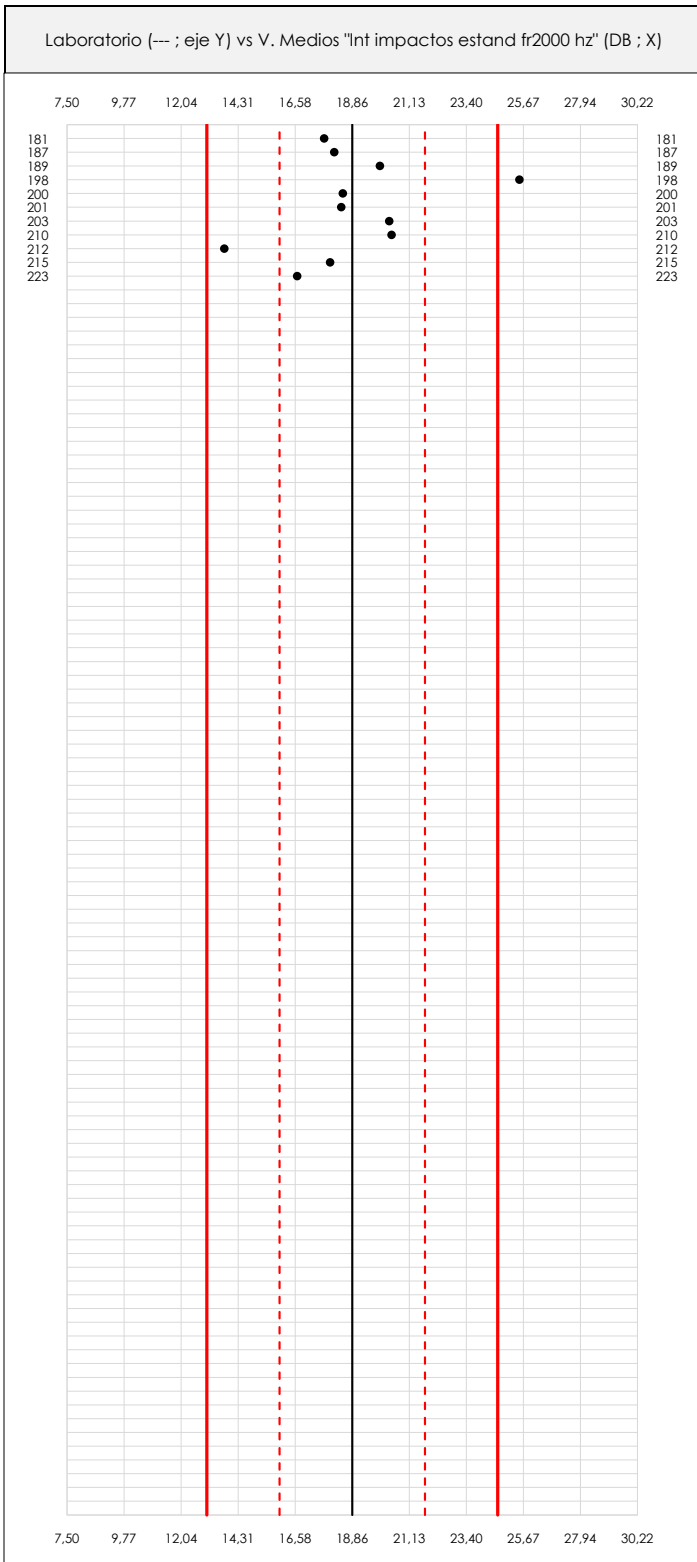
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

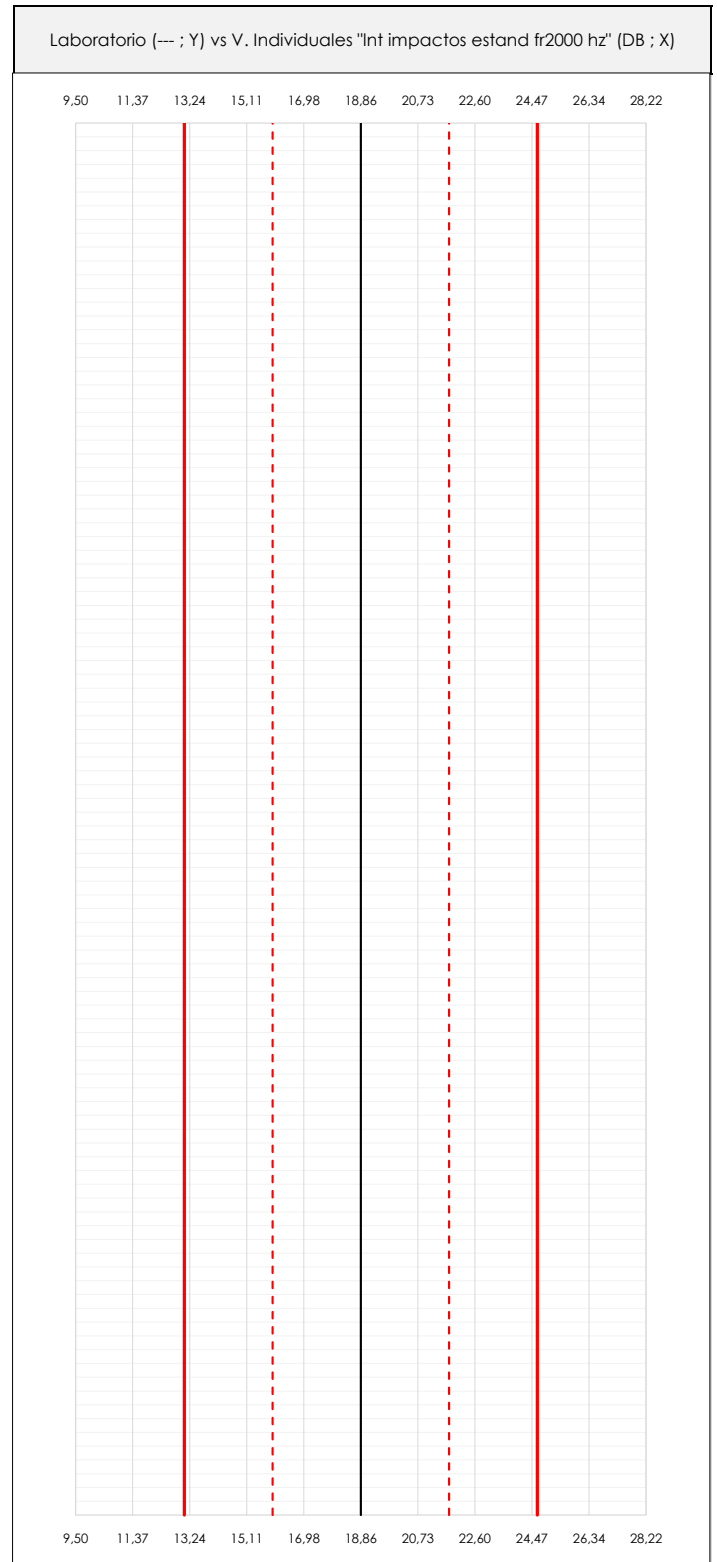
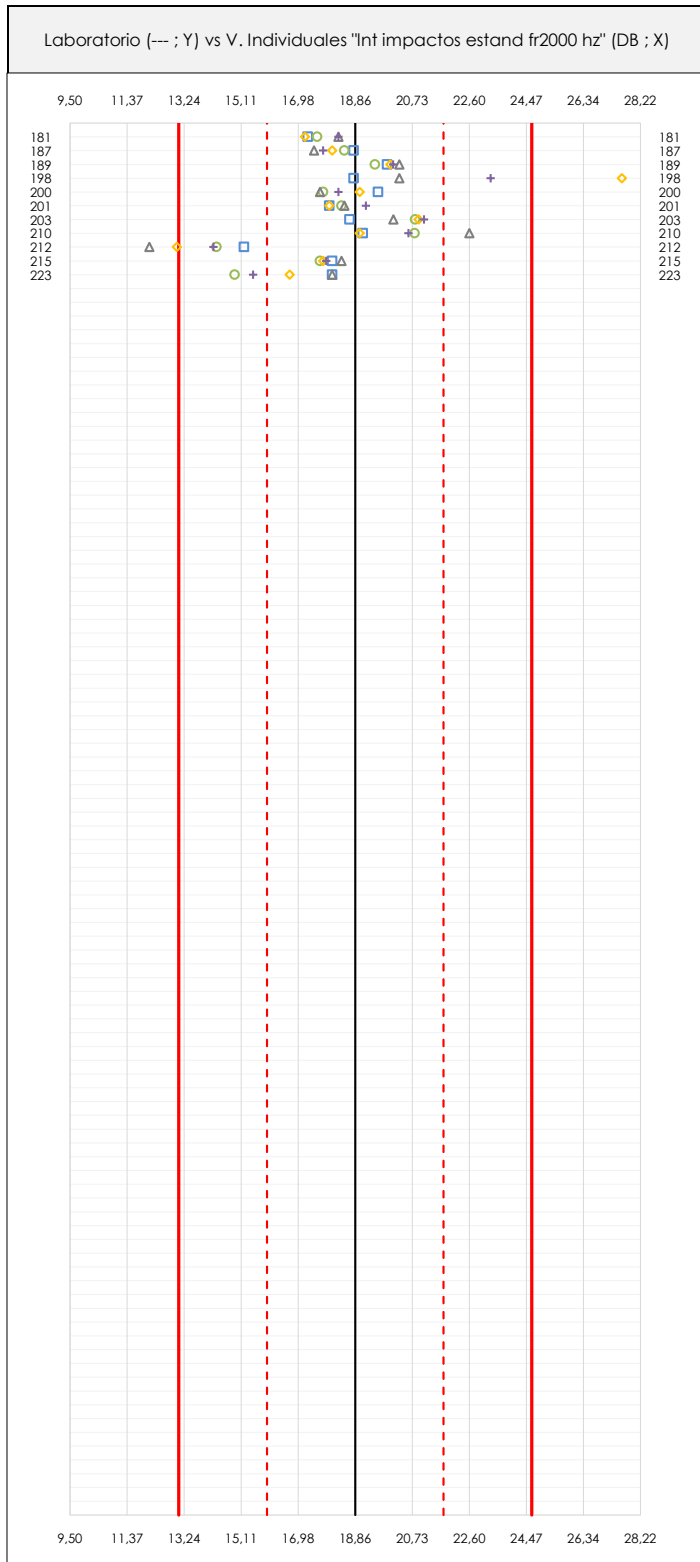
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (18,86 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (21,75/15,96 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (24,65/13,06 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (18,86 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (21,75/15,96 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (24,65/13,06 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S_{Li}	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
181	17,30	17,60	18,30	17,20	18,30	17,74	0,532	-5,91	✓	
187	18,80	18,50	17,50	18,10	17,80	18,14	0,522	-3,79	✓	
189	19,90	19,50	20,30	20,00	20,10	19,96	0,297	5,86	✓	
198	18,80	37,60	20,30	27,60	23,30	25,52	7,543	35,35	✓	
200	19,60	17,80	17,70	19,00	18,30	18,48	0,811	-1,99	✓	
201	18,00	18,40	18,50	18,00	19,20	18,42	0,492	-2,31	✓	
203	18,67	20,82	20,11	20,93	21,11	20,33	1,002	7,81	✓	
210	19,10	20,80	22,60	19,00	20,60	20,42	1,474	8,30	✓	
212	15,20	14,30	12,10	13,00	14,20	13,76	1,214	-27,02	✓	
215	18,10	17,70	18,40	17,80	17,90	17,98	0,277	-4,64	✓	
223	18,10	14,90	18,10	16,70	15,50	16,66	1,466	-11,64	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

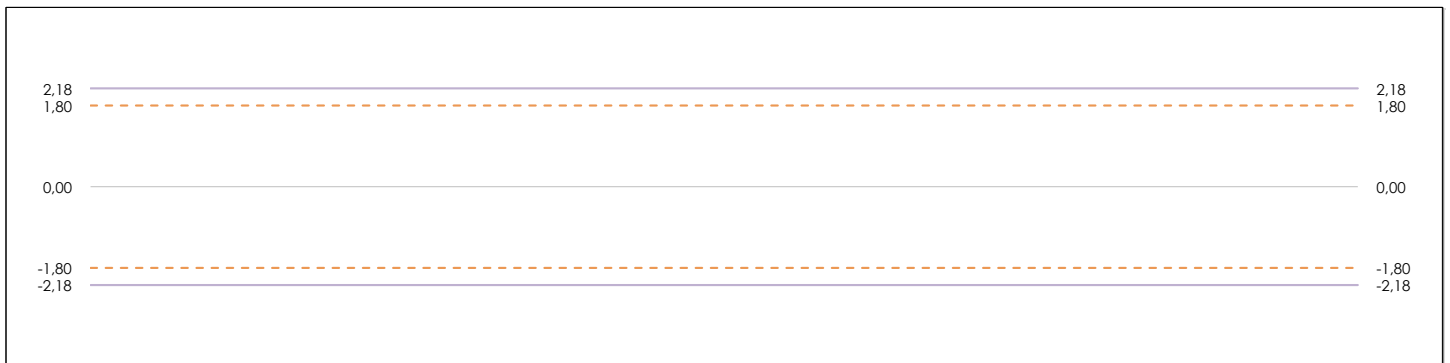
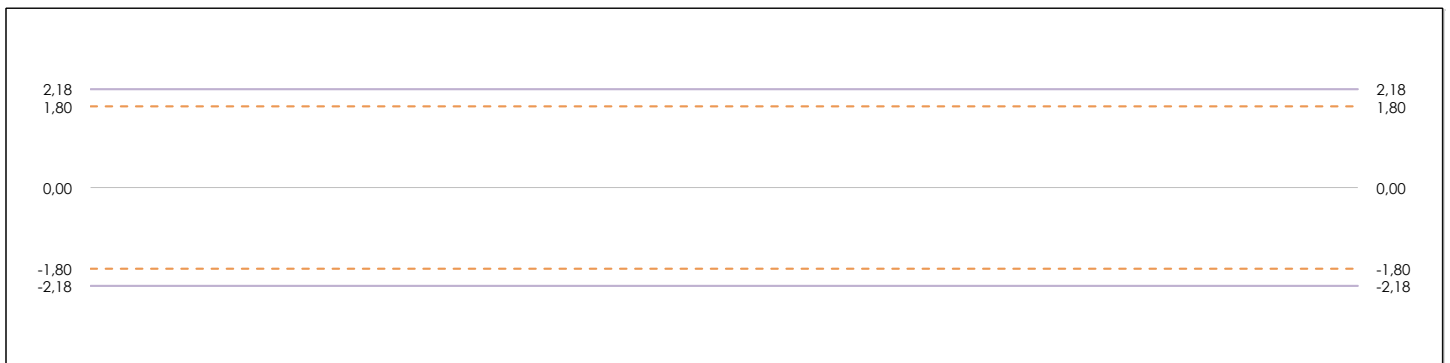
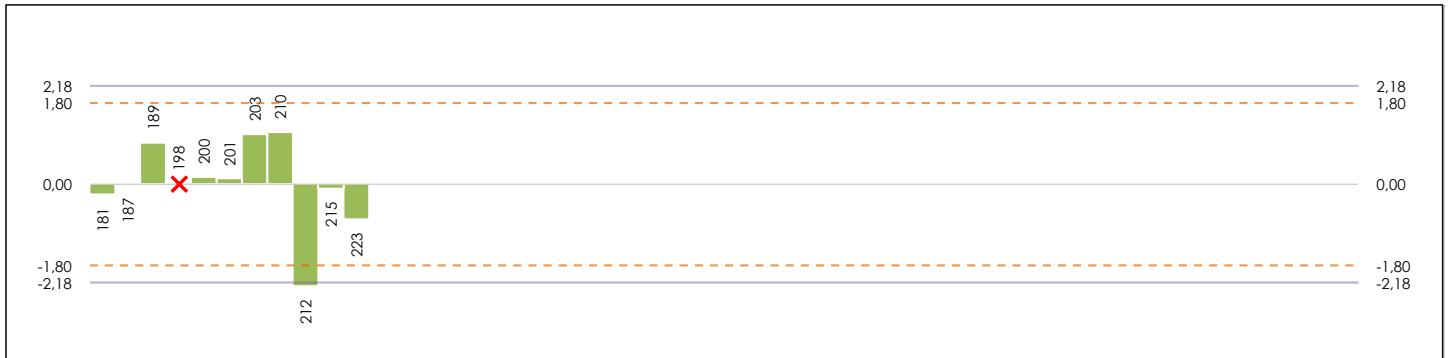
[máximo]

[mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

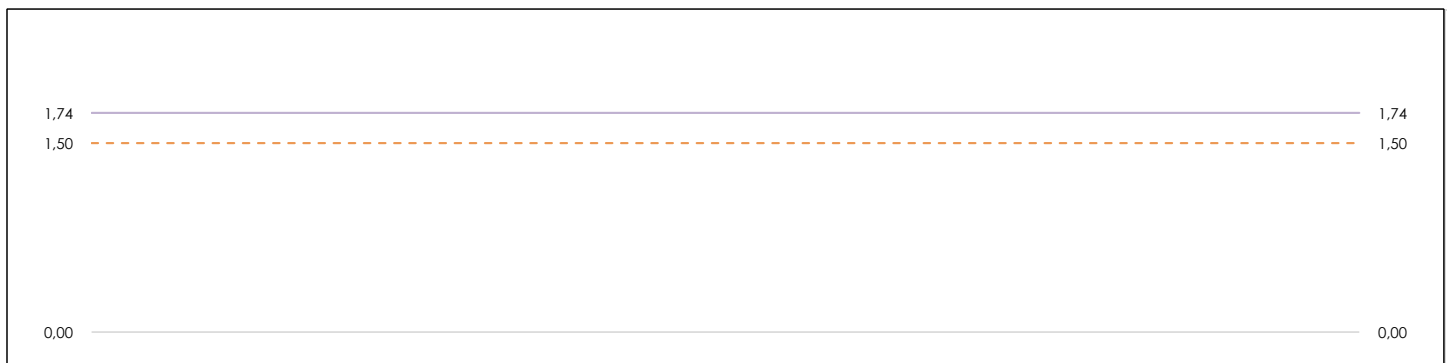
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	17,30	17,600	18,300	17,200	18,300	17,740	0,532	-2,47	-0,23	0,58						✓
187	18,80	18,500	17,500	18,100	17,800	18,140	0,522	-0,27	-0,02	0,57						✓
189	19,90	19,500	20,300	20,000	20,100	19,960	0,297	9,74	0,90	0,32						✓
198	18,80	37,600	20,300	27,600	23,300	25,520	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	19,60	17,800	17,700	19,000	18,300	18,480	0,811	1,60	0,15	0,88						✓
201	18,00	18,400	18,500	18,000	19,200	18,420	0,492	1,27	0,12	0,54						✓
203	18,67	20,820	20,110	20,930	21,110	20,328	1,002	11,76	1,08	1,09				0,6591		✓
210	19,10	20,800	22,600	19,000	20,600	20,420	1,474	12,27	1,13	1,61*	0,258		1,131		0,6591	✓
212	15,20	14,300	12,100	13,000	14,200	13,760	1,214	-24,35	-2,24**	1,32	0,258	2,245		0,2467		✓
215	18,10	17,700	18,400	17,800	17,900	17,980	0,277	-1,15	-0,11	0,30						✓
223	18,10	14,900	18,100	16,700	15,500	16,660	1,466	-8,41	-0,77	1,60*	0,258			0,2467		✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

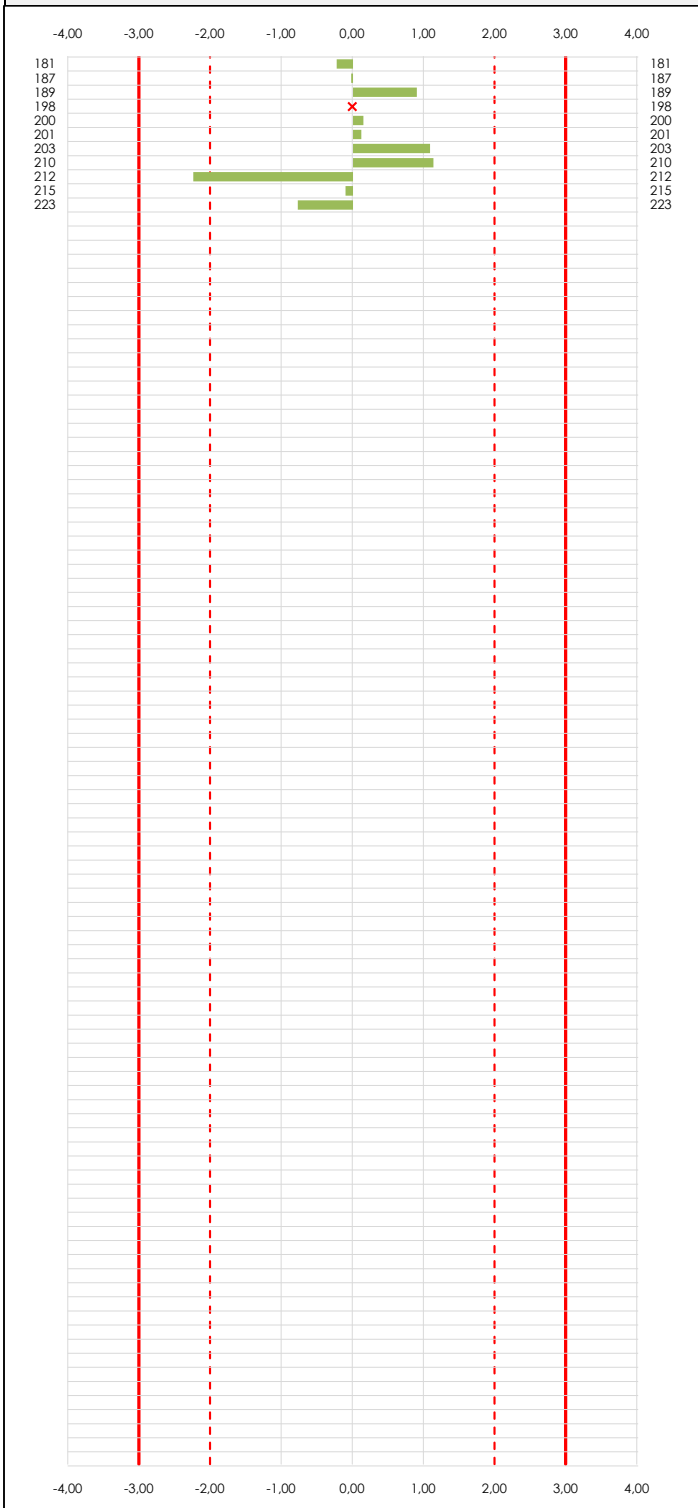
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

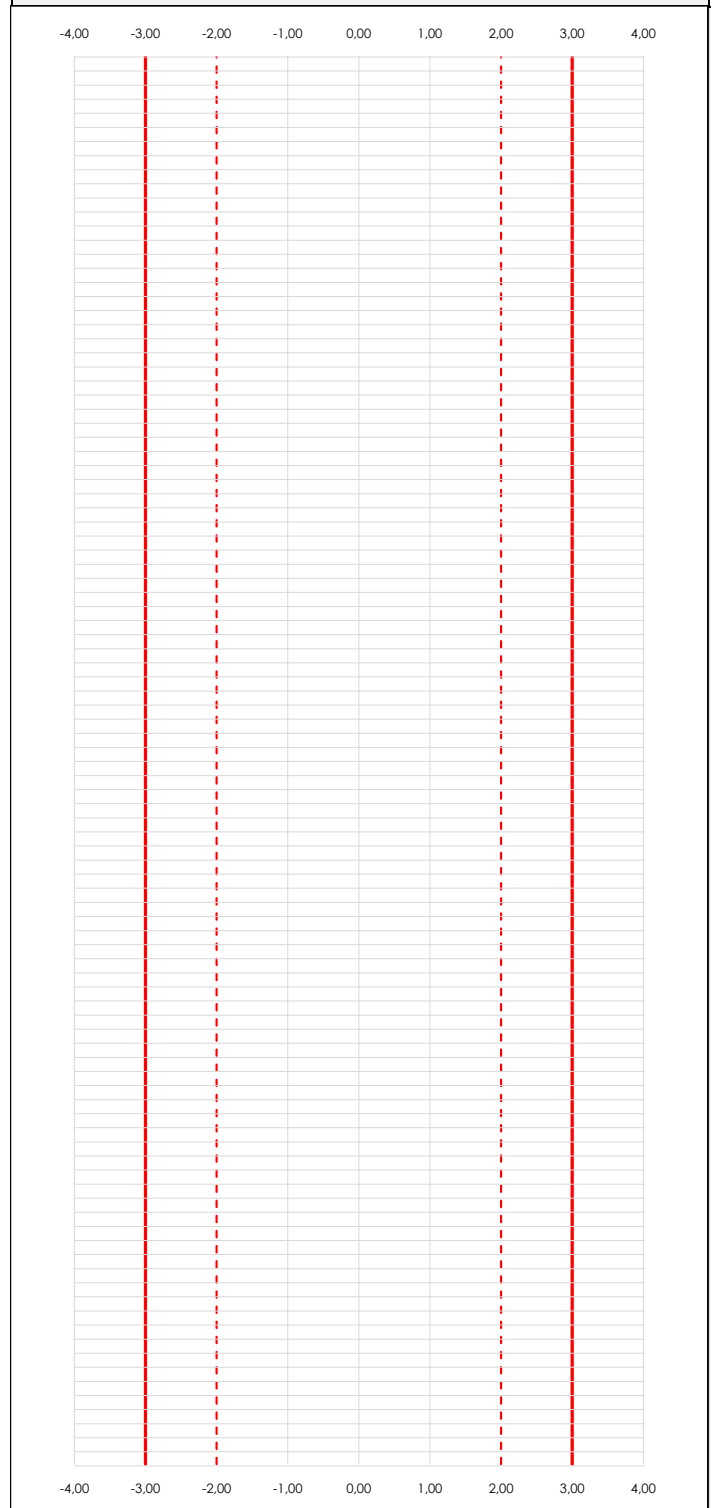
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2000 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2000 hz" (---; eje X)



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	17,30	17,60	18,30	17,20	18,30	17,74	0,532	-2,47	✓	✓	✓			-0,227	S
187	18,80	18,50	17,50	18,10	17,80	18,14	0,522	-0,27	✓	✓	✓			-0,025	S
189	19,90	19,50	20,30	20,00	20,10	19,96	0,297	9,74	✓	✓	✓			0,898	S
198	18,80	37,60	20,30	27,60	23,30	25,52	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
200	19,60	17,80	17,70	19,00	18,30	18,48	0,811	1,60	✓	✓	✓			0,148	S
201	18,00	18,40	18,50	18,00	19,20	18,42	0,492	1,27	✓	✓	✓			0,117	S
203	18,67	20,82	20,11	20,93	21,11	20,33	1,002	11,76	✓	✓	✓			1,084	S
210	19,10	20,80	22,60	19,00	20,60	20,42	1,474	12,27	✓	✓	✓			1,131	S
212	15,20	14,30	12,10	13,00	14,20	13,76	1,214	-24,35	✓	✓	✓			-2,245	D
215	18,10	17,70	18,40	17,80	17,90	17,98	0,277	-1,15	✓	✓	✓			-0,106	S
223	18,10	14,90	18,10	16,70	15,50	16,66	1,466	-8,41	✓	✓	✓			-0,775	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

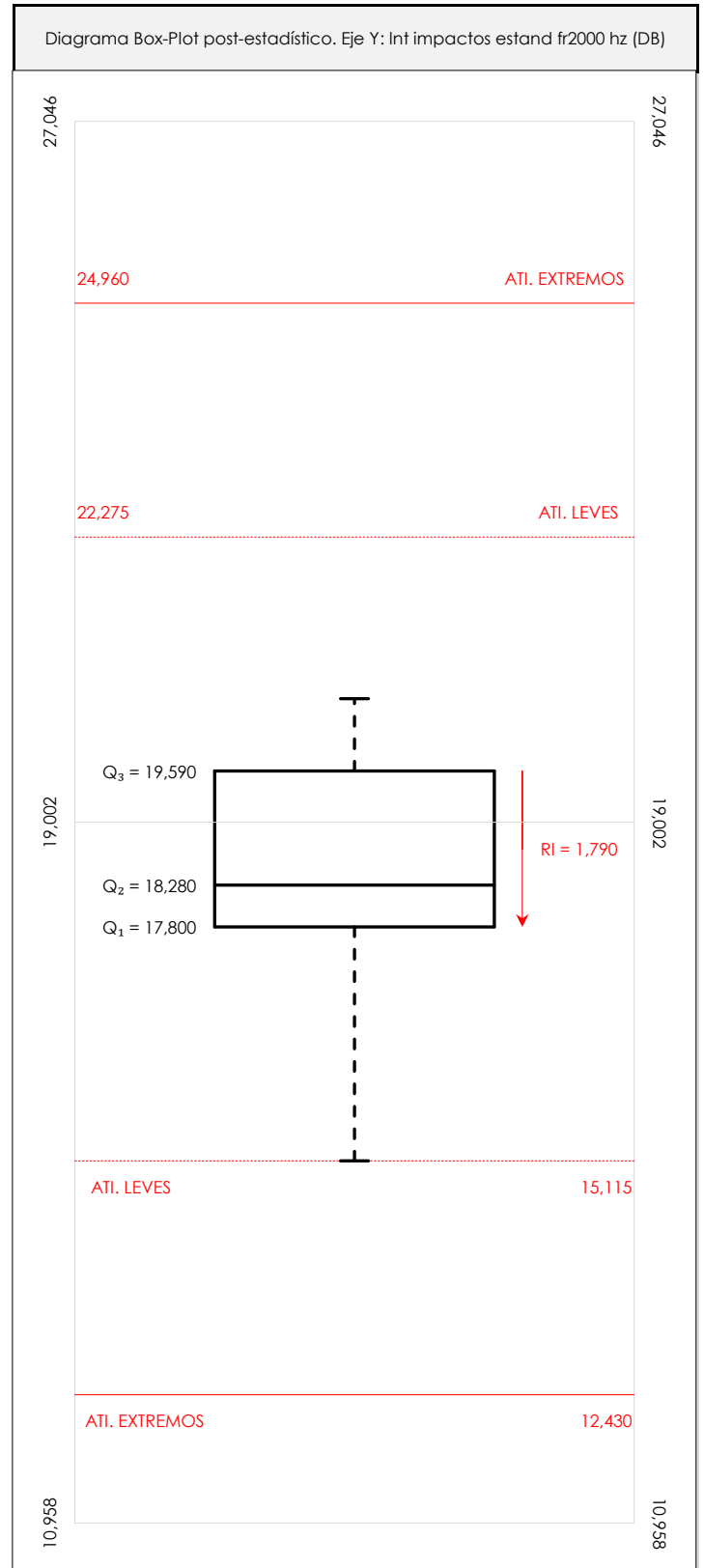
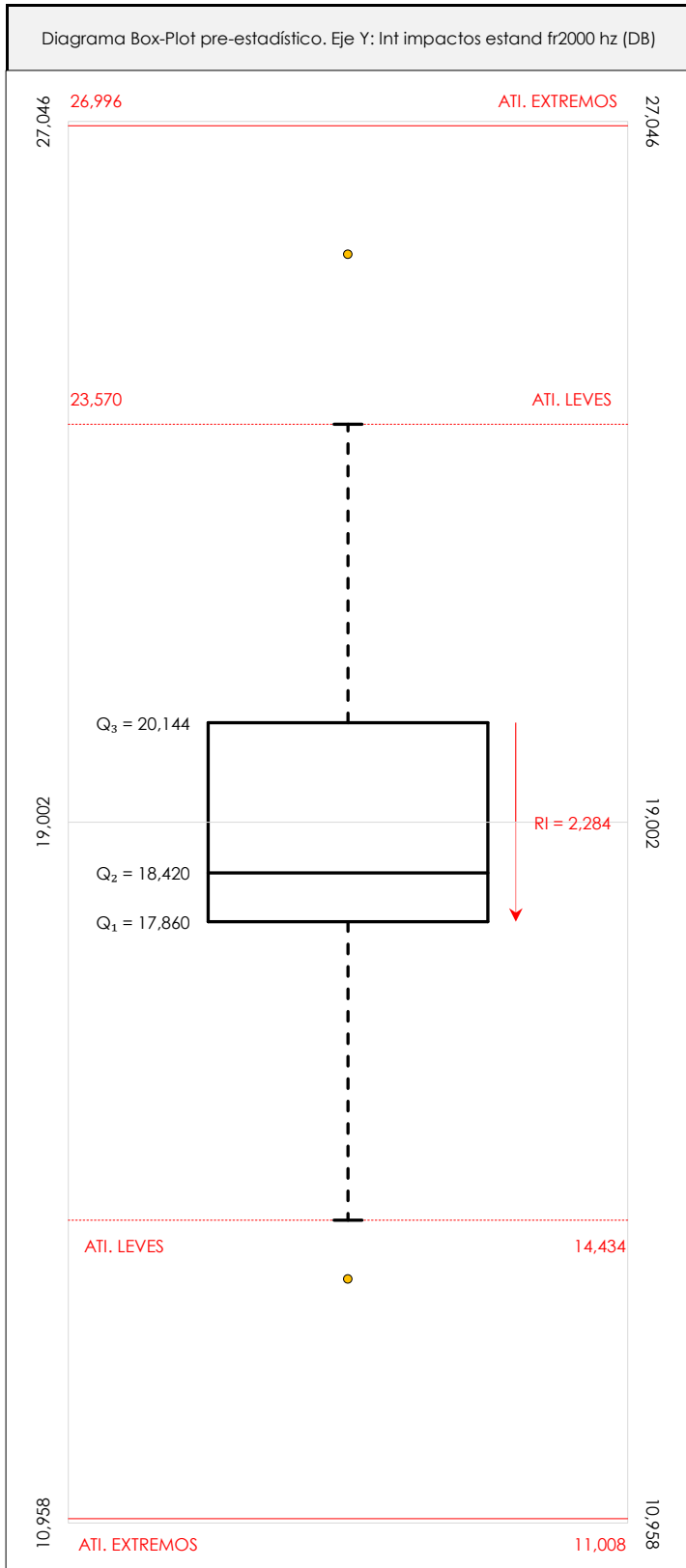
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	19,90	37,60	22,60	27,60	23,30	25,52	19,90	20,82	22,60	20,93	21,11	20,42
Valor Mínimo (min ; %)	15,20	14,30	12,10	13,00	14,20	13,76	15,20	14,30	12,10	13,00	14,20	13,76
Valor Promedio (M ; %)	18,32	19,81	18,54	18,85	18,76	18,86	18,28	18,03	18,36	17,97	18,30	18,19
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,28	6,25	2,62	3,55	2,55	2,90	1,34	2,16	2,69	2,16	2,17	1,97
Coef. Variación (CV ; ---)	0,07	0,32	0,14	0,19	0,14	0,15	0,07	0,12	0,15	0,12	0,12	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	5,938	6,754	7,201	13,139	10,047	0,842	2,543	3,724	4,565	5,923		
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	0,366	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,308	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: 9 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 analisis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr2500 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

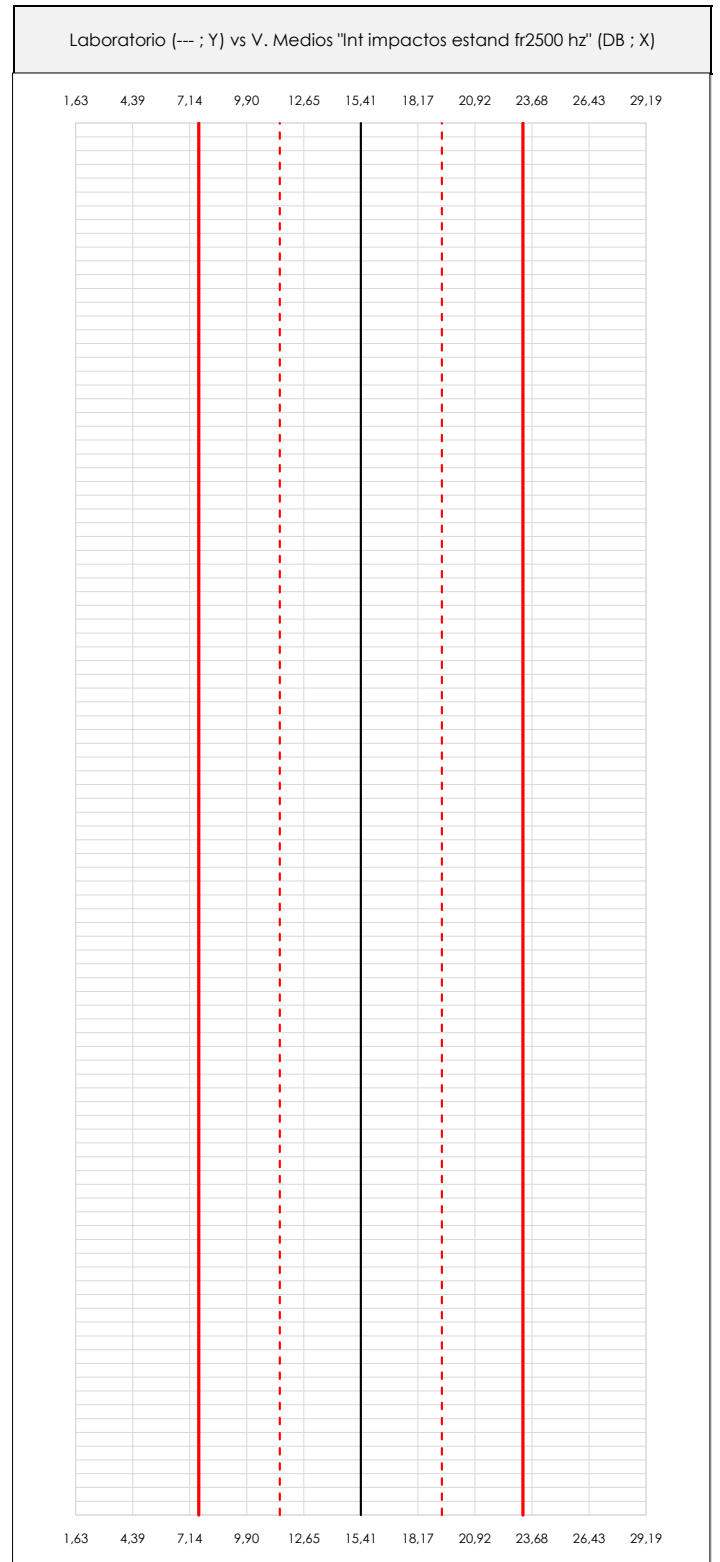
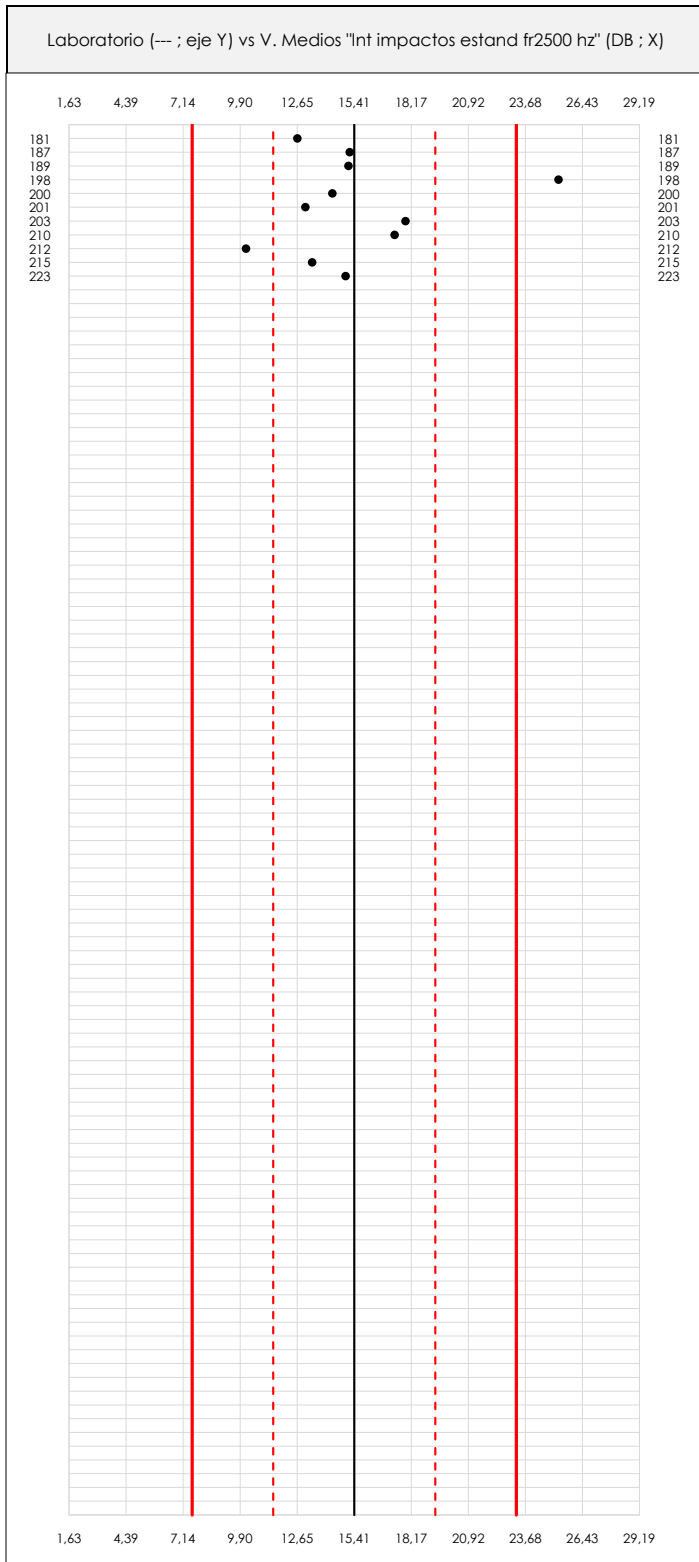
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

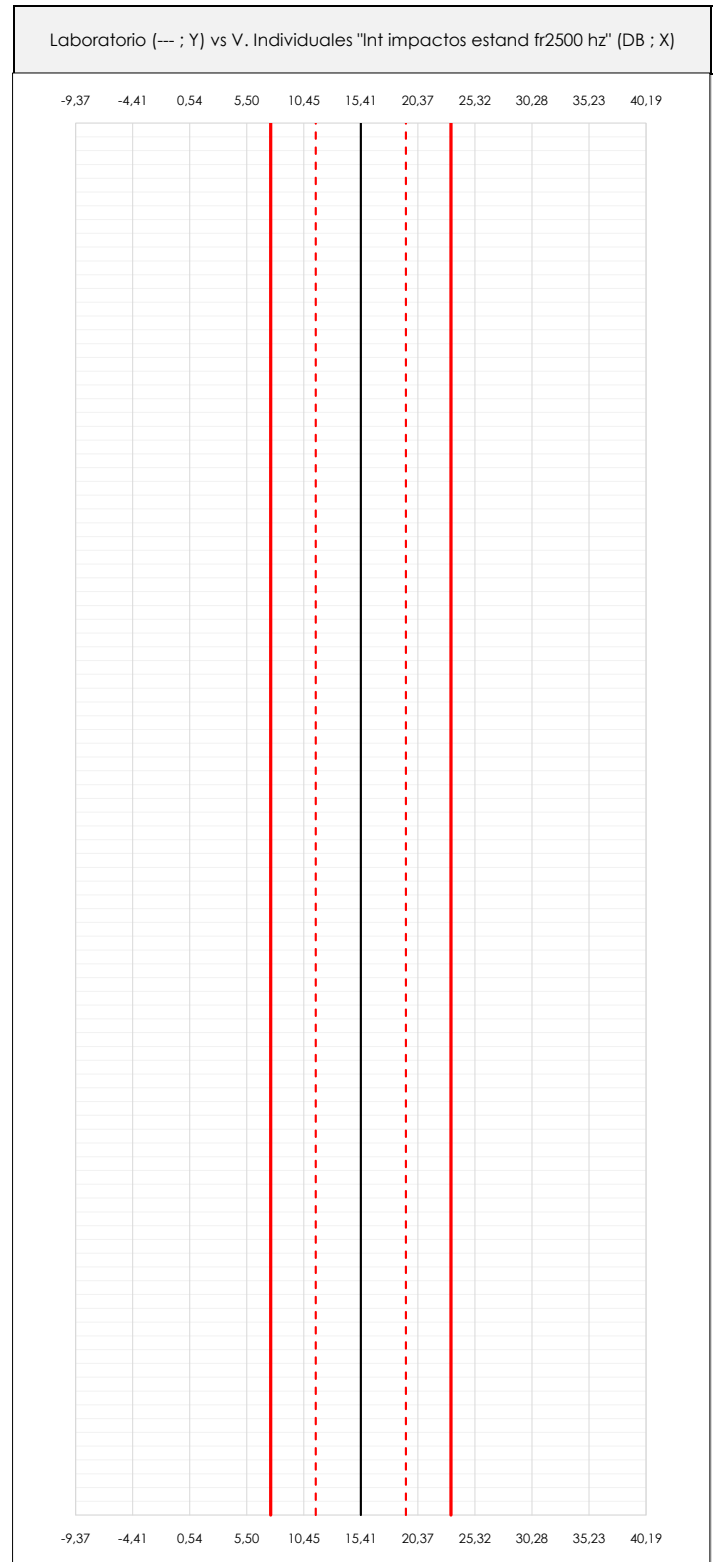
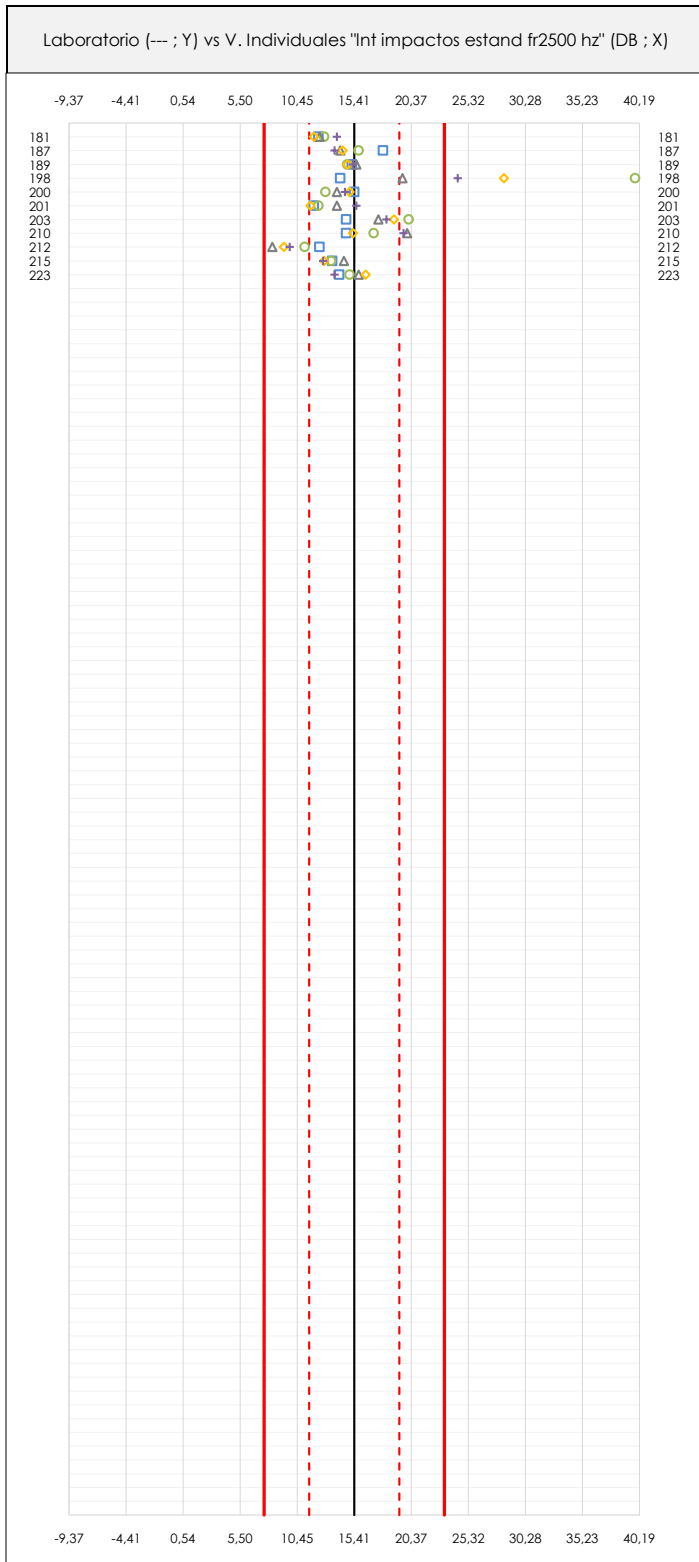
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (15,41 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (19,33/11,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (23,24/7,58 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (15,41 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (19,33/11,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (23,24/7,58 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	12,30	12,80	12,40	11,90	13,90	12,66	0,764	-17,85	✓	
187	17,90	15,80	14,20	14,40	13,70	15,20	1,699	-1,36	✓	
189	15,20	14,80	15,60	14,80	15,30	15,14	0,344	-1,75	✓	
198	14,20	39,80	19,60	28,40	24,40	25,28	9,700	64,05	✓	
200	15,40	12,90	13,90	15,00	14,60	14,36	0,986	-6,81	✓	
201	11,90	12,30	13,90	11,60	15,60	13,06	1,674	-15,25	✓	
203	14,72	20,15	17,51	18,86	18,21	17,89	2,021	16,09	✓	
210	14,70	17,10	20,00	15,30	19,70	17,36	2,441	12,65	✓	
212	12,40	11,10	8,30	9,30	9,80	10,18	1,599	-33,94	✓	
215	13,50	13,40	14,50	12,80	12,70	13,38	0,719	-13,17	✓	
223	14,10	15,00	15,80	16,40	13,70	15,00	1,129	-2,66	✓	

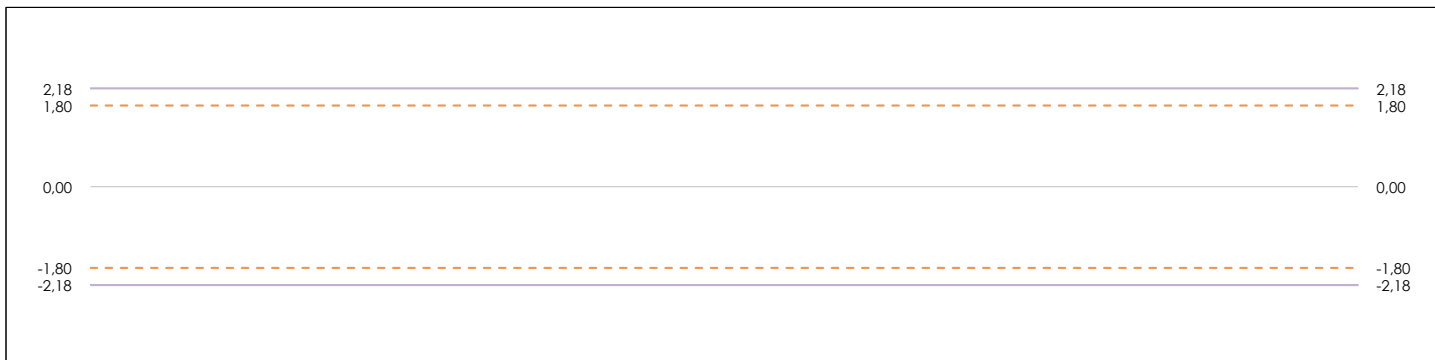
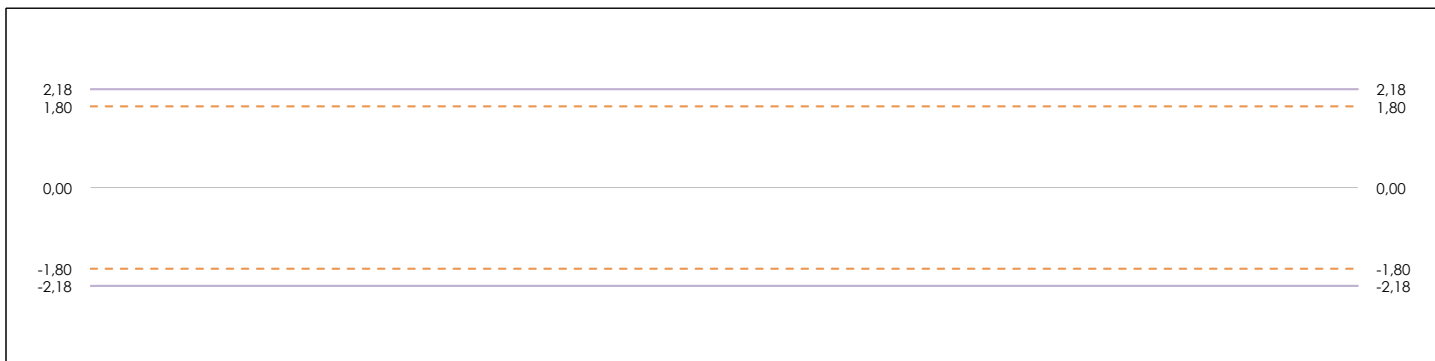
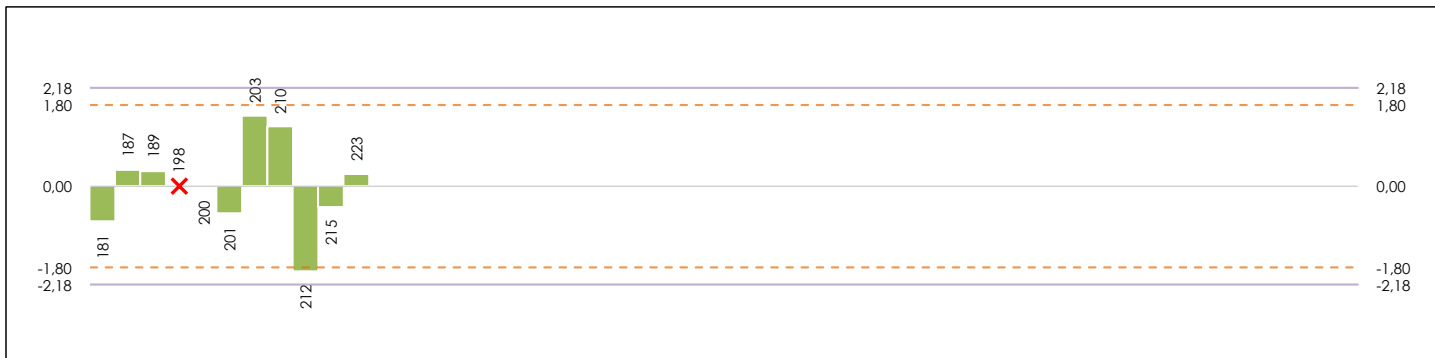
NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

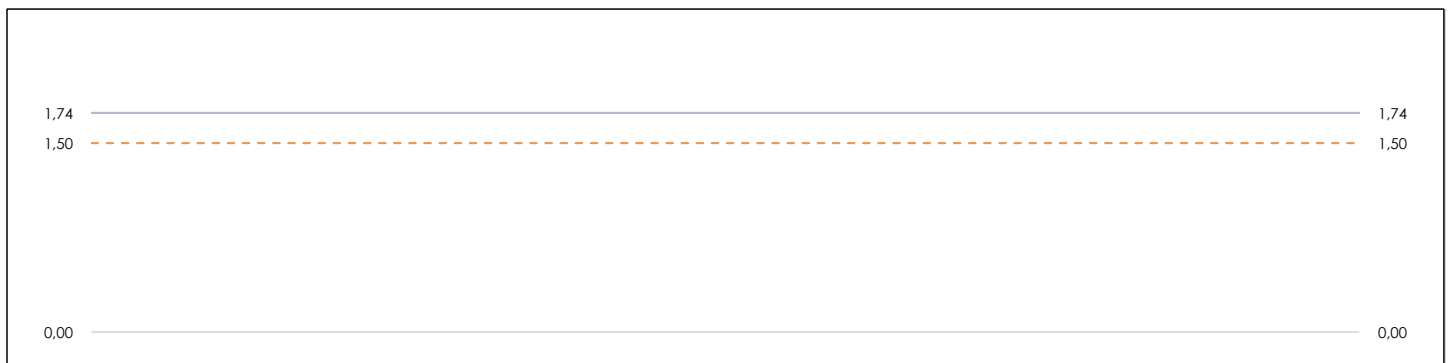
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	12,30	12,800	12,400	11,900	13,900	12,660	0,764	-12,22	-0,78	0,52				0,4449		✓
187	17,90	15,800	14,200	14,400	13,700	15,200	1,699	5,39	0,34	1,15						✓
189	15,20	14,800	15,600	14,800	15,300	15,140	0,344	4,97	0,32	0,23						✓
198	14,20	39,800	19,600	28,400	24,400	25,280	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	15,40	12,900	13,900	15,000	14,600	14,360	0,986	-0,44	-0,03	0,67						✓
201	11,90	12,300	13,900	11,600	15,600	13,060	1,674	-9,45	-0,60	1,14						✓
203	14,72	20,150	17,510	18,860	18,210	17,890	2,021	24,04	1,53	1,37			1,531		0,4416	✓
210	14,70	17,100	20,000	15,300	19,700	17,360	2,441	20,36	1,30	1,65*	0,274				0,4416	✓
212	12,40	11,100	8,300	9,300	9,800	10,180	1,599	-29,42	-1,87*	1,08	0,274	1,874		0,4449		✓
215	13,50	13,400	14,500	12,800	12,700	13,380	0,719	-7,23	-0,46	0,49						✓
223	14,10	15,000	15,800	16,400	13,700	15,000	1,129	4,00	0,25	0,77						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

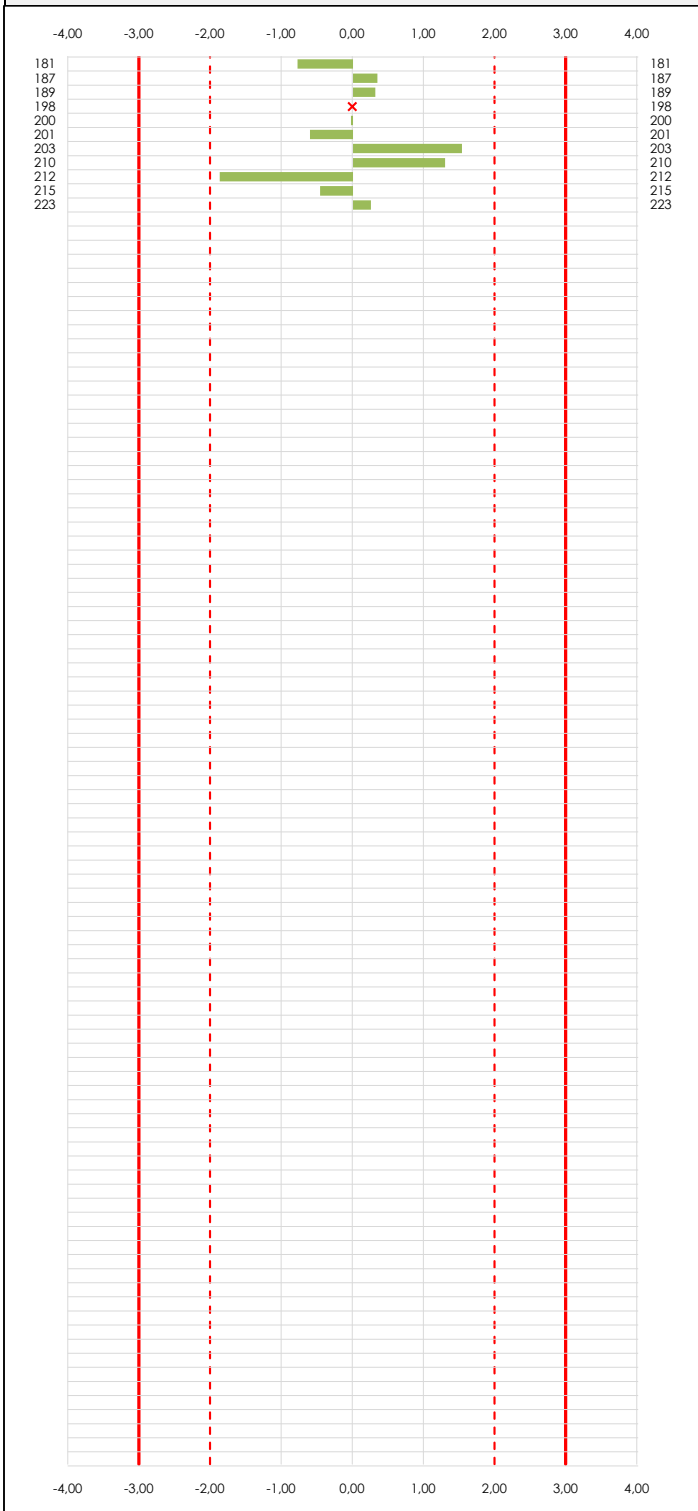
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

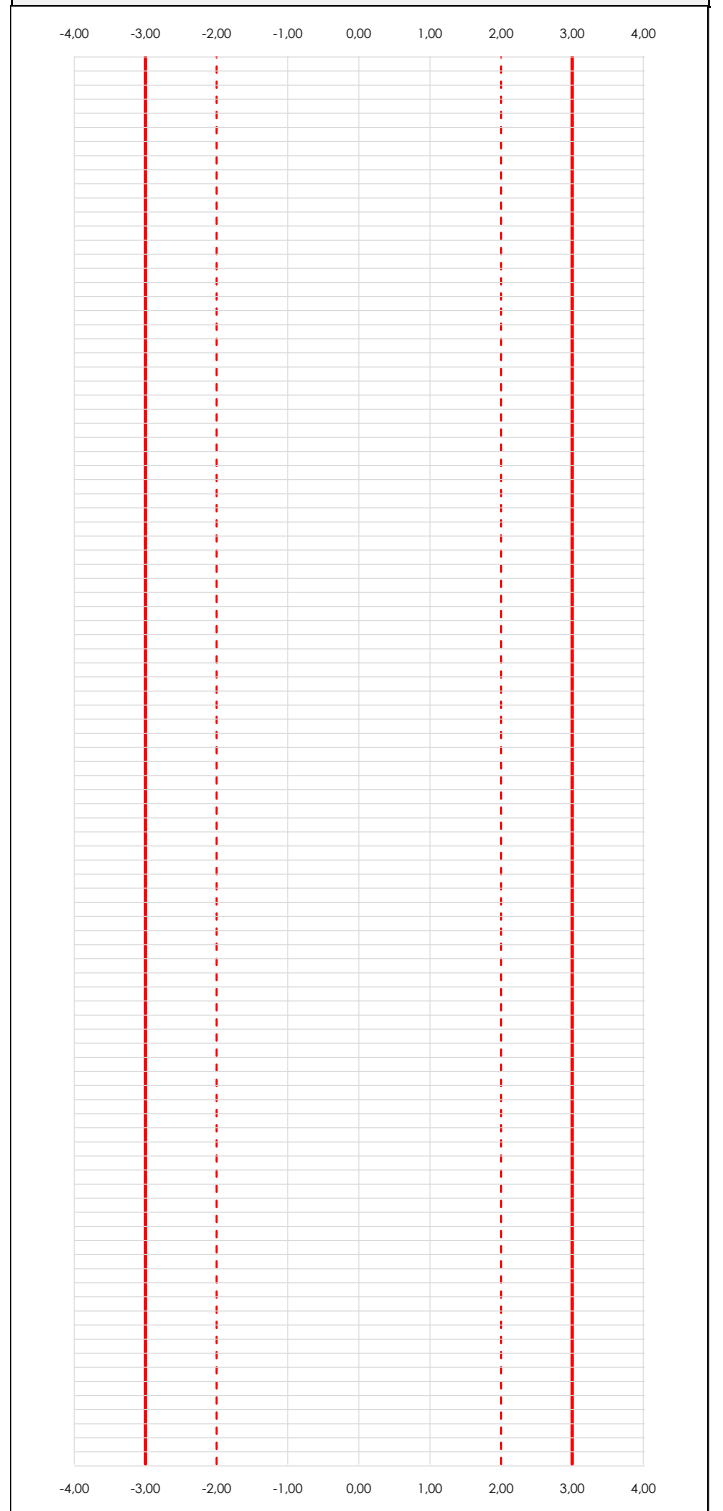
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2500 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr2500 hz" (---; eje X)



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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	12,30	12,80	12,40	11,90	13,90	12,66	0,764	-12,22	✓	✓	✓			-0,778	S
187	17,90	15,80	14,20	14,40	13,70	15,20	1,699	5,39	✓	✓	✓			0,343	S
189	15,20	14,80	15,60	14,80	15,30	15,14	0,344	4,97	✓	✓	✓			0,317	S
198	14,20	39,80	19,60	28,40	24,40	25,28	---	---	✓	X	X	AB	0	---	---
200	15,40	12,90	13,90	15,00	14,60	14,36	0,986	-0,44	✓	✓	✓			-0,028	S
201	11,90	12,30	13,90	11,60	15,60	13,06	1,674	-9,45	✓	✓	✓			-0,602	S
203	14,72	20,15	17,51	18,86	18,21	17,89	2,021	24,04	✓	✓	✓			1,531	S
210	14,70	17,10	20,00	15,30	19,70	17,36	2,441	20,36	✓	✓	✓			1,297	S
212	12,40	11,10	8,30	9,30	9,80	10,18	1,599	-29,42	✓	✓	✓			-1,874	S
215	13,50	13,40	14,50	12,80	12,70	13,38	0,719	-7,23	✓	✓	✓			-0,461	S
223	14,10	15,00	15,80	16,40	13,70	15,00	1,129	4,00	✓	✓	✓			0,255	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

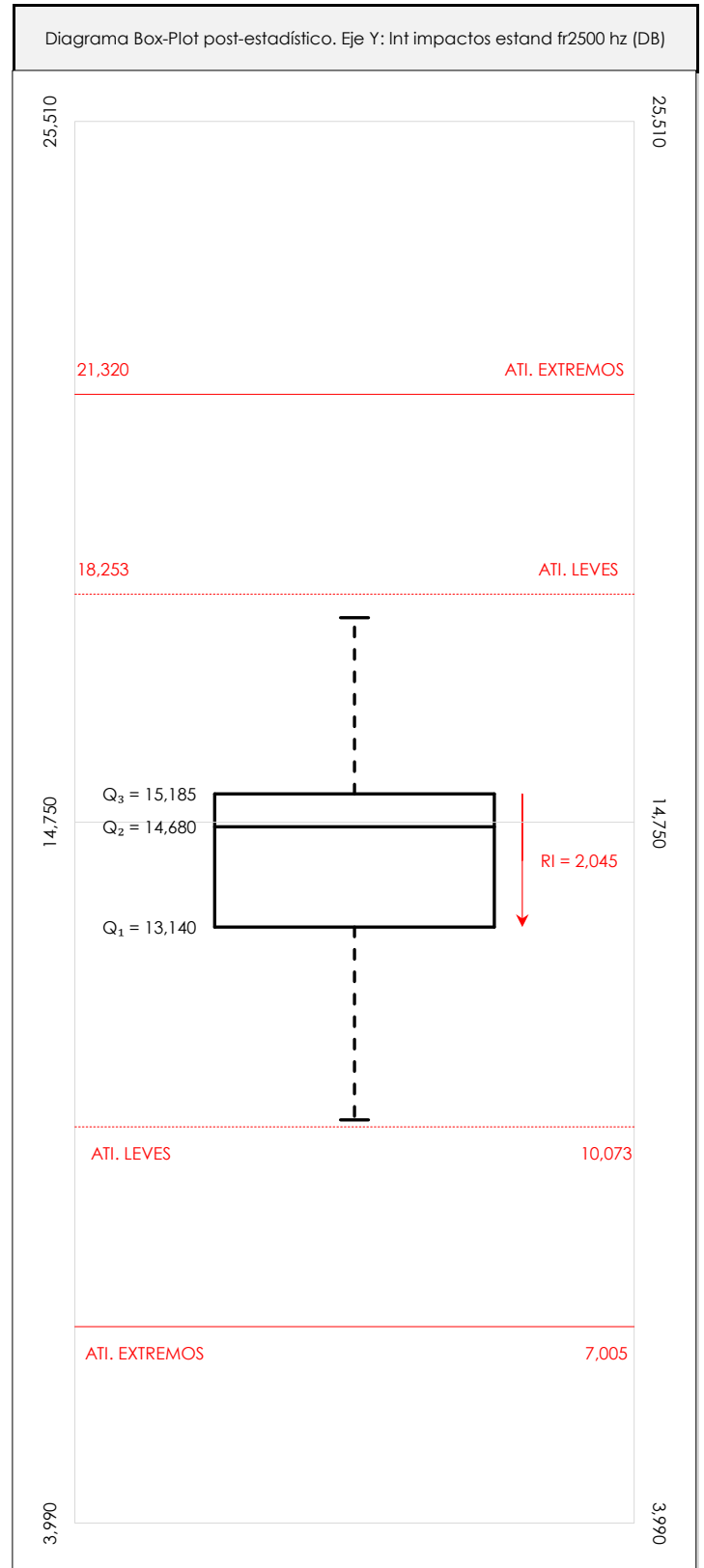
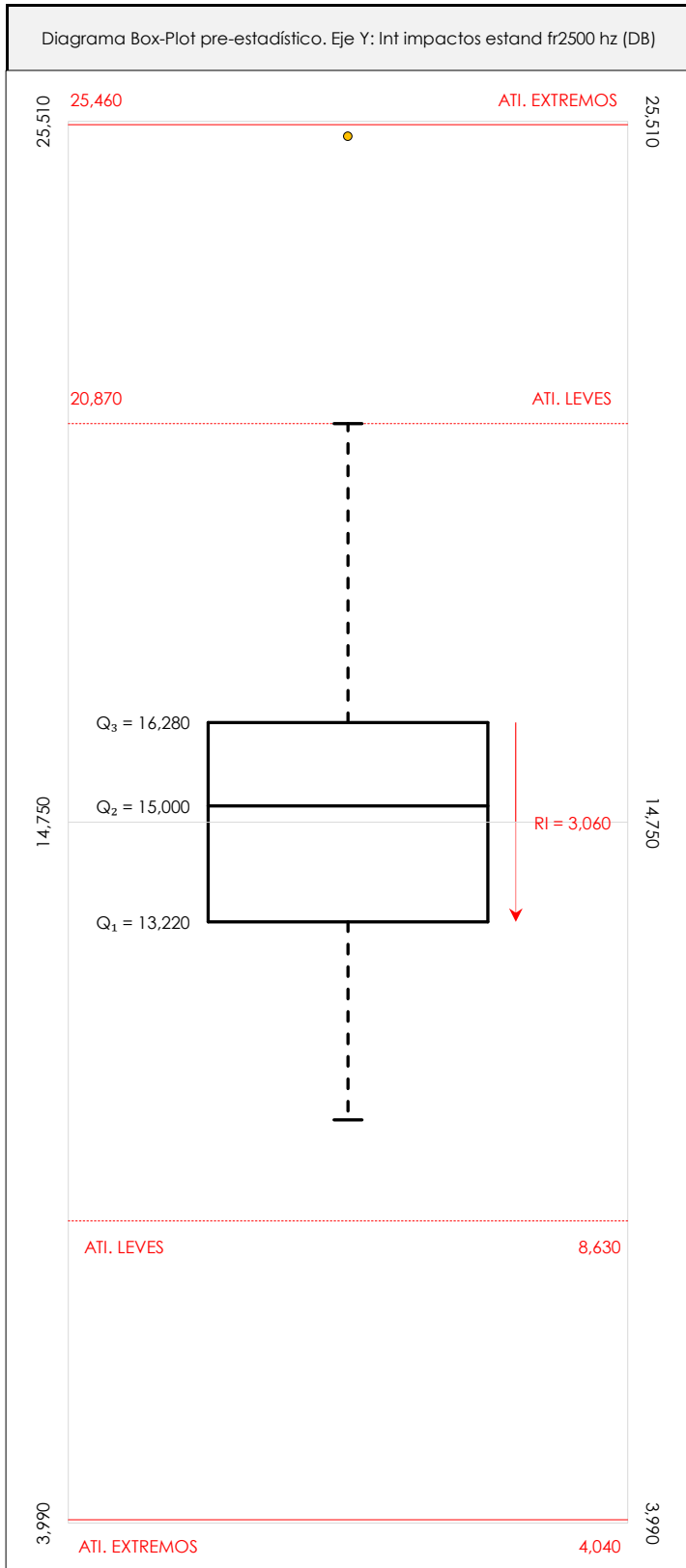
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	17,90	39,80	20,00	28,40	24,40	25,28	17,90	20,15	20,00	18,86	19,70	17,89
Valor Mínimo (min ; %)	11,90	11,10	8,30	9,30	9,80	10,18	11,90	11,10	8,30	9,30	9,80	10,18
Valor Promedio (M ; %)	14,21	16,83	15,06	15,34	15,60	15,41	14,21	14,54	14,61	14,04	14,72	14,42
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,71	8,03	3,29	5,04	3,93	3,92	1,80	2,66	3,09	2,72	2,77	2,26
Coef. Variación (CV ; ---)	0,12	0,48	0,22	0,33	0,25	0,25	0,13	0,18	0,21	0,19	0,19	0,16
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	10,532	8,995	13,225	23,757	13,510	2,176	4,088	4,694	6,869	7,265		
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	0,366	2,482	0,1150	2,18	1,74	0,393	2,482	0,1150
Nivel de Significación 5%	1,80	1,50	0,308	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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr3150 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

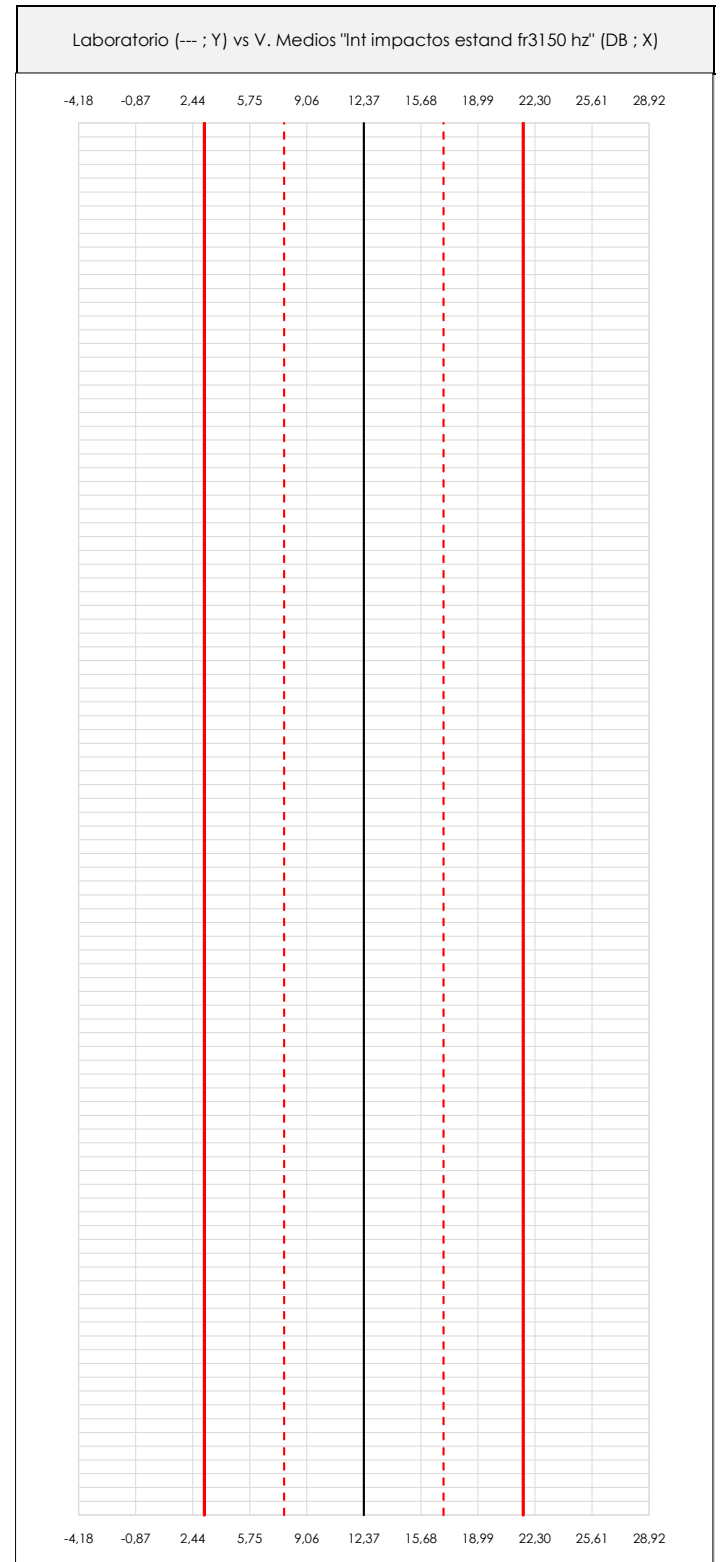
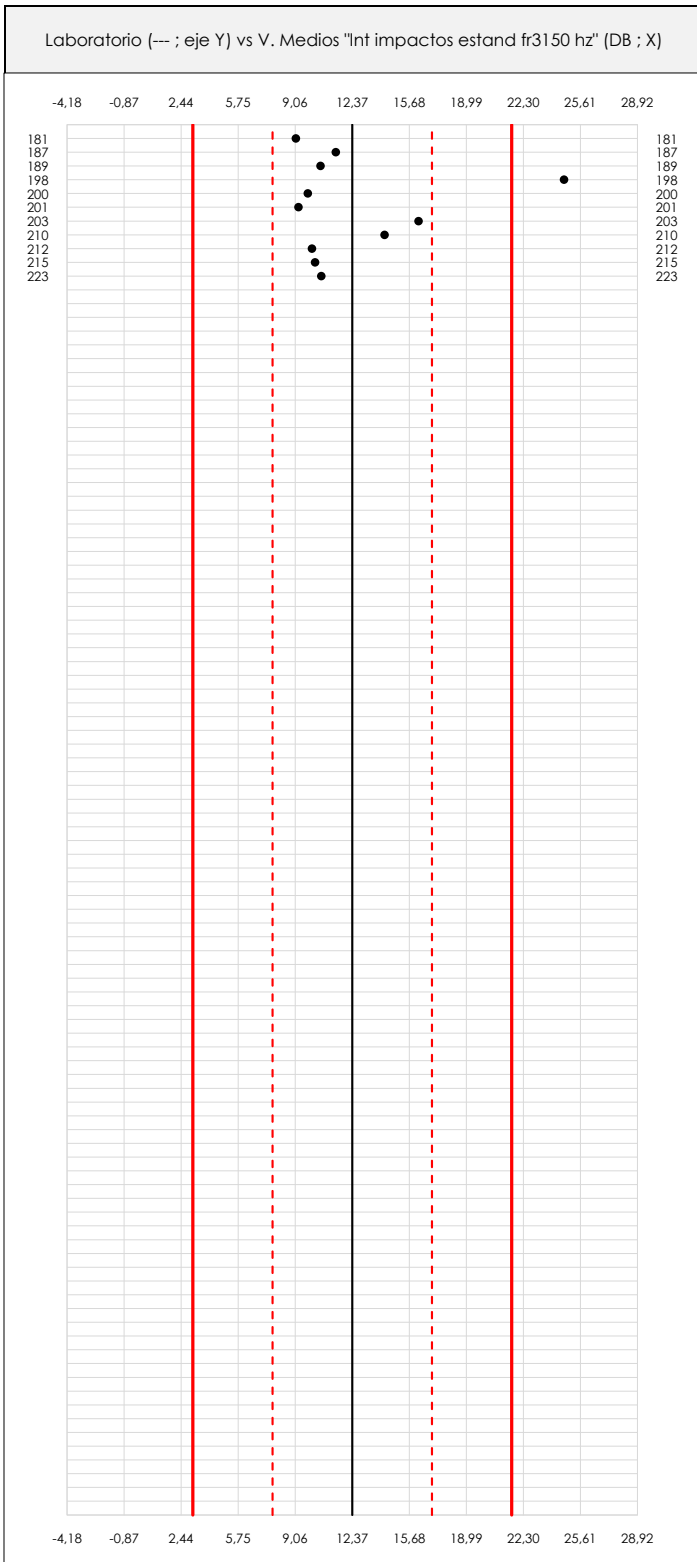
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

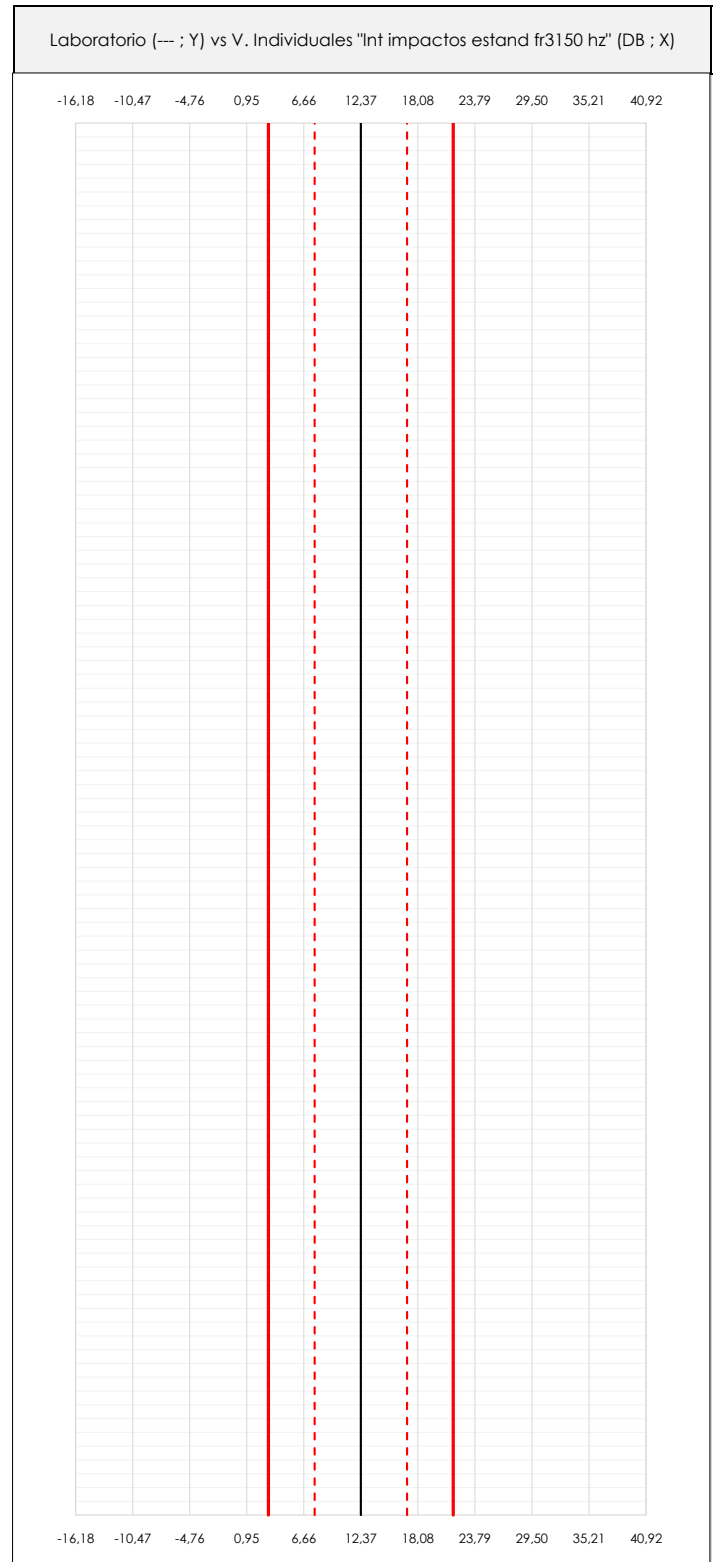
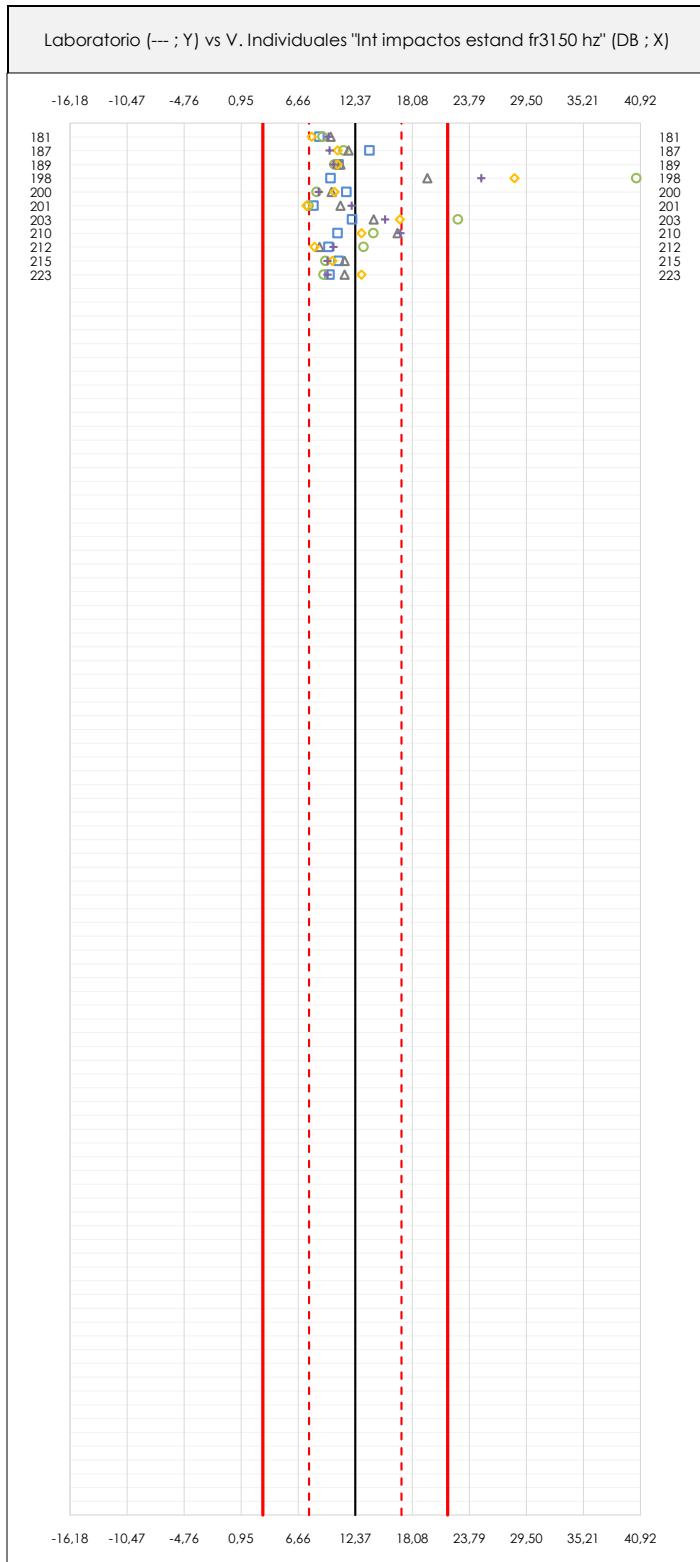
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (12,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (17,00/7,75 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (21,62/3,12 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (12,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (17,00/7,75 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (21,62/3,12 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	8,80	9,10	9,90	8,00	9,70	9,10	0,758	-26,45	✓	
187	13,80	11,20	11,70	10,60	9,80	11,42	1,507	-7,70	✓	
189	10,70	10,30	10,90	10,60	10,20	10,54	0,288	-14,82	✓	
198	9,90	40,50	19,60	28,30	25,00	24,66	11,266	99,30	✓	
200	11,50	8,50	10,00	10,30	8,70	9,80	1,233	-20,80	✓	
201	8,20	7,70	10,90	7,50	12,00	9,26	2,053	-25,16	✓	
203	12,06	22,65	14,21	16,85	15,36	16,23	3,995	31,14	✓	
210	10,60	14,20	16,60	13,00	16,90	14,26	2,619	15,25	✓	
212	9,70	13,20	8,80	8,30	10,20	10,04	1,917	-18,86	✓	
215	10,70	9,40	11,30	10,10	9,60	10,22	0,785	-17,40	✓	
223	9,80	9,20	11,30	13,00	9,60	10,58	1,569	-14,49	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

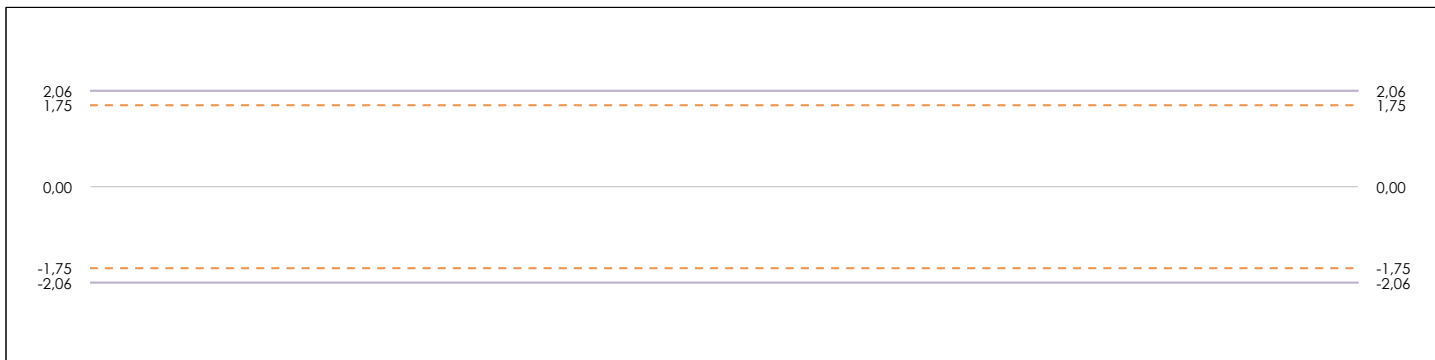
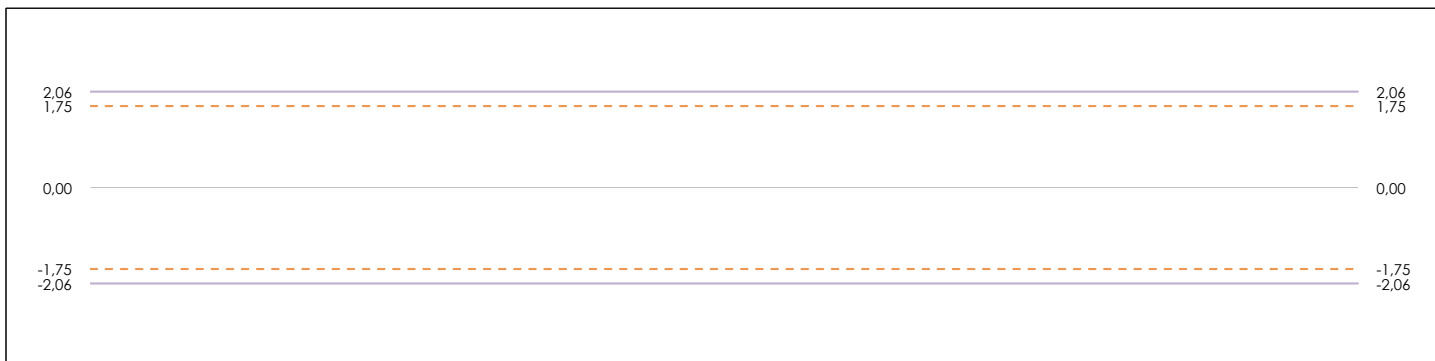
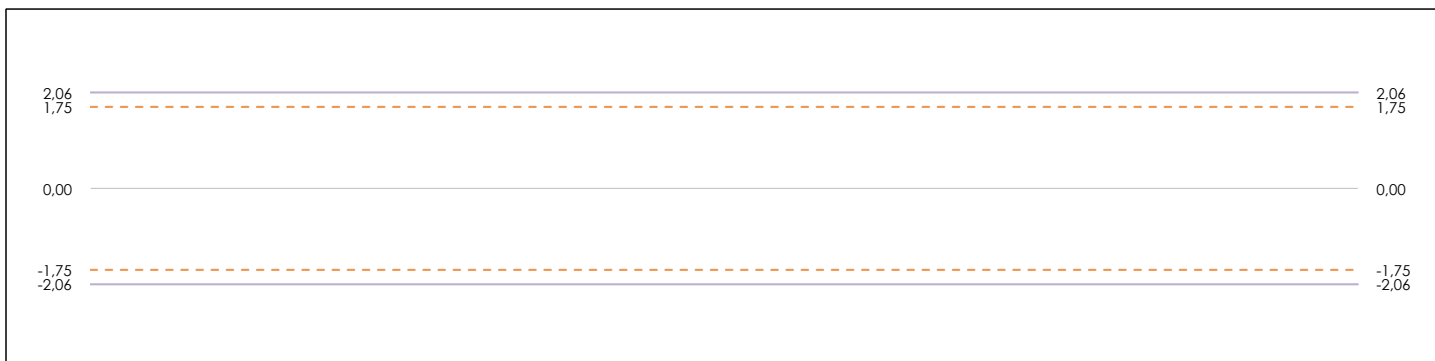
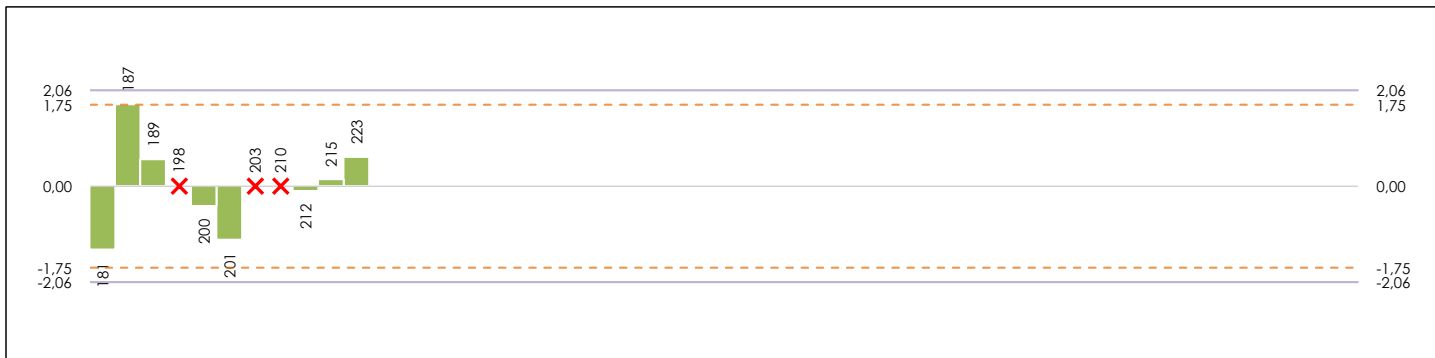
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	8,80	9,100	9,900	8,000	9,700	9,100	0,758	-10,08	-1,35	0,55		1,353		0,4043		✓
187	13,80	11,200	11,700	10,600	9,800	11,420	1,507	12,85	1,72	1,09			1,725		0,3920	✓
189	10,70	10,300	10,900	10,600	10,200	10,540	0,288	4,15	0,56	0,21						✓
198	9,90	40,500	19,600	28,300	25,000	24,660	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	11,50	8,500	10,000	10,300	8,700	9,800	1,233	-3,16	-0,42	0,89						✓
201	8,20	7,700	10,900	7,500	12,000	9,260	2,053	-8,50	-1,14	1,48				0,4043		✓
203	12,06	22,650	14,210	16,850	15,360	16,226	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
210	10,60	14,200	16,600	13,000	16,900	14,260	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
212	9,70	13,200	8,800	8,300	10,200	10,040	1,917	-0,79	-0,11	1,38						✓
215	10,70	9,400	11,300	10,100	9,600	10,220	0,785	0,99	0,13	0,57						✓
223	9,80	9,200	11,300	13,000	9,600	10,580	1,569	4,55	0,61	1,13					0,3920	✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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:

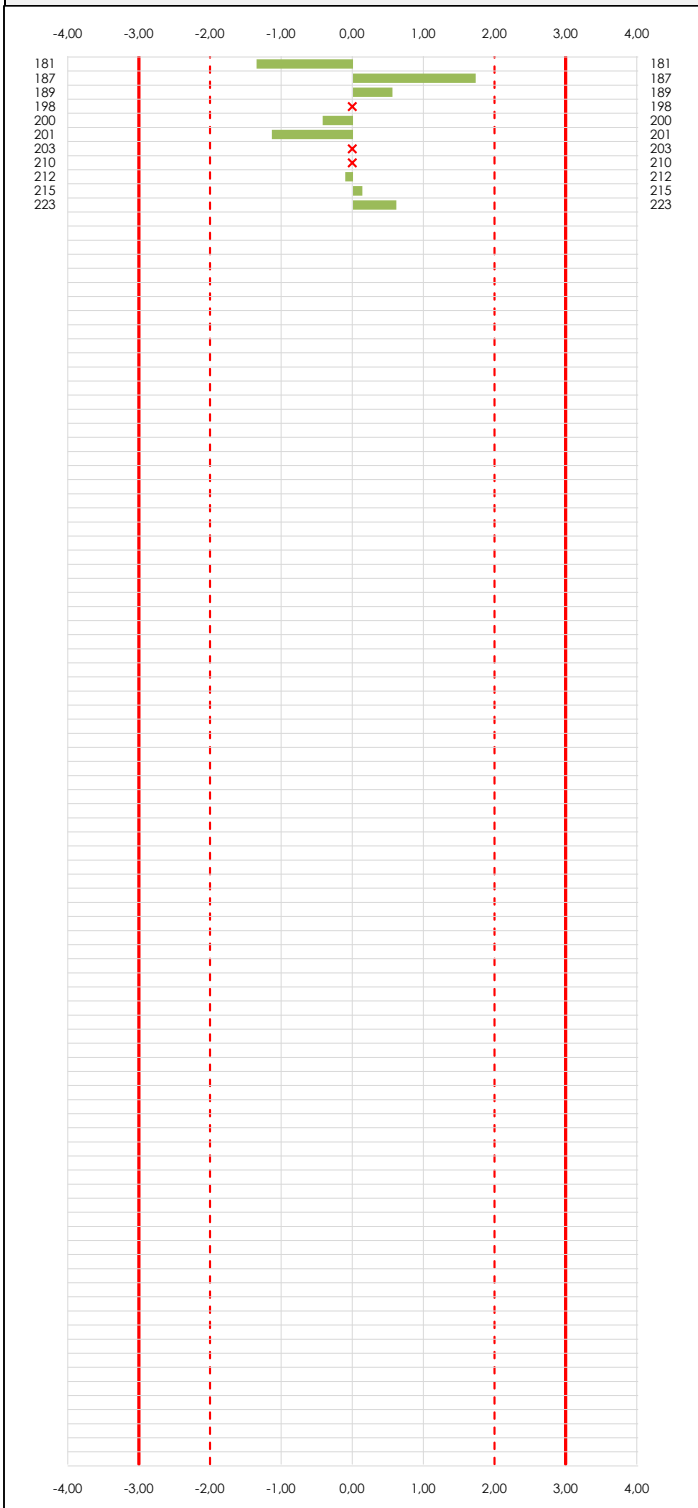
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

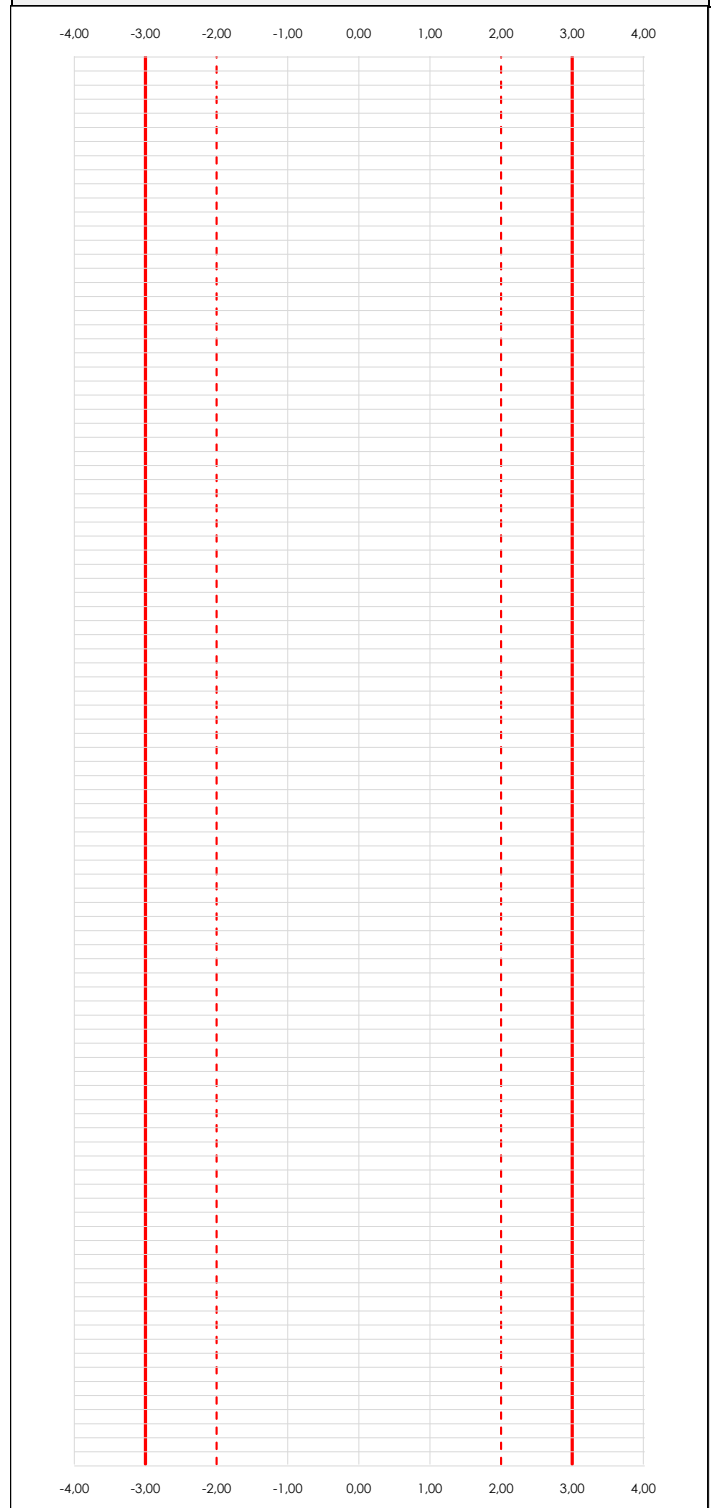
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr3150 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr3150 hz" (---; eje X)



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	8,80	9,10	9,90	8,00	9,70	9,10	0,758	-10,08	✓	✓	✓			-1,353	S
187	13,80	11,20	11,70	10,60	9,80	11,42	1,507	12,85	✓	✓	✓			1,725	S
189	10,70	10,30	10,90	10,60	10,20	10,54	0,288	4,15	✓	✓	✓			0,557	S
198	9,90	40,50	19,60	28,30	25,00	24,66	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	11,50	8,50	10,00	10,30	8,70	9,80	1,233	-3,16	✓	✓	✓			-0,425	S
201	8,20	7,70	10,90	7,50	12,00	9,26	2,053	-8,50	✓	✓	✓			-1,141	S
203	12,06	22,65	14,21	16,85	15,36	16,23	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
210	10,60	14,20	16,60	13,00	16,90	14,26	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
212	9,70	13,20	8,80	8,30	10,20	10,04	1,917	-0,79	✓	✓	✓			-0,106	S
215	10,70	9,40	11,30	10,10	9,60	10,22	0,785	0,99	✓	✓	✓			0,133	S
223	9,80	9,20	11,30	13,00	9,60	10,58	1,569	4,55	✓	✓	✓			0,610	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

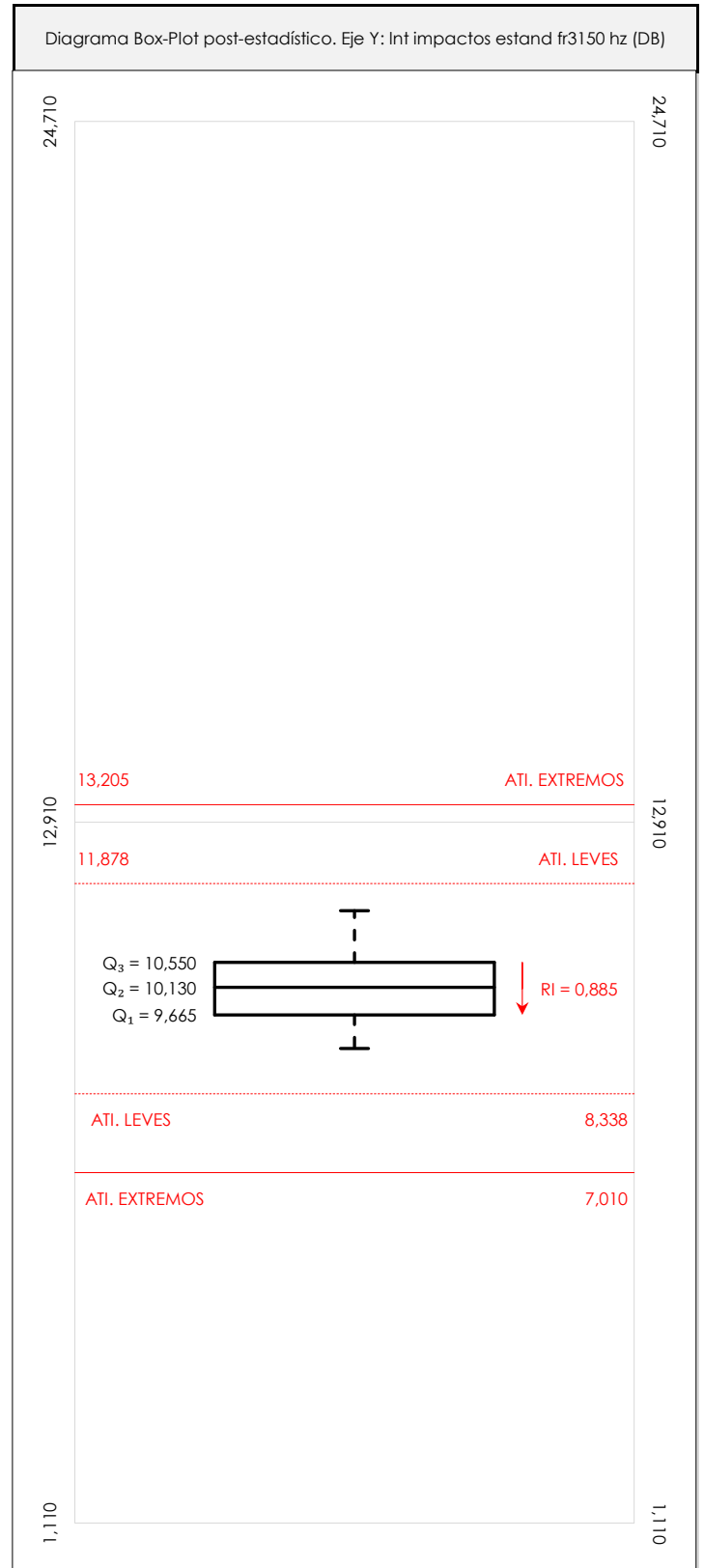
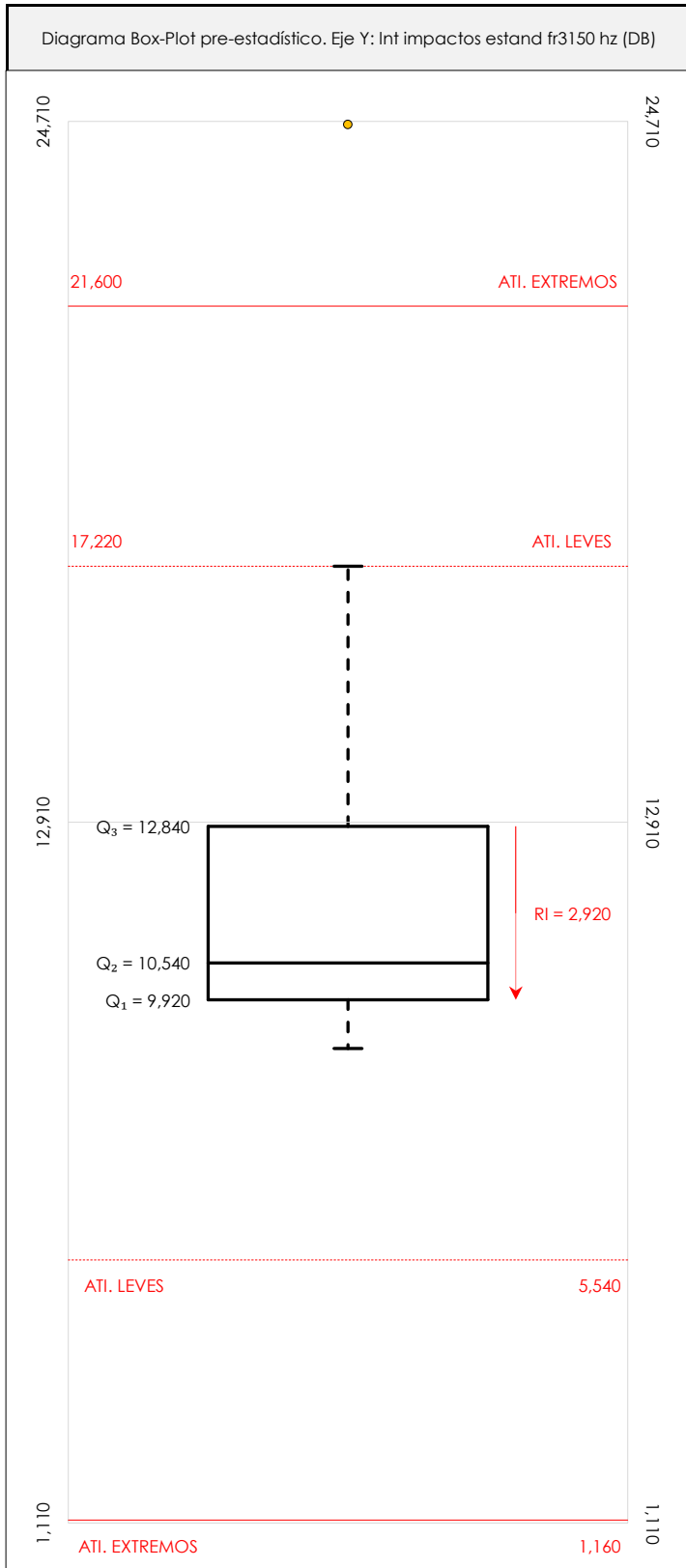
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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 3 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	13,80	40,50	19,60	28,30	25,00	24,66	13,80	13,20	11,70	13,00	12,00	11,42
Valor Mínimo (min ; %)	8,20	7,70	8,80	7,50	8,70	9,10	8,20	7,70	8,80	7,50	8,70	9,10
Valor Promedio (M ; %)	10,52	14,18	12,29	12,41	12,46	12,37	10,40	9,83	10,60	9,80	9,98	10,12
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,55	9,68	3,24	5,91	4,91	4,63	1,74	1,73	0,96	1,80	0,94	0,75
Coef. Variación (CV ; ---)	0,15	0,68	0,26	0,48	0,39	0,37	0,17	0,18	0,09	0,18	0,09	0,07
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	15,015	10,741	18,393	33,408	16,021	1,927	3,848	0,183	2,110	4,026		
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%	2,06	1,71	0,366	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,308	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

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

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)****Introducción****Criterios de análisis establecidos****SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr4000 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

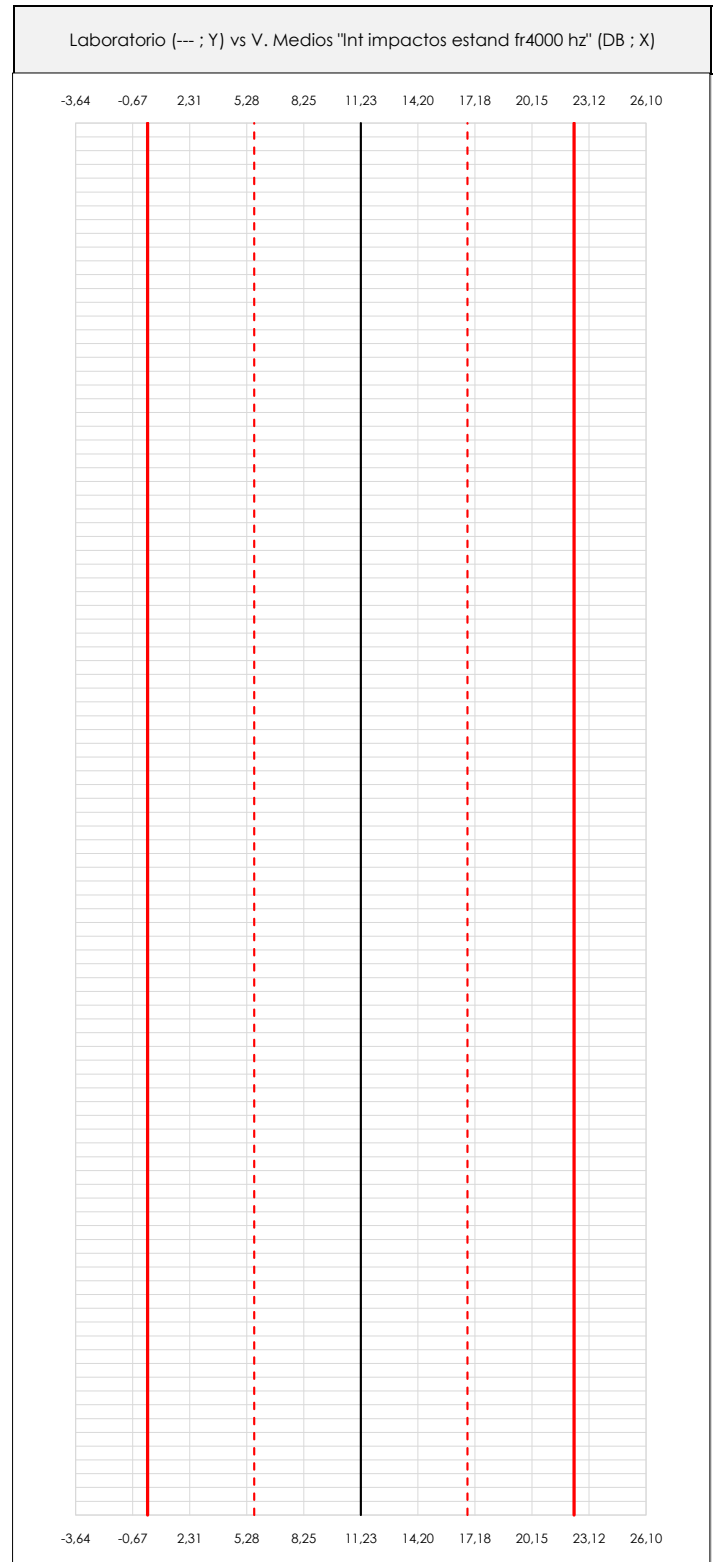
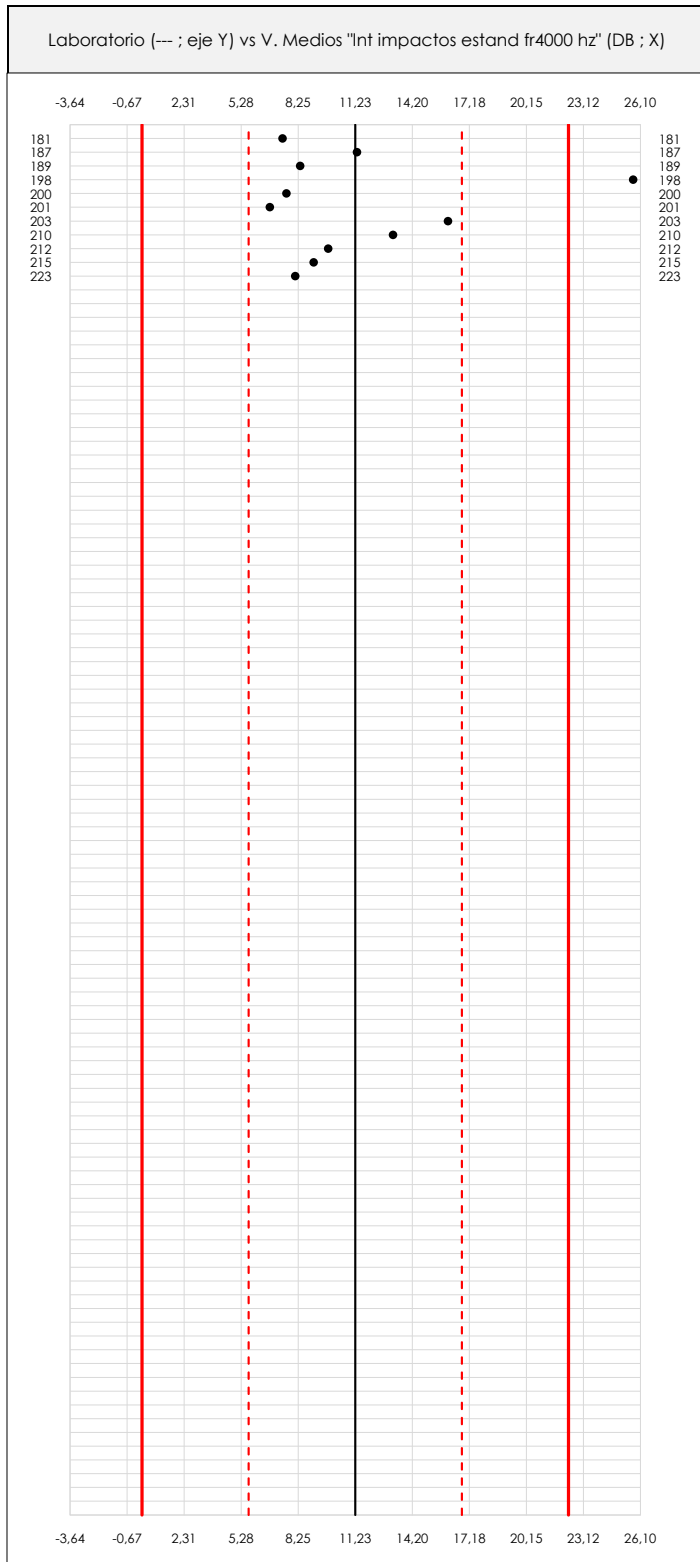
03. Análisis C: Evaluación Z-Score. La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

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

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

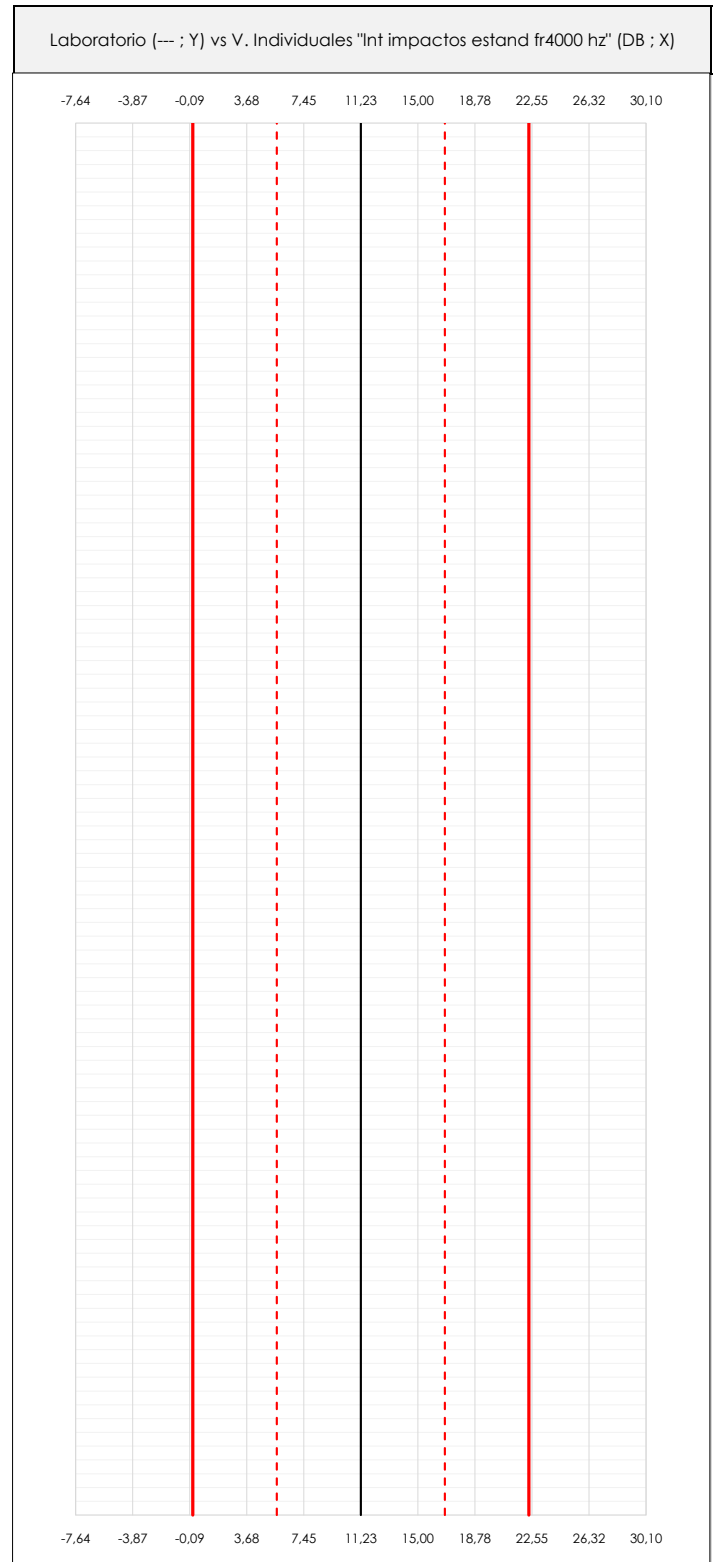
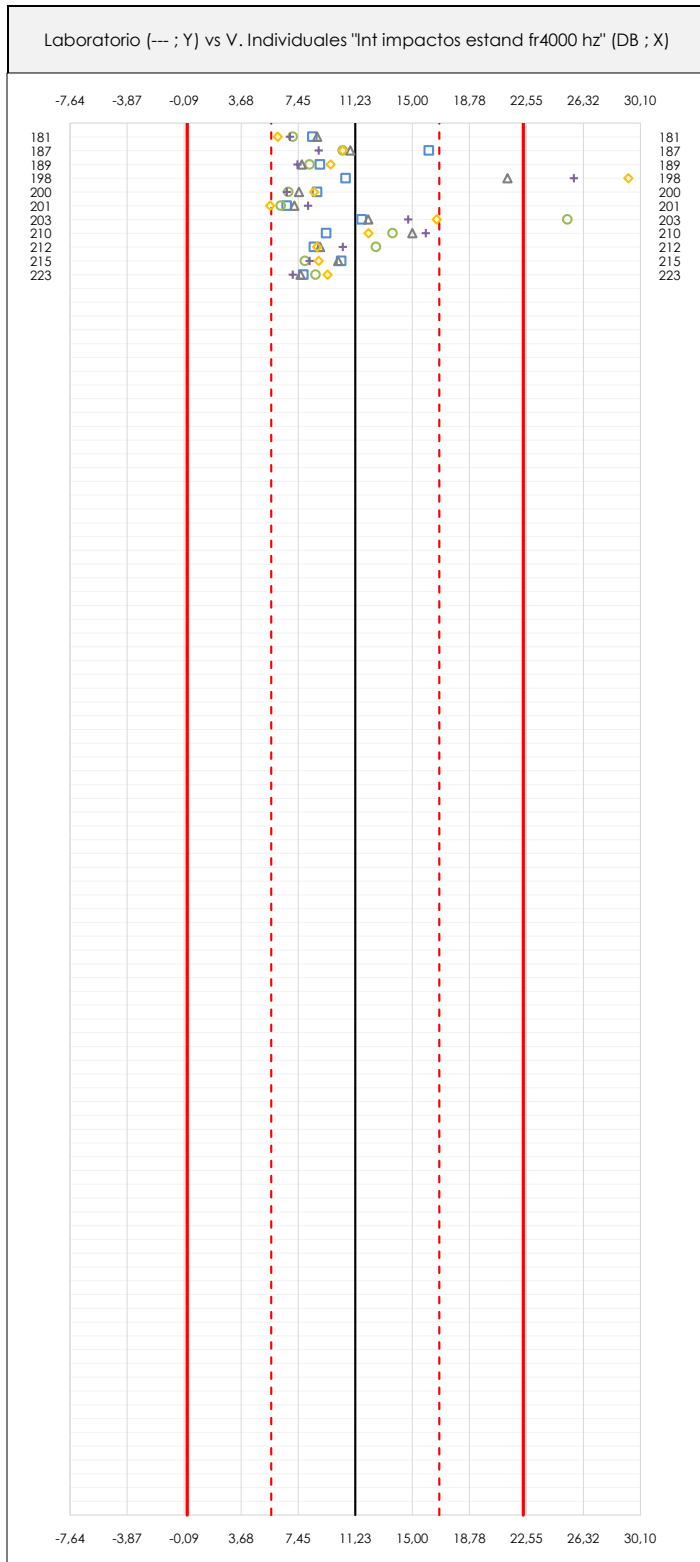
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (11,23 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (16,79/5,67 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (22,35/0,11 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (11,23 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (16,79/5,67 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (22,35/0,11 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	8,40	7,10	8,70	6,10	6,90	7,44	1,085	-33,74	✓	
187	16,10	10,40	10,90	10,40	8,80	11,32	2,787	0,82	✓	
189	8,90	8,20	7,70	9,60	7,40	8,36	0,896	-25,54	✓	
198	10,60	41,70	21,30	29,30	25,70	25,72	11,361	129,07	✓	
200	8,70	6,80	7,50	8,50	6,70	7,64	0,932	-31,96	✓	
201	6,70	6,30	7,20	5,60	8,10	6,78	0,942	-39,62	✓	
203	11,65	25,27	12,09	16,61	14,72	16,07	5,526	43,11	✓	
210	9,30	13,70	15,00	12,10	15,90	13,20	2,608	17,56	✓	
212	8,50	12,60	8,90	8,70	10,40	9,82	1,725	-12,54	✓	
215	10,30	7,90	10,10	8,80	8,20	9,06	1,092	-19,31	✓	
223	7,80	8,60	7,60	9,40	7,10	8,10	0,906	-27,86	✓	

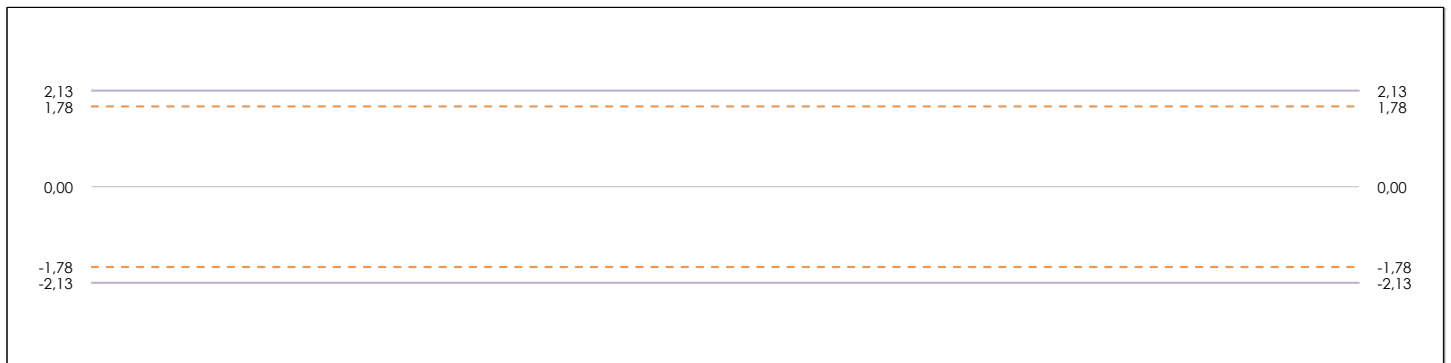
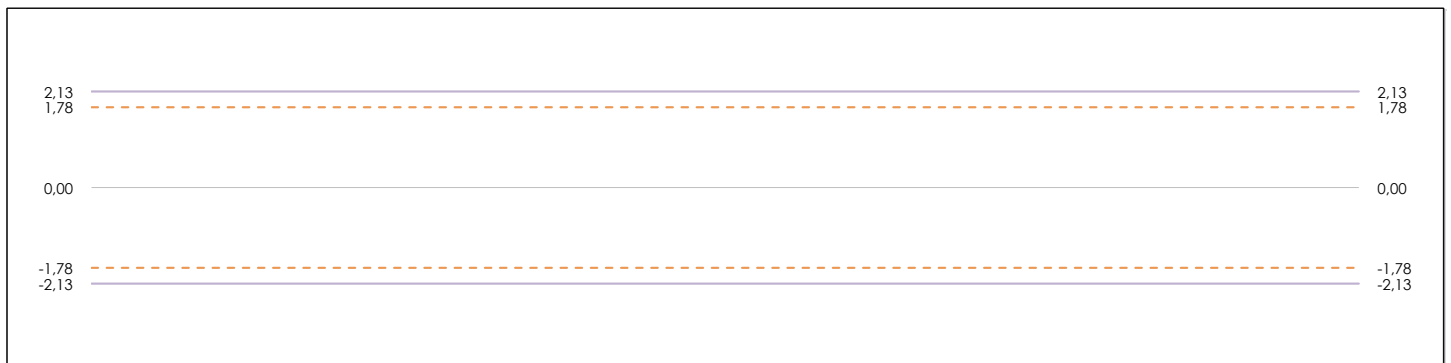
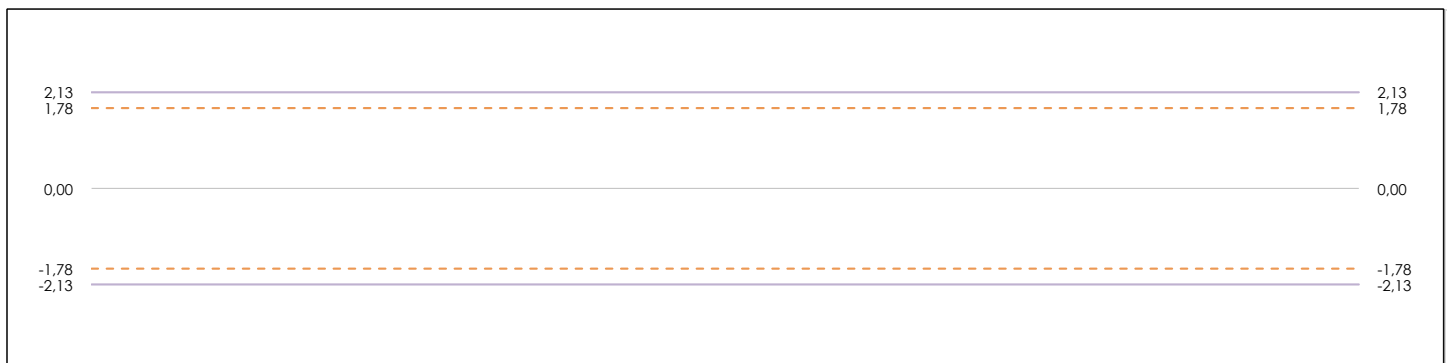
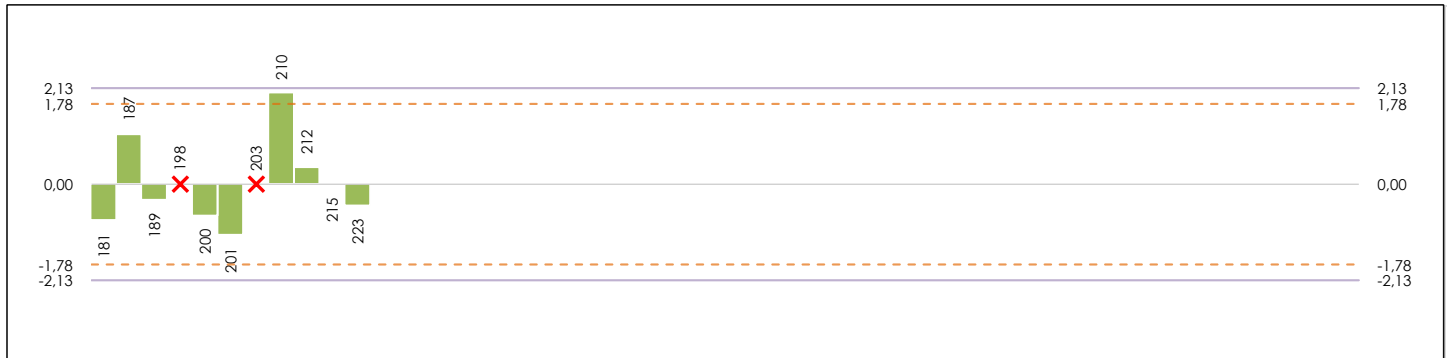
NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

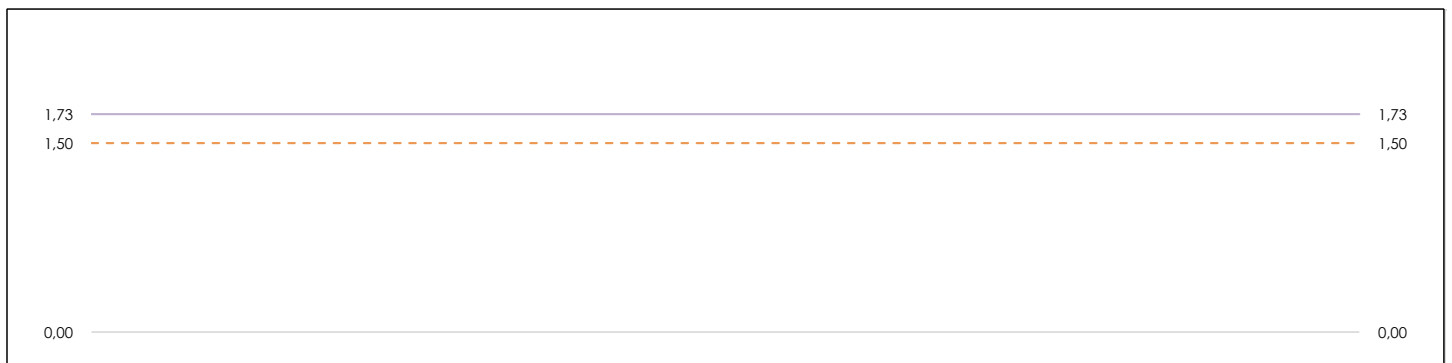
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	8,40	7,100	8,700	6,100	6,900	7,440	1,085	-18,06	-0,79	0,67				0,7007		✓
187	16,10	10,400	10,900	10,400	8,800	11,320	2,787	24,67	1,09	1,73**	0,333				0,1849	✓
189	8,90	8,200	7,700	9,600	7,400	8,360	0,896	-7,93	-0,35	0,56						✓
198	10,60	41,700	21,300	29,300	25,700	25,720	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	8,70	6,800	7,500	8,500	6,700	7,640	0,932	-15,86	-0,70	0,58						✓
201	6,70	6,300	7,200	5,600	8,100	6,780	0,942	-25,33	-1,11	0,59		1,114		0,7007		✓
203	11,65	25,270	12,090	16,610	14,720	16,068	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
210	9,30	13,700	15,000	12,100	15,900	13,200	2,608	45,37	2,00*	1,62*	0,333		1,996		0,1849	✓
212	8,50	12,600	8,900	8,700	10,400	9,820	1,725	8,15	0,36	1,07						✓
215	10,30	7,900	10,100	8,800	8,200	9,060	1,092	-0,22	-0,01	0,68						✓
223	7,80	8,600	7,600	9,400	7,100	8,100	0,906	-10,79	-0,47	0,56						✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" 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]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

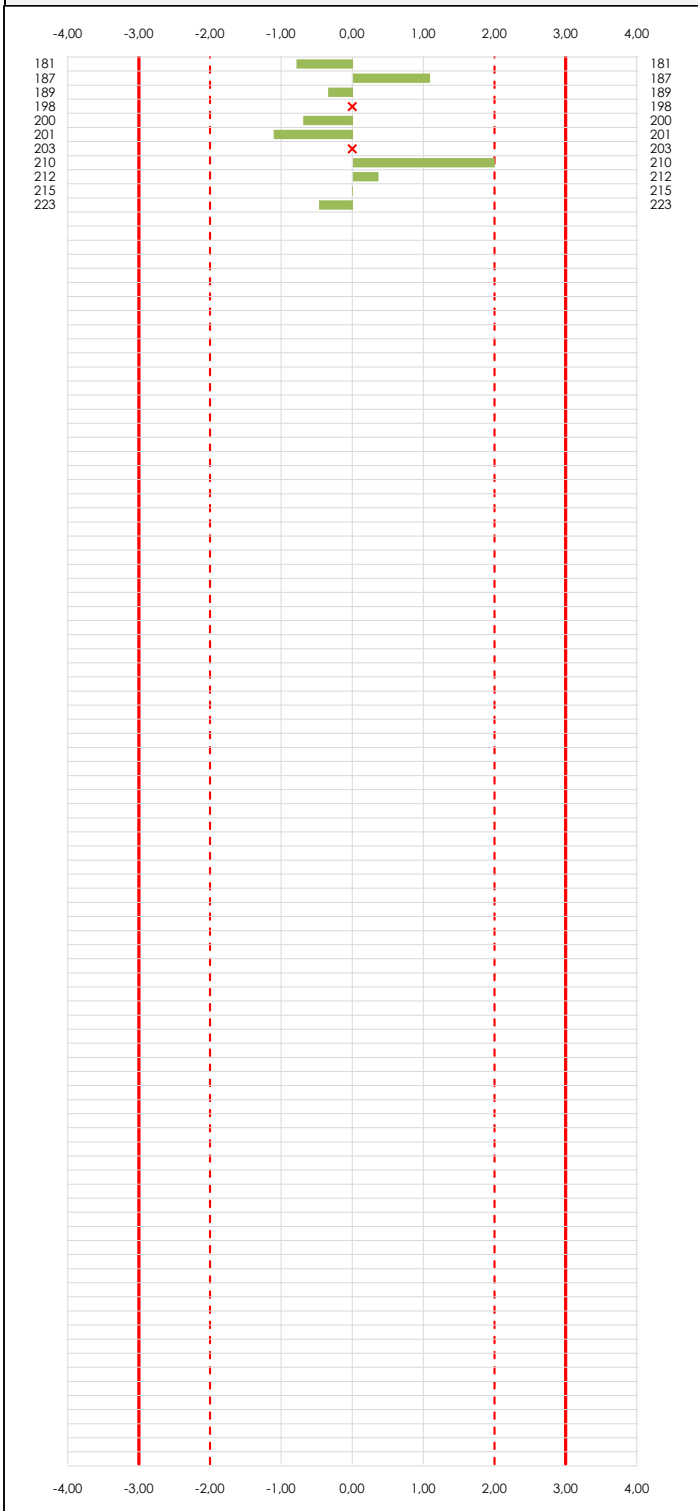


LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

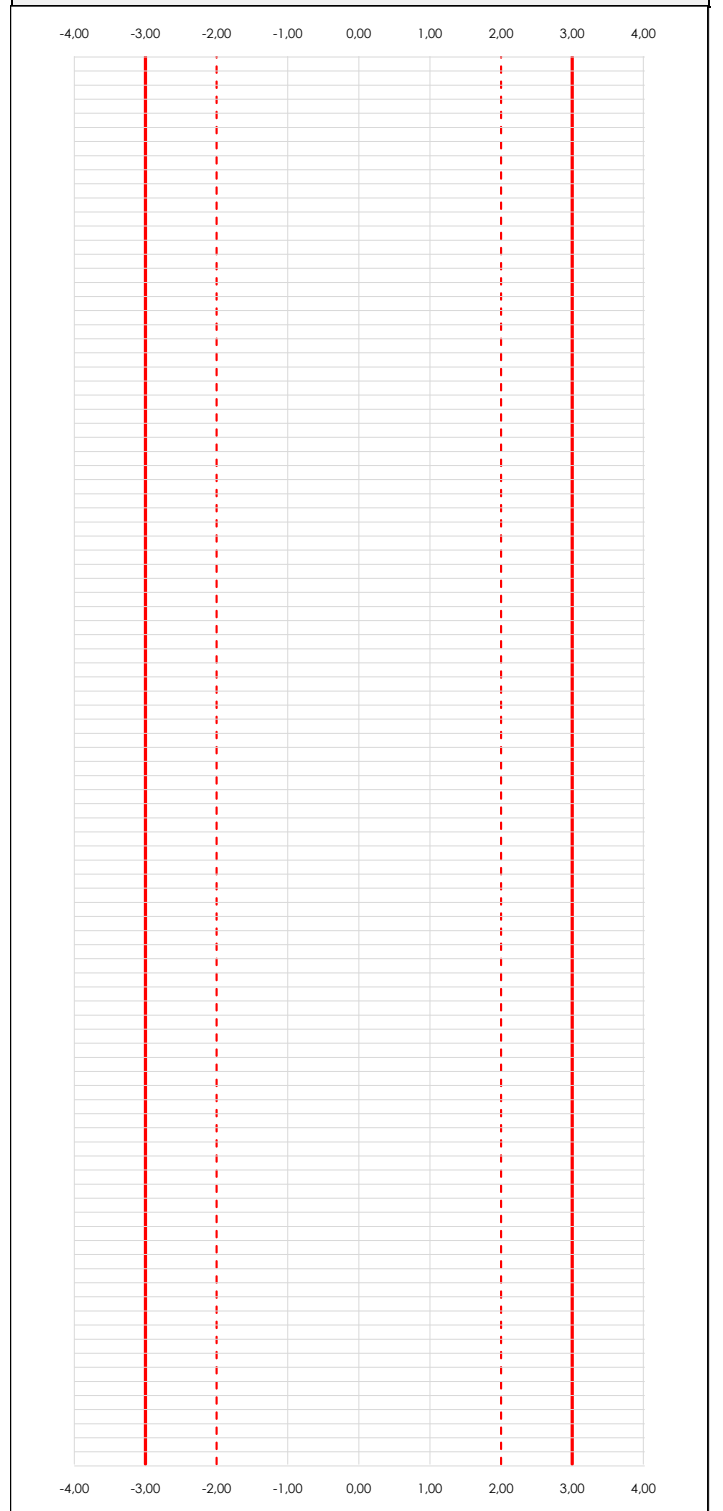
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr4000 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr4000 hz" (---; eje X)



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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	8,40	7,10	8,70	6,10	6,90	7,44	1,085	-18,06	✓	✓	✓			-0,795	S
187	16,10	10,40	10,90	10,40	8,80	11,32	2,787	24,67	✓	✓	✓			1,085	S
189	8,90	8,20	7,70	9,60	7,40	8,36	0,896	-7,93	✓	✓	✓			-0,349	S
198	10,60	41,70	21,30	29,30	25,70	25,72	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	8,70	6,80	7,50	8,50	6,70	7,64	0,932	-15,86	✓	✓	✓			-0,698	S
201	6,70	6,30	7,20	5,60	8,10	6,78	0,942	-25,33	✓	✓	✓			-1,114	S
203	11,65	25,27	12,09	16,61	14,72	16,07	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
210	9,30	13,70	15,00	12,10	15,90	13,20	2,608	45,37	✓	✓	✓			1,996	S
212	8,50	12,60	8,90	8,70	10,40	9,82	1,725	8,15	✓	✓	✓			0,359	S
215	10,30	7,90	10,10	8,80	8,20	9,06	1,092	-0,22	✓	✓	✓			-0,010	S
223	7,80	8,60	7,60	9,40	7,10	8,10	0,906	-10,79	✓	✓	✓			-0,475	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

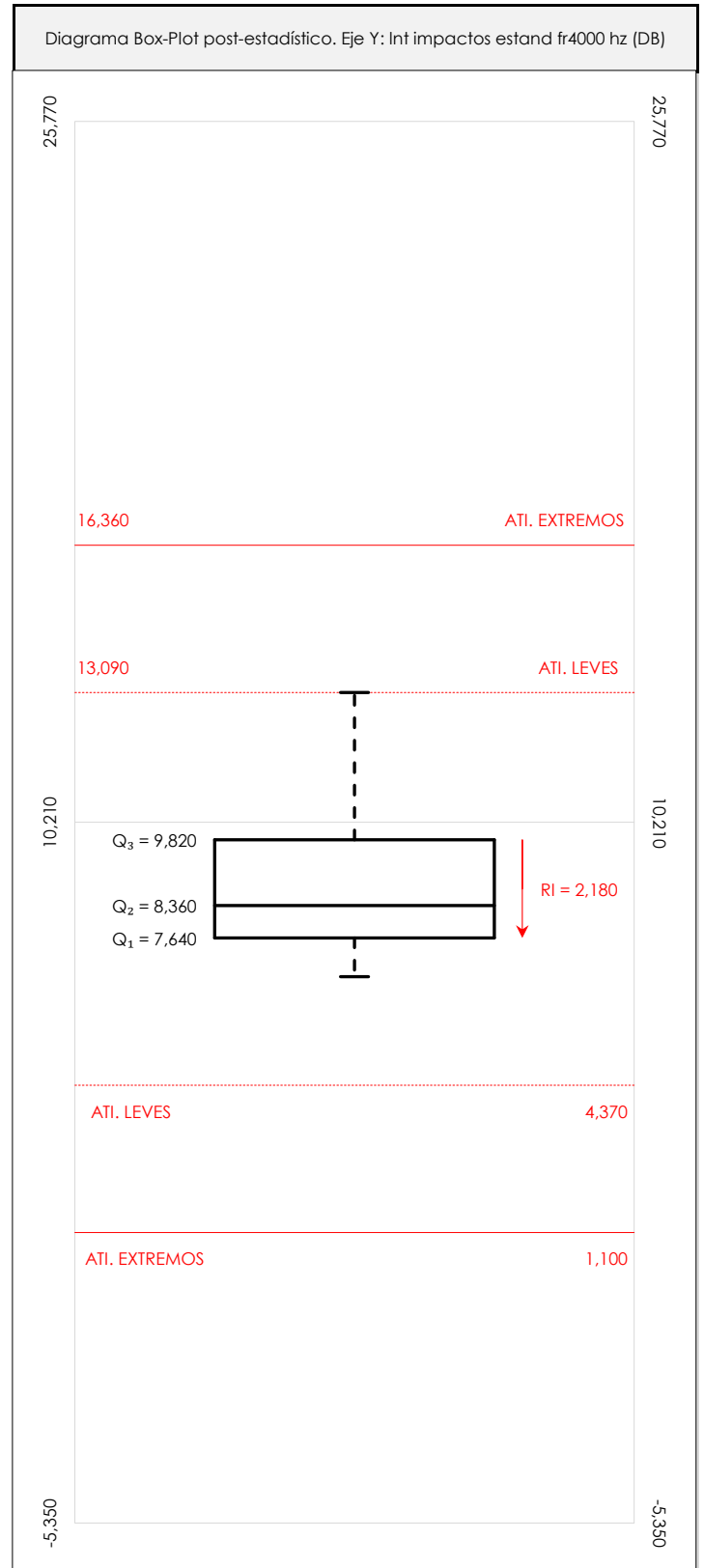
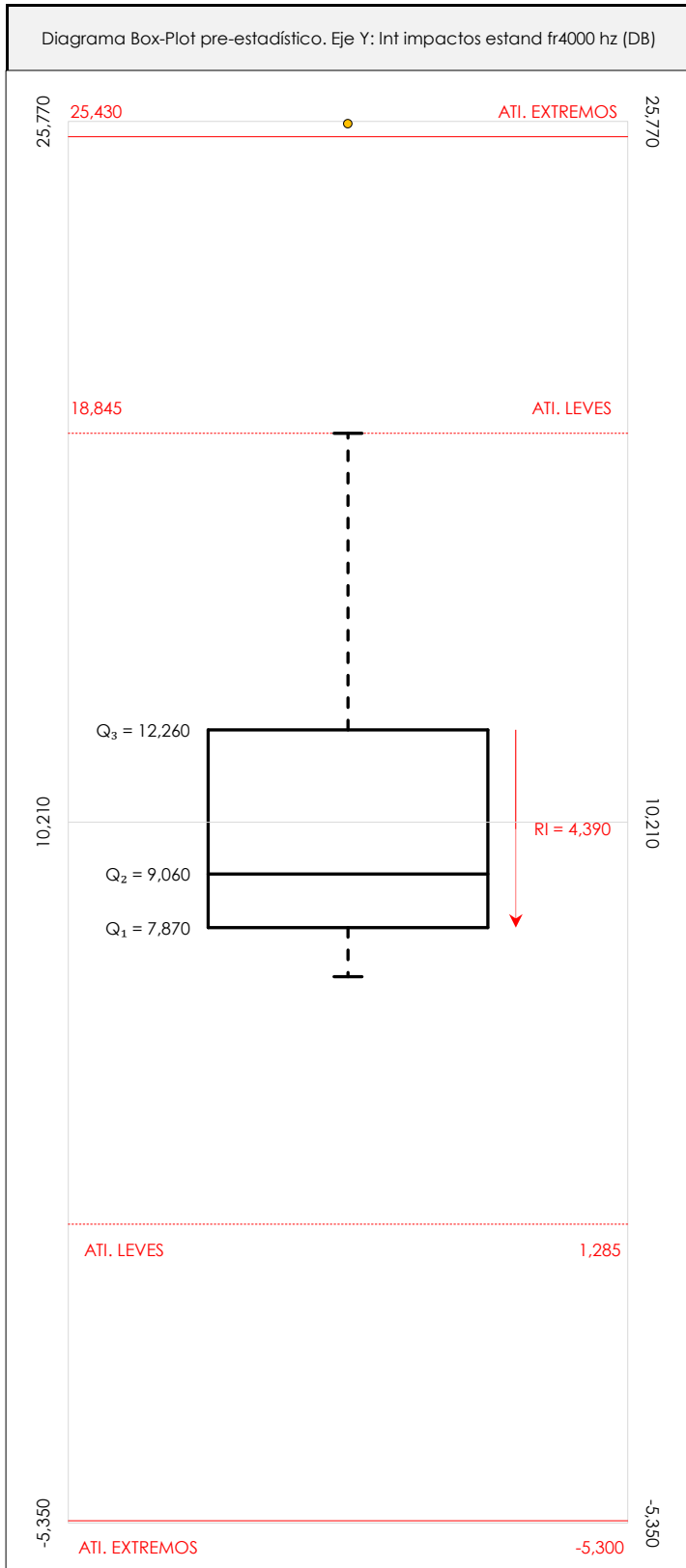
[dudoso]

[insatisfactorio]

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

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

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	16,10	41,70	21,30	29,30	25,70	25,72	16,10	13,70	15,00	12,10	15,90	13,20
Valor Mínimo (min ; %)	6,70	6,30	7,20	5,60	6,70	6,78	6,70	6,30	7,20	5,60	6,70	6,78
Valor Promedio (M ; %)	9,72	13,51	10,64	11,37	10,90	11,23	9,41	9,07	9,29	8,80	8,83	9,08
Desviación Típica (SDL ; ---)	2,52	10,80	4,26	6,64	5,82	5,56	2,70	2,62	2,48	2,00	2,89	2,06
Coef. Variación (CV ; ---)	0,26	0,80	0,40	0,58	0,53	0,50	0,29	0,29	0,27	0,23	0,33	0,23
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	16,628	11,303	27,578	44,206	18,430		2,588	4,459	3,741	6,329	6,974	
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	0,366	2,387	0,0851	2,13	1,73	0,425	2,387	0,0851
Nivel de Significación 5%	1,78	1,50	0,308	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: 9 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 analysis of variance).

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

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

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ

CICEComité de Infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)****Introducción**

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int impactos estand fr5000 hz", está basado en los protocolos EILA21 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

- A. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
- B. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
- C. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
- D. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
- E. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
- F. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
- G. No haber completado total y correctamente las hojas de ensayo, pues es posible que falte información para analizar parámetros importantes o que ayuden a explicar datos incorrectos.
- H. Cualquier otra incidencia o desviación de los resultados que afecte al conjunto de los datos analizados.

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

- A. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y "GSimp y GDoB" de Grubbs, pudiendo salir un resultado correcto (X sobre fondo blanco), anómalo (X* sobre fondo rosa) o aberrante (X** sobre fondo morado), para todos o cada uno de ellos.
- B. Un laboratorio será considerado como apto, si el binomio Mandel-Cochran y el método de Grubbs no demuestran la presencia de resultados anómalos o aberrantes en comparación con los del resto de participantes. En caso contrario, el laboratorio afectado será excluido y por ende no tenido en cuenta para someterlo al análisis Z-Score.
- C. Binomio Mandel-Cochran. Si el ensayo de Mandel justifica para algún laboratorio (en cualquiera de sus estadísticos) la presencia de un valor anómalo o aberrante, antes de considerarlo como no apto se analiza el parámetro de Cochran. En caso de que éste último sea correcto, los resultados del laboratorio se considerarán aceptables. En caso contrario, el laboratorio será descartado.
- D. Método de Grubbs. Si el ensayo de Grubbs Simple demuestra que los resultados de alguno de los laboratorios son aberrantes o anómalos, finaliza el análisis y el laboratorio en cuestión deberá ser excluido. En caso de que éste método no demuestre la existencia de algún valor extraño, se lleva a cabo entonces el ensayo de Grubbs Doble aplicando los mismos criterios que para el método simple.

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

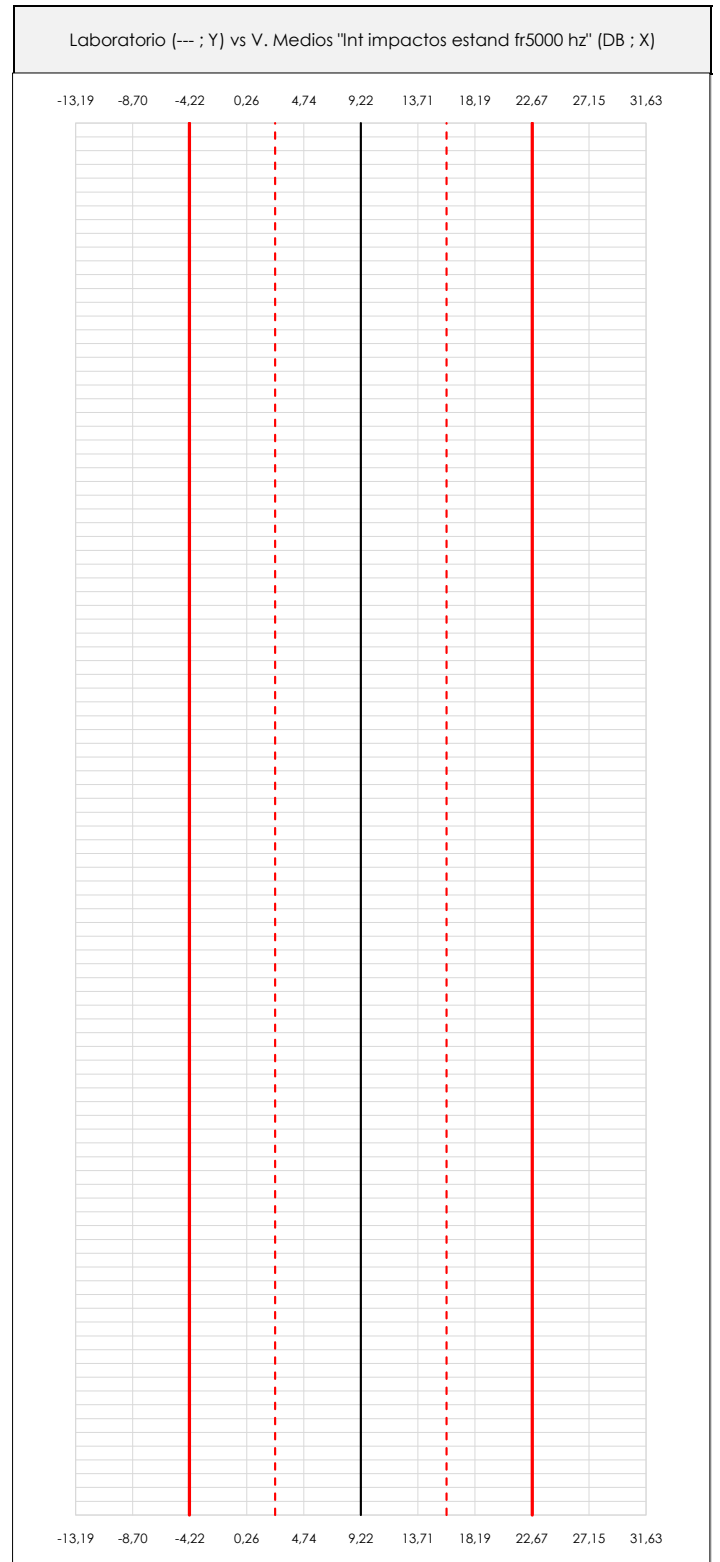
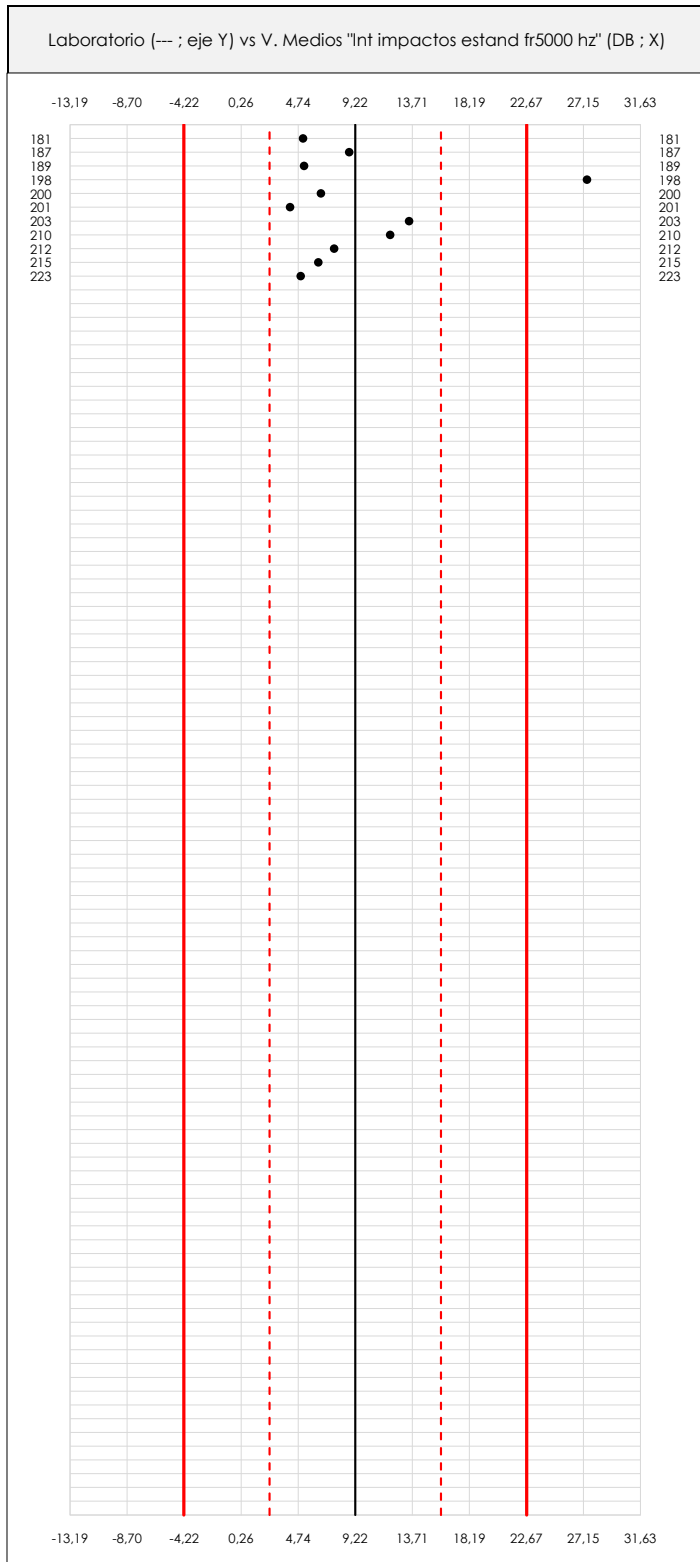
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

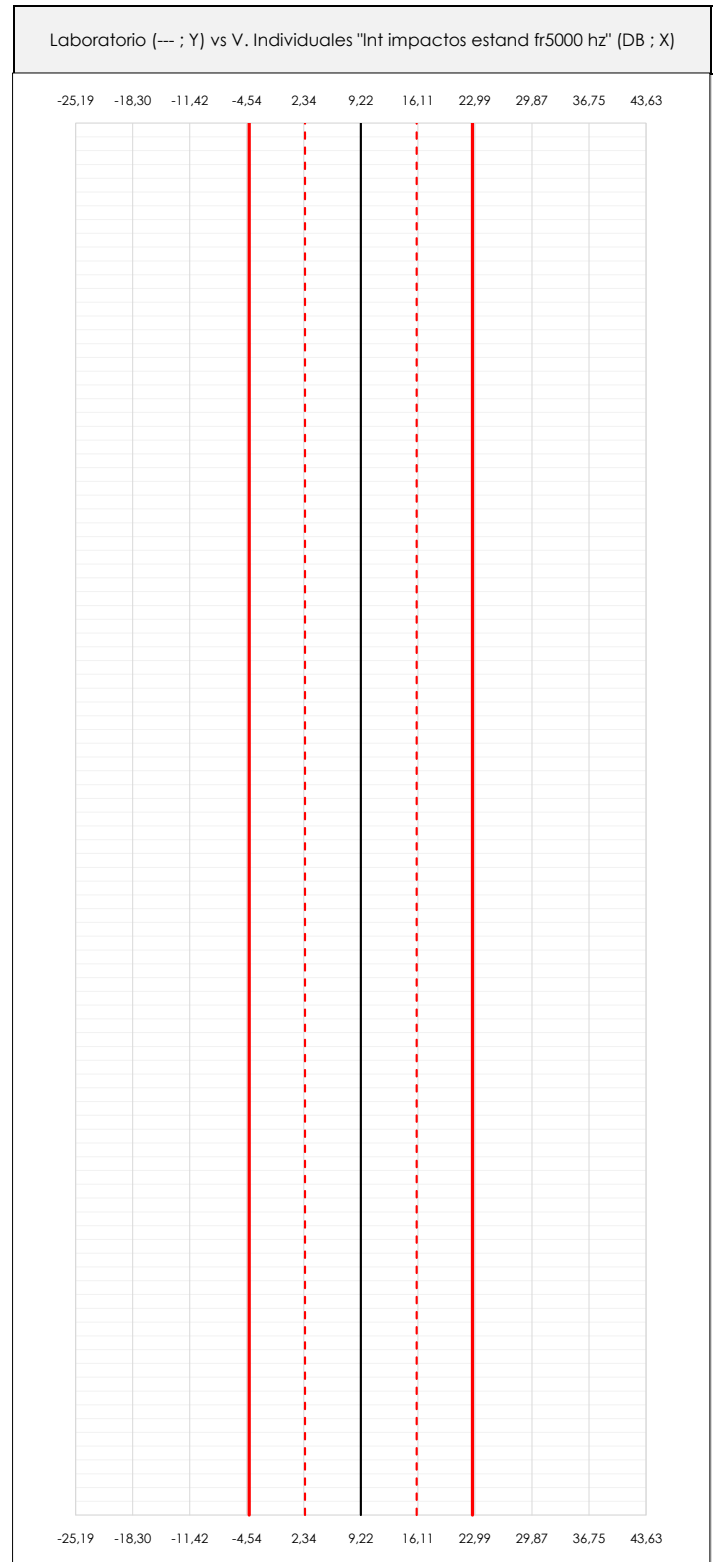
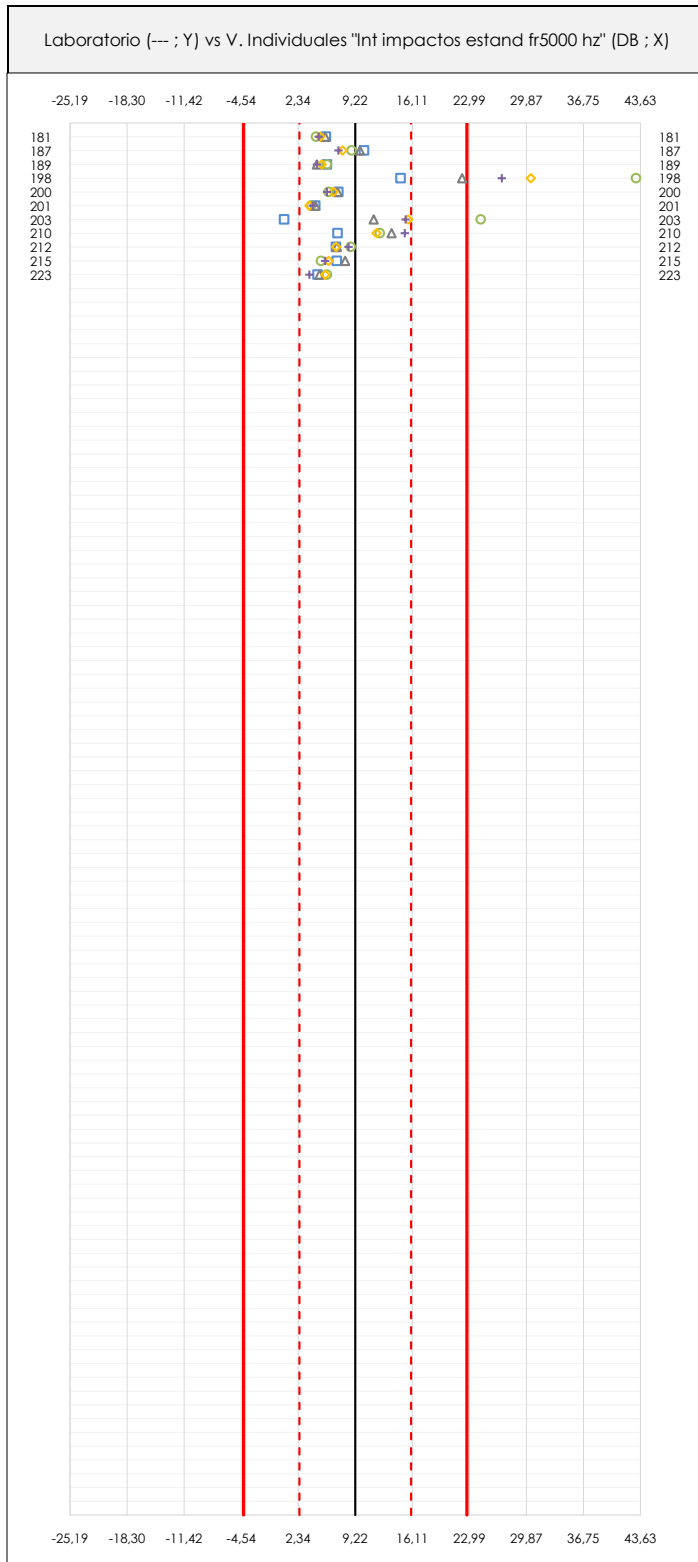
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (9,22 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (15,96/2,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (22,69/-4,24 ; 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.

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (9,22 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (15,96/2,49 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (22,69/-4,24 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
181	5,70	4,50	5,60	5,00	4,80	5,12	0,517	-44,50	✓	
187	10,30	8,80	9,80	7,70	7,20	8,76	1,324	-5,04	✓	
189	5,80	5,80	4,60	5,20	4,60	5,20	0,600	-43,63	✓	
198	14,70	43,10	22,10	30,40	26,90	27,44	10,549	197,46	✓	
200	7,20	6,00	7,10	6,60	5,80	6,54	0,631	-29,10	✓	
201	4,40	3,90	4,40	3,70	4,10	4,10	0,308	-55,55	✓	
203	0,65	24,38	11,44	15,60	15,29	13,47	8,593	46,04	✓	
210	7,10	12,20	13,60	11,80	15,20	11,98	3,037	29,87	✓	
212	6,90	8,70	7,00	6,90	8,40	7,58	0,893	-17,83	✓	
215	7,00	5,10	8,00	6,00	5,60	6,34	1,161	-31,27	✓	
223	4,70	5,80	4,90	5,60	3,70	4,94	0,832	-46,45	✓	

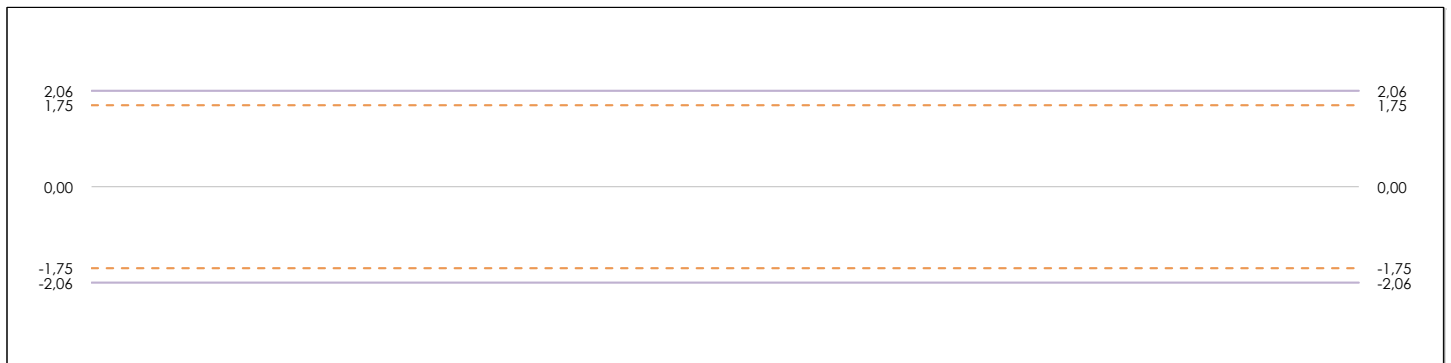
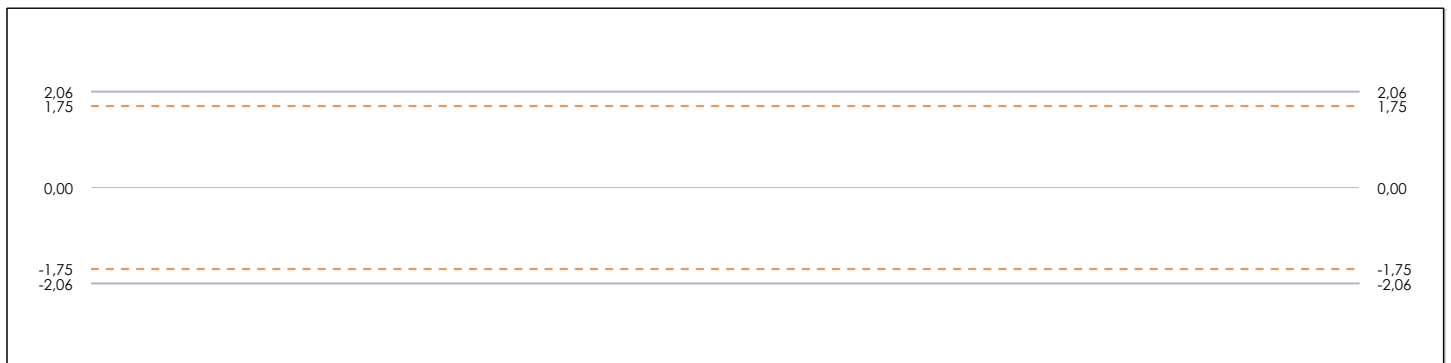
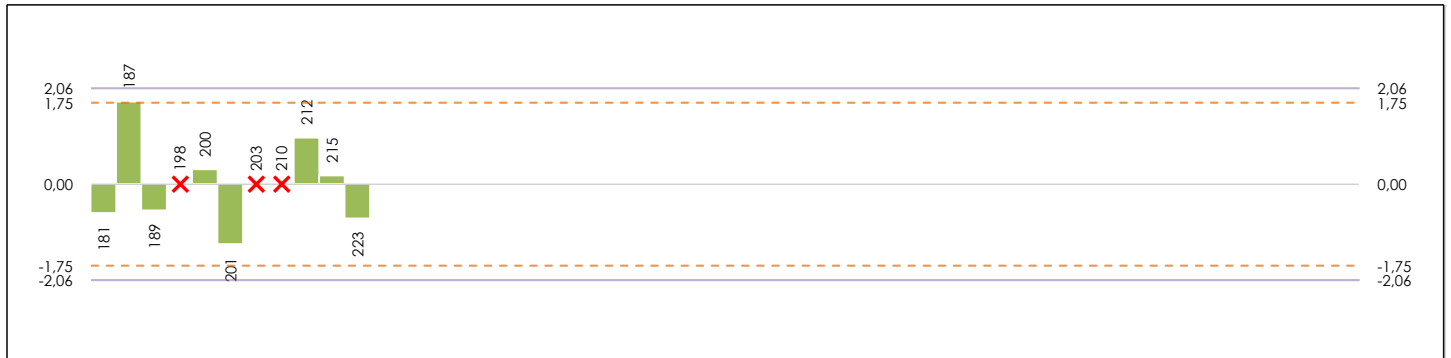
NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- ⁰³ Los resultados aportados por los laboratorios podrán ser descartados (X) si no cumplen con los criterios establecidos en el protocolo EILA o si no han realizado el ensayo conforme a norma.
- ⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

Las líneas continuas de color morado (indicador estadístico para un 1% de significación) marca el límite a partir del cual un valor es considerado aberrante y las discontinuas de color rosáceo (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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

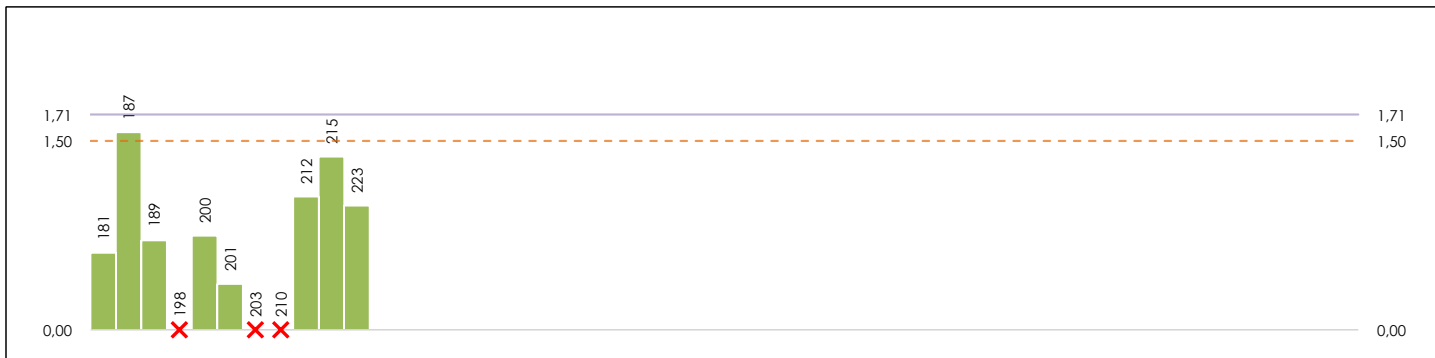
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S _{Li}	D _{i arit %}	h _i	k _i	C _i	G _{sim Inf}	G _{sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
181	5,70	4,500	5,600	5,000	4,800	5,120	0,517	-15,69	-0,62	0,61						✓
187	10,30	8,800	9,800	7,700	7,200	8,760	1,324	44,26	1,74	1,57*	0,307		1,744		0,2525	✓
189	5,80	5,800	4,600	5,200	4,600	5,200	0,600	-14,37	-0,57	0,71						✓
198	14,70	43,100	22,100	30,400	26,900	27,440	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
200	7,20	6,000	7,100	6,600	5,800	6,540	0,631	7,70	0,30	0,75						✓
201	4,40	3,900	4,400	3,700	4,100	4,100	0,308	-32,48	-1,28	0,36		1,280		0,5922		✓
203	0,65	24,380	11,440	15,600	15,290	13,472	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
210	7,10	12,200	13,600	11,800	15,200	11,980	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
212	6,90	8,700	7,000	6,900	8,400	7,580	0,893	24,83	0,98	1,06				0,2525		✓
215	7,00	5,100	8,000	6,000	5,600	6,340	1,161	4,41	0,17	1,37						✓
223	4,70	5,800	4,900	5,600	3,700	4,940	0,832	-18,65	-0,73	0,99				0,5922		✓

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i 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]

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

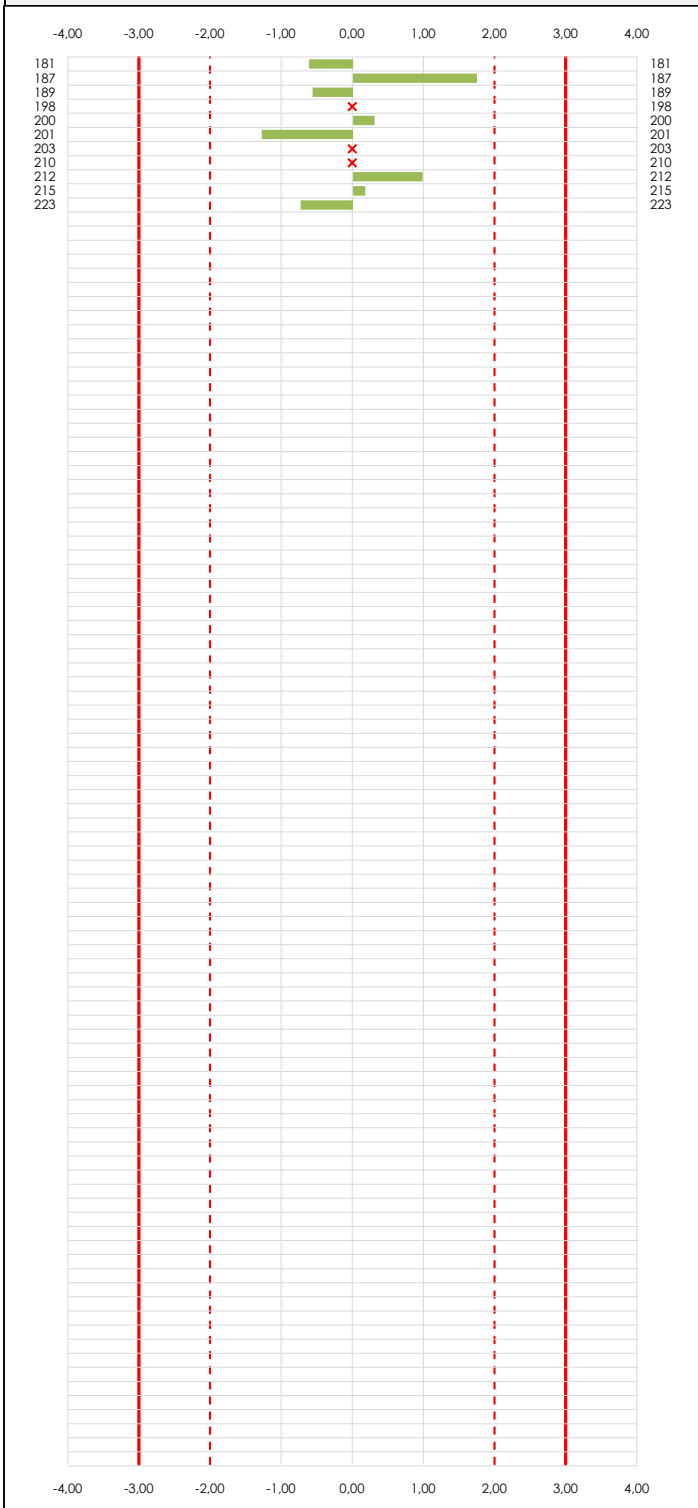


LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

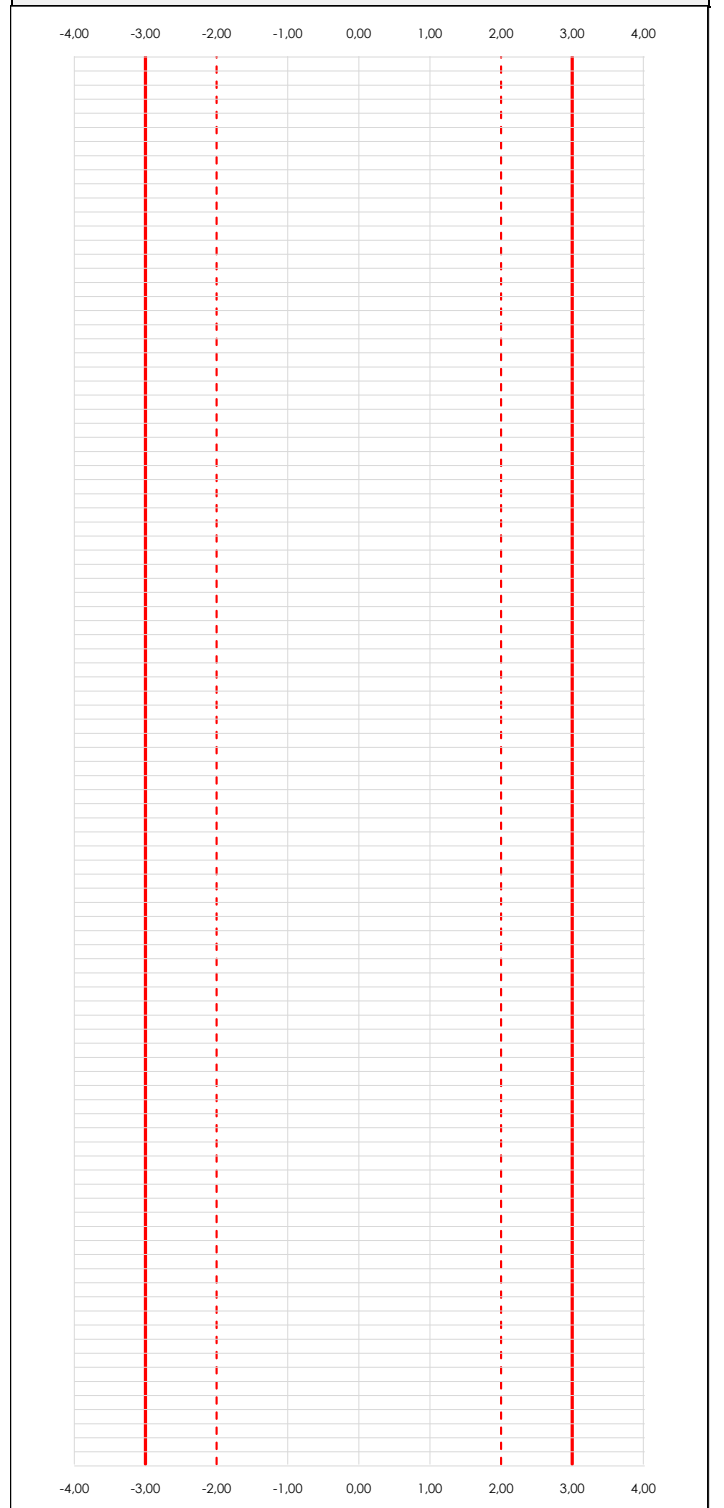
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr5000 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr5000 hz" (---; eje X)



ANÁLISIS GRÁFICO 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
181	5,70	4,50	5,60	5,00	4,80	5,12	0,517	-15,69	✓	✓	✓			-0,618	S
187	10,30	8,80	9,80	7,70	7,20	8,76	1,324	44,26	✓	✓	✓			1,744	S
189	5,80	5,80	4,60	5,20	4,60	5,20	0,600	-14,37	✓	✓	✓			-0,566	S
198	14,70	43,10	22,10	30,40	26,90	27,44	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
200	7,20	6,00	7,10	6,60	5,80	6,54	0,631	7,70	✓	✓	✓			0,303	S
201	4,40	3,90	4,40	3,70	4,10	4,10	0,308	-32,48	✓	✓	✓			-1,280	S
203	0,65	24,38	11,44	15,60	15,29	13,47	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	7,10	12,20	13,60	11,80	15,20	11,98	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
212	6,90	8,70	7,00	6,90	8,40	7,58	0,893	24,83	✓	✓	✓			0,978	S
215	7,00	5,10	8,00	6,00	5,60	6,34	1,161	4,41	✓	✓	✓			0,174	S
223	4,70	5,80	4,90	5,60	3,70	4,94	0,832	-18,65	✓	✓	✓			-0,735	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{i j} con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

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

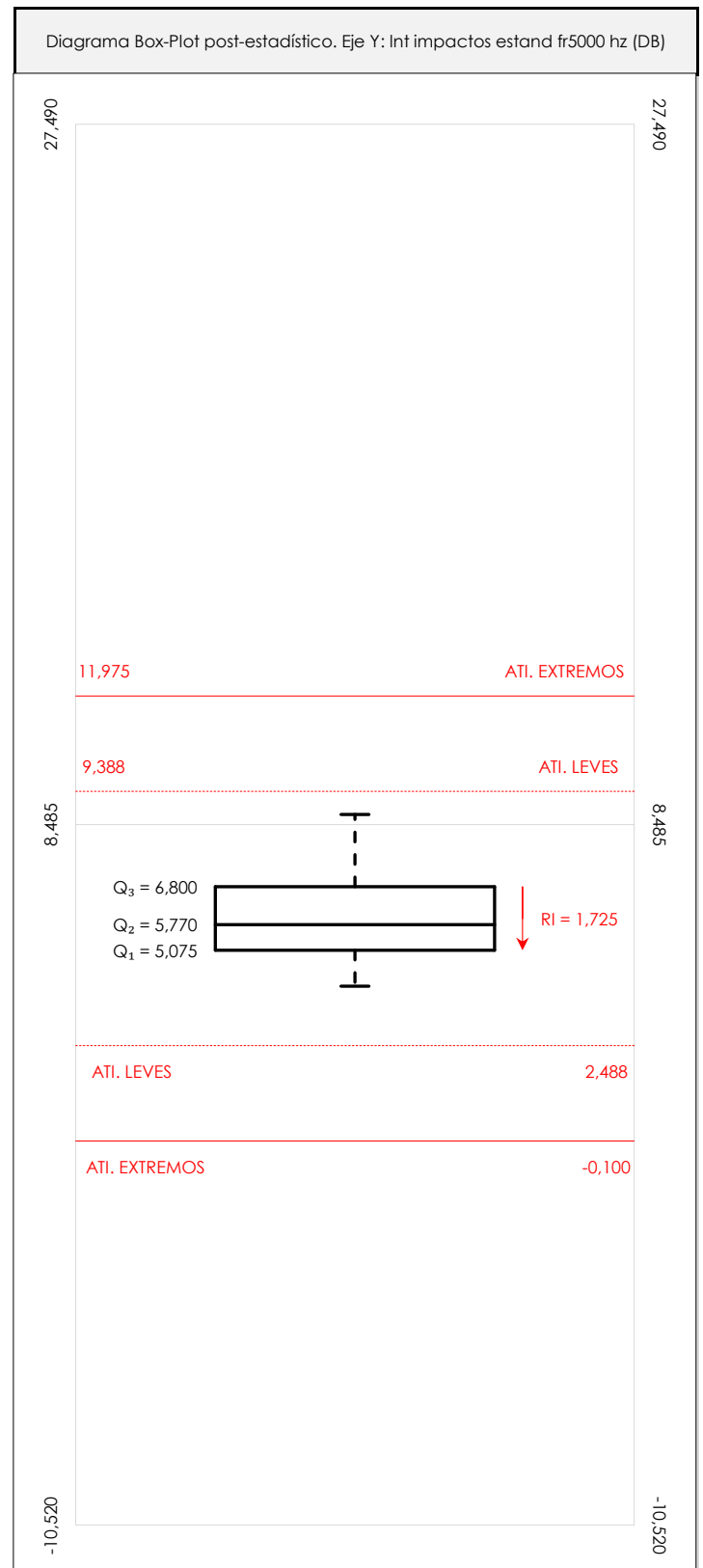
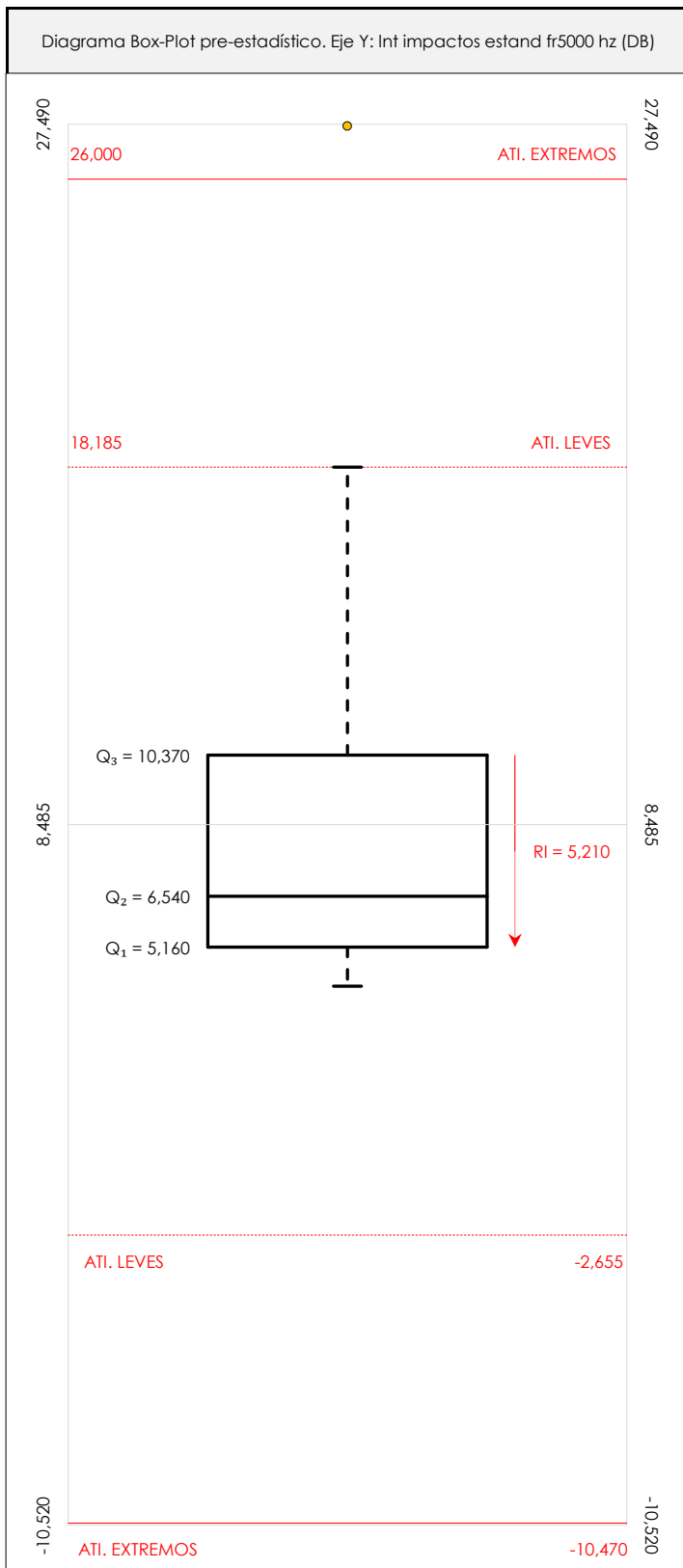
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**CSIC**
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICASINSTITUTO
EDUCATIVO
ROJO**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (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).

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)****Conclusiones**

Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA21 para el ensayo "LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ", ha contado con la participación de un total de 11 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: 0 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 3 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 3 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}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	14,70	43,10	22,10	30,40	26,90	27,44	10,30	8,80	9,80	7,70	8,40	8,76
Valor Mínimo (min ; %)	0,65	3,90	4,40	3,70	3,70	4,10	4,40	3,90	4,40	3,70	3,70	4,10
Valor Promedio (M ; %)	6,77	11,66	8,96	9,50	9,24	9,22	6,50	6,08	6,43	5,84	5,53	6,07
Desviación Típica (SDL ; ---)	3,54	11,93	5,26	7,73	7,16	6,73	1,86	1,80	1,89	1,25	1,60	1,54
Coef. Variación (CV ; ---)	0,52	1,02	0,59	0,81	0,78	0,73	0,29	0,30	0,29	0,21	0,29	0,25
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	18,186	11,821	41,717	59,904	21,453		0,714	2,342	2,233	2,946	4,758	
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%	2,06	1,71	0,366	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,308	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

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

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

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