

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ

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

Criterios de análisis establecidos

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.

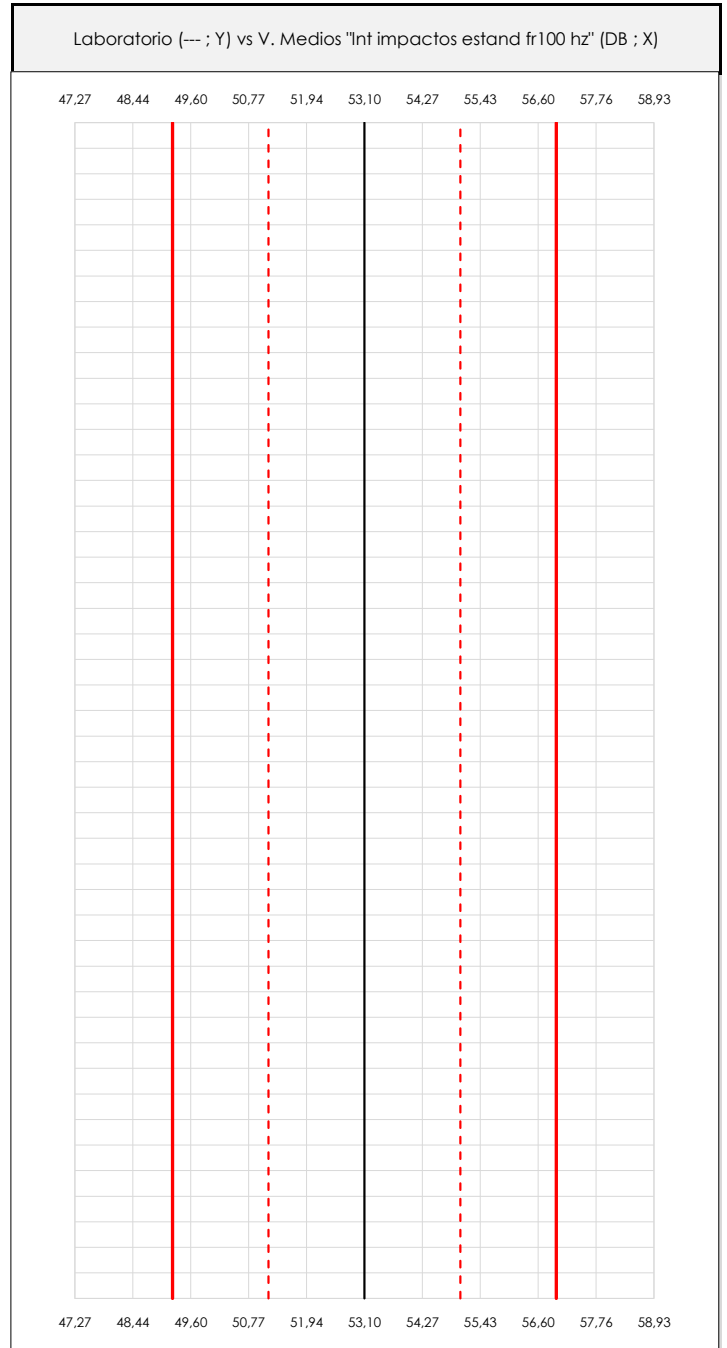
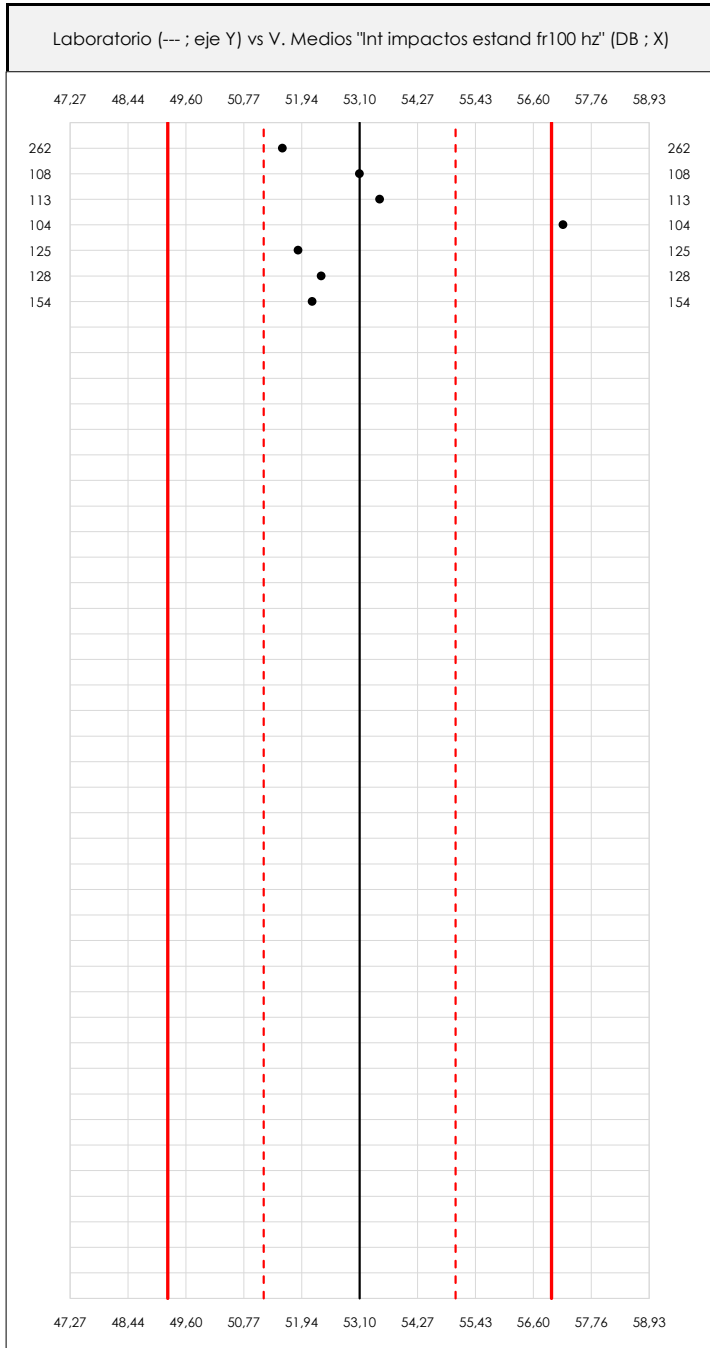
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (53,10 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,03/51,17 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,96/49,24 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

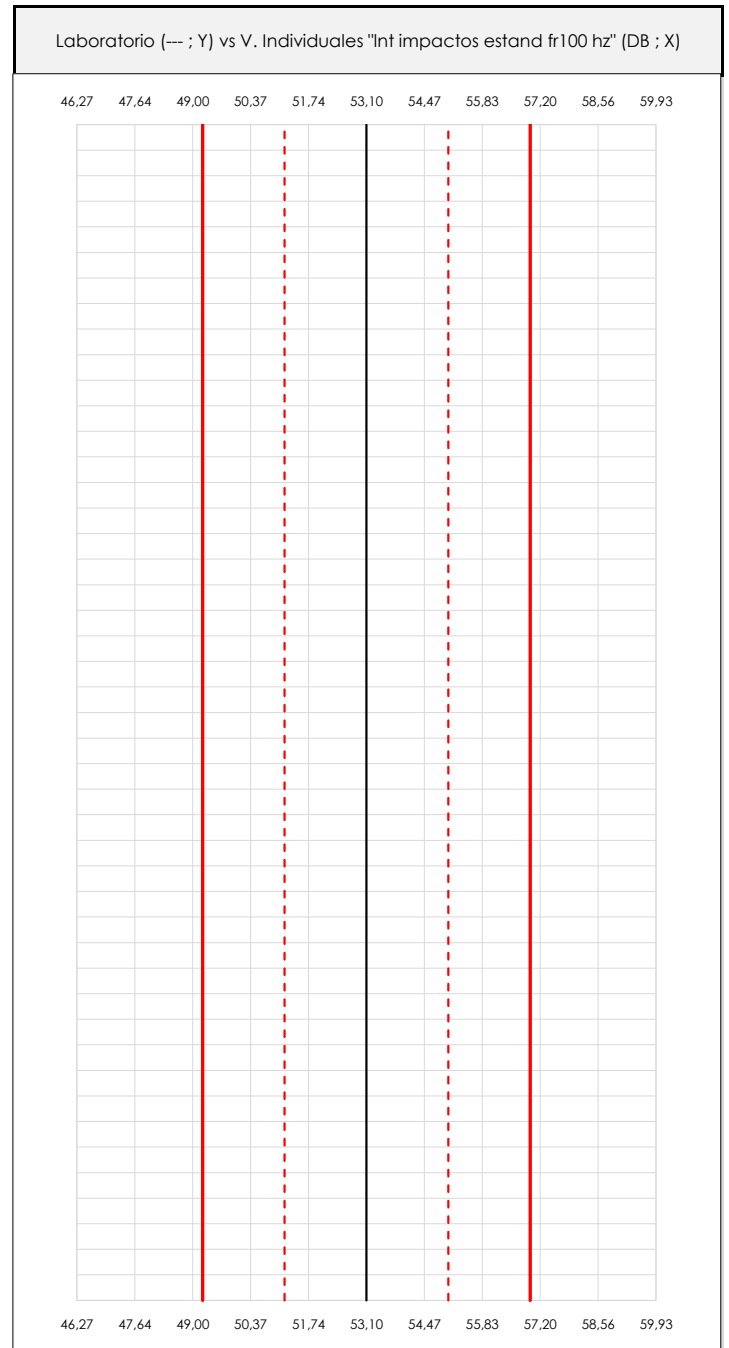
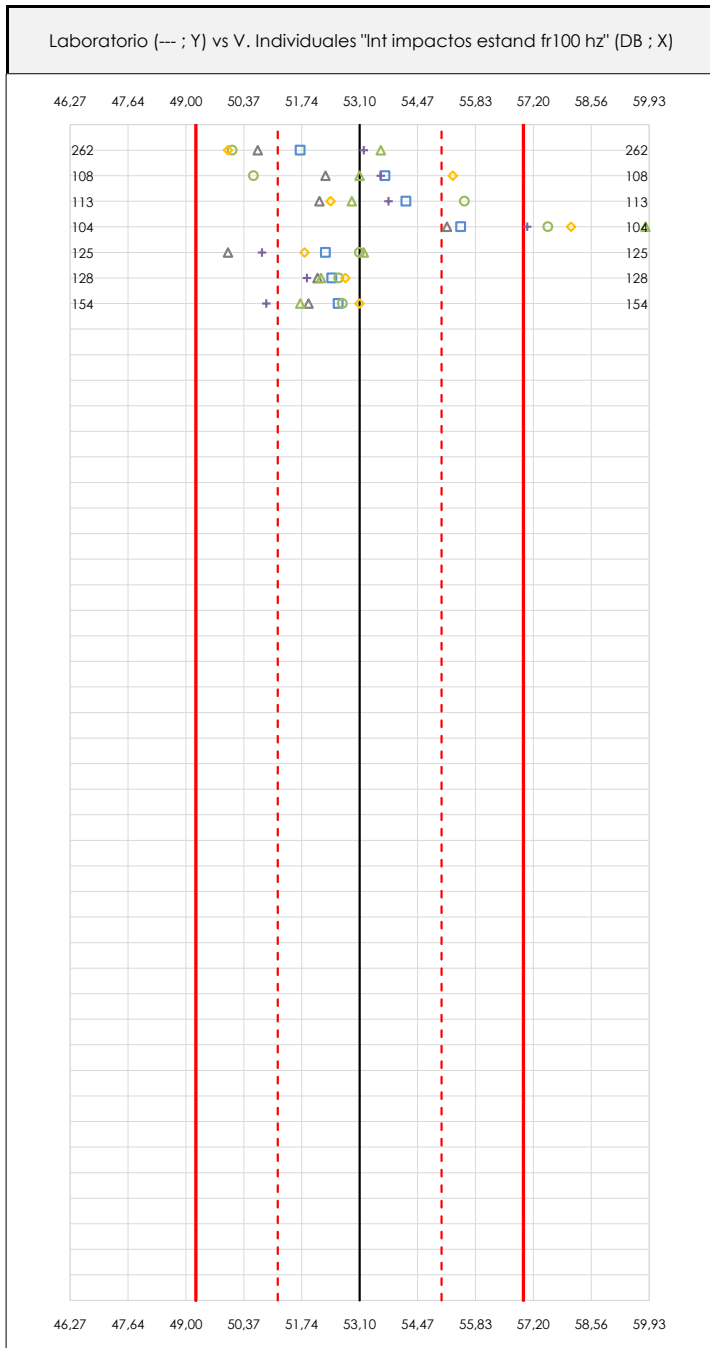
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis 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 (53,10 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (55,03/51,17 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,96/49,24 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	51,700	50,100	50,700	50,000	53,200	53,600			51,550	1,560	-2,92	✓	
Z04	108	53,700	50,600	52,300	55,300	53,600	53,100			53,100	1,571	0,00	✓	
Z04	113	54,198	55,577	52,155	52,415	53,783	52,917			53,508	1,281	0,77	✓	
Z04	104	55,490	57,544	55,164	58,091	57,055	59,843			57,198	1,731	7,72	✓	
Z07	125	52,300	53,100	50,000	51,800	50,800	53,200			51,867	1,274	-2,32	✓	
Z07	128	52,448	52,612	52,110	52,768	51,859	52,194			52,332	0,339	-1,45	✓	
Z07	154	52,600	52,700	51,900	53,100	50,900	51,700			52,150	0,804	-1,79	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

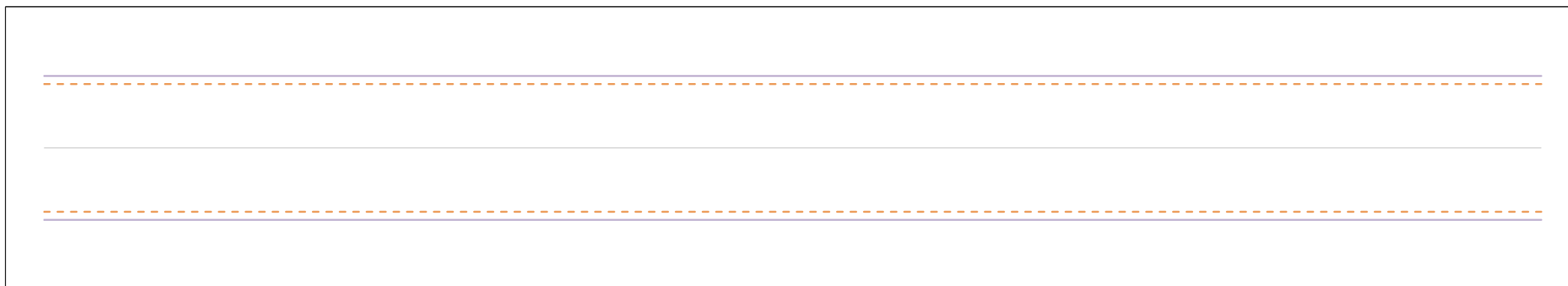
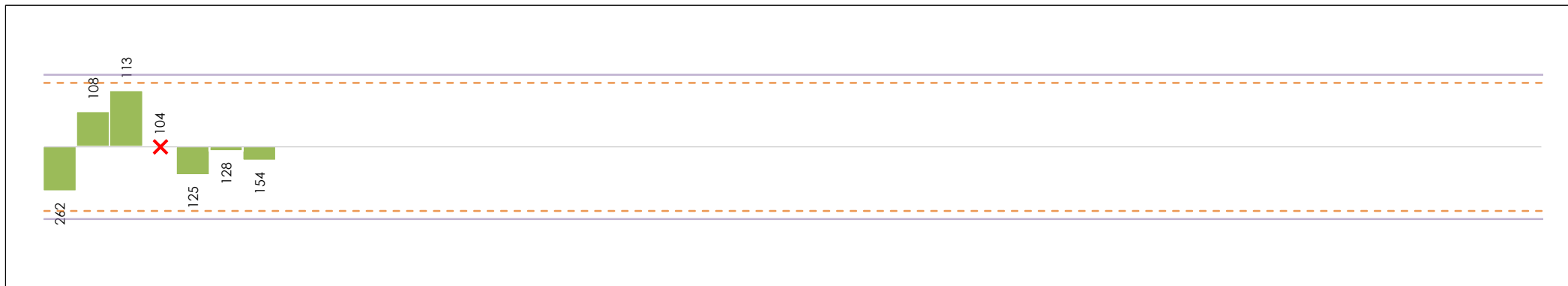
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

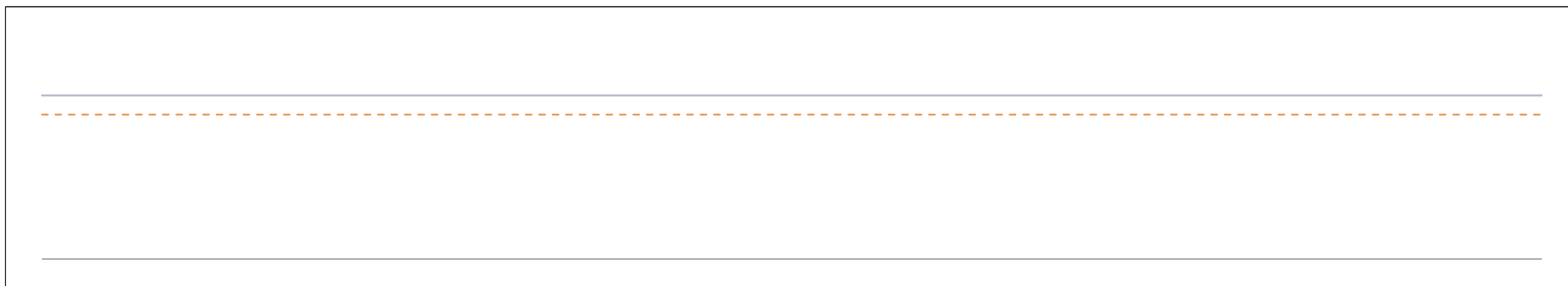
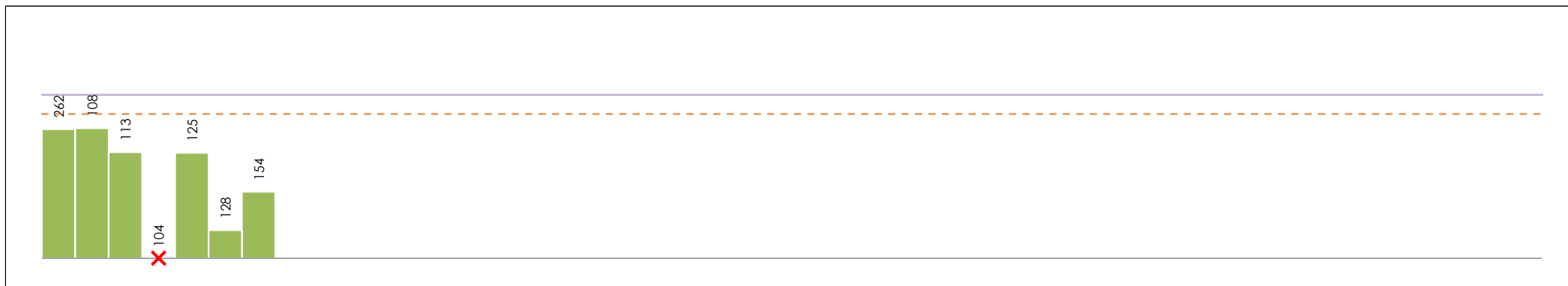
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	51,700	50,100	50,700	50,000	53,200	53,600			51,550	1,560	-1,66	-1,16	1,28		1,162		0,4408		✓	
Z04	108	53,700	50,600	52,300	55,300	53,600	53,100			53,100	1,571	1,30	0,91	1,29					0,1256	✓	
Z04	113	54,198	55,577	52,155	52,415	53,783	52,917			53,508	1,281	2,08	1,46	1,05			1,459		0,1256	✓	
Z04	104	55,490	57,544	55,164	58,091	57,055	59,843			57,198	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	52,300	53,100	50,000	51,800	50,800	53,200			51,867	1,274	-1,05	-0,74	1,04					0,4408	✓	
Z07	128	52,448	52,612	52,110	52,768	51,859	52,194			52,332	0,339	-0,16	-0,11	0,28							✓
Z07	154	52,600	52,700	51,900	53,100	50,900	51,700			52,150	0,804	-0,51	-0,36	0,66							✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

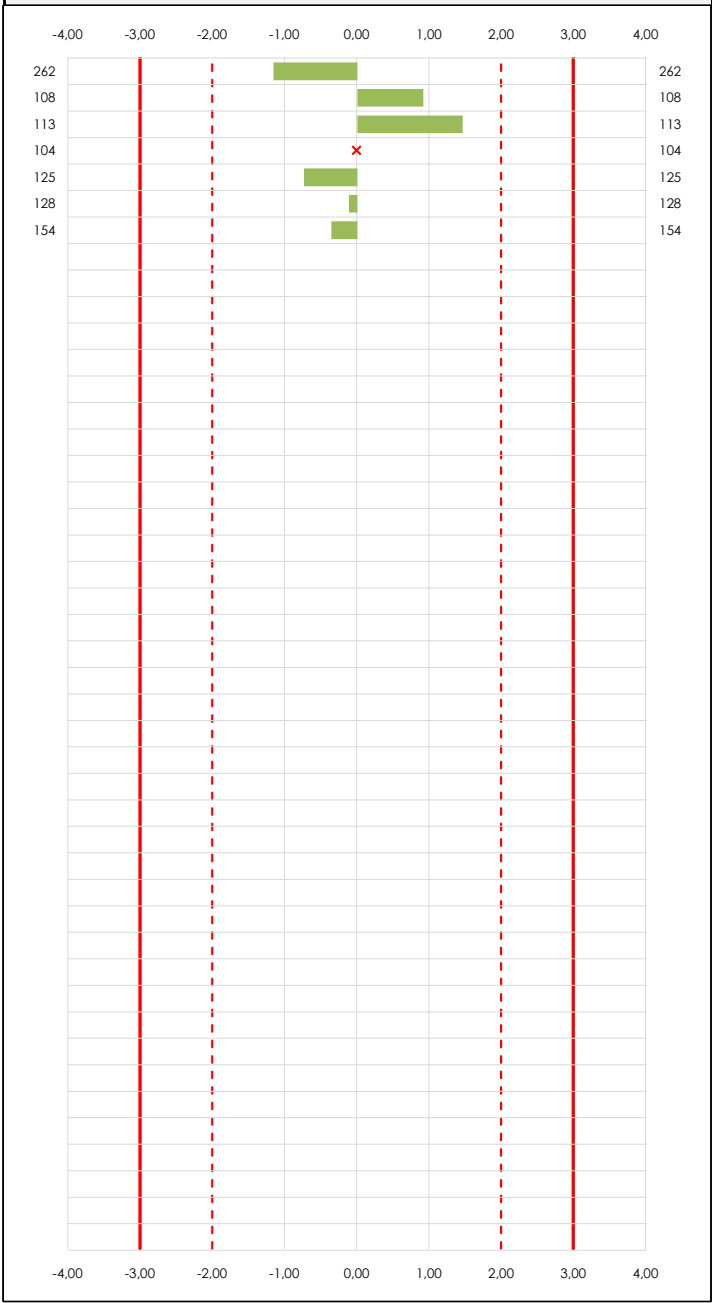


LNT IMPACTOS ESTAND FR100 HZ (DB)

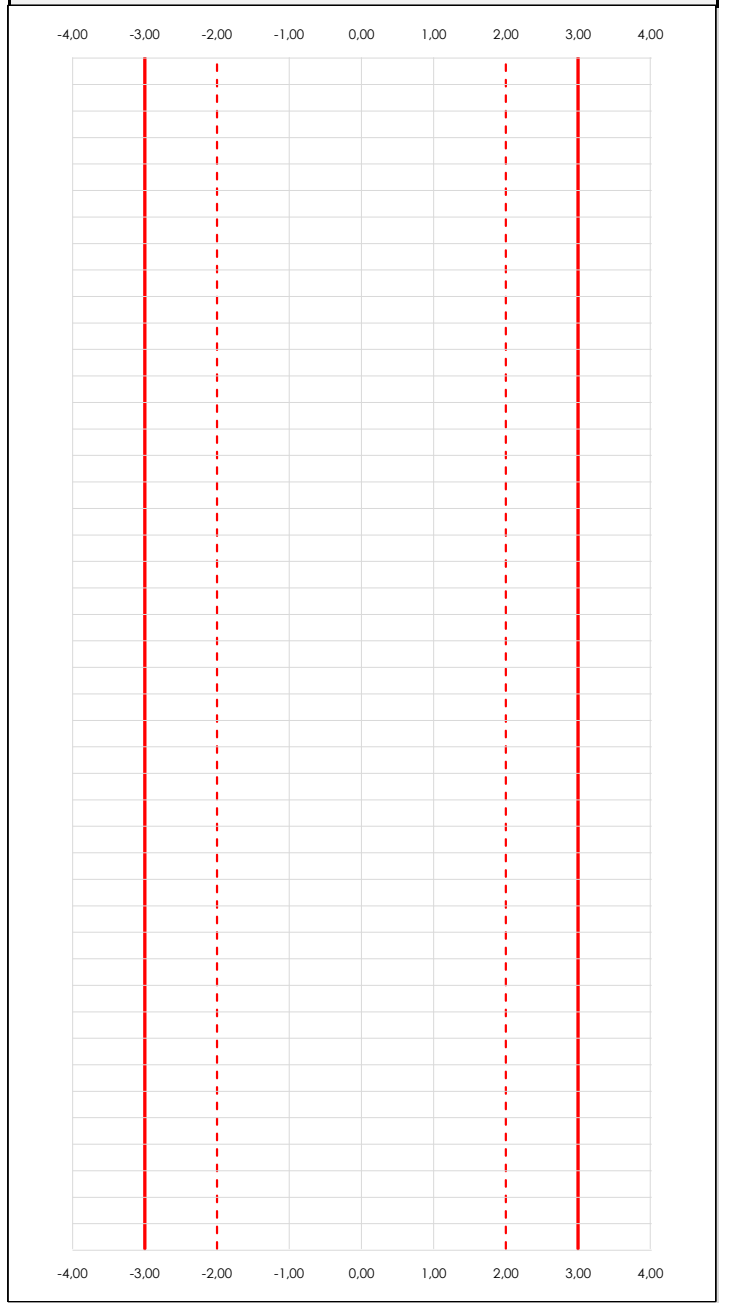
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr100 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr100 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.

CICEComité 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.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	51,700	50,100	50,700	50,000	53,200	53,600			51,550	1,560	-1,66	✓	✓	✓			-1,162	S
Z04	108	53,700	50,600	52,300	55,300	53,600	53,100			53,100	1,571	1,30	✓	✓	✓			0,914	S
Z04	113	54,198	55,577	52,155	52,415	53,783	52,917			53,508	1,281	2,08	✓	✓	✓			1,459	S
Z04	104	55,490	57,544	55,164	58,091	57,055	59,843			57,198	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	52,300	53,100	50,000	51,800	50,800	53,200			51,867	1,274	-1,05	✓	✓	✓			-0,738	S
Z07	128	52,448	52,612	52,110	52,768	51,859	52,194			52,332	0,339	-0,16	✓	✓	✓			-0,115	S
Z07	154	52,600	52,700	51,900	53,100	50,900	51,700			52,150	0,804	-0,51	✓	✓	✓			-0,358	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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].

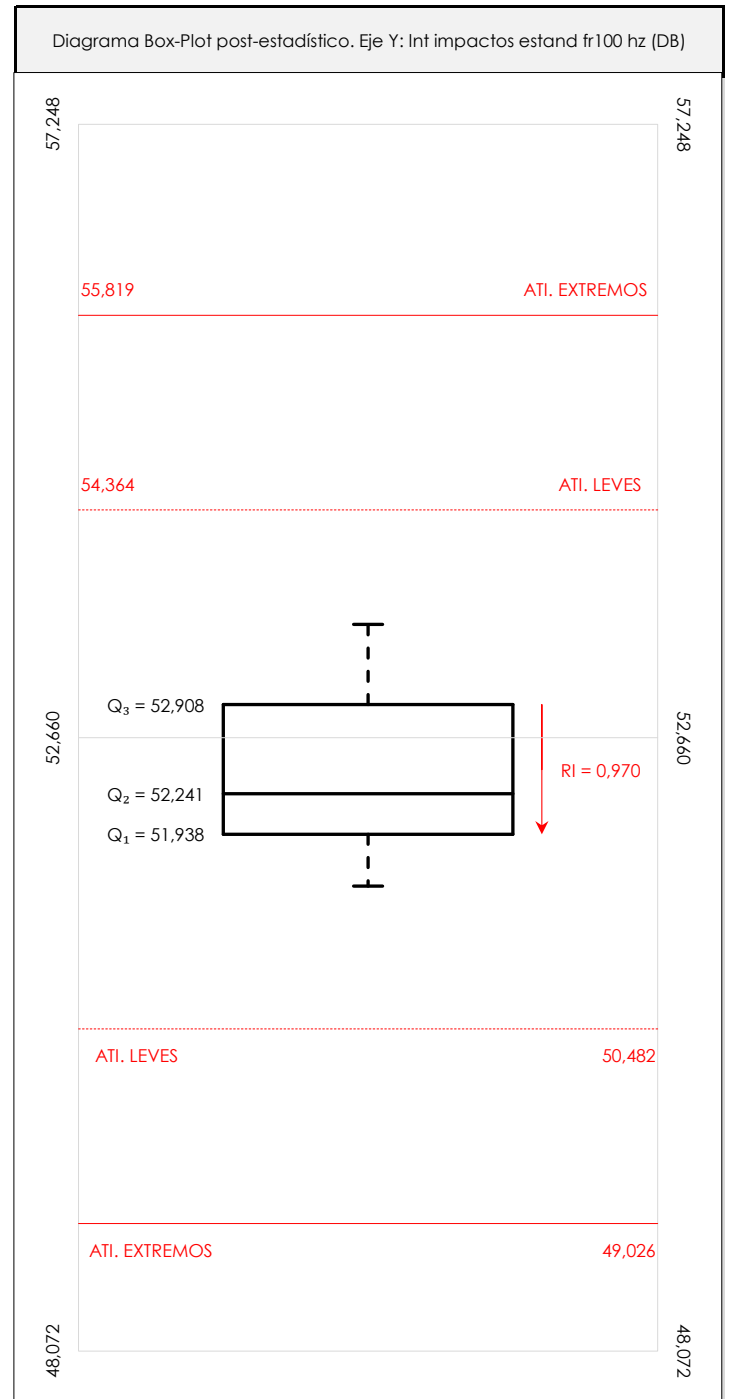
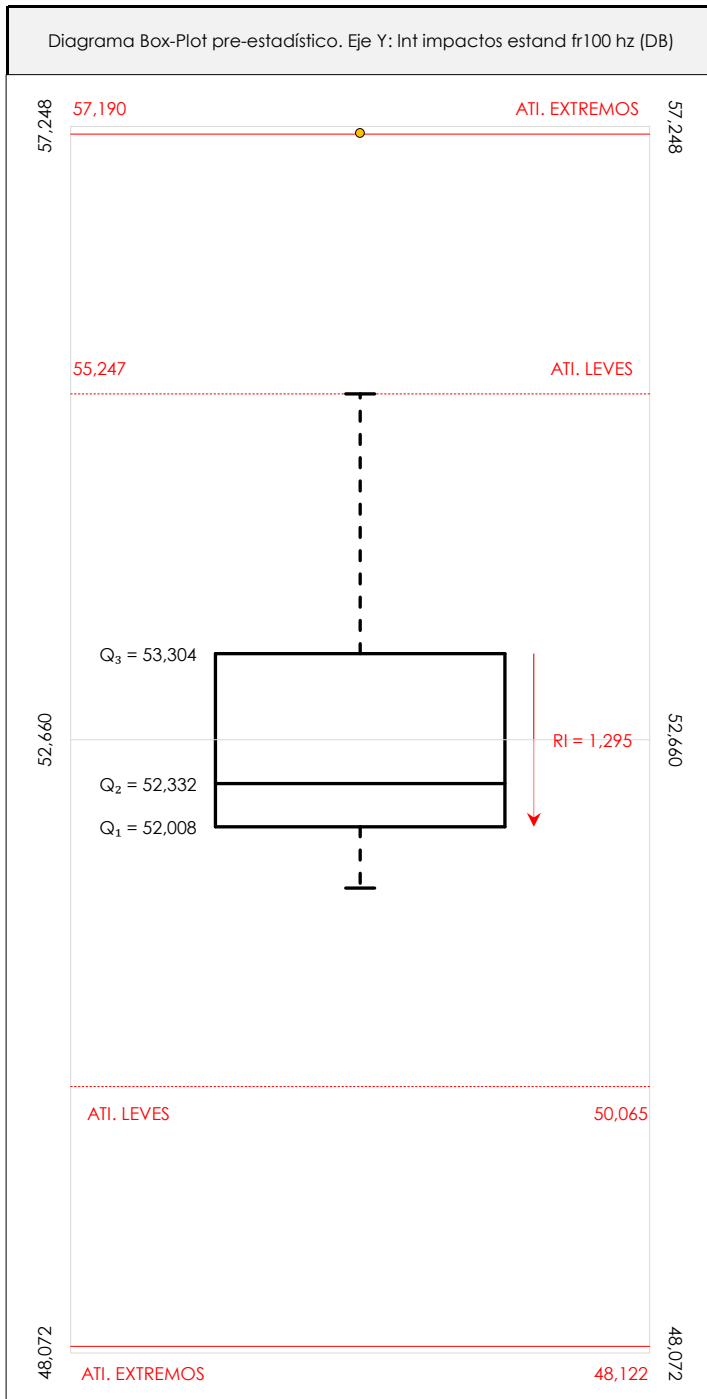
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND 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 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 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	55,49	51,70	53,21	1,32	0,02	54,20	51,70	52,82	0,94	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	57,54	50,10	53,18	2,63	0,05	55,58	50,10	52,45	1,96	0,04
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	55,16	50,00	52,05	1,62	0,03	52,30	50,00	51,53	0,95	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	58,09	50,00	53,35	2,62	0,05	55,30	50,00	52,56	1,73	0,03
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	57,06	50,80	53,03	2,16	0,04	53,78	50,80	52,36	1,35	0,03
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	59,84	51,70	53,79	2,74	0,05	53,60	51,70	52,79	0,70	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	57,20	51,55	53,10	1,93	0,04	53,51	51,55	52,42	0,75	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	1,704	3,618	3,445	5,149	6,290	1,488	3,381	0,310	1,798	3,717
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ

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

Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "Int 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.

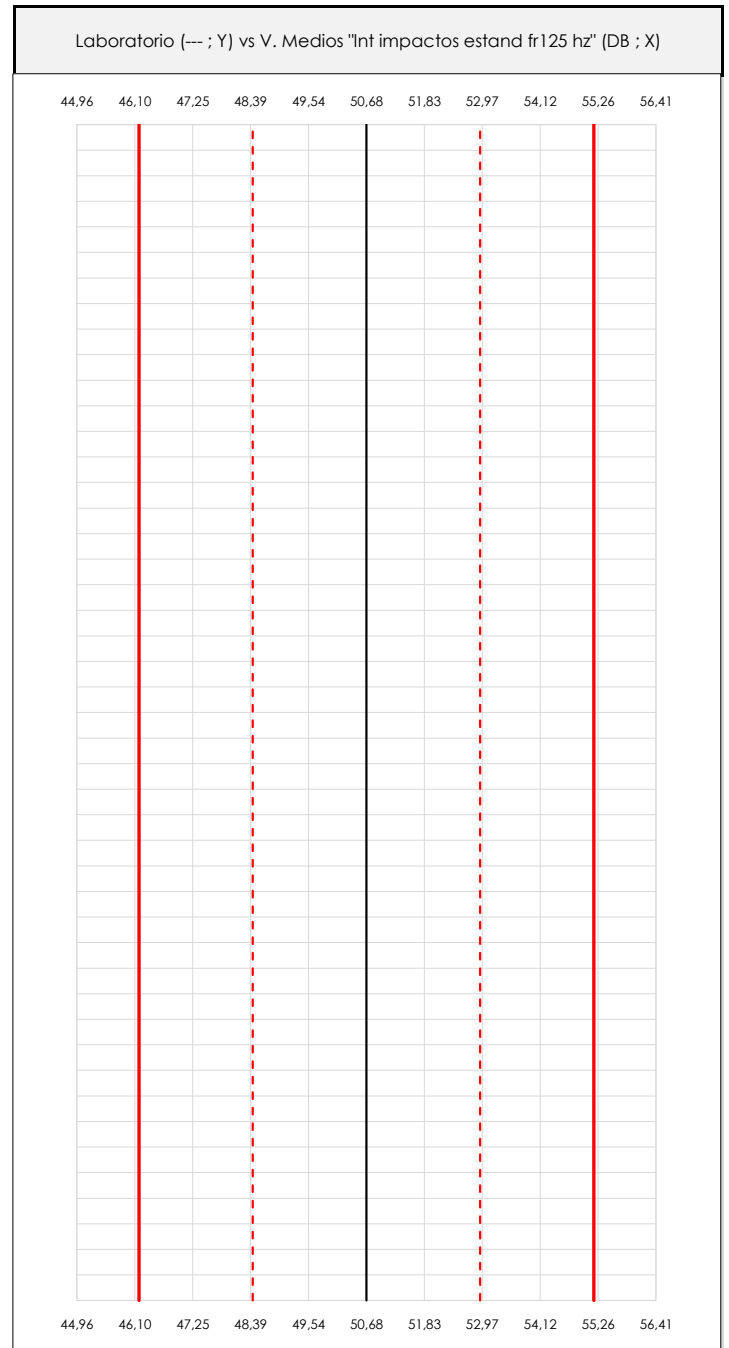
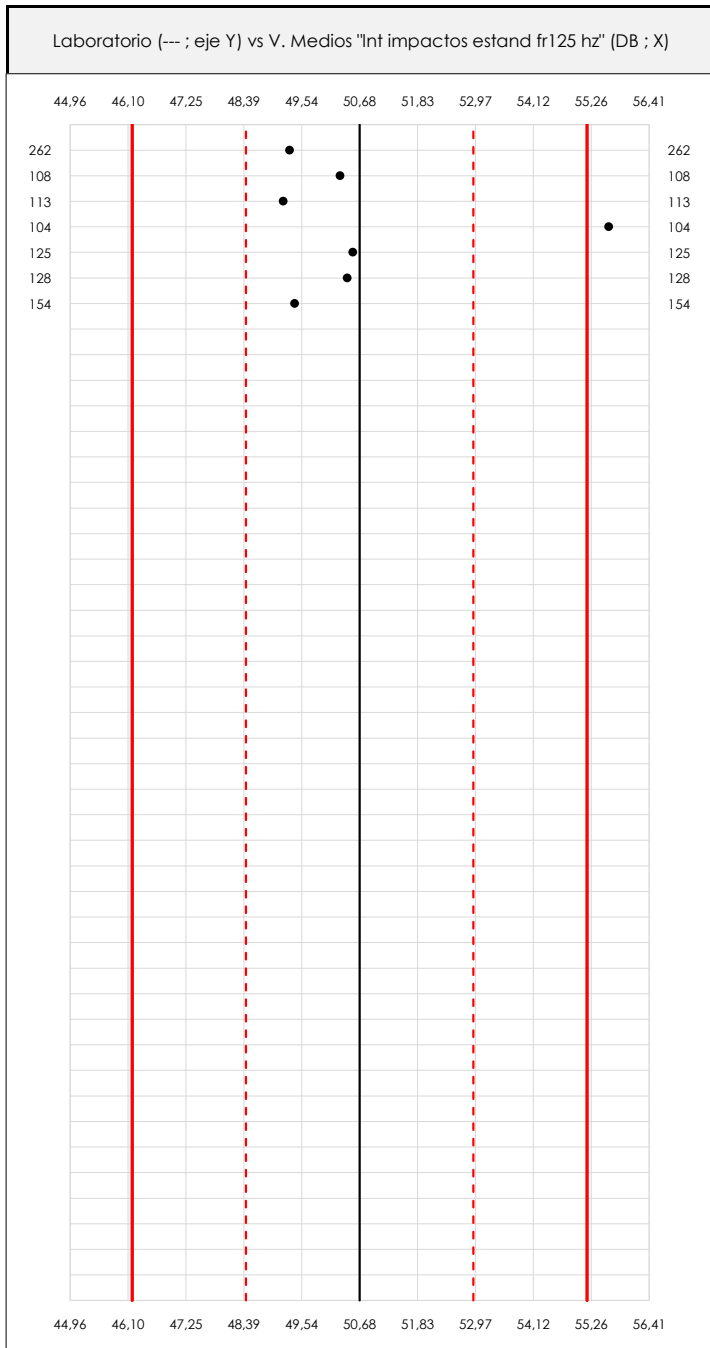
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (50,68 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (52,93/48,43 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,18/46,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

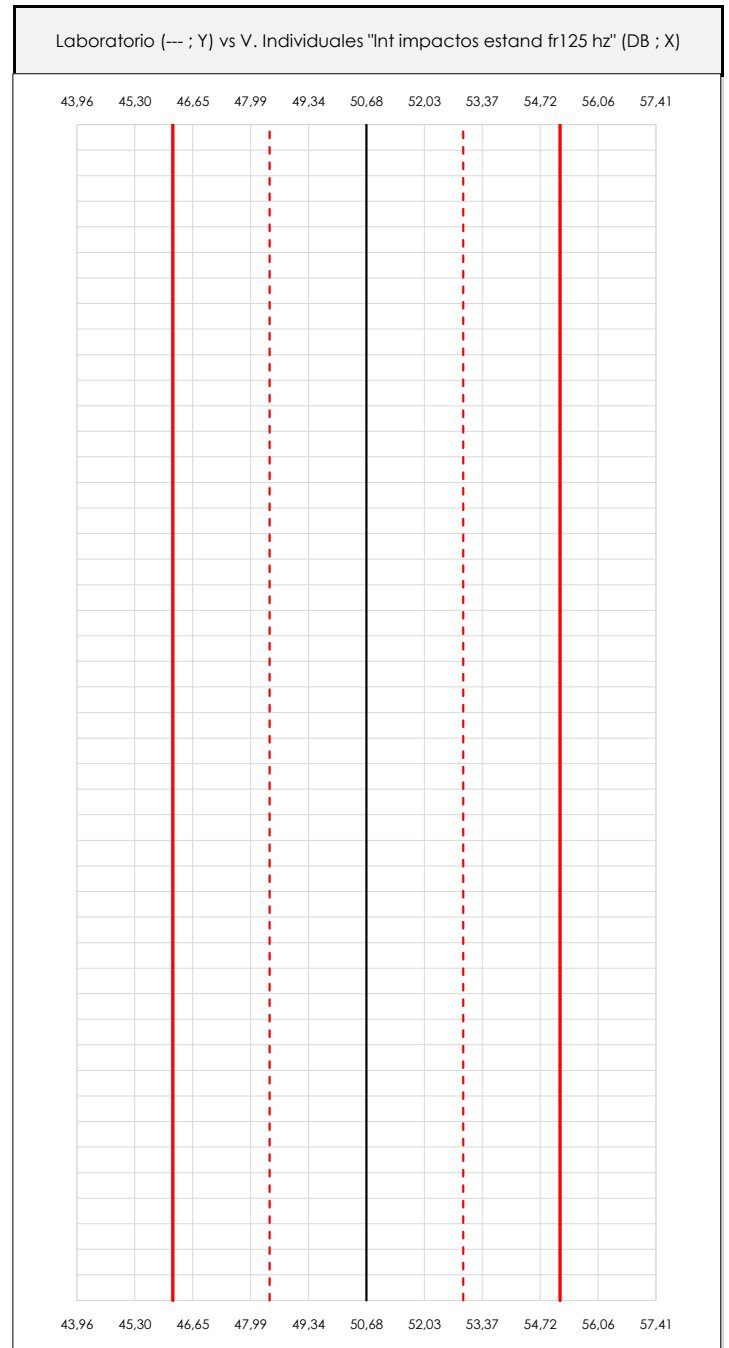
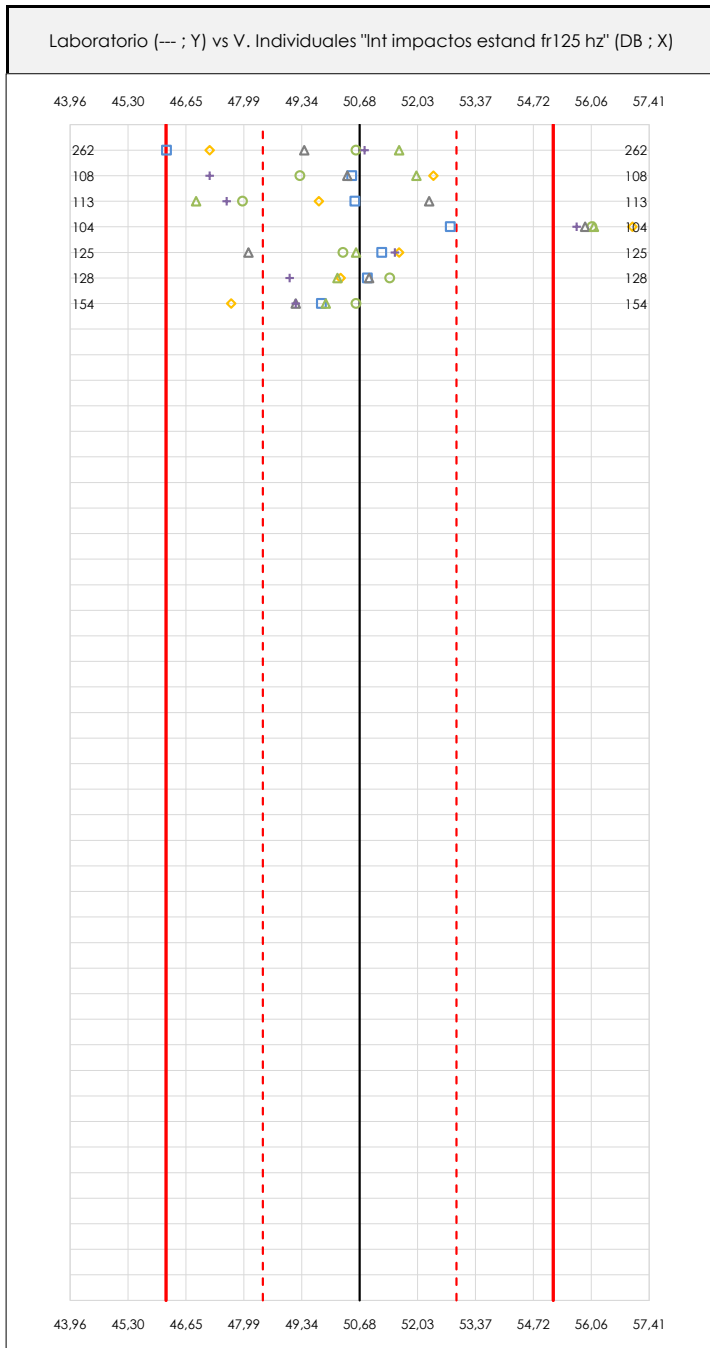
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



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 (50,68 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (52,93/48,43 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,18/46,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales.

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

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	46,200	50,600	49,400	47,200	50,800	51,600			49,300	2,157	-2,73	✓	
Z04	108	50,500	49,300	50,400	52,400	47,200	52,000			50,300	1,895	-0,75	✓	
Z04	113	50,575	47,966	52,300	49,734	47,597	46,882			49,176	2,061	-2,97	✓	
Z04	104	52,795	56,081	55,922	57,025	55,723	56,127			55,612	1,451	9,73	✓	
Z07	125	51,200	50,300	48,100	51,600	51,500	50,600			50,550	1,303	-0,26	✓	
Z07	128	50,868	51,386	50,903	50,246	49,058	50,167			50,438	0,814	-0,48	✓	
Z07	154	49,800	50,600	49,200	47,700	49,200	49,900			49,400	0,982	-2,53	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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 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.

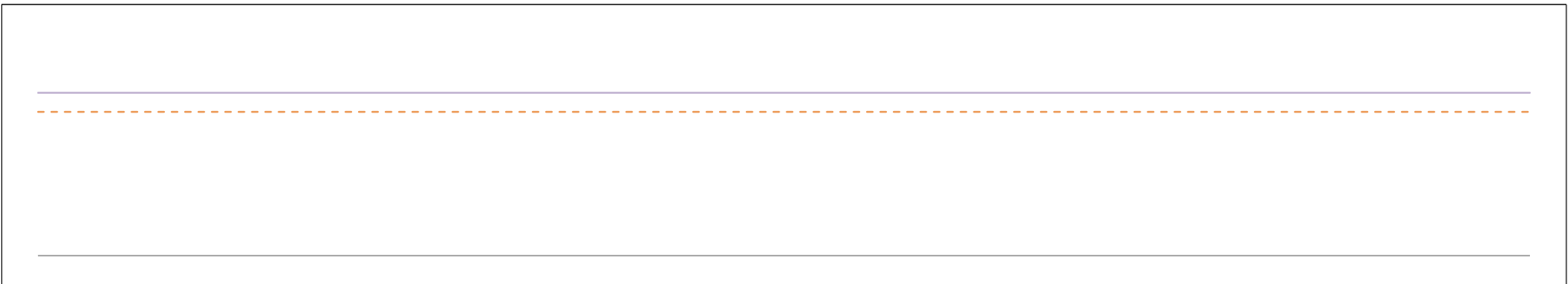
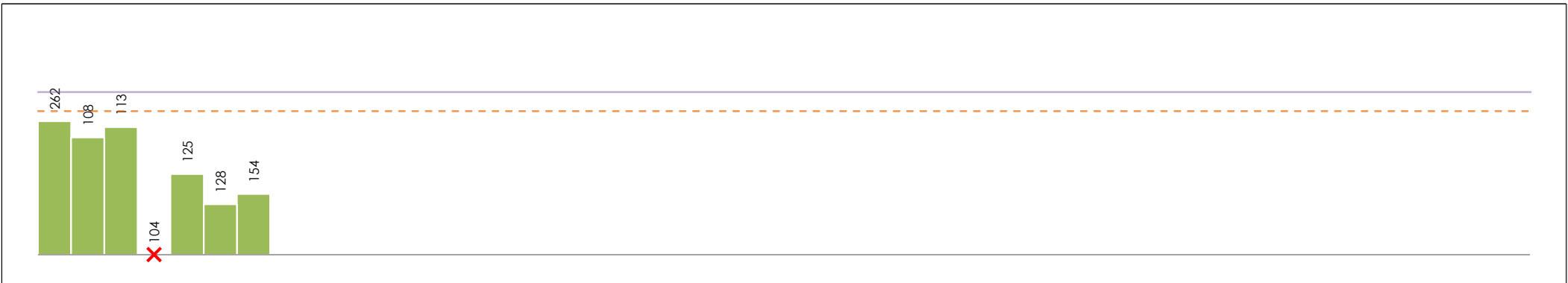
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit %}	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	46,200	50,600	49,400	47,200	50,800	51,600			49,300	2,157	-1,12	-0,89	1,33					0,4136	✓	
Z04	108	50,500	49,300	50,400	52,400	47,200	52,000			50,300	1,895	0,88	0,70	1,17						✓	
Z04	113	50,575	47,966	52,300	49,734	47,597	46,882			49,176	2,061	-1,37	-1,08	1,27		1,084			0,4136	✓	
Z04	104	52,795	56,081	55,922	57,025	55,723	56,127			55,612	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
Z07	125	51,200	50,300	48,100	51,600	51,500	50,600			50,550	1,303	1,38	1,09	0,80					1,091	0,3943	✓
Z07	128	50,868	51,386	50,903	50,246	49,058	50,167			50,438	0,814	1,16	0,91	0,50						0,3943	✓
Z07	154	49,800	50,600	49,200	47,700	49,200	49,900			49,400	0,982	-0,92	-0,73	0,60							✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit %}" 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

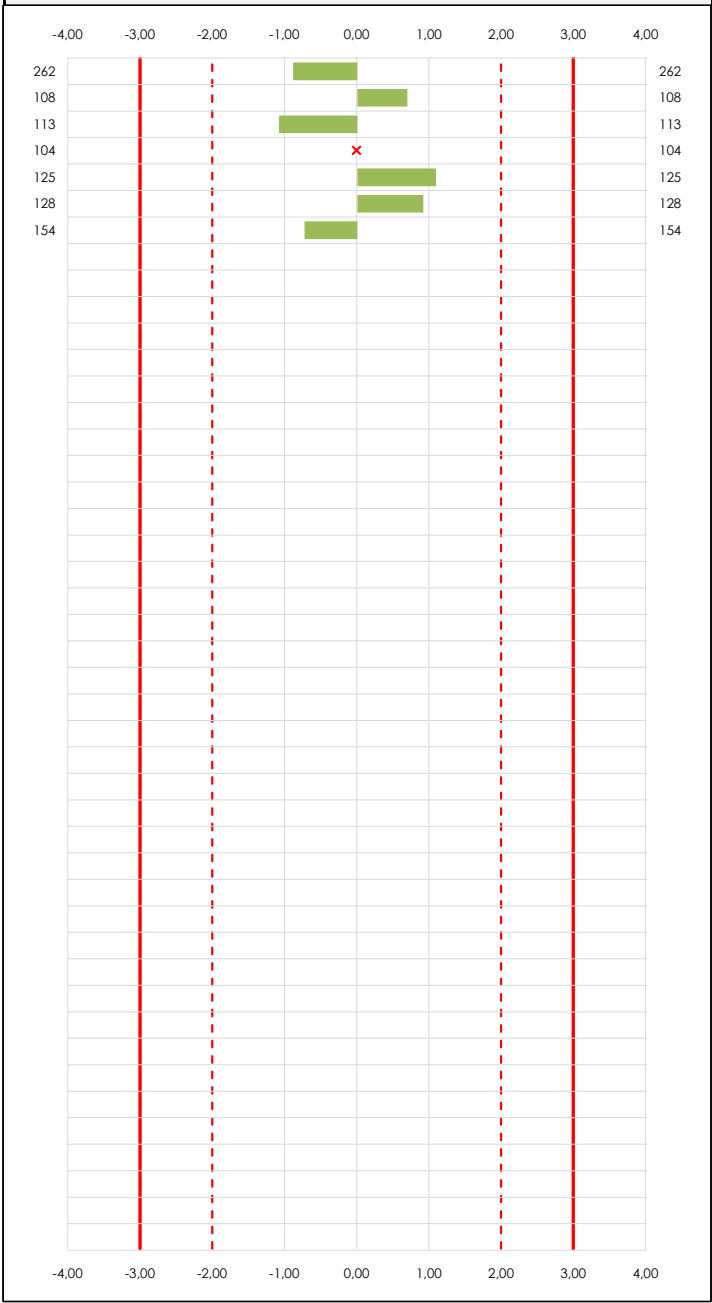


LNT IMPACTOS ESTAND FR125 HZ (DB)

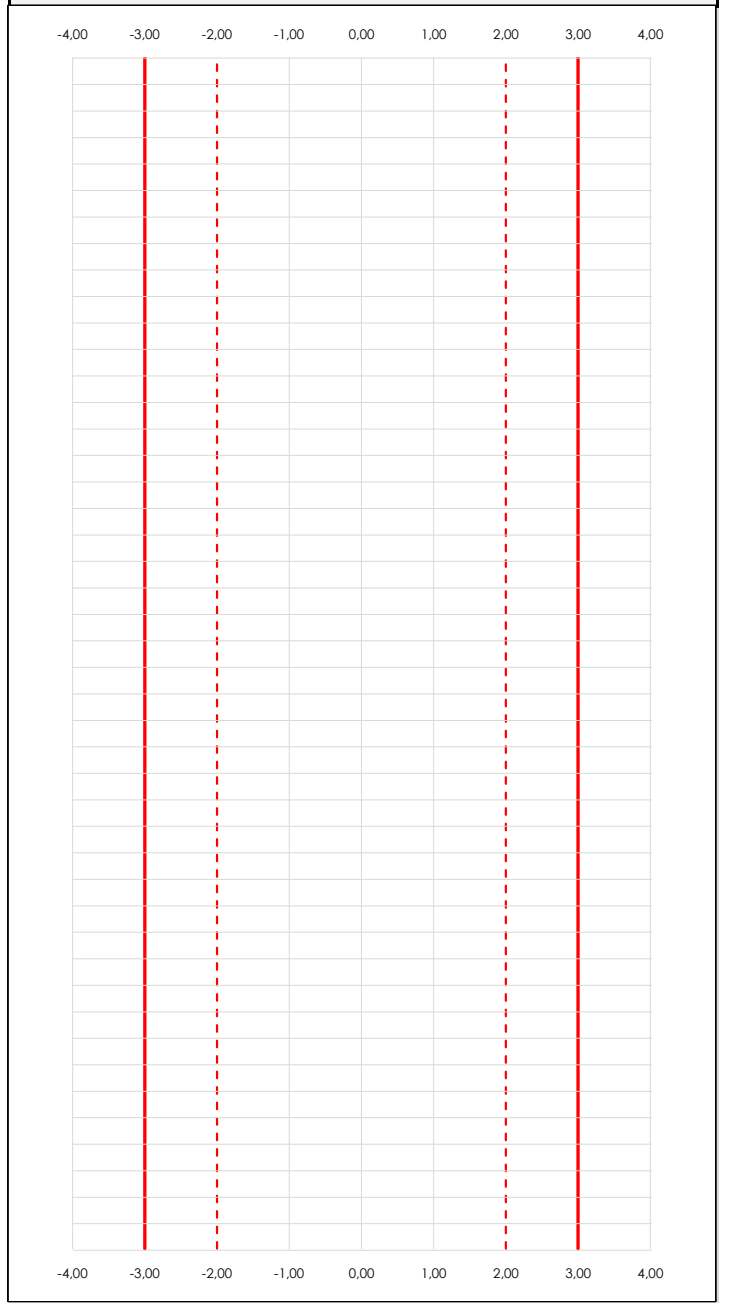
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr125 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr125 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.

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.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	46,200	50,600	49,400	47,200	50,800	51,600			49,300	2,157	-1,12	✓	✓	✓			-0,887	S
Z04	108	50,500	49,300	50,400	52,400	47,200	52,000			50,300	1,895	0,88	✓	✓	✓			0,695	S
Z04	113	50,575	47,966	52,300	49,734	47,597	46,882			49,176	2,061	-1,37	✓	✓	✓			-1,084	S
Z04	104	52,795	56,081	55,922	57,025	55,723	56,127			55,612	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
Z07	125	51,200	50,300	48,100	51,600	51,500	50,600			50,550	1,303	1,38	✓	✓	✓			1,091	S
Z07	128	50,868	51,386	50,903	50,246	49,058	50,167			50,438	0,814	1,16	✓	✓	✓			0,914	S
Z07	154	49,800	50,600	49,200	47,700	49,200	49,900			49,400	0,982	-0,92	✓	✓	✓			-0,729	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

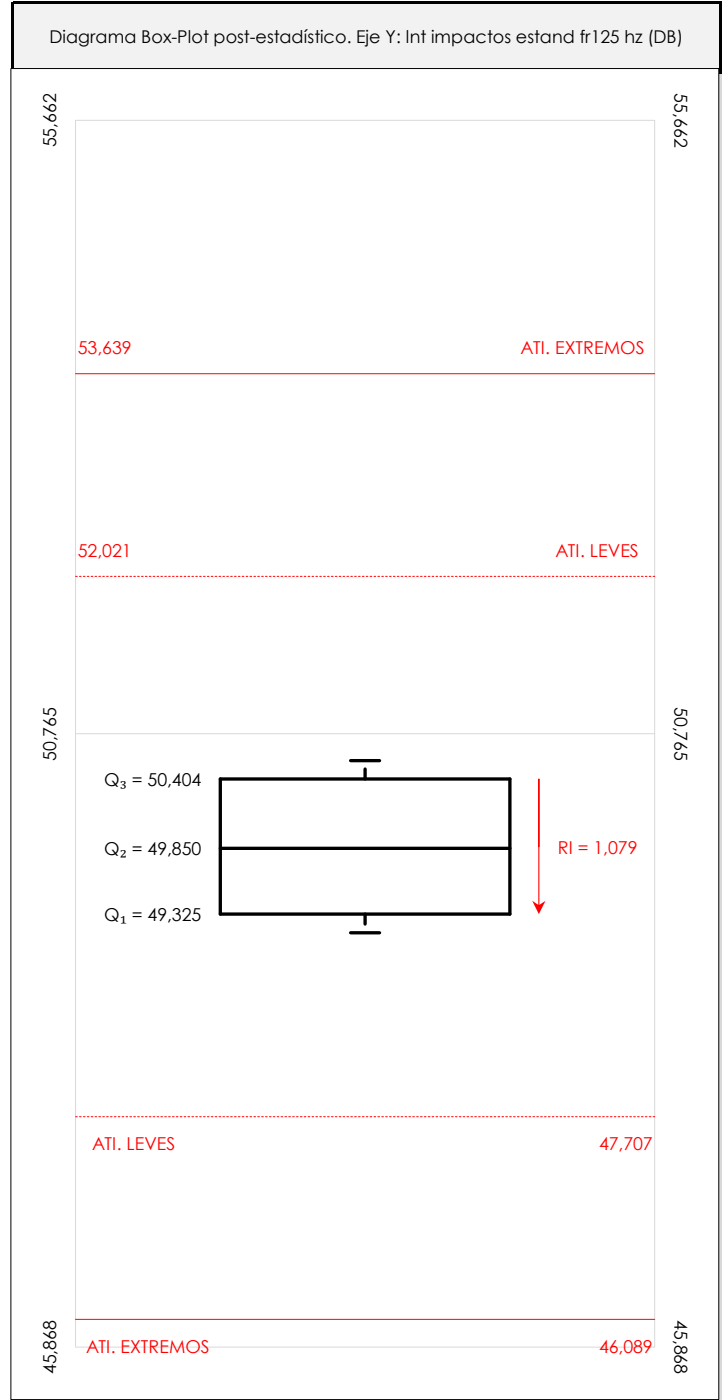
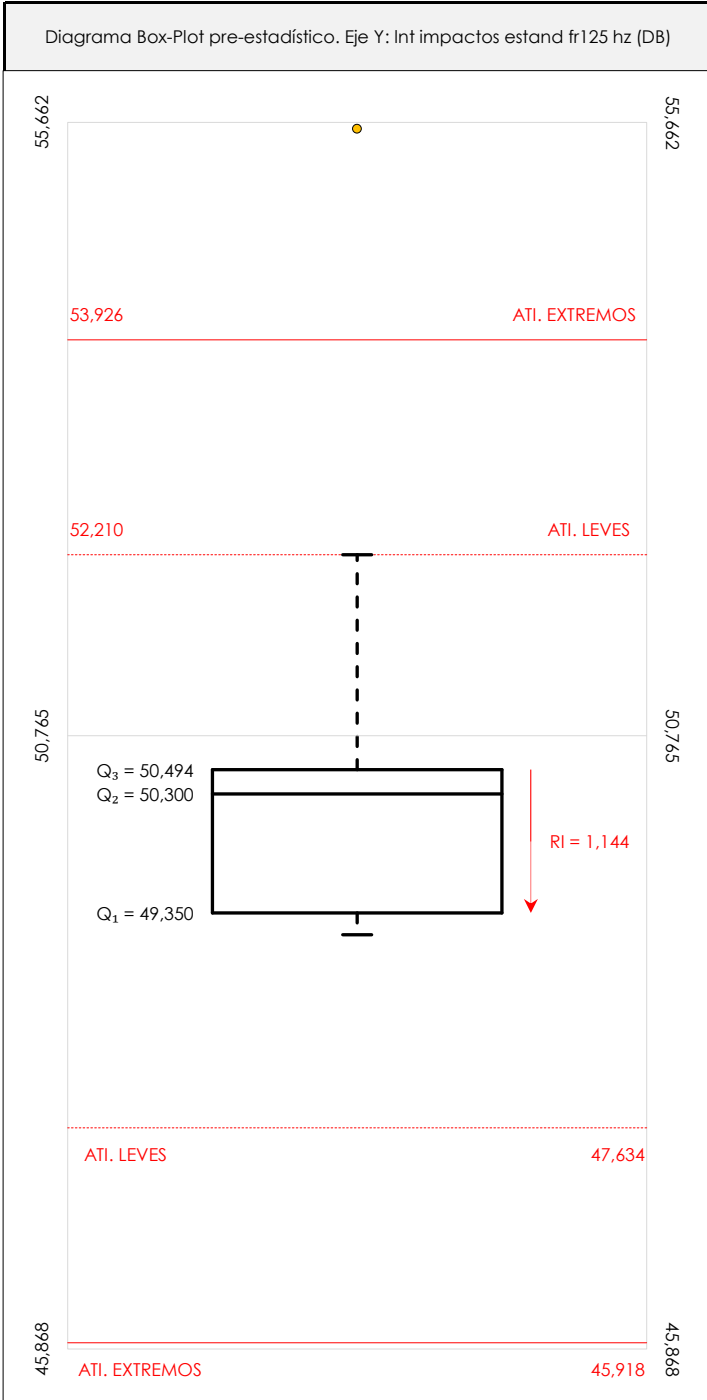


SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

LNT IMPACTOS ESTAND 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	52,79	46,20	50,28	2,02	0,04	51,20	46,20	49,86	1,85	0,04
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	56,08	47,97	50,89	2,54	0,05	51,39	47,97	50,03	1,21	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	55,92	48,10	50,89	2,60	0,05	52,30	48,10	50,05	1,47	0,03
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	57,02	47,20	50,84	3,32	0,07	52,40	47,20	49,81	2,07	0,04
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	55,72	47,20	50,15	2,90	0,06	51,50	47,20	49,23	1,70	0,03
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	56,13	46,88	51,04	2,79	0,05	52,00	46,88	50,19	1,81	0,04
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	55,61	49,18	50,68	2,25	0,04	50,55	49,18	49,86	0,63	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	2,561	4,436	4,632	7,193	7,434	2,637	4,501	-0,040	2,597	4,467
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ

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

Criterios de análisis establecidos

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.

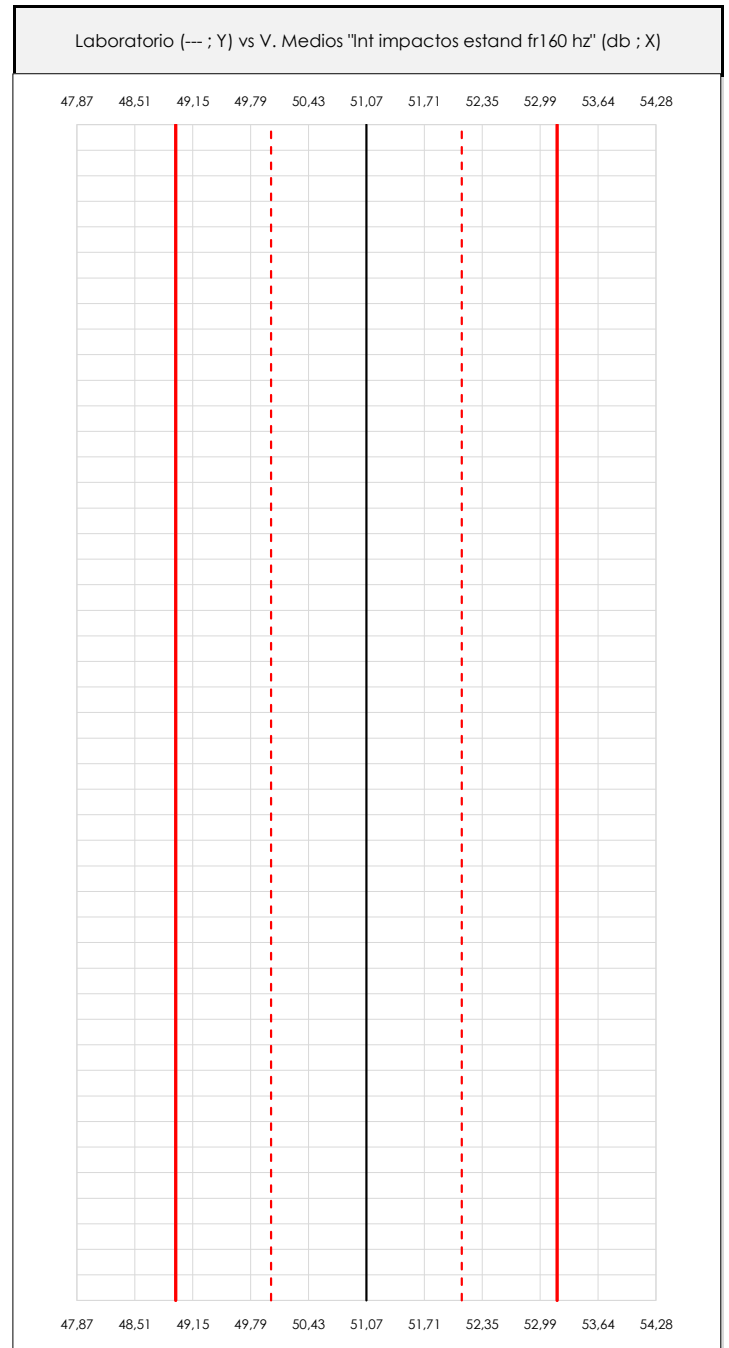
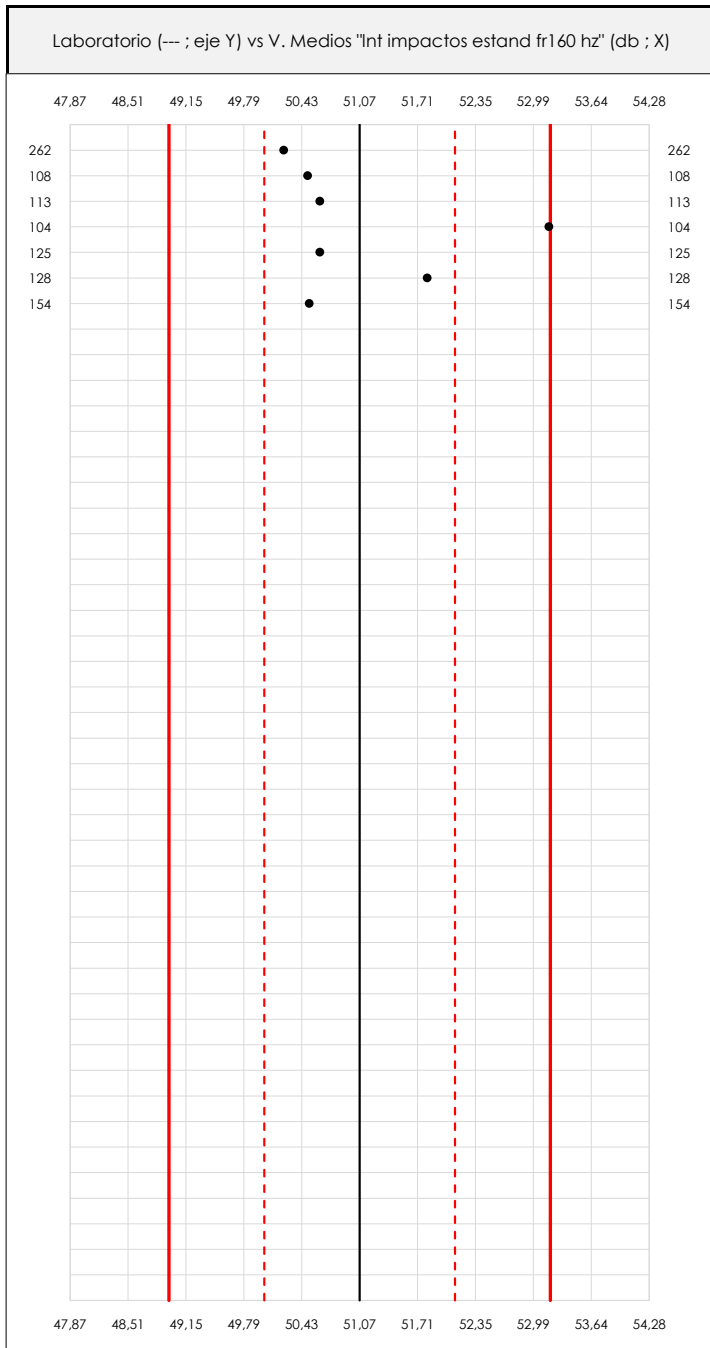
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (51,07 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (52,13/50,02 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,18/48,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

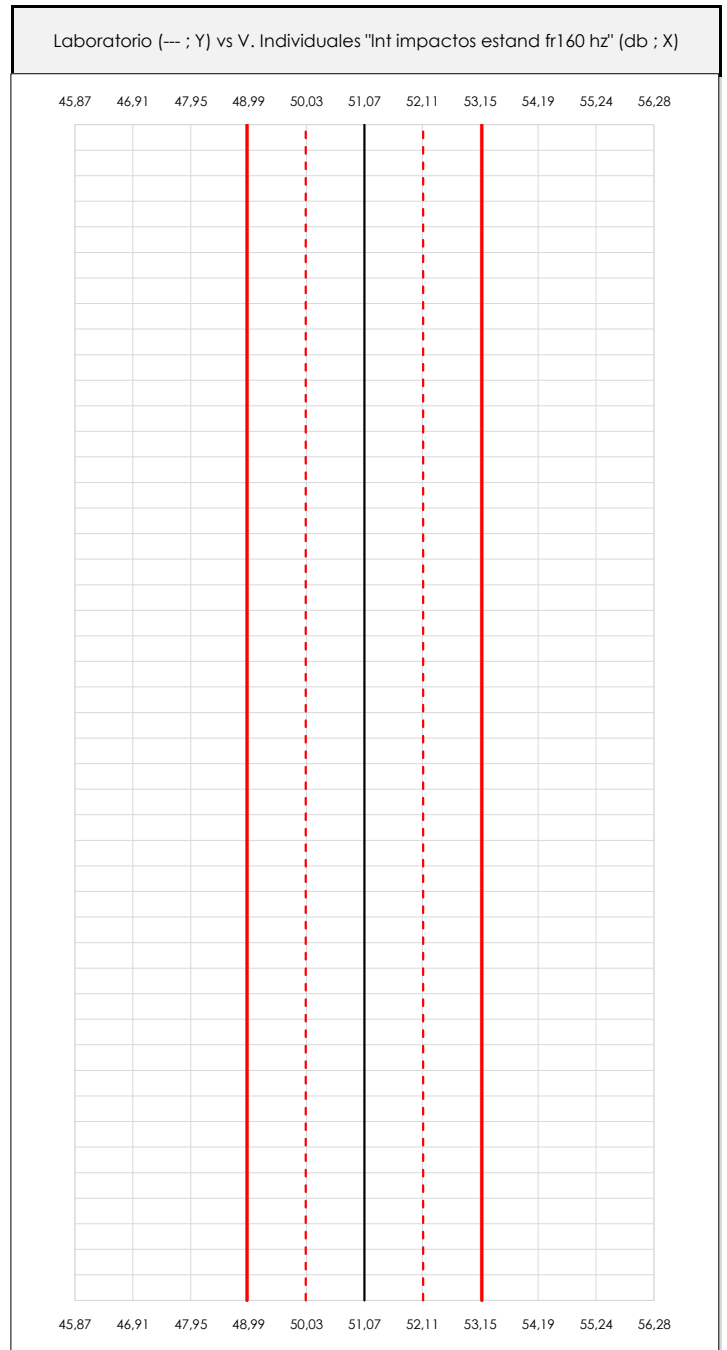
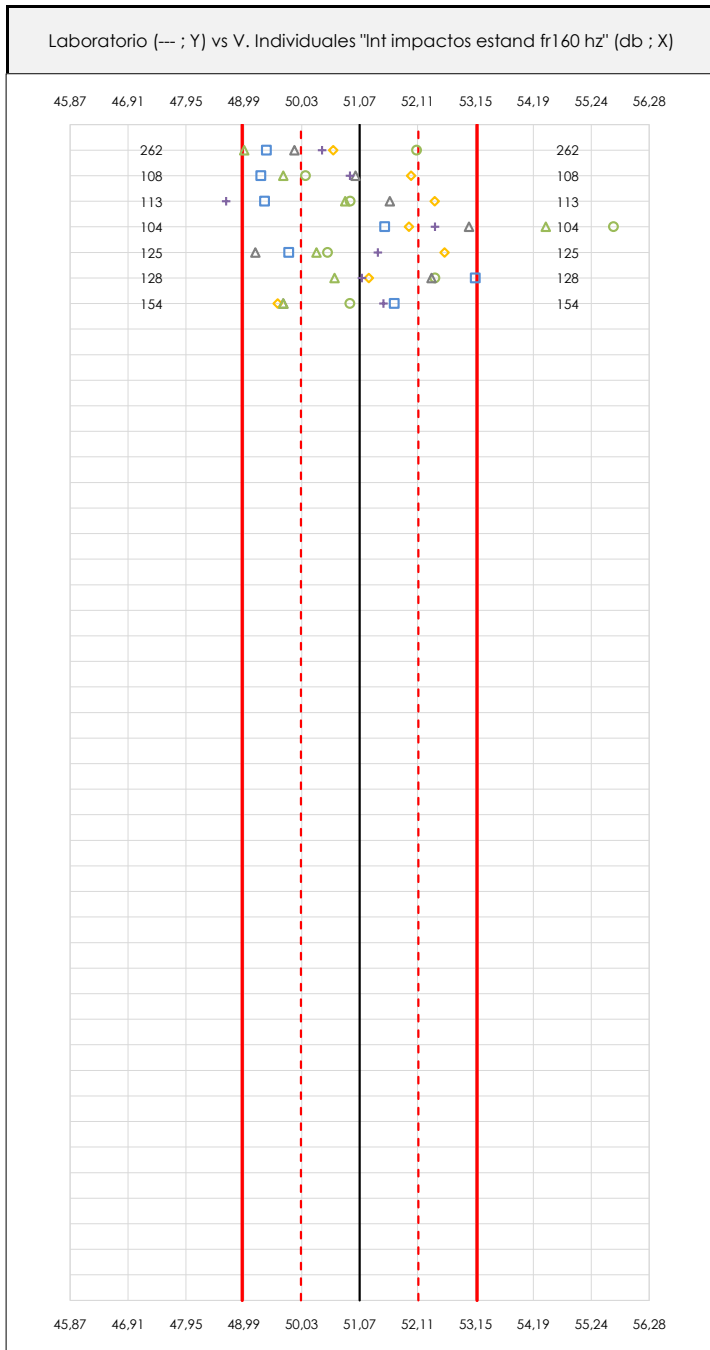
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 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 (51,07 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (52,13/50,02 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,18/48,96 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales.

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

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	49,400	52,100	49,900	50,600	50,400	49,000			50,233	1,093	-1,64	✓	
Z04	108	49,300	50,100	51,000	52,000	50,900	49,700			50,500	0,990	-1,12	✓	
Z04	113	49,364	50,905	51,616	52,422	48,674	50,816			50,633	1,394	-0,86	✓	
Z04	104	51,527	55,640	53,039	51,960	52,427	54,419			53,169	1,575	4,10	✓	
Z07	125	49,800	50,500	49,200	52,600	51,400	50,300			50,633	1,211	-0,86	✓	
Z07	128	53,153	52,428	52,367	51,241	51,117	50,622			51,822	0,971	1,47	✓	
Z07	154	51,700	50,900	49,700	49,600	51,500	49,700			50,517	0,968	-1,09	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

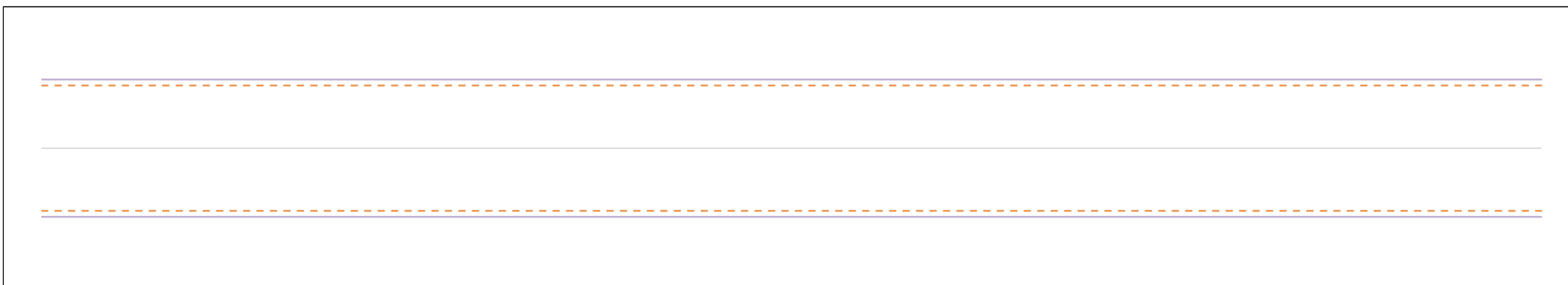
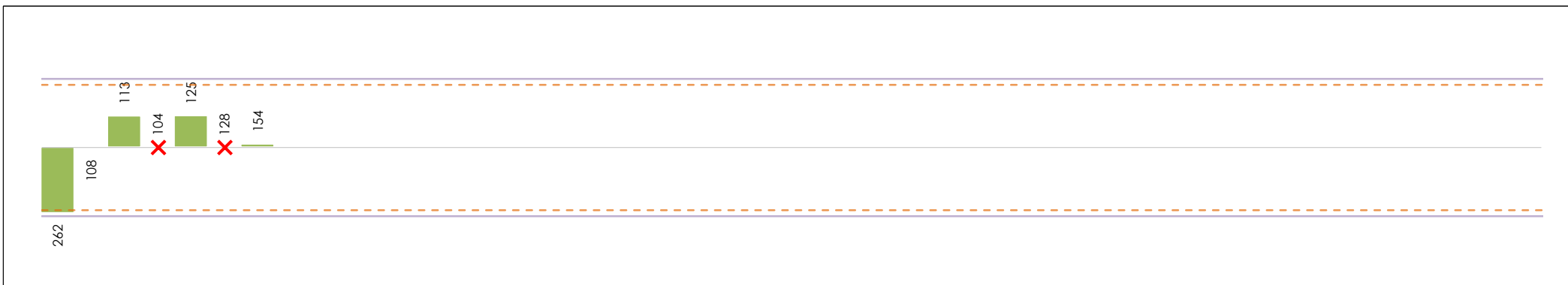
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (db)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

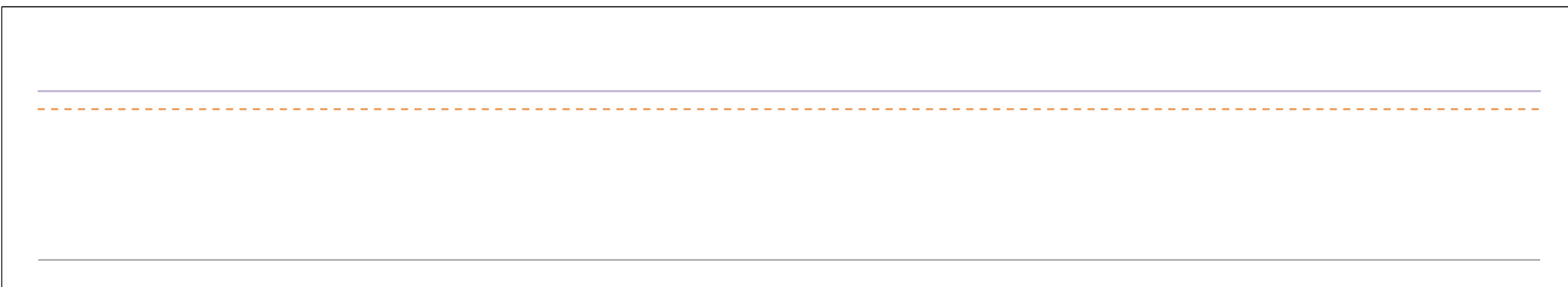
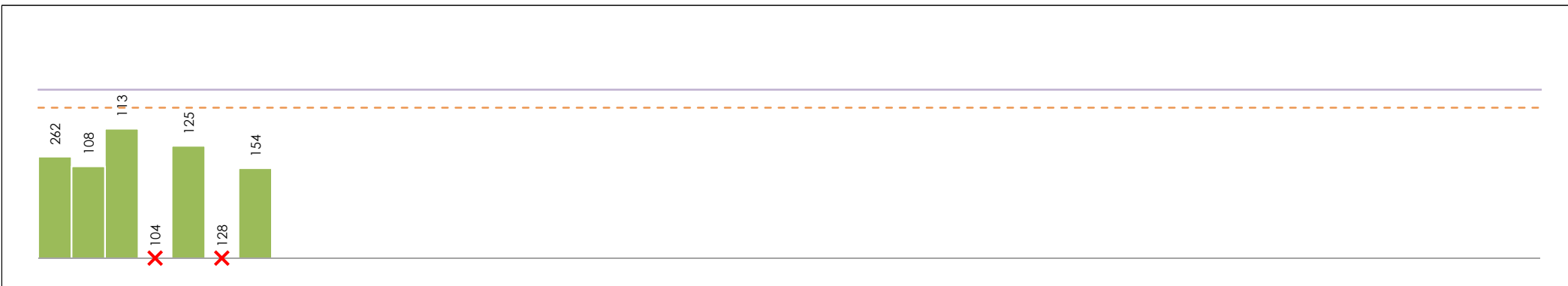
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (db)

Análisis 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (db)****Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	h_i	k_i	C_i	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B	
Z03	262	49,400	52,100	49,900	50,600	50,400	49,000			50,233	1,093	-0,53	-1,65*	0,96	0,298	1,652		0,0846		✓	
Z04	108	49,300	50,100	51,000	52,000	50,900	49,700			50,500	0,990	-0,01	-0,02	0,87				0,0846		✓	
Z04	113	49,364	50,905	51,616	52,422	48,674	50,816			50,633	1,394	0,26	0,79	1,22					0,4736	✓	
Z04	104	51,527	55,640	53,039	51,960	52,427	54,419			53,169	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	49,800	50,500	49,200	52,600	51,400	50,300			50,633	1,211	0,26	0,80	1,06			0,796		0,4736	✓	
Z07	128	53,153	52,428	52,367	51,241	51,117	50,622			51,822	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	154	51,700	50,900	49,700	49,600	51,500	49,700			50,517	0,968	0,03	0,08	0,85							✓

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

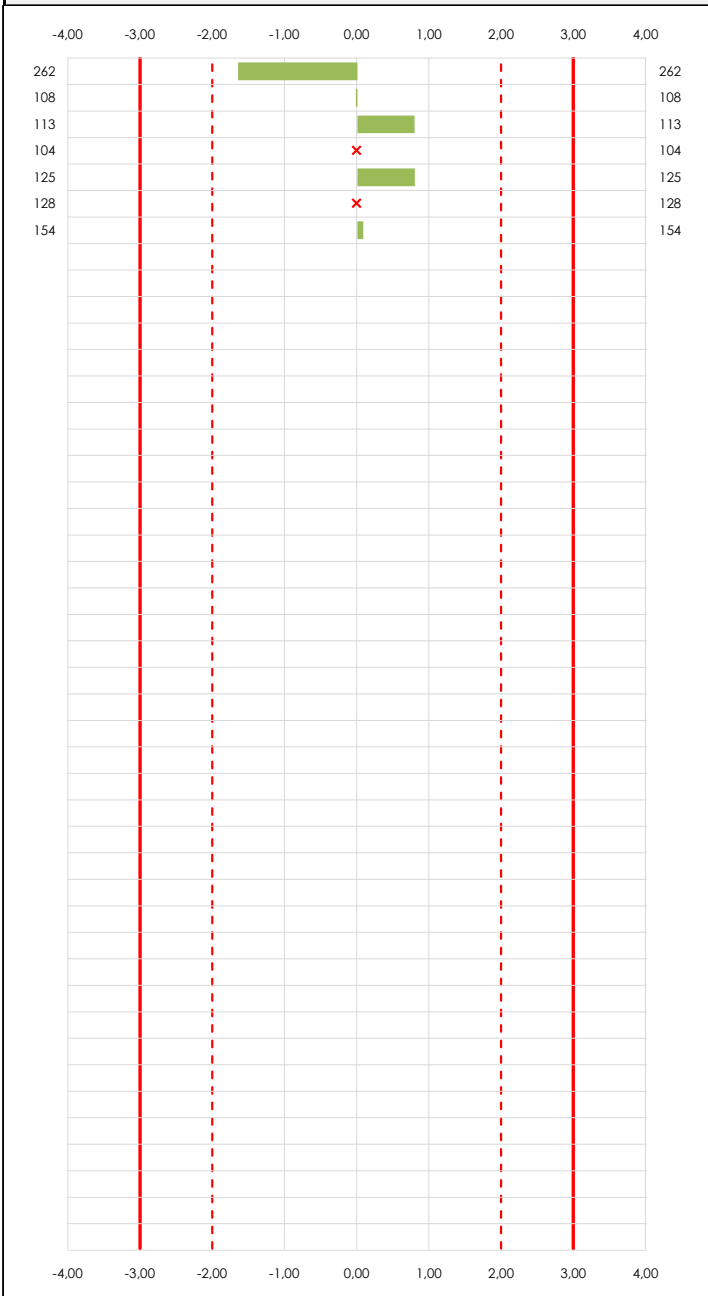


LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (db)

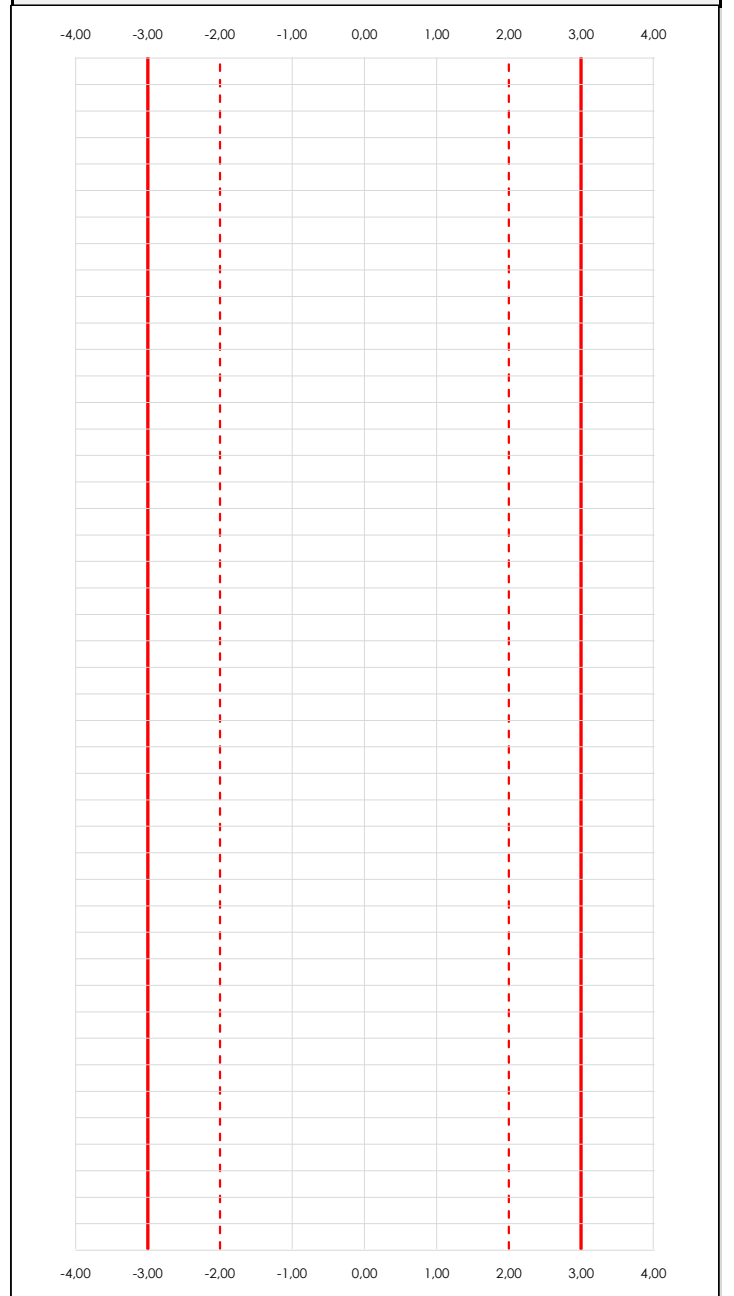
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr160 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr160 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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	49,400	52,100	49,900	50,600	50,400	49,000			50,233	1,093	-0,53	✓	✓	✓			-1,652	S
Z04	108	49,300	50,100	51,000	52,000	50,900	49,700			50,500	0,990	-0,01	✓	✓	✓			-0,020	S
Z04	113	49,364	50,905	51,616	52,422	48,674	50,816			50,633	1,394	0,26	✓	✓	✓			0,793	S
Z04	104	51,527	55,640	53,039	51,960	52,427	54,419			53,169	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
Z07	125	49,800	50,500	49,200	52,600	51,400	50,300			50,633	1,211	0,26	✓	✓	✓			0,796	S
Z07	128	53,153	52,428	52,367	51,241	51,117	50,622			51,822	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
Z07	154	51,700	50,900	49,700	49,600	51,500	49,700			50,517	0,968	0,03	✓	✓	✓			0,082	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

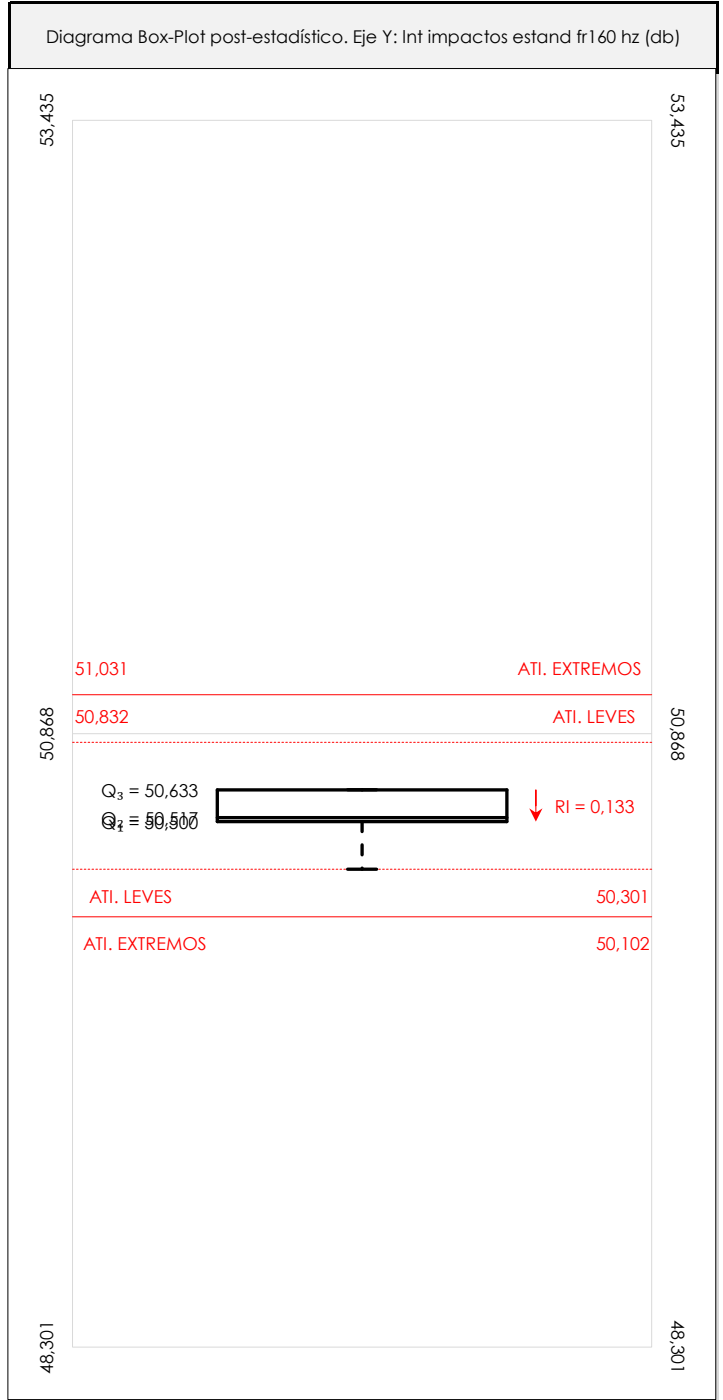
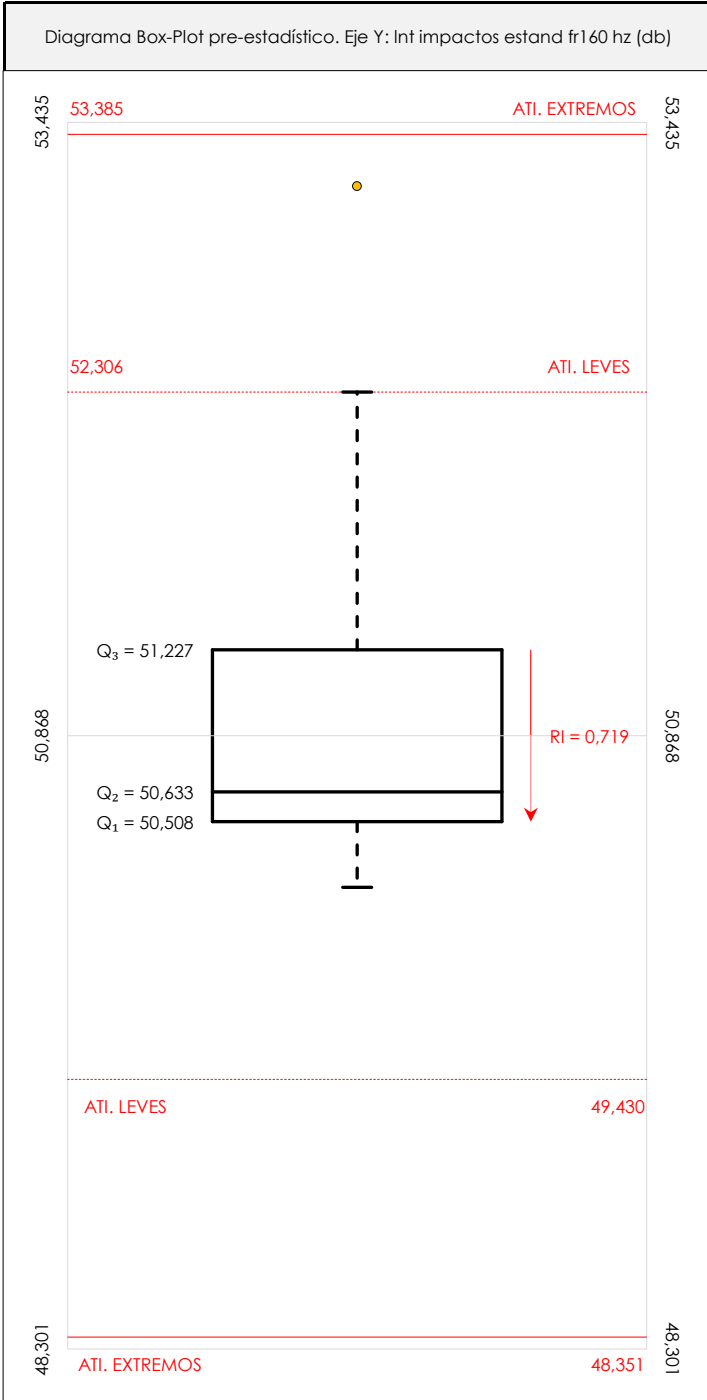
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR160 HZ (db)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda. Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio de análisis estadístico. En ambos se han representado: el primer cuartil (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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	53,15	49,30	50,61	1,52	0,03	51,70	49,30	49,91	1,02	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	55,64	50,10	51,80	1,89	0,04	52,10	50,10	50,90	0,75	0,01
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	53,04	49,20	50,97	1,45	0,03	51,62	49,20	50,28	0,99	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	52,60	49,60	51,49	1,08	0,02	52,60	49,60	51,44	1,30	0,03
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	52,43	48,67	50,92	1,17	0,02	51,50	48,67	50,57	1,15	0,02
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	54,42	49,00	50,65	1,77	0,04	50,82	49,00	49,90	0,69	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i_{ant}}$; %)	53,17	50,23	51,07	1,06	0,02	50,63	50,23	50,50	0,16	0,00
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	1,421	3,304	0,877	2,297	4,201	1,305	3,166	-0,191	1,114	2,925
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,72	1,59	0,466	1,764	0,0018	1,72	1,59	0,588	1,764	0,0018
Nivel de Significación 5%	1,57	1,42	0,397	1,715	0,0090	1,57	1,42	0,506	1,715	0,0090

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 5 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

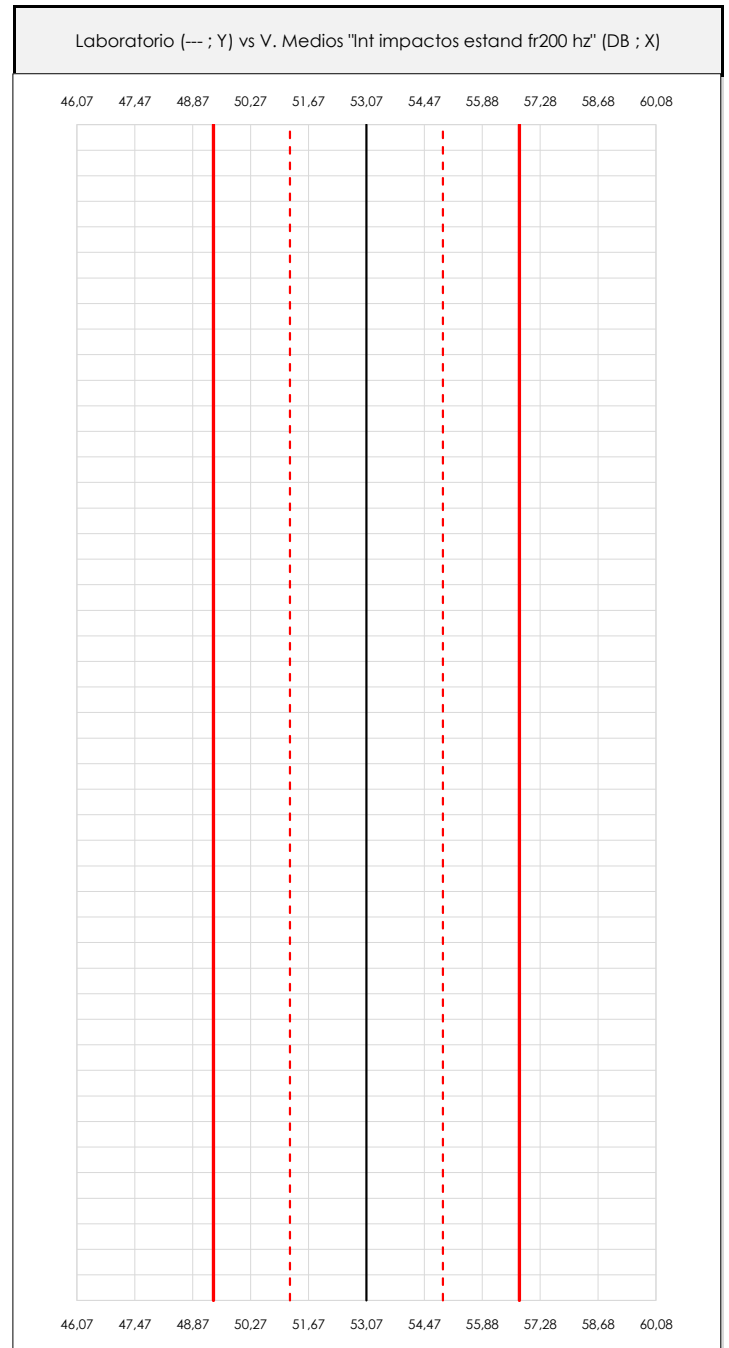
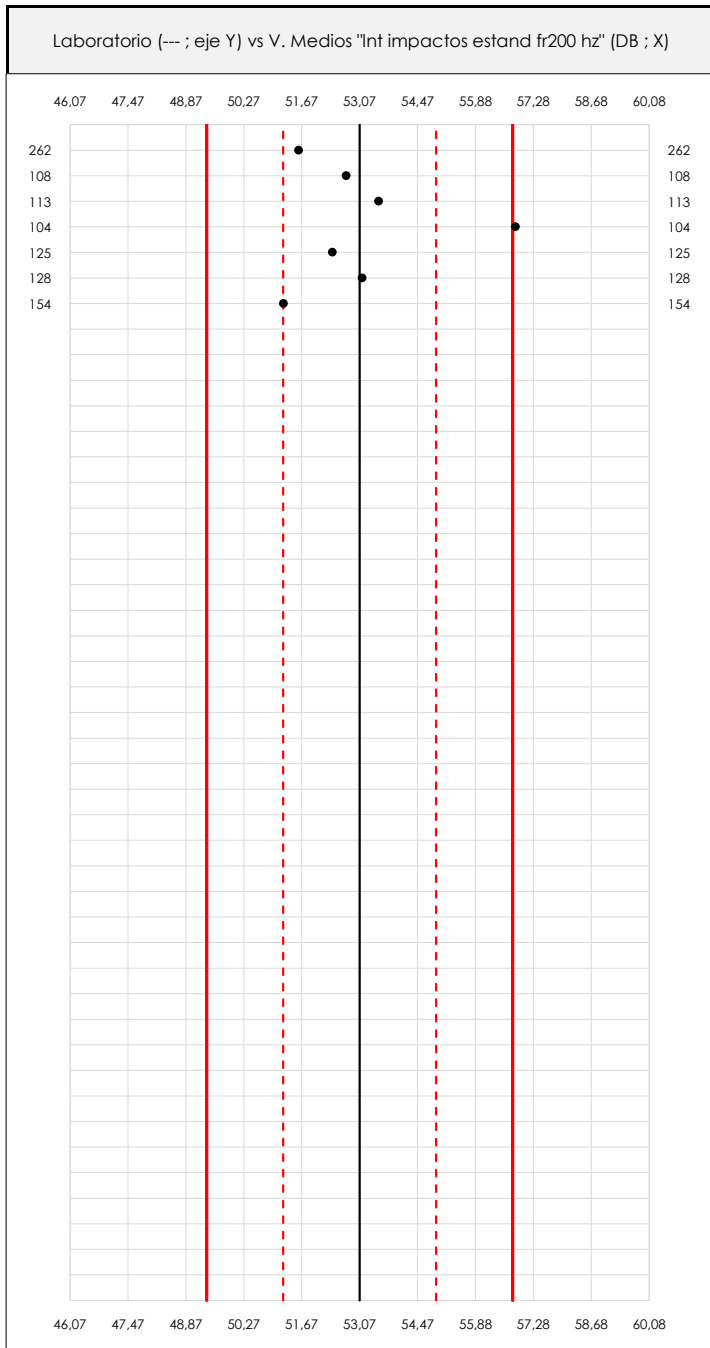
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (53,07 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,92/51,22 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,77/49,37 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

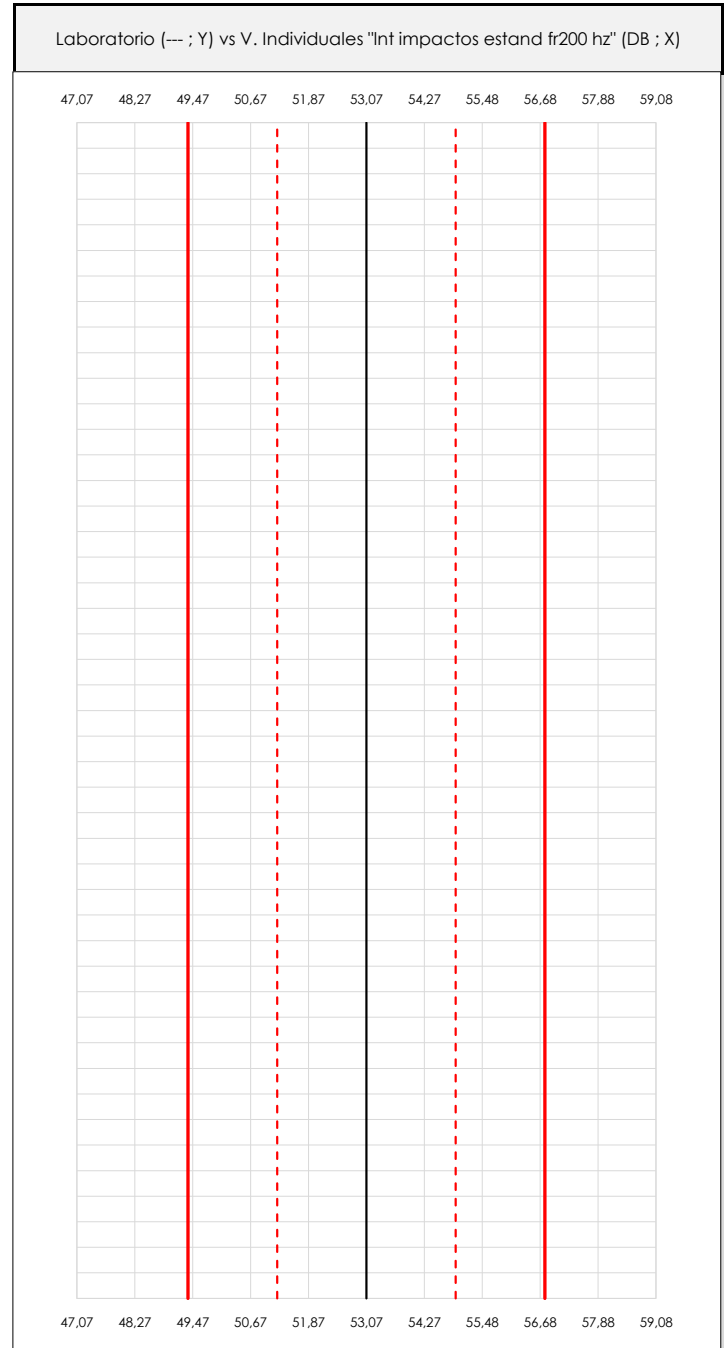
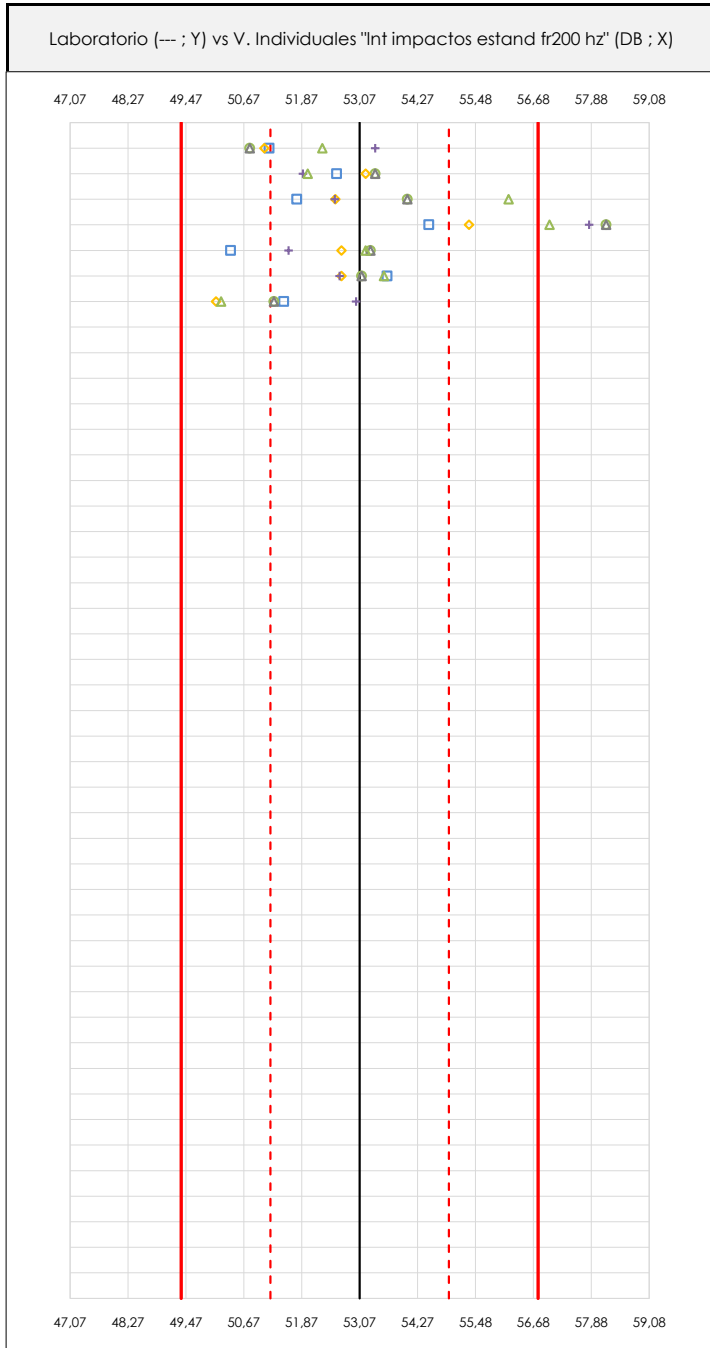
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis 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 (53,07 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,92/51,22 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,77/49,37 ; 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.

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 A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{i crit %}	Pasa A	Observaciones
Z03	262	51,200	50,800	50,800	51,100	53,400	52,300			51,600	1,041	-2,78	✓	
Z04	108	52,600	53,400	53,400	53,200	51,900	52,000			52,750	0,686	-0,61	✓	
Z04	113	51,772	54,066	54,066	52,574	52,560	56,167			53,534	1,579	0,87	✓	
Z04	104	54,511	58,186	58,186	55,346	57,837	57,013			56,847	1,569	7,11	✓	
Z07	125	50,400	53,300	53,300	52,700	51,600	53,200			52,417	1,182	-1,24	✓	
Z07	128	53,649	53,115	53,115	52,699	52,659	53,583			53,137	0,420	0,12	✓	
Z07	154	51,500	51,300	51,300	50,100	53,000	50,200			51,233	1,054	-3,47	✓	

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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 crit %}" 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]

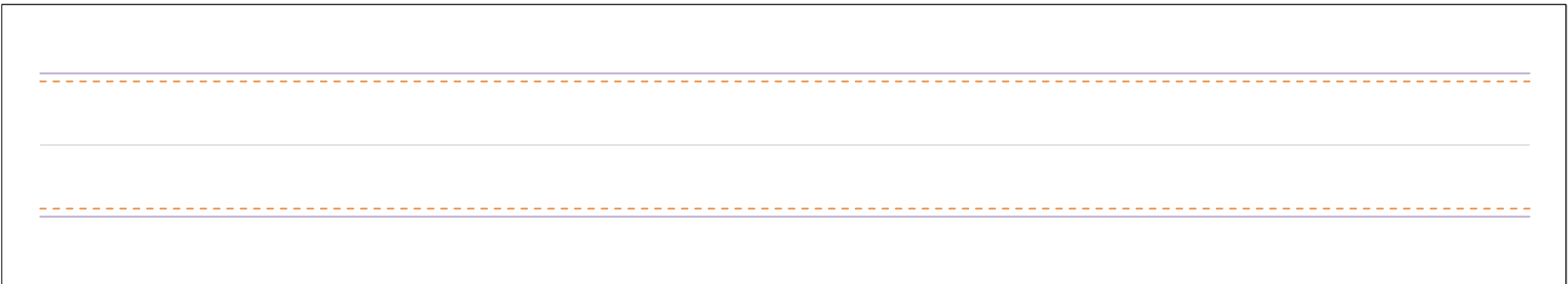
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

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 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 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

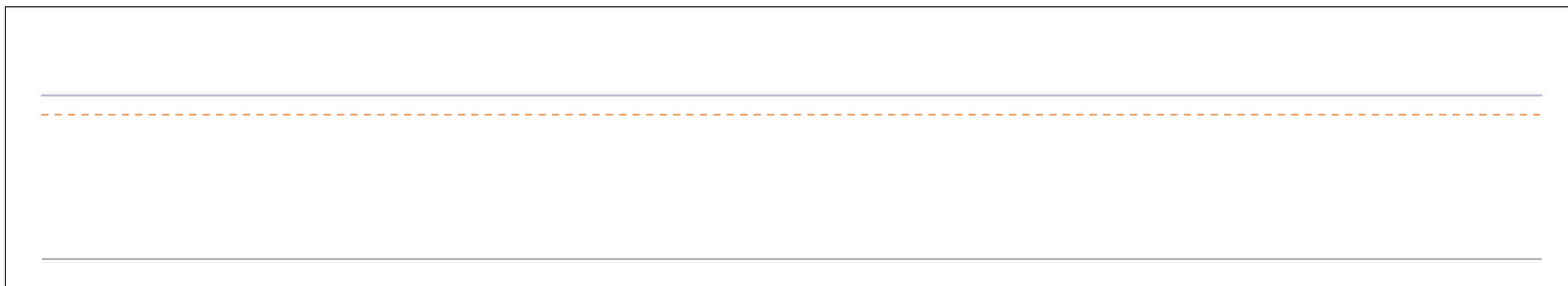
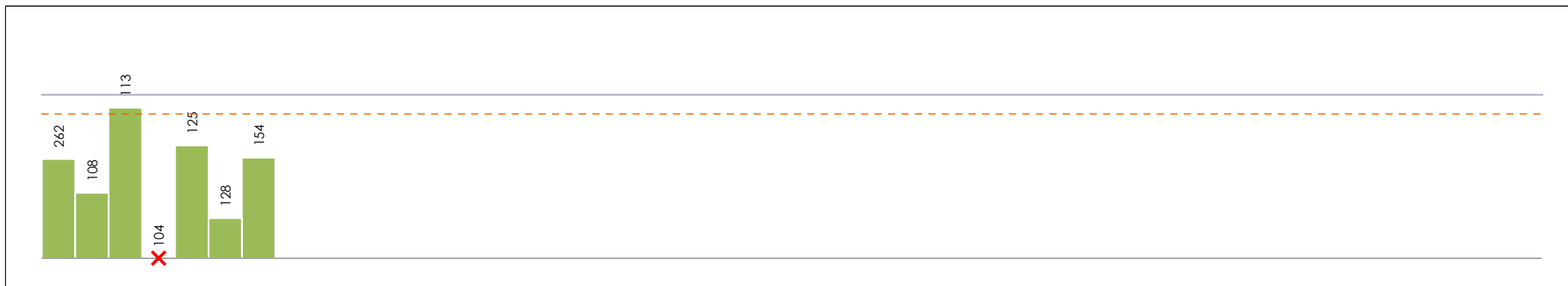
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	51,200	50,800	50,800	51,100	53,400	52,300			51,600	1,041	-1,61	-0,95	0,98					0,1777	✓	
Z04	108	52,600	53,400	53,400	53,200	51,900	52,000			52,750	0,686	0,58	0,34	0,65							✓
Z04	113	51,772	54,066	54,066	52,574	52,560	56,167			53,534	1,579	2,08	1,23	1,49*	0,370		1,227		0,3766	✓	
Z04	104	54,511	58,186	58,186	55,346	57,837	57,013			56,847	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	50,400	53,300	53,300	52,700	51,600	53,200			52,417	1,182	-0,05	-0,03	1,12							✓
Z07	128	53,649	53,115	53,115	52,699	52,659	53,583			53,137	0,420	1,32	0,78	0,40					0,3766		✓
Z07	154	51,500	51,300	51,300	50,100	53,000	50,200			51,233	1,054	-2,31	-1,37	0,99		1,365		0,1777			✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

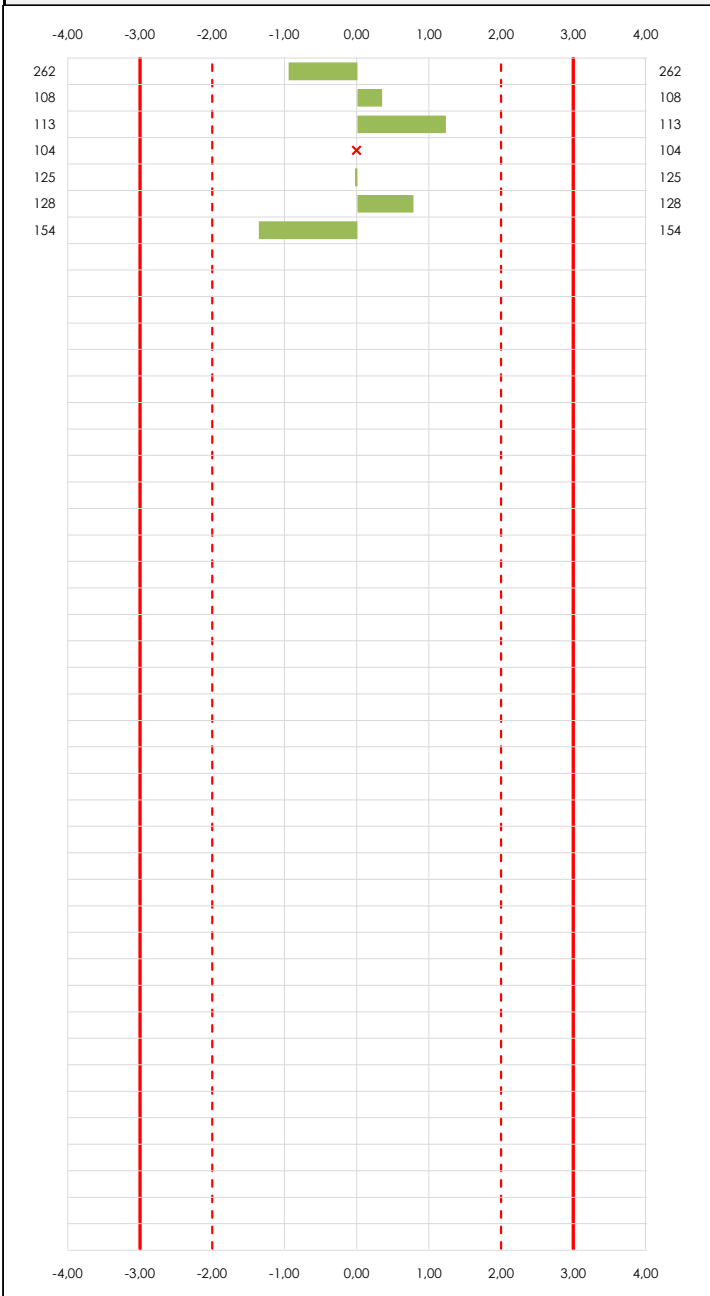


LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

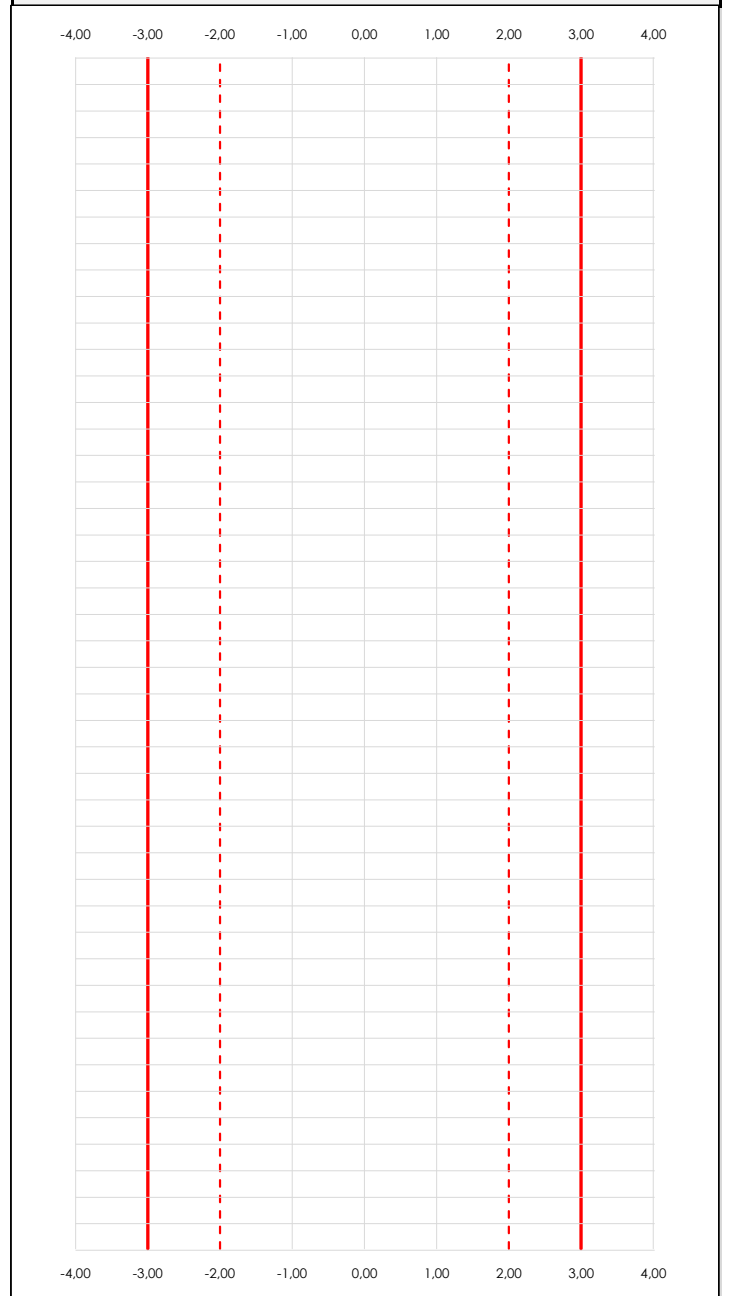
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr200 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr200 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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	51,200	50,800	50,800	51,100	53,400	52,300			51,600	1,041	-1,61	✓	✓	✓			-0,952	S
Z04	108	52,600	53,400	53,400	53,200	51,900	52,000			52,750	0,686	0,58	✓	✓	✓			0,343	S
Z04	113	51,772	54,066	54,066	52,574	52,560	56,167			53,534	1,579	2,08	✓	✓	✓			1,227	S
Z04	104	54,511	58,186	58,186	55,346	57,837	57,013			56,847	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	50,400	53,300	53,300	52,700	51,600	53,200			52,417	1,182	-0,05	✓	✓	✓			-0,032	S
Z07	128	53,649	53,115	53,115	52,699	52,659	53,583			53,137	0,420	1,32	✓	✓	✓			0,779	S
Z07	154	51,500	51,300	51,300	50,100	53,000	50,200			51,233	1,054	-2,31	✓	✓	✓			-1,365	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

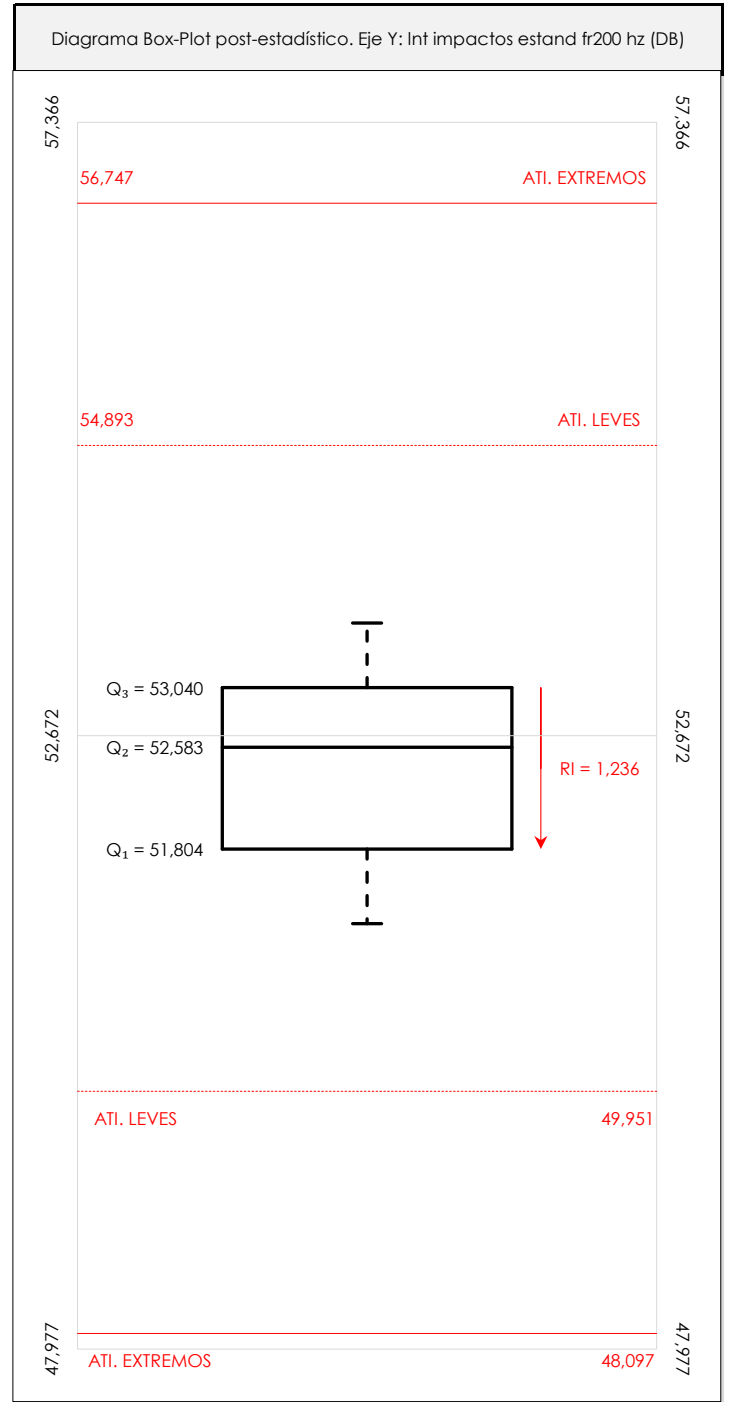
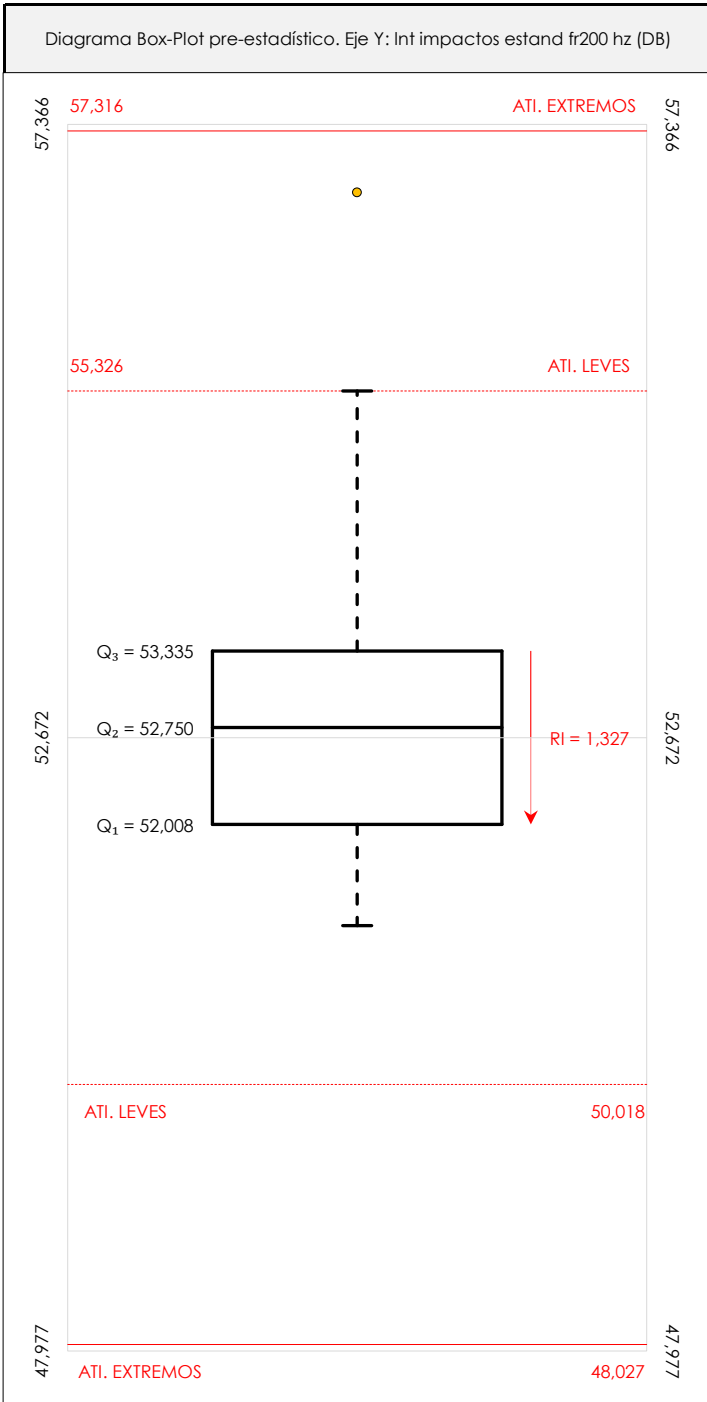
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR200 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda. Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio de análisis estadístico. En ambos se han representado: el primer cuartil (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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	54,51	50,40	52,23	1,44	0,03	53,65	50,40	51,85	1,14	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	58,19	50,80	53,45	2,40	0,04	54,07	50,80	52,66	1,30	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	58,19	50,80	53,45	2,40	0,04	54,07	50,80	52,66	1,30	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	55,35	50,10	52,53	1,65	0,03	53,20	50,10	52,06	1,20	0,02
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	57,84	51,60	53,28	2,10	0,04	53,40	51,60	52,52	0,67	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	57,01	50,20	53,49	2,39	0,04	56,17	50,20	52,91	1,98	0,04
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	56,85	51,23	53,07	1,85	0,03	53,53	51,23	52,45	0,89	0,02
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	1,314	3,177	3,205	4,519	5,892	1,122	2,937	0,601	1,723	3,639
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

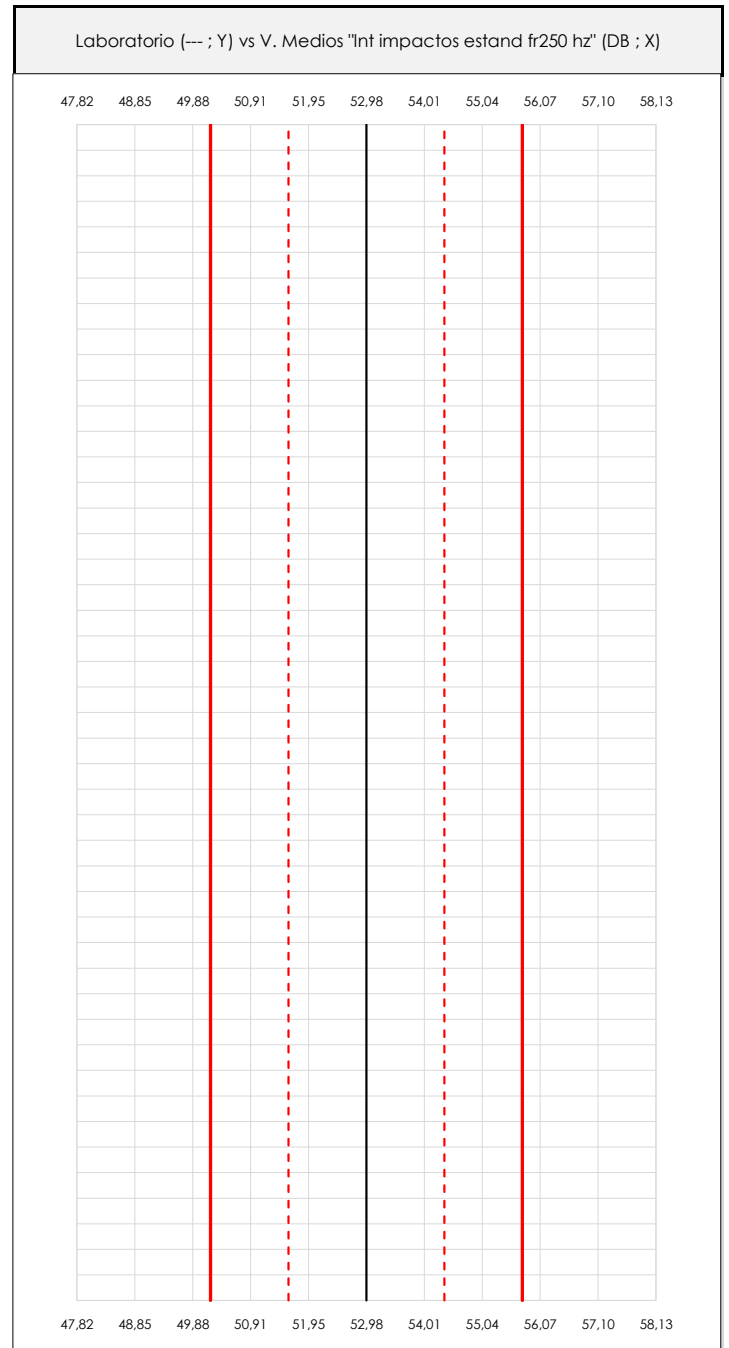
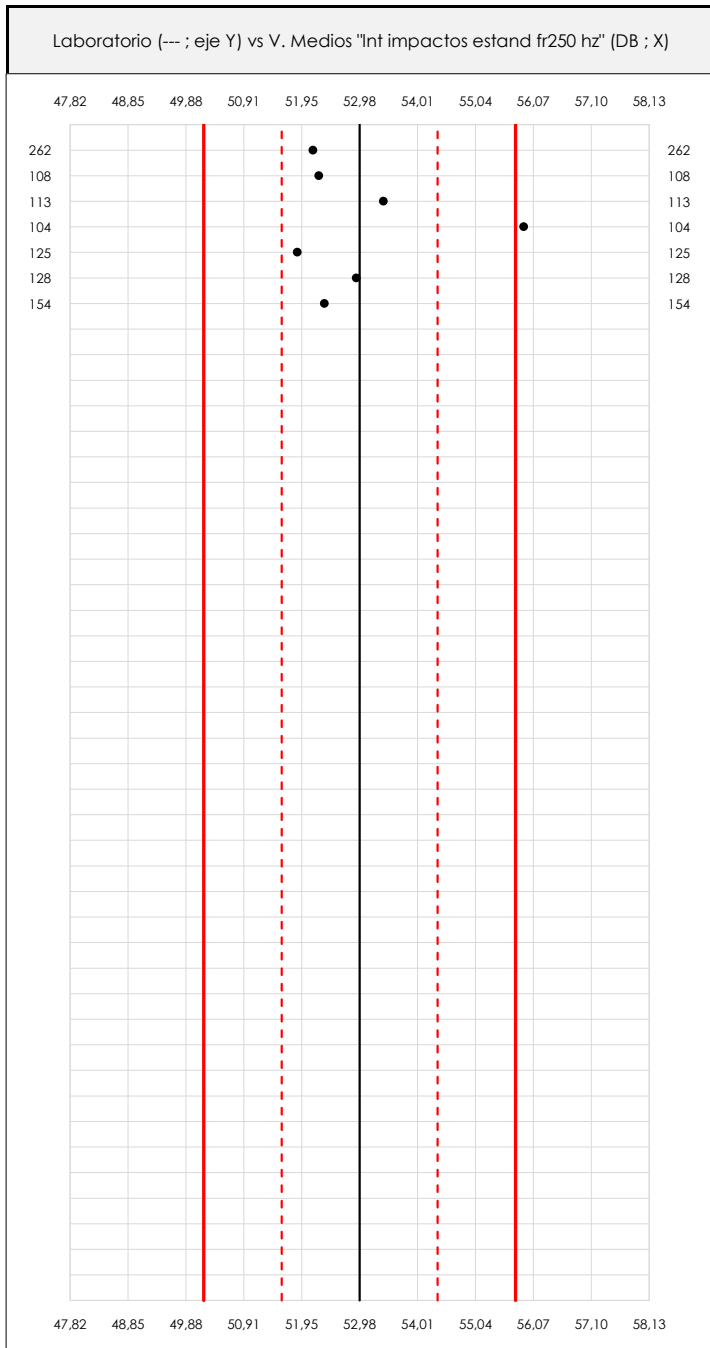
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (52,98 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,37/51,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,75/50,20 ; líneas rojas de trazo continuo).

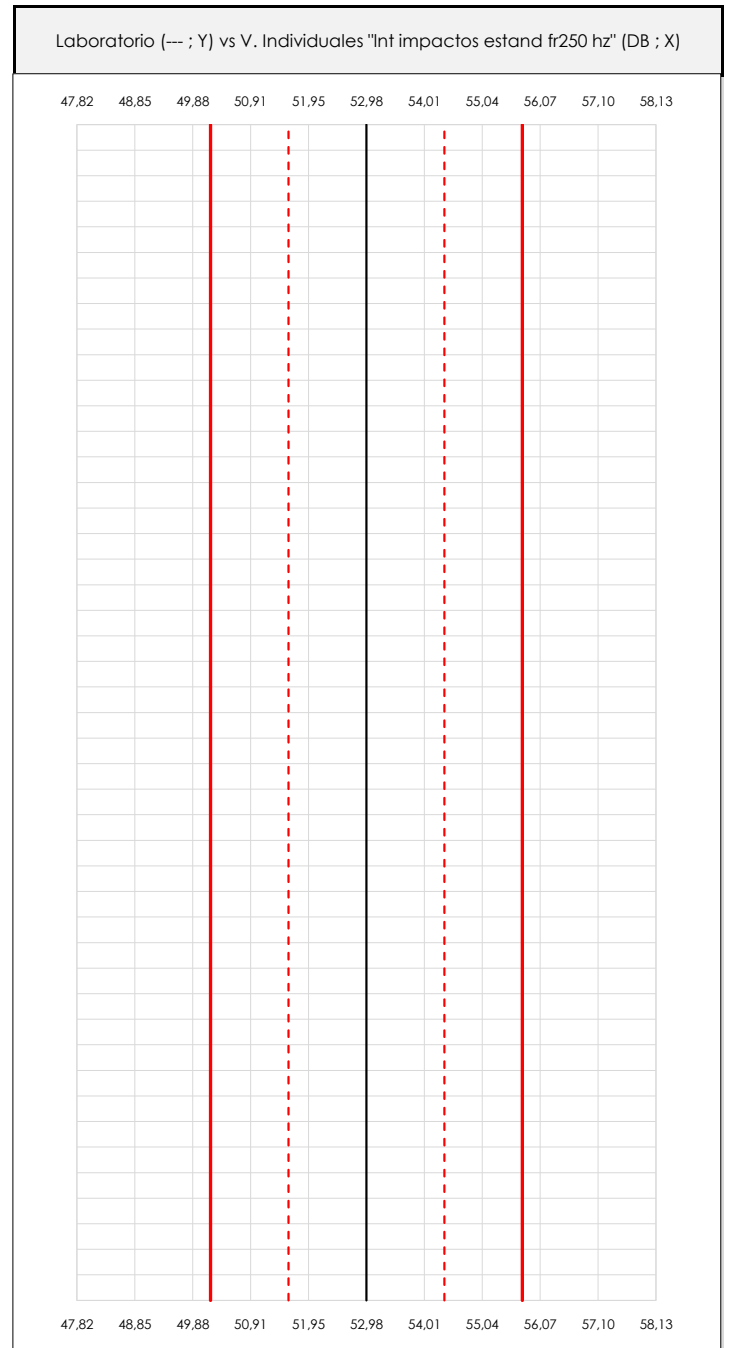
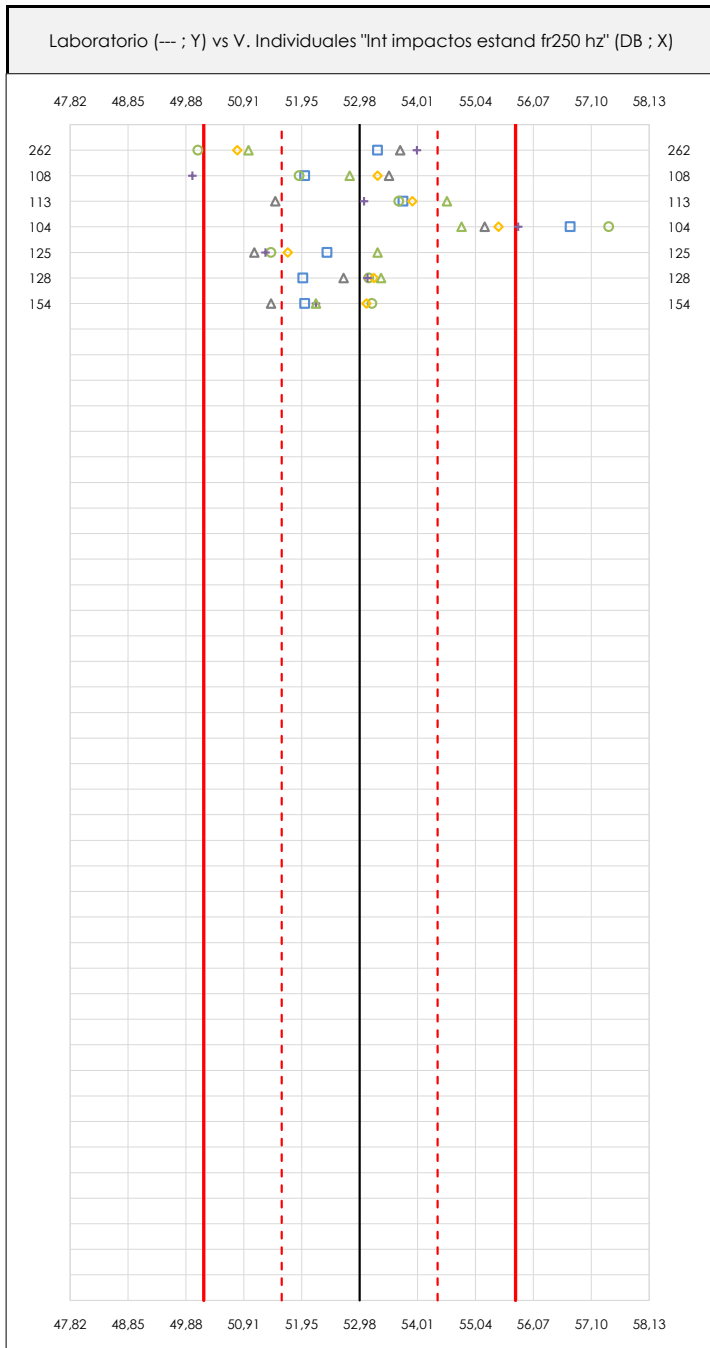
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



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 (52,98 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (54,37/51,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (55,75/50,20 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	53,300	50,100	53,700	50,800	54,000	51,000			52,150	1,703	-1,56	✓	
Z04	108	52,000	51,900	53,500	53,300	50,000	52,800			52,250	1,282	-1,37	✓	
Z04	113	53,750	53,675	51,478	53,920	53,056	54,534			53,402	1,055	0,80	✓	
Z04	104	56,729	57,415	55,207	55,453	55,801	54,792			55,900	0,990	5,52	✓	
Z07	125	52,400	51,400	51,100	51,700	51,300	53,300			51,867	0,836	-2,10	✓	
Z07	128	51,969	53,141	52,694	53,232	53,116	53,358			52,918	0,516	-0,11	✓	
Z07	154	52,000	53,200	51,400	53,100	52,200	52,200			52,350	0,686	-1,18	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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]

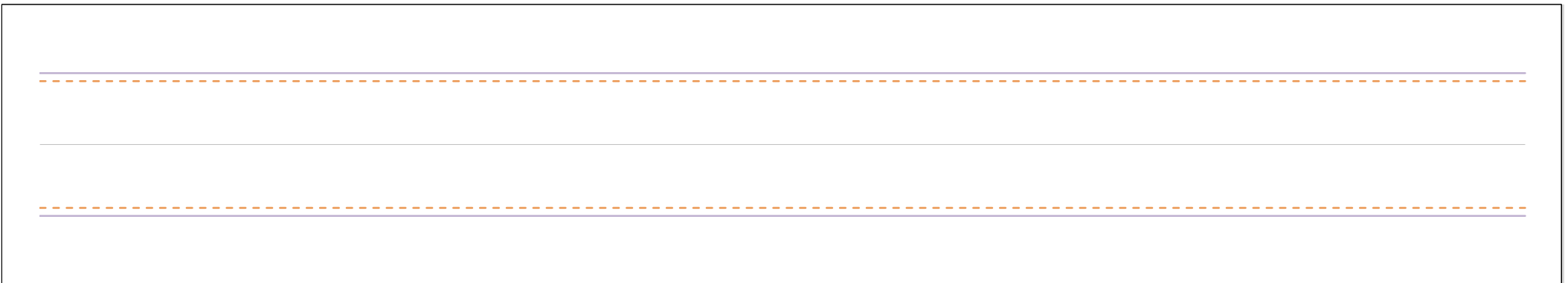
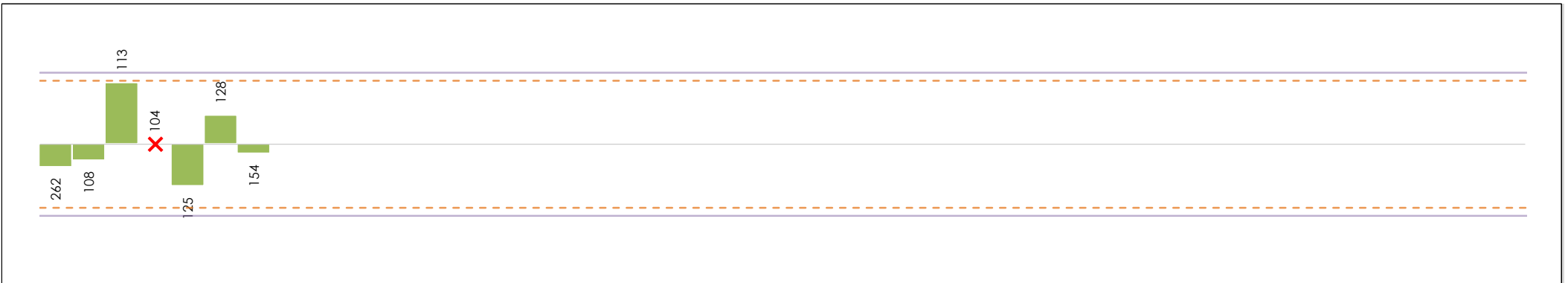
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

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 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

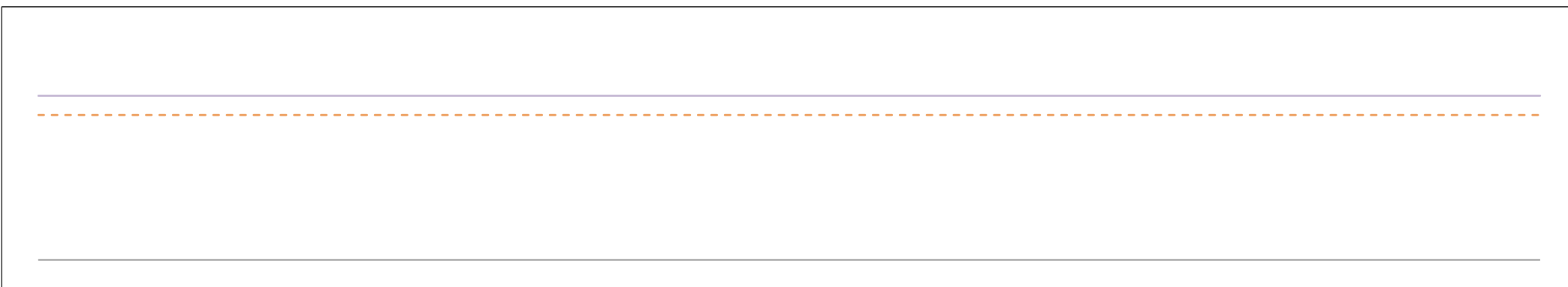
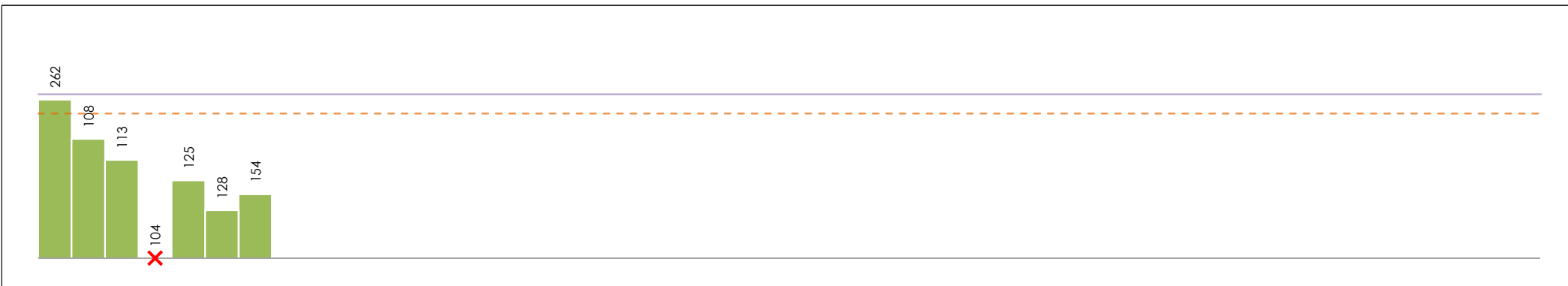
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	53,300	50,100	53,700	50,800	54,000	51,000			52,150	1,703	-0,65	-0,60	1,57*	0,409			0,5399		✓	
Z04	108	52,000	51,900	53,500	53,300	50,000	52,800			52,250	1,282	-0,46	-0,42	1,18							✓
Z04	113	53,750	53,675	51,478	53,920	53,056	54,534			53,402	1,055	1,74	1,61	0,97			1,615		0,0815	✓	
Z04	104	56,729	57,415	55,207	55,453	55,801	54,792			55,900	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	52,400	51,400	51,100	51,700	51,300	53,300			51,867	0,836	-1,19	-1,10	0,77		1,102		0,5399		✓	
Z07	128	51,969	53,141	52,694	53,232	53,116	53,358			52,918	0,516	0,82	0,76	0,47					0,0815	✓	
Z07	154	52,000	53,200	51,400	53,100	52,200	52,200			52,350	0,686	-0,27	-0,25	0,63						✓	

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

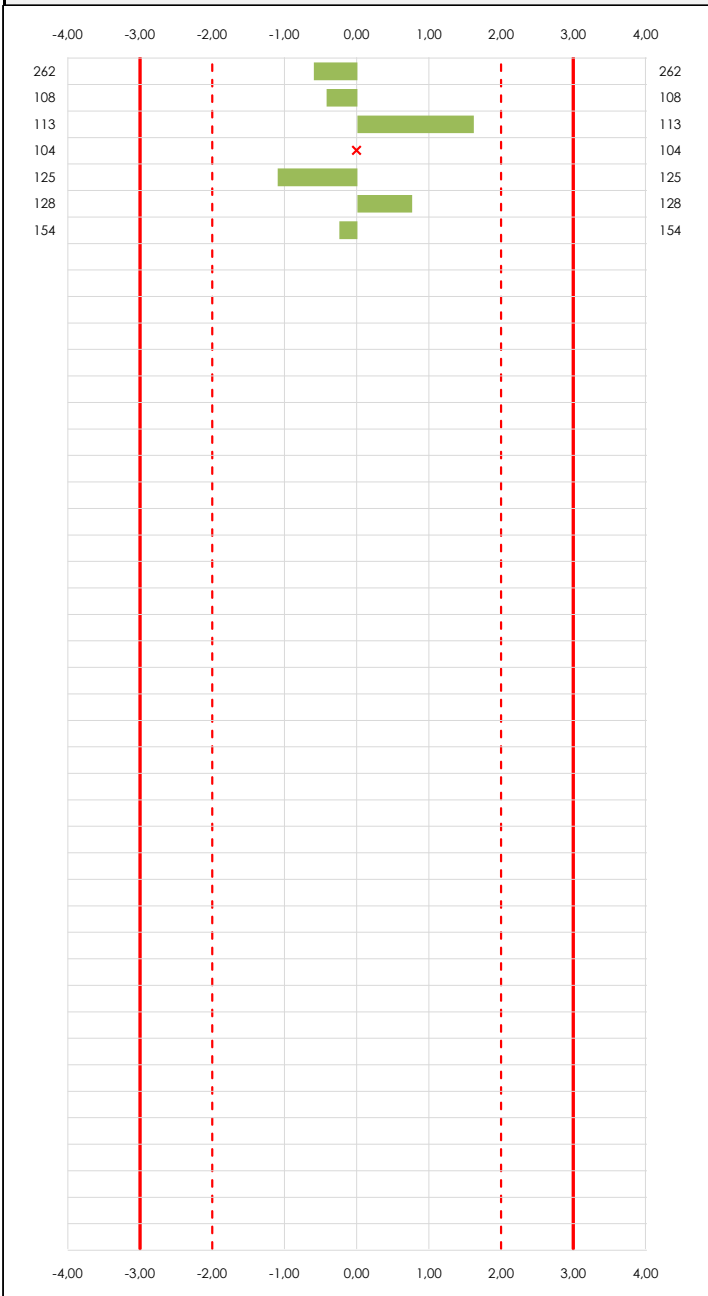


LNT IMPACTOS ESTAND FR250 HZ (DB)

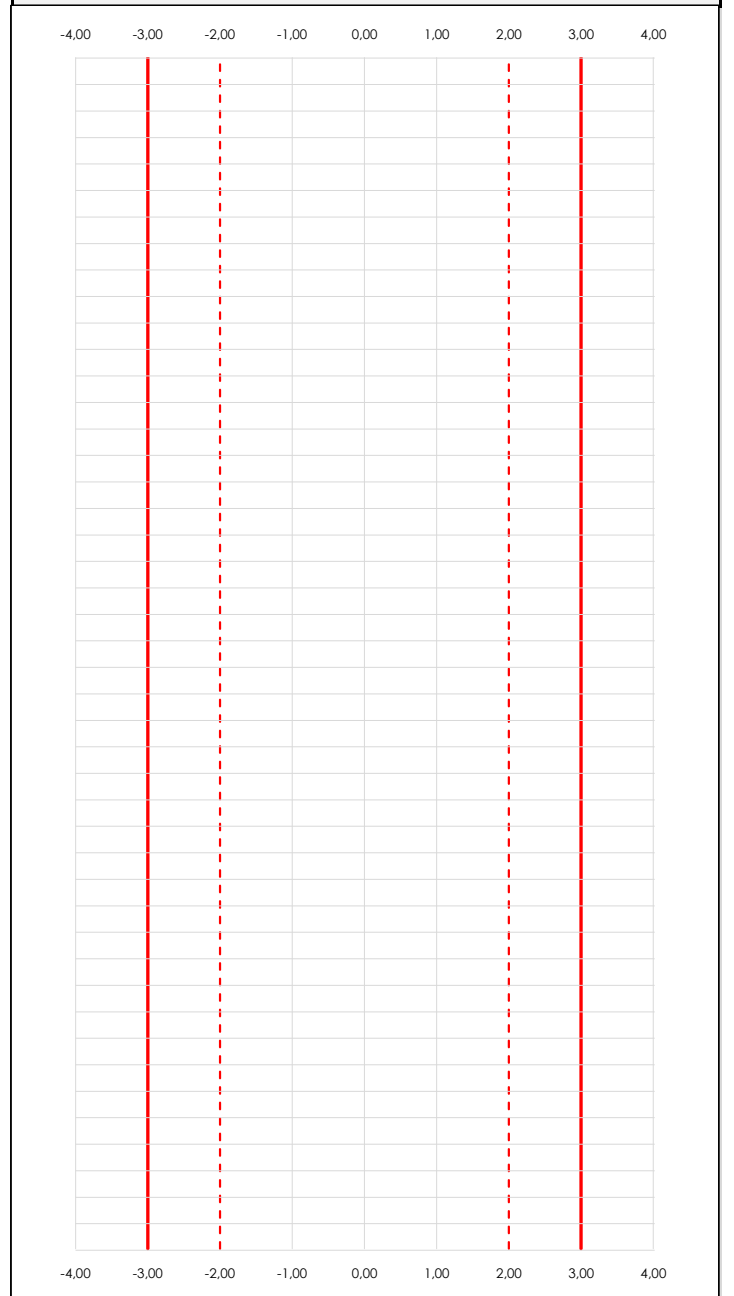
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr250 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr250 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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	53,300	50,100	53,700	50,800	54,000	51,000			52,150	1,703	-0,65	✓	✓	✓			-0,601	S
Z04	108	52,000	51,900	53,500	53,300	50,000	52,800			52,250	1,282	-0,46	✓	✓	✓			-0,424	S
Z04	113	53,750	53,675	51,478	53,920	53,056	54,534			53,402	1,055	1,74	✓	✓	✓			1,615	S
Z04	104	56,729	57,415	55,207	55,453	55,801	54,792			55,900	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	52,400	51,400	51,100	51,700	51,300	53,300			51,867	0,836	-1,19	✓	✓	✓			-1,102	S
Z07	128	51,969	53,141	52,694	53,232	53,116	53,358			52,918	0,516	0,82	✓	✓	✓			0,759	S
Z07	154	52,000	53,200	51,400	53,100	52,200	52,200			52,350	0,686	-0,27	✓	✓	✓			-0,247	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

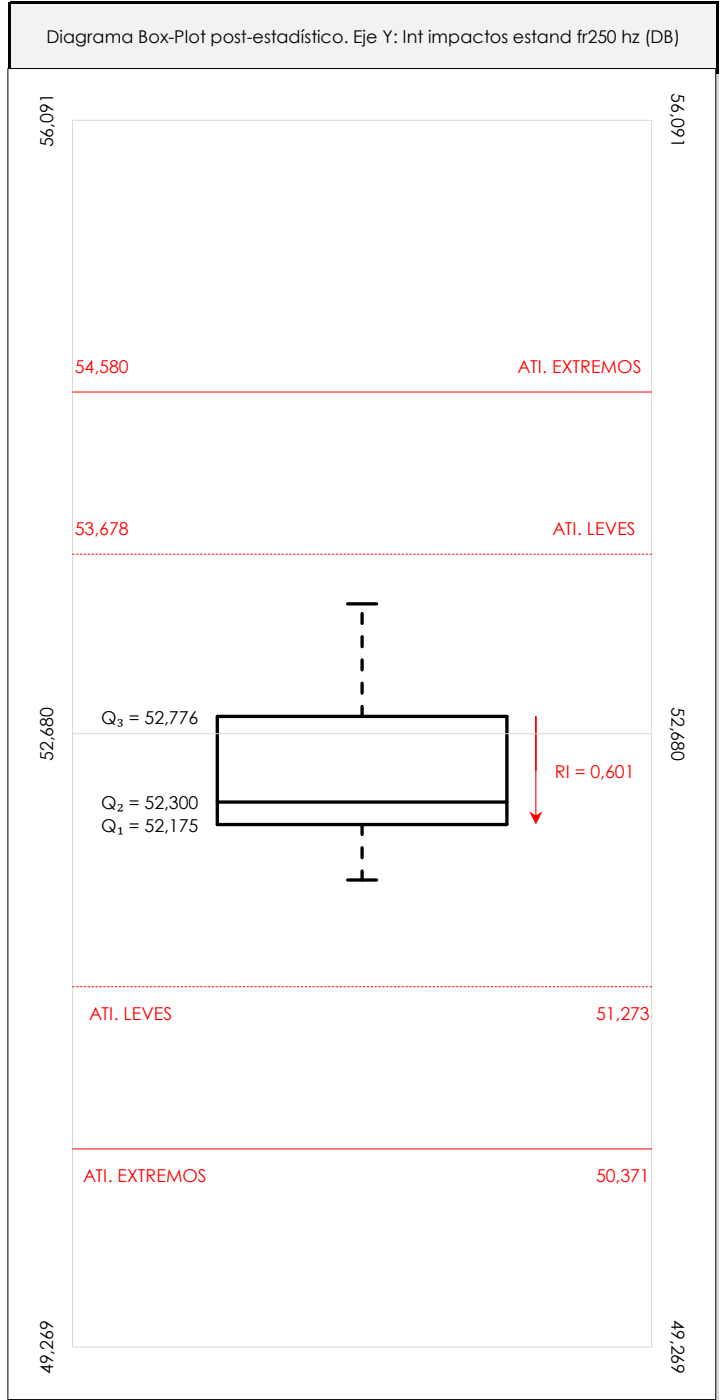
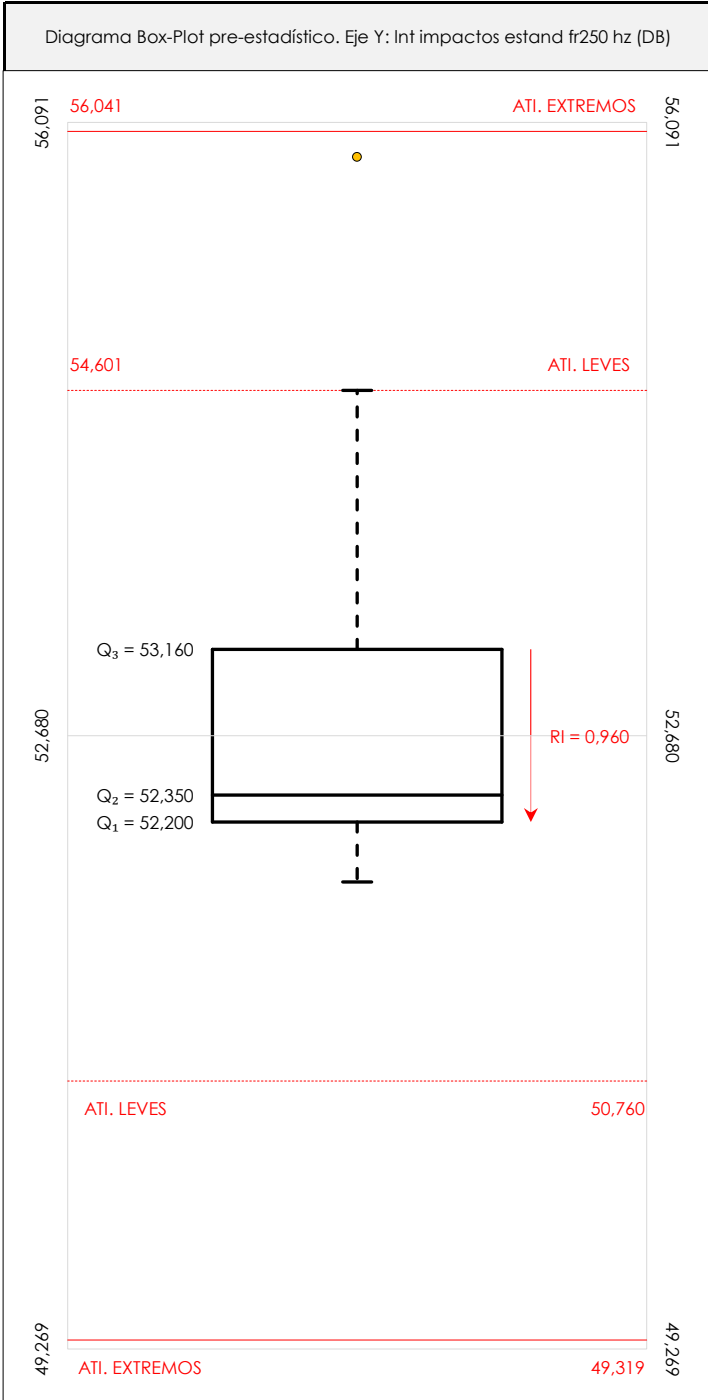
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	56,73	51,97	53,16	1,72	0,03	53,75	51,97	52,57	0,77	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	57,42	50,10	52,98	2,32	0,04	53,68	50,10	52,24	1,36	0,03
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	55,21	51,10	52,73	1,51	0,03	53,70	51,10	52,31	1,14	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	55,45	50,80	53,07	1,50	0,03	53,92	50,80	52,68	1,17	0,02
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	55,80	50,00	52,78	1,87	0,04	54,00	50,00	52,28	1,44	0,03
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	54,79	51,00	53,14	1,31	0,02	54,53	51,00	52,87	1,20	0,02
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	55,90	51,87	52,98	1,39	0,03	53,40	51,87	52,49	0,57	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	1,153	2,977	1,735	2,888	4,711	1,182	3,014	0,122	1,304	3,166
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

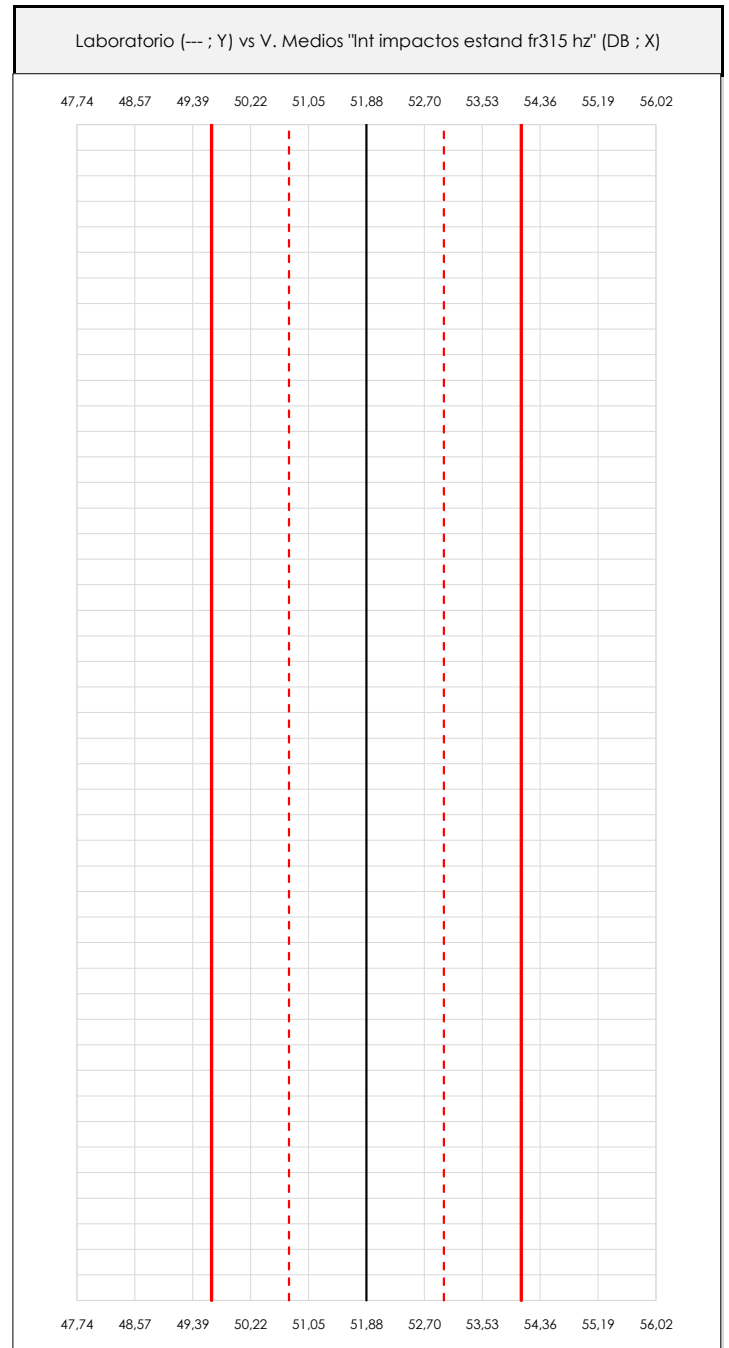
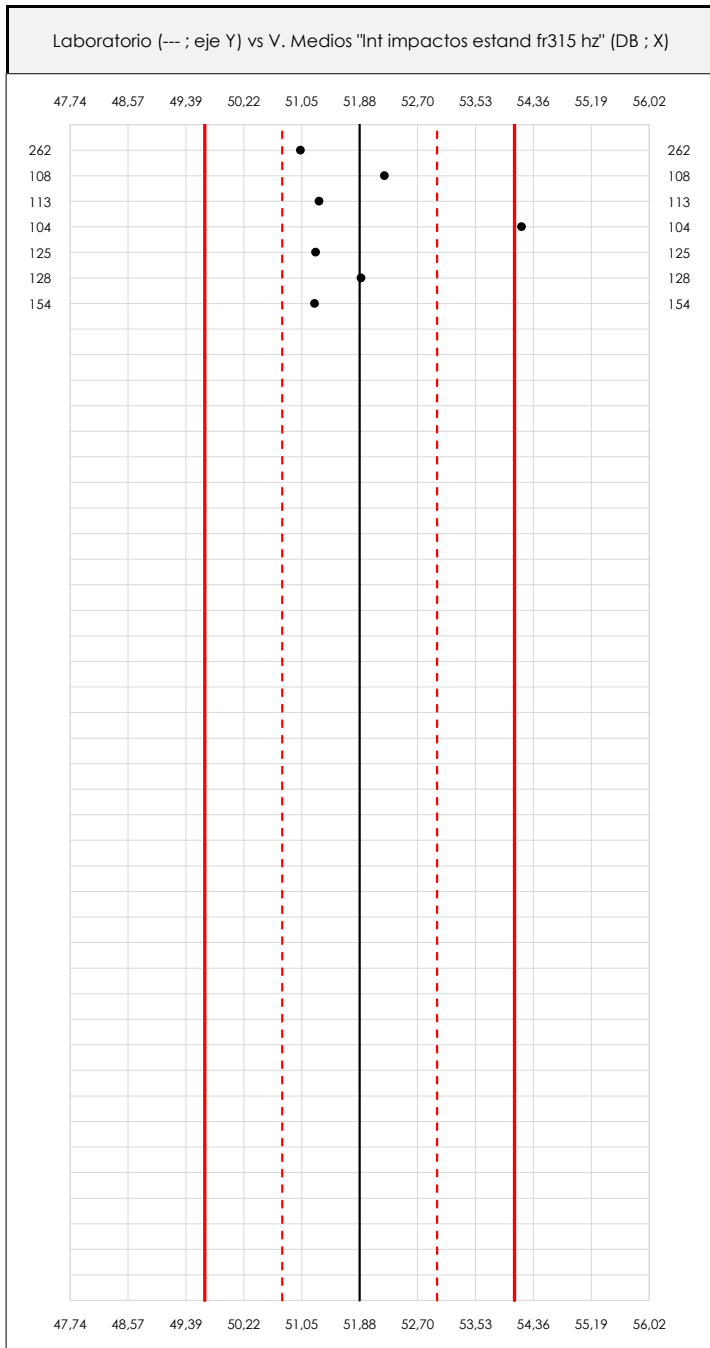
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (51,88 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (52,98/50,77 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,09/49,66 ; líneas rojas de trazo continuo).

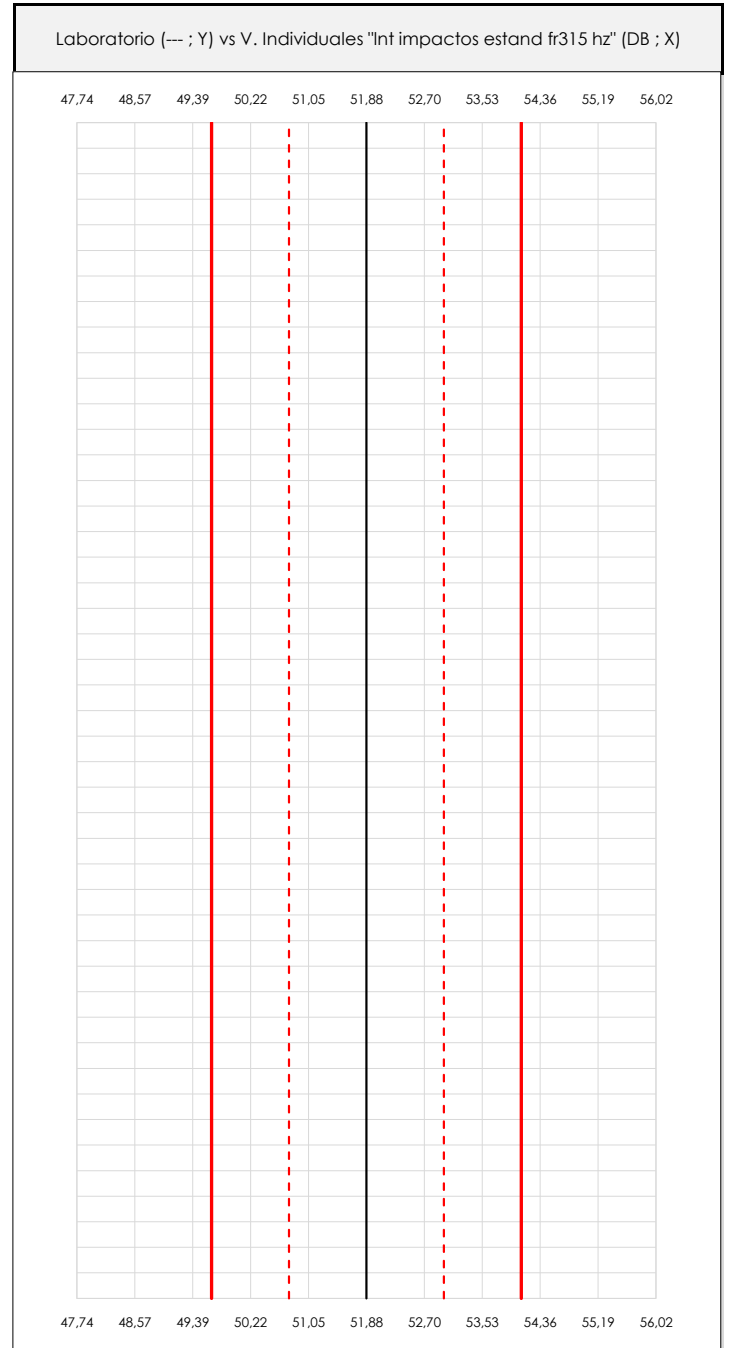
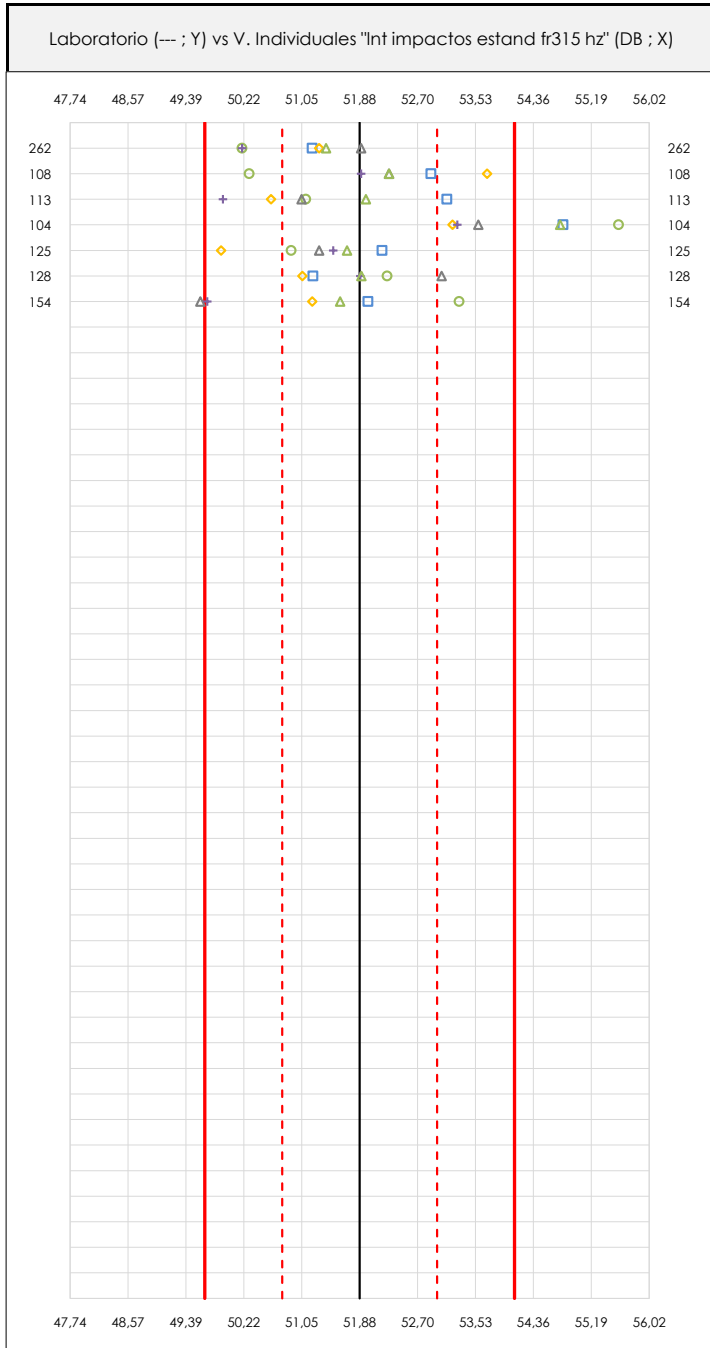
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



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 (51,88 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (52,98/50,77 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,09/49,66 ; 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.

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

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	51,200	50,200	51,900	51,300	50,200	51,400			51,033	0,689	-1,63	✓	
Z04	108	52,900	50,300	52,300	53,700	51,900	52,300			52,233	1,136	0,69	✓	
Z04	113	53,128	51,110	51,051	50,612	49,923	51,968			51,299	1,118	-1,12	✓	
Z04	104	54,785	55,580	53,573	53,205	53,275	54,745			54,194	0,978	4,47	✓	
Z07	125	52,200	50,900	51,300	49,900	51,500	51,700			51,250	0,789	-1,21	✓	
Z07	128	51,213	52,274	53,051	51,059	51,889	51,903			51,898	0,727	0,04	✓	
Z07	154	52,000	53,300	49,600	51,200	49,700	51,600			51,233	1,415	-1,24	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

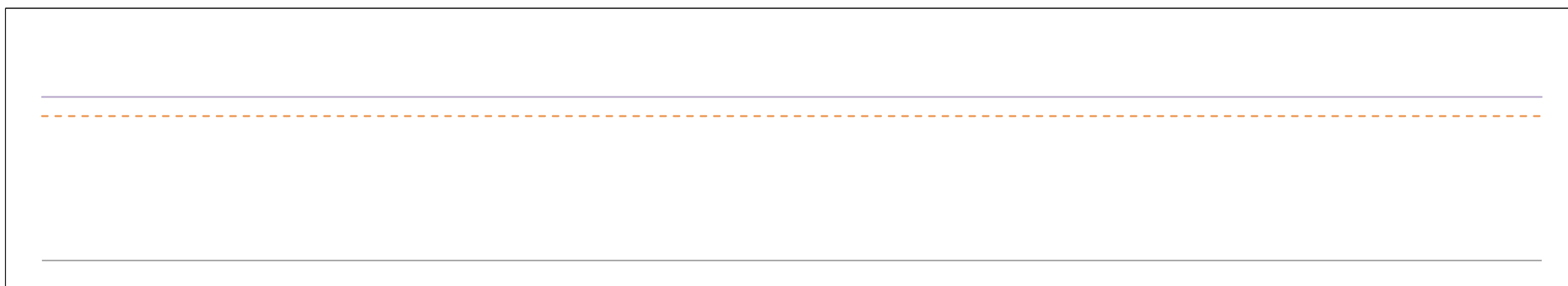
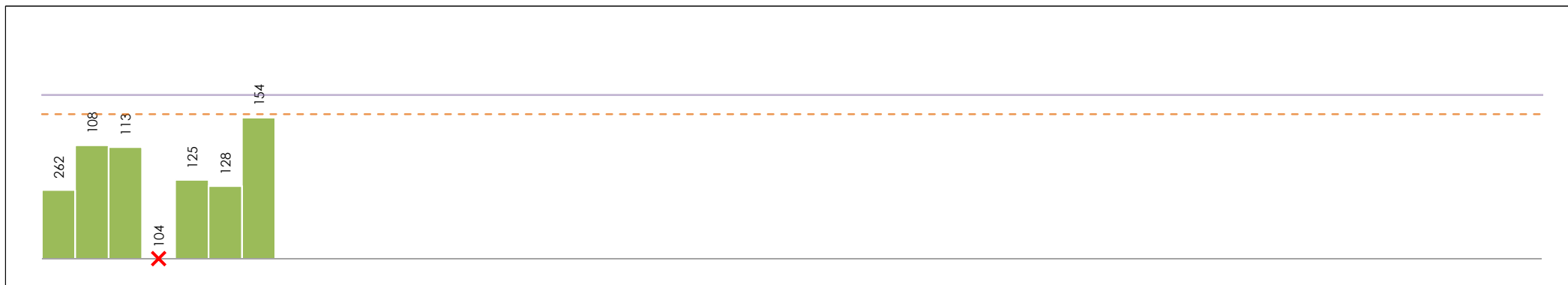
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	51,200	50,200	51,900	51,300	50,200	51,400			51,033	0,689	-0,89	-0,98	0,68		0,982			0,6285		✓
Z04	108	52,900	50,300	52,300	53,700	51,900	52,300			52,233	1,136	1,44	1,59	1,12			1,591		0,0378		✓
Z04	113	53,128	51,110	51,051	50,612	49,923	51,968			51,299	1,118	-0,37	-0,41	1,10							✓
Z04	104	54,785	55,580	53,573	53,205	53,275	54,745			54,194	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	52,200	50,900	51,300	49,900	51,500	51,700			51,250	0,789	-0,47	-0,52	0,78							✓
Z07	128	51,213	52,274	53,051	51,059	51,889	51,903			51,898	0,727	0,79	0,87	0,72					0,0378		✓
Z07	154	52,000	53,300	49,600	51,200	49,700	51,600			51,233	1,415	-0,50	-0,55	1,40					0,6285		✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

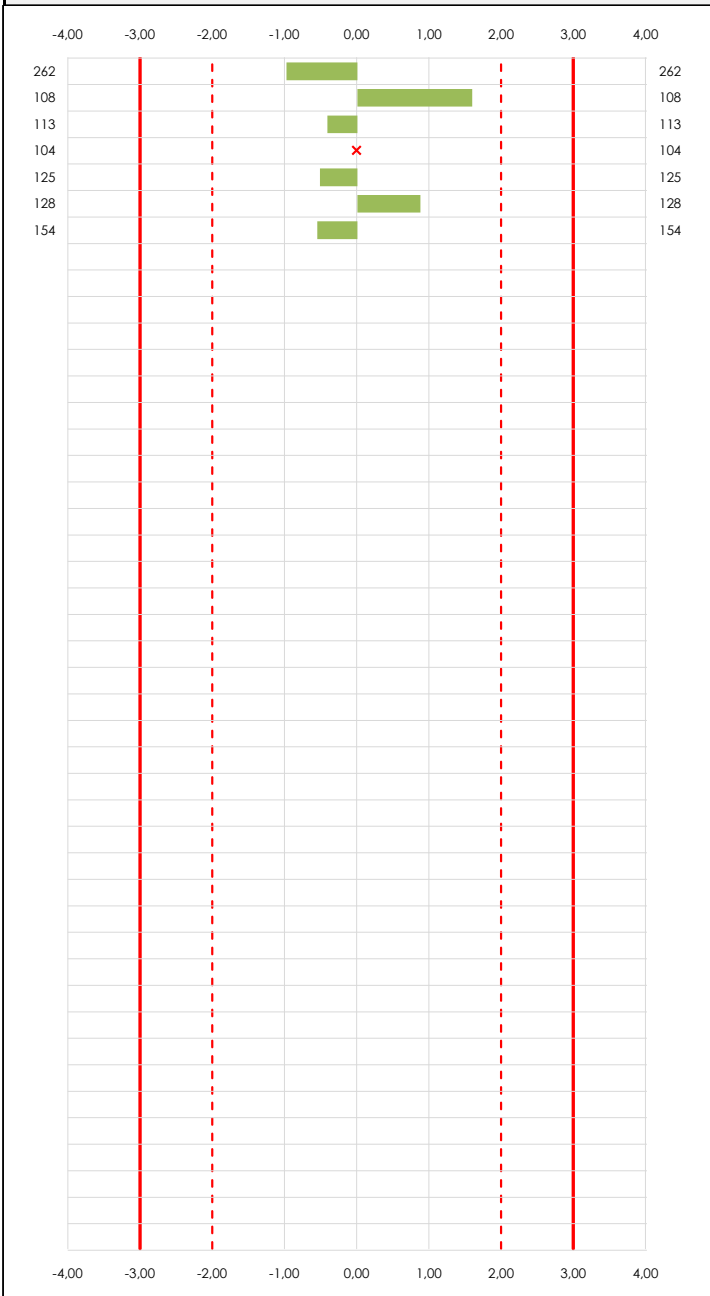


LNT IMPACTOS ESTAND FR315 HZ (DB)

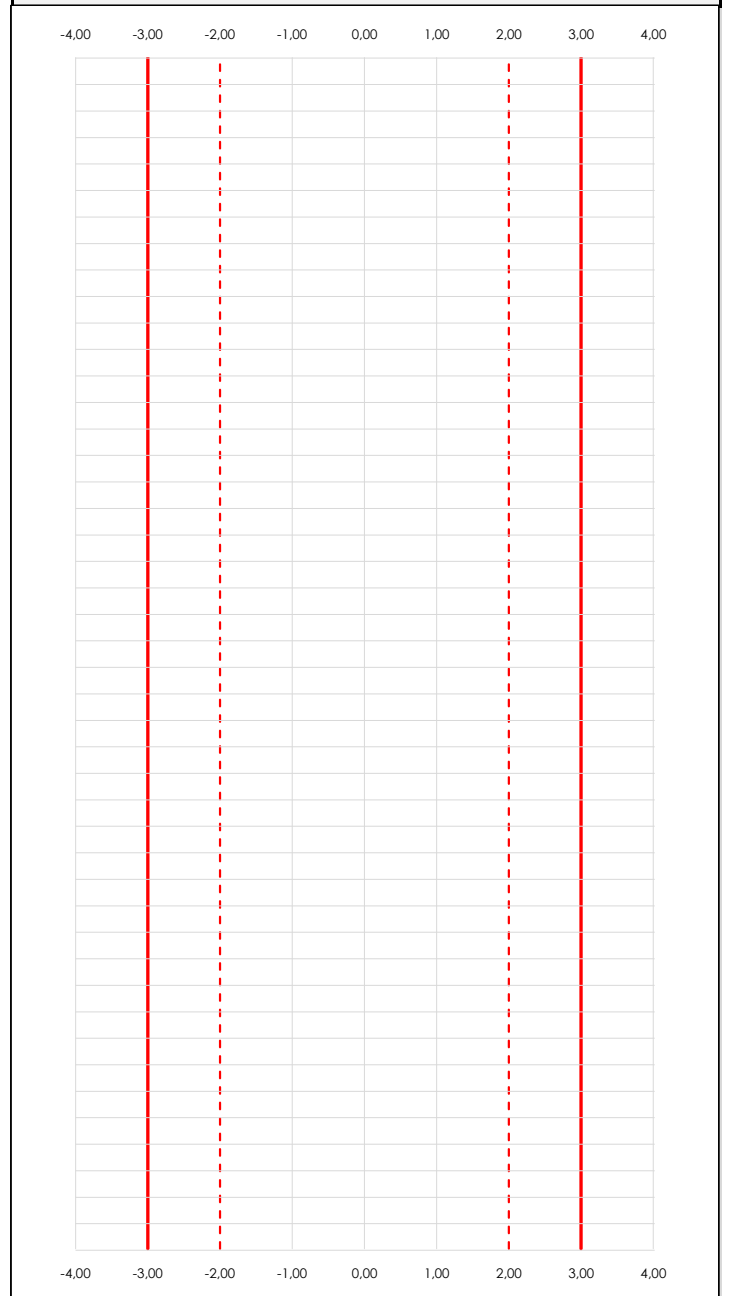
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr315 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr315 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.

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.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	51,200	50,200	51,900	51,300	50,200	51,400			51,033	0,689	-0,89	✓	✓	✓			-0,982	S
Z04	108	52,900	50,300	52,300	53,700	51,900	52,300			52,233	1,136	1,44	✓	✓	✓			1,591	S
Z04	113	53,128	51,110	51,051	50,612	49,923	51,968			51,299	1,118	-0,37	✓	✓	✓			-0,413	S
Z04	104	54,785	55,580	53,573	53,205	53,275	54,745			54,194	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	52,200	50,900	51,300	49,900	51,500	51,700			51,250	0,789	-0,47	✓	✓	✓			-0,517	S
Z07	128	51,213	52,274	53,051	51,059	51,889	51,903			51,898	0,727	0,79	✓	✓	✓			0,873	S
Z07	154	52,000	53,300	49,600	51,200	49,700	51,600			51,233	1,415	-0,50	✓	✓	✓			-0,553	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

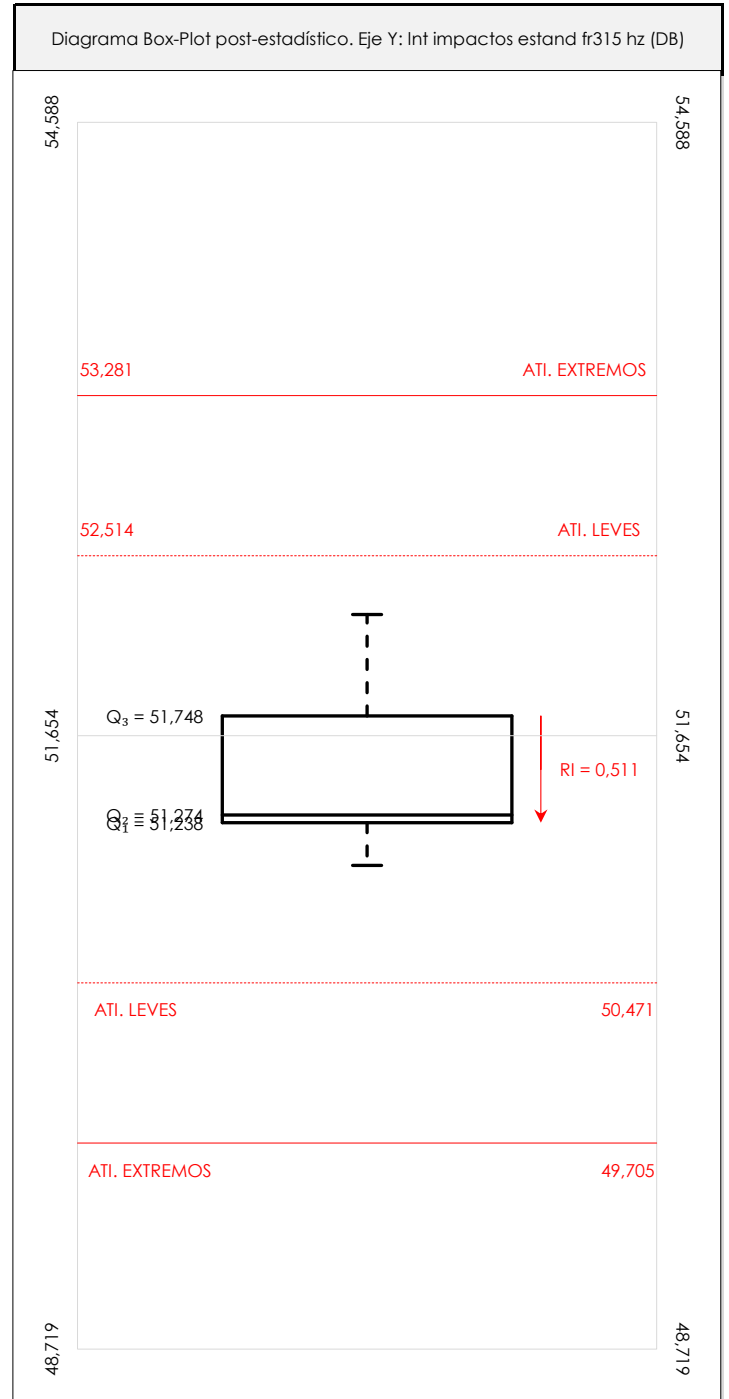
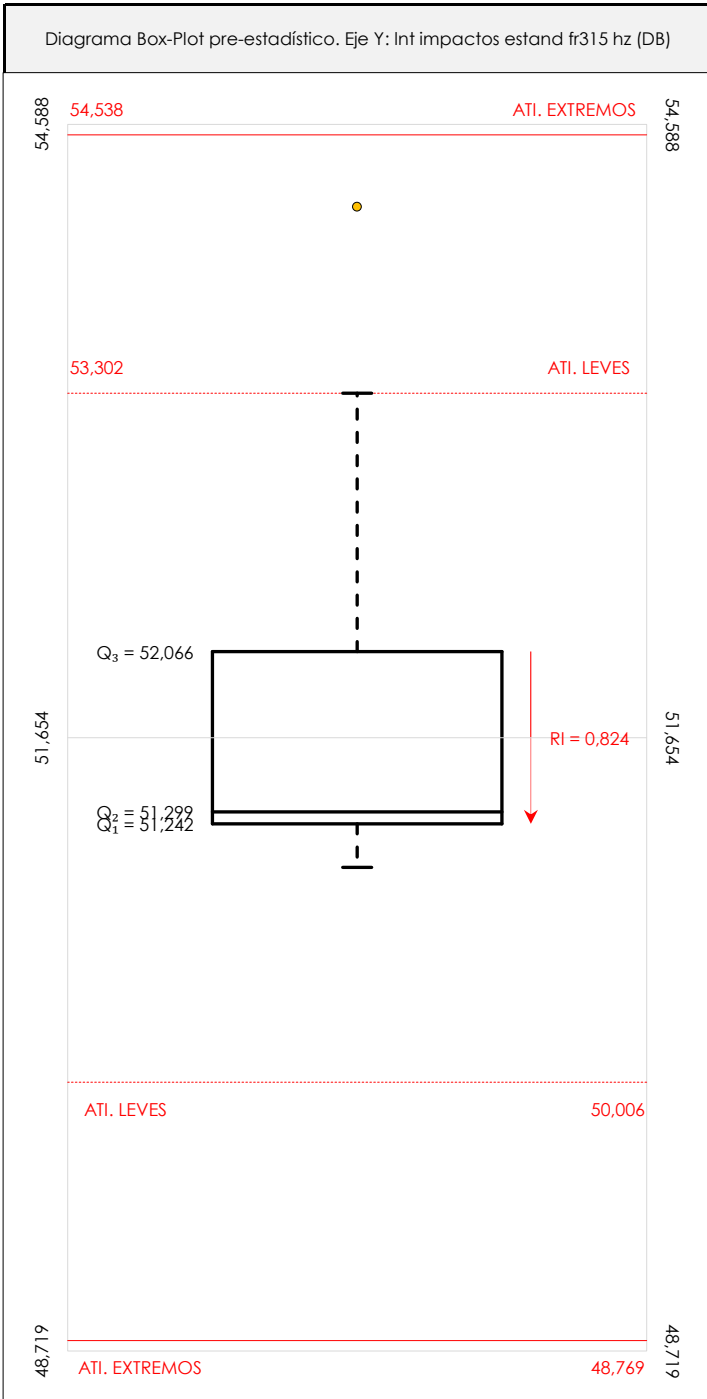
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	54,79	51,20	52,49	1,26	0,02	53,13	51,20	52,11	0,81	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	55,58	50,20	51,95	1,95	0,04	53,30	50,20	51,35	1,21	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	53,57	49,60	51,83	1,33	0,03	53,05	49,60	51,53	1,19	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	53,70	49,90	51,57	1,38	0,03	53,70	49,90	51,30	1,29	0,03
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	53,27	49,70	51,20	1,31	0,03	51,90	49,70	50,85	1,02	0,02
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	54,75	51,40	52,23	1,15	0,02	52,30	51,40	51,81	0,32	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	54,19	51,03	51,88	1,11	0,02	52,23	51,03	51,49	0,47	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	1,018	2,797	1,055	2,073	3,991	1,028	2,811	0,046	1,075	2,873
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ

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

Criterios de análisis establecidos

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.

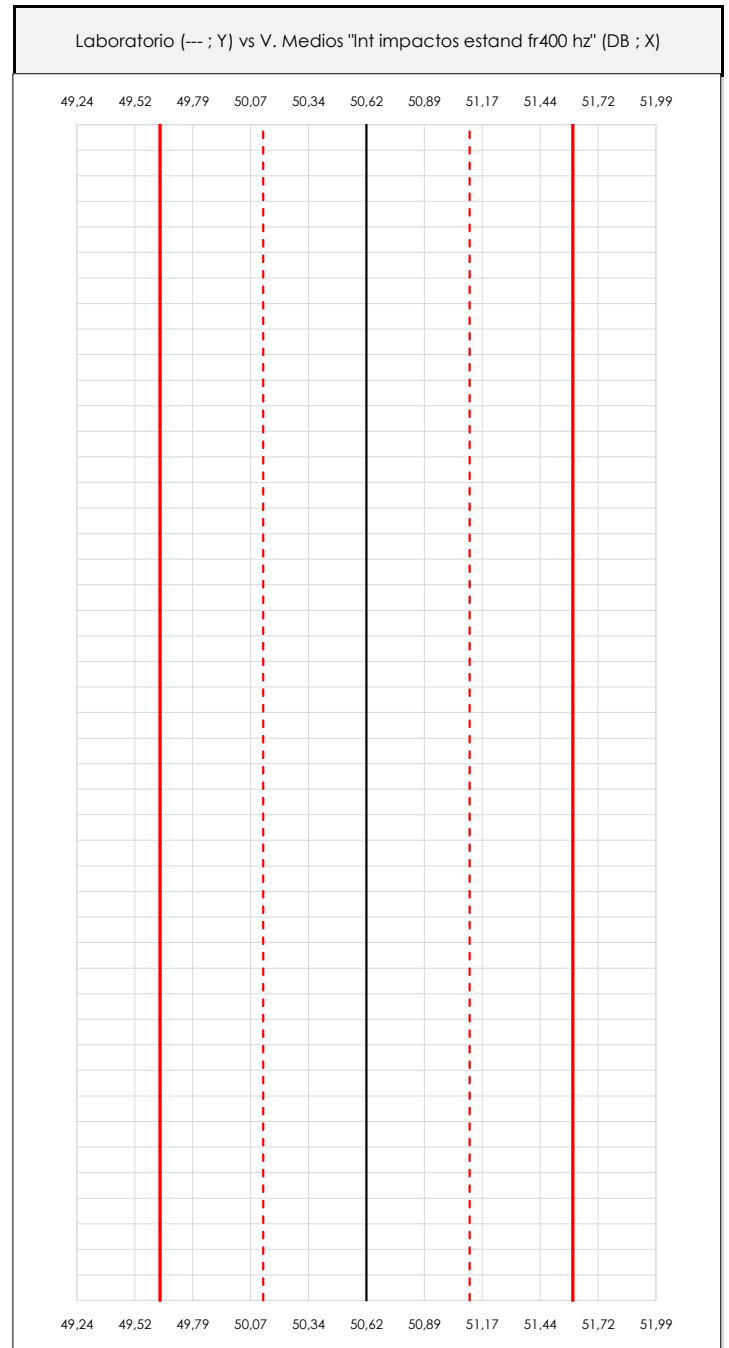
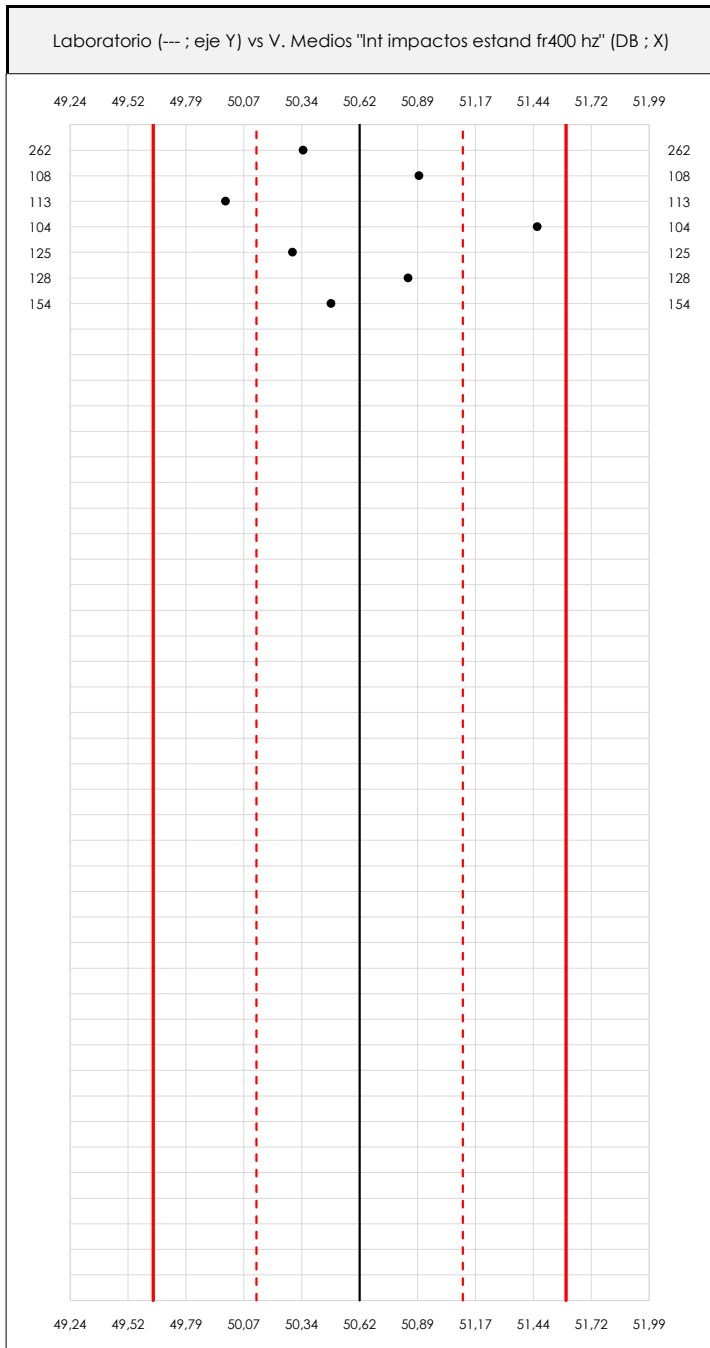
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (50,62 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,11/50,13 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,60/49,64 ; líneas rojas de trazo continuo).

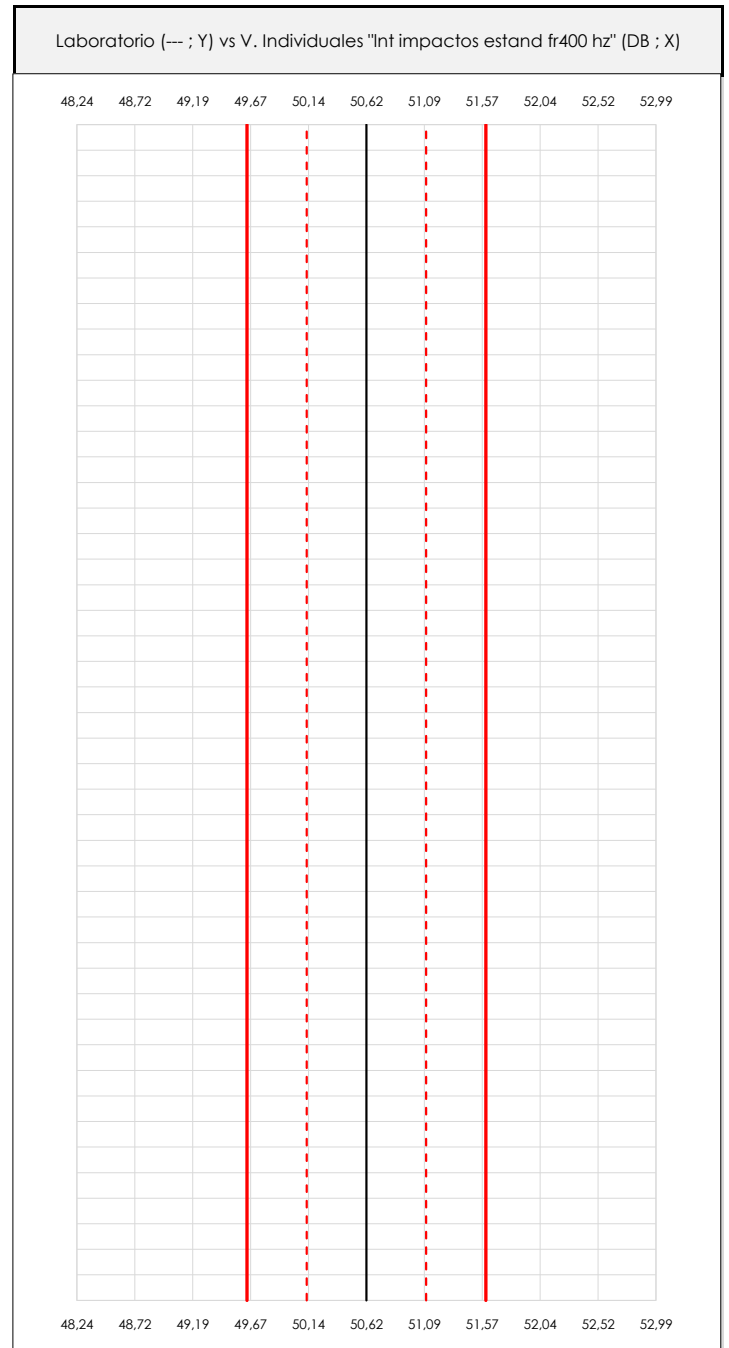
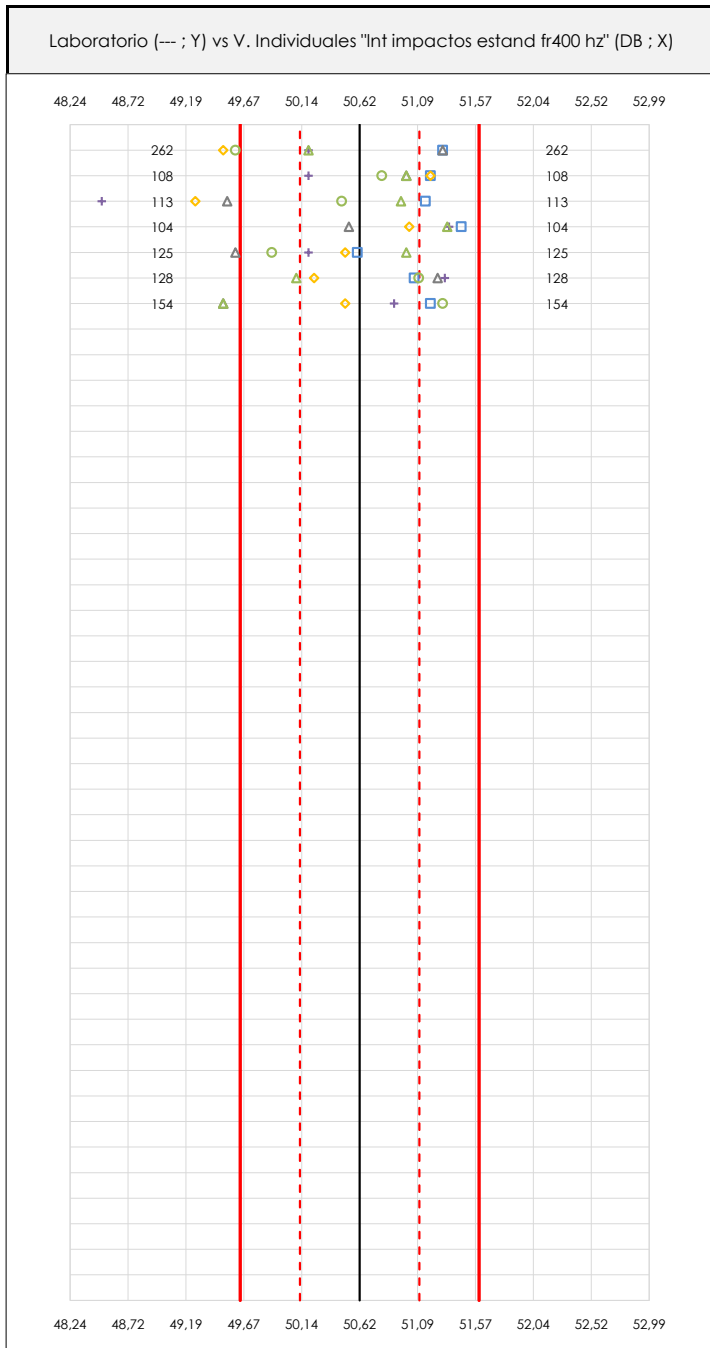
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



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 (50,62 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,11/50,13 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,60/49,64 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	51,300	49,600	51,300	49,500	50,200	50,200			50,350	0,792	-0,53	✓	
Z04	108	51,200	50,800	51,000	51,200	50,200	51,000			50,900	0,374	0,56	✓	
Z04	113	51,158	50,472	49,532	49,272	48,504	50,957			49,983	1,045	-1,25	✓	
Z04	104	51,453	53,066	50,531	51,024	51,352	51,337			51,461	0,856	1,67	✓	
Z07	125	50,600	49,900	49,600	50,500	50,200	51,000			50,300	0,506	-0,63	✓	
Z07	128	51,067	51,104	51,258	50,245	51,316	50,099			50,848	0,534	0,46	✓	
Z07	154	51,200	51,300	49,500	50,500	50,900	49,500			50,483	0,811	-0,27	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

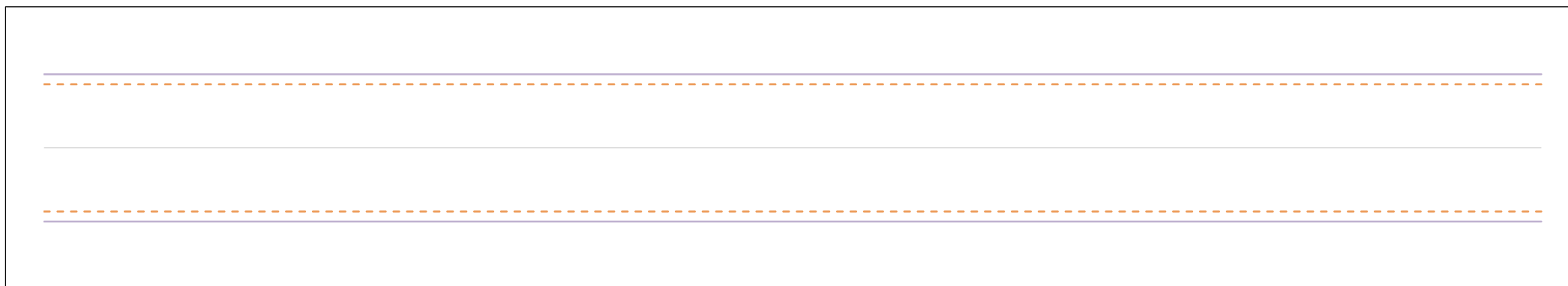
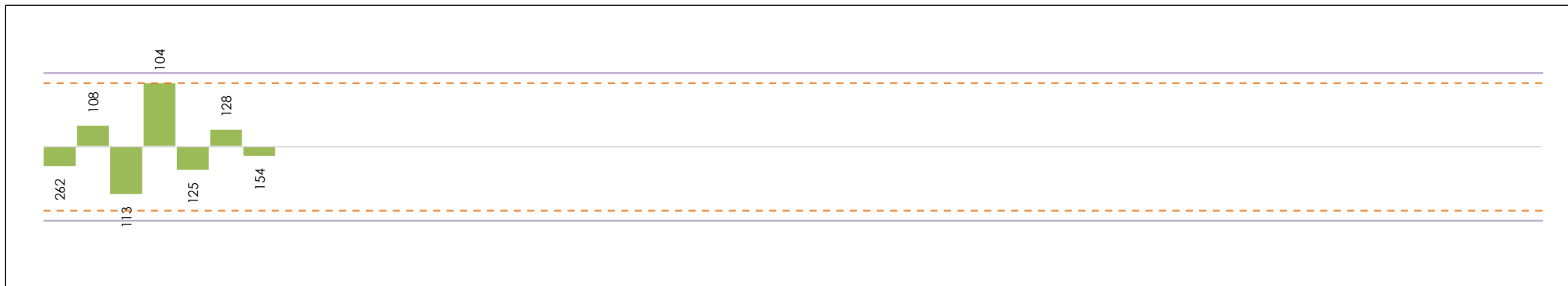
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

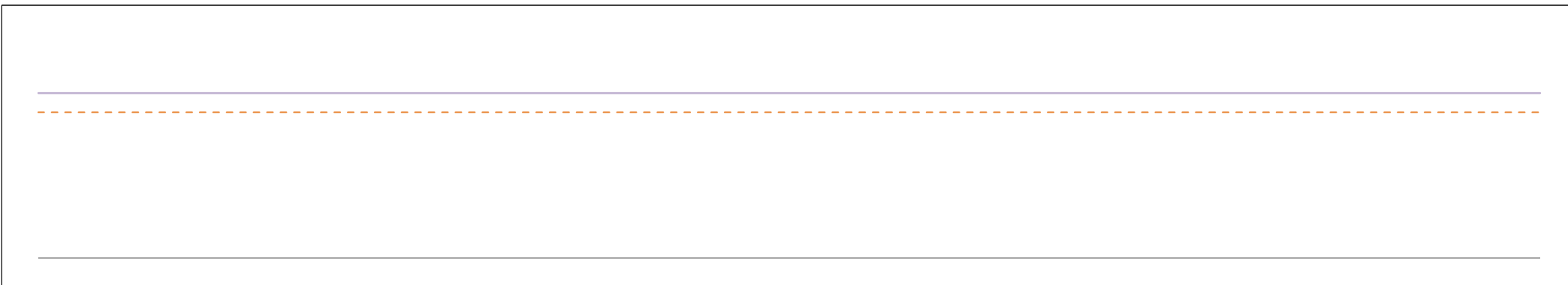
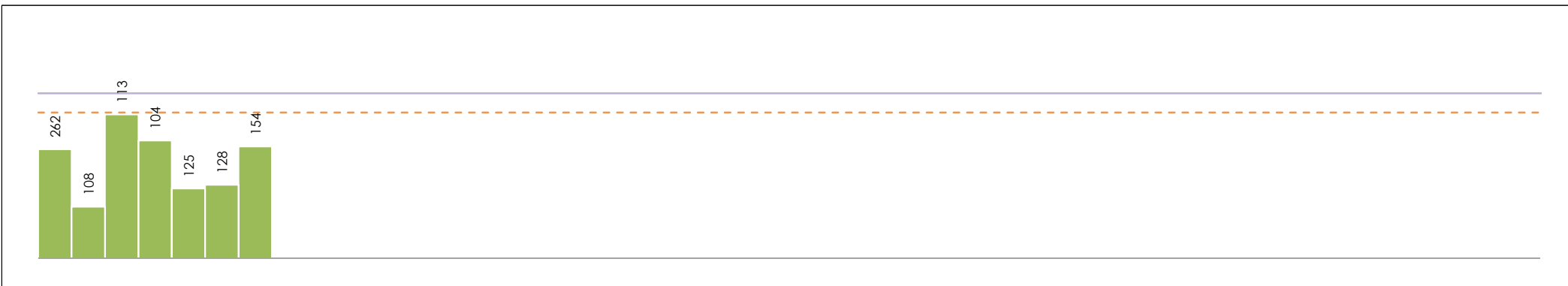
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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.

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 B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
Z03	262	51,300	49,600	51,300	49,500	50,200	50,200			50,350	0,792	-0,53	-0,55	1,08						✓
Z04	108	51,200	50,800	51,000	51,200	50,200	51,000			50,900	0,374	0,56	0,58	0,51					0,2743	✓
Z04	113	51,158	50,472	49,532	49,272	48,504	50,957			49,983	1,045	-1,25	-1,30	1,42		1,298		0,5227		✓
Z04	104	51,453	53,066	50,531	51,024	51,352	51,337			51,461	0,856	1,67	1,72*	1,16	0,288		1,722		0,2743	✓
Z07	125	50,600	49,900	49,600	50,500	50,200	51,000			50,300	0,506	-0,63	-0,65	0,69				0,5227		✓
Z07	128	51,067	51,104	51,258	50,245	51,316	50,099			50,848	0,534	0,46	0,47	0,73						✓
Z07	154	51,200	51,300	49,500	50,500	50,900	49,500			50,483	0,811	-0,27	-0,27	1,10						✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

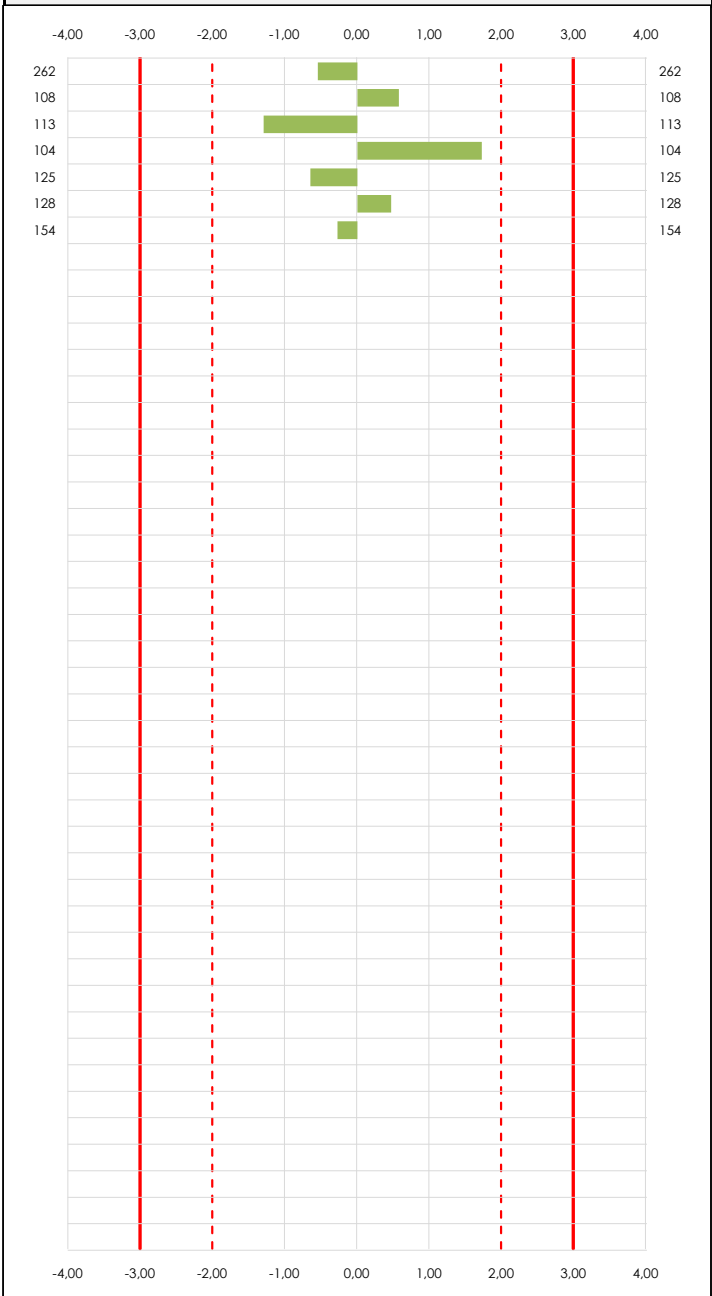


LNT IMPACTOS ESTAND FR400 HZ (DB)

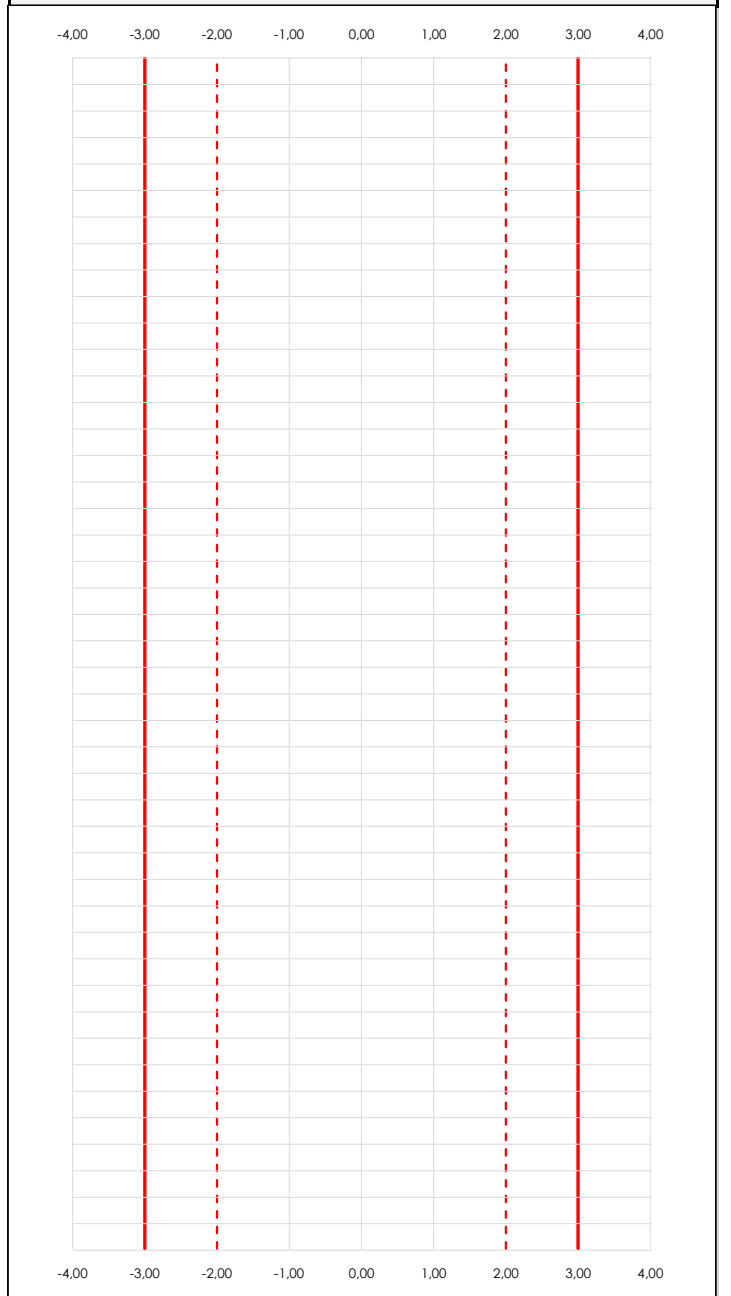
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr400 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr400 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.

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.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	51,300	49,600	51,300	49,500	50,200	50,200			50,350	0,792	-0,53	✓	✓	✓			-0,547	S
Z04	108	51,200	50,800	51,000	51,200	50,200	51,000			50,900	0,374	0,56	✓	✓	✓			0,576	S
Z04	113	51,158	50,472	49,532	49,272	48,504	50,957			49,983	1,045	-1,25	✓	✓	✓			-1,298	S
Z04	104	51,453	53,066	50,531	51,024	51,352	51,337			51,461	0,856	1,67	✓	✓	✓			1,722	S
Z07	125	50,600	49,900	49,600	50,500	50,200	51,000			50,300	0,506	-0,63	✓	✓	✓			-0,649	S
Z07	128	51,067	51,104	51,258	50,245	51,316	50,099			50,848	0,534	0,46	✓	✓	✓			0,471	S
Z07	154	51,200	51,300	49,500	50,500	50,900	49,500			50,483	0,811	-0,27	✓	✓	✓			-0,275	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

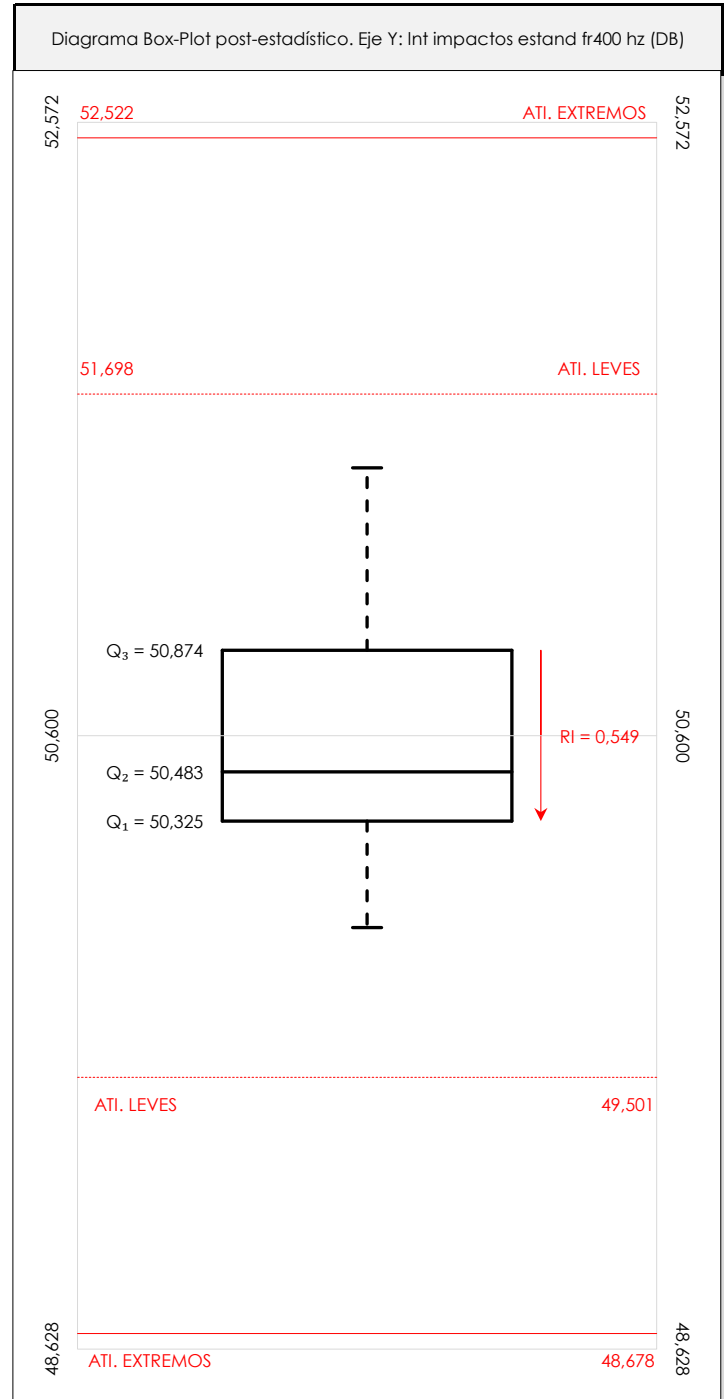
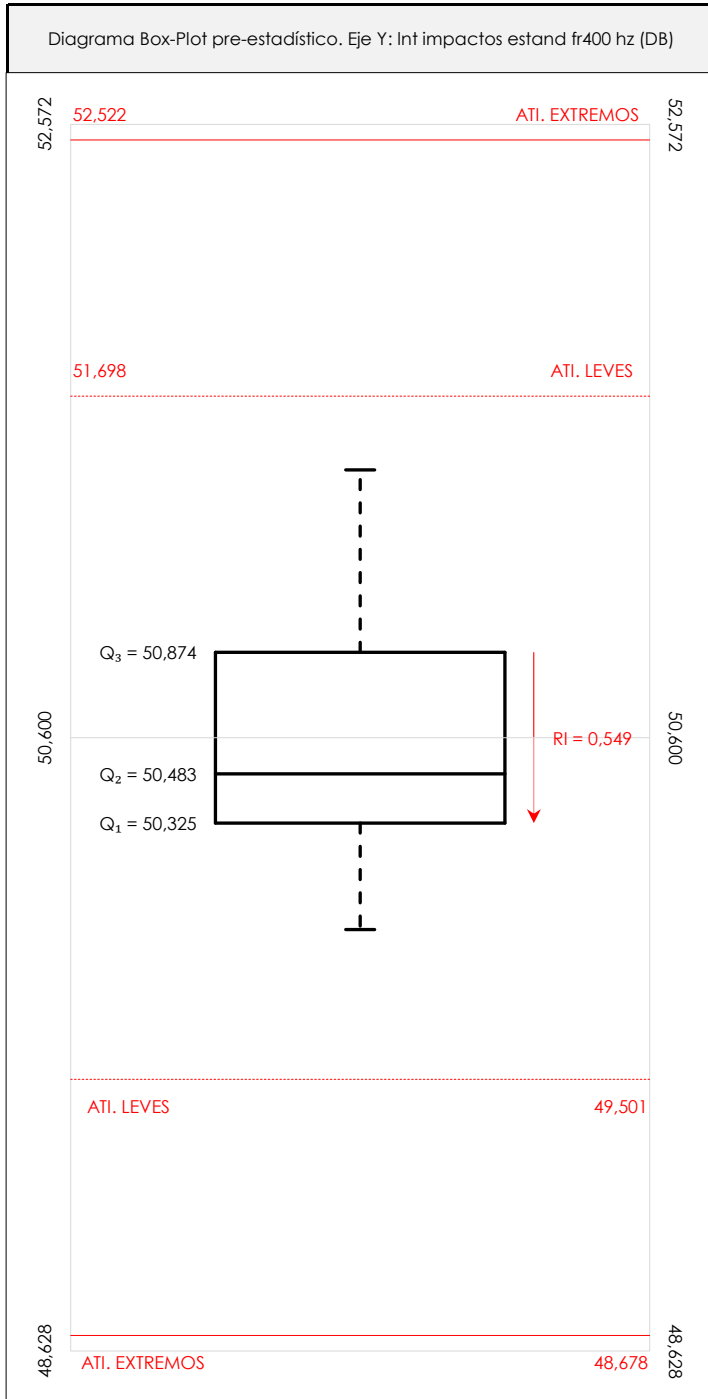
⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{iarit} %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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 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 (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 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	51,45	50,60	51,14	0,27	0,01	51,45	50,60	51,14	0,27	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	53,07	49,60	50,89	1,14	0,02	53,07	49,60	50,89	1,14	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	51,30	49,50	50,39	0,83	0,02	51,30	49,50	50,39	0,83	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	51,20	49,27	50,32	0,72	0,01	51,20	49,27	50,32	0,72	0,01
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	51,35	48,50	50,38	0,98	0,02	51,35	48,50	50,38	0,98	0,02
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	51,34	49,50	50,58	0,66	0,01	51,34	49,50	50,58	0,66	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	51,46	49,98	50,62	0,49	0,01	51,46	49,98	50,62	0,49	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,541	2,040	0,149	0,691	2,304	0,541	2,040	0,149	0,691	2,304
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,44	0,397	2,020	0,0708	1,71	1,44	0,397	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 analysis of variance).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

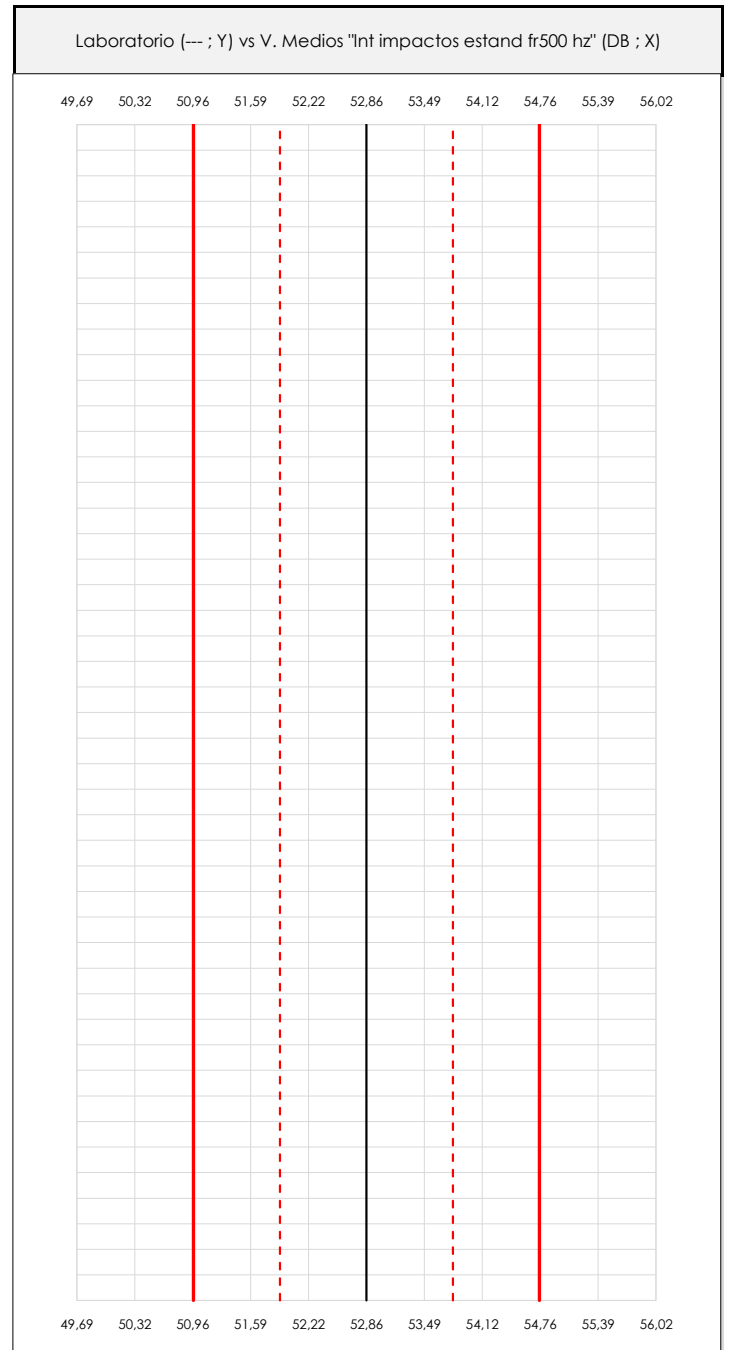
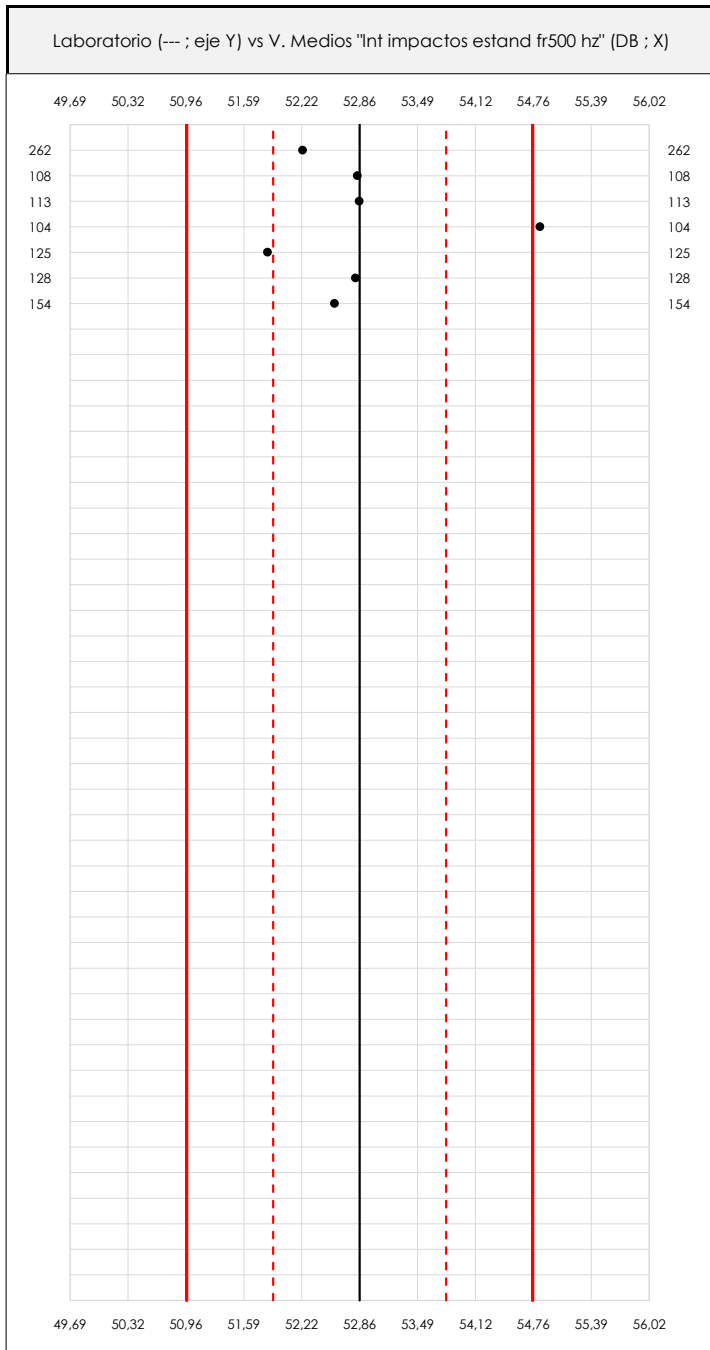
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,86 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,80/51,91 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,75/50,97 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

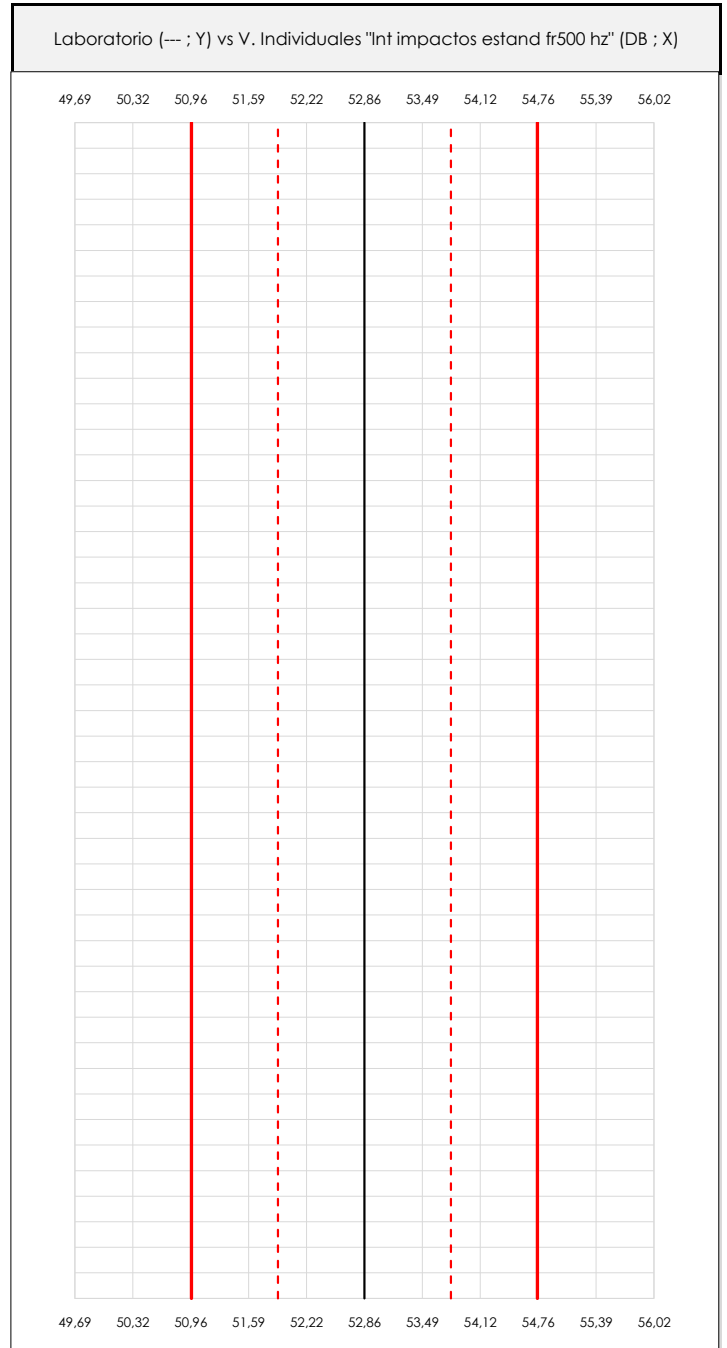
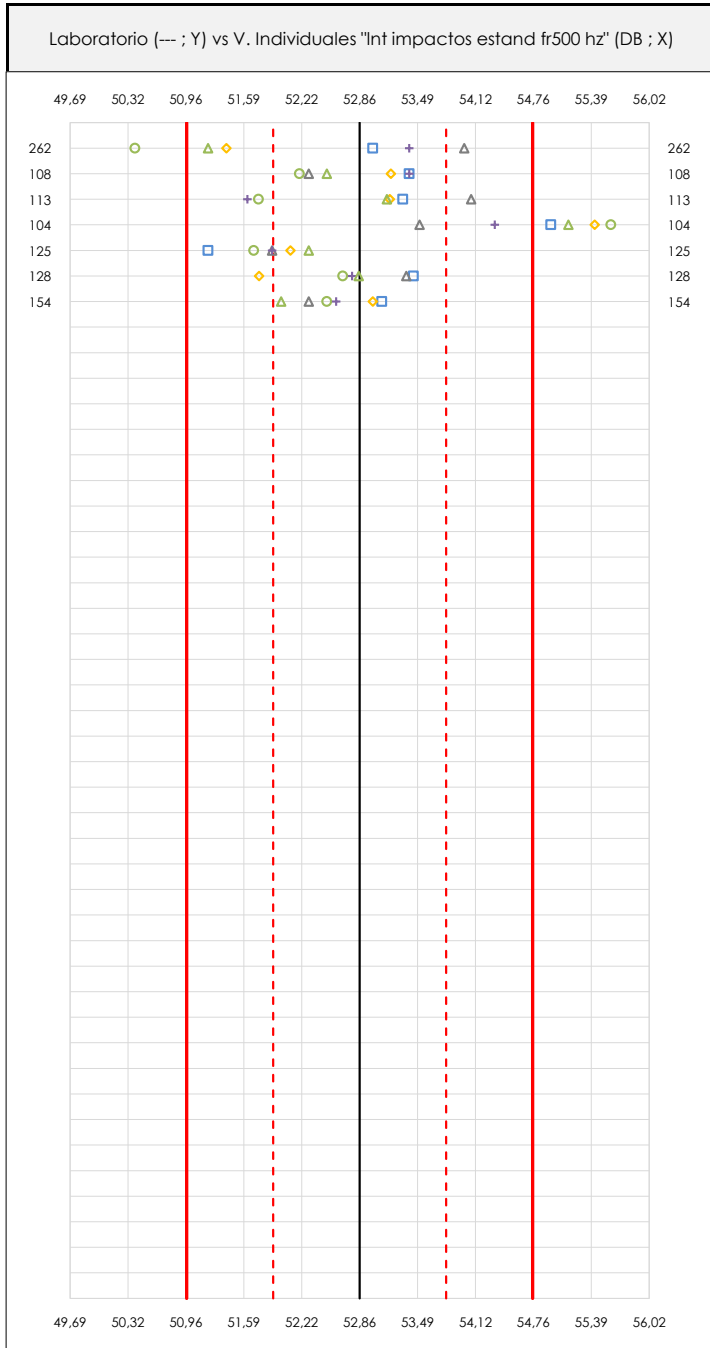
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis 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 (52,86 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,80/51,91 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,75/50,97 ; 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.

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 A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{i crit %}	Pasa A	Observaciones
Z03	262	53,000	50,400	54,000	51,400	53,400	51,200			52,233	1,428	-1,18	✓	
Z04	108	53,400	52,200	52,300	53,200	53,400	52,500			52,833	0,561	-0,04	✓	
Z04	113	53,328	51,752	54,076	53,186	51,630	53,154			52,854	0,962	0,00	✓	
Z04	104	54,947	55,605	53,513	55,427	54,335	55,138			54,828	0,780	3,73	✓	
Z07	125	51,200	51,700	51,900	52,100	51,900	52,300			51,850	0,378	-1,90	✓	
Z07	128	53,447	52,673	53,368	51,757	52,774	52,848			52,811	0,608	-0,09	✓	
Z07	154	53,100	52,500	52,300	53,000	52,600	52,000			52,583	0,417	-0,52	✓	

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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 crit %}" 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 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 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

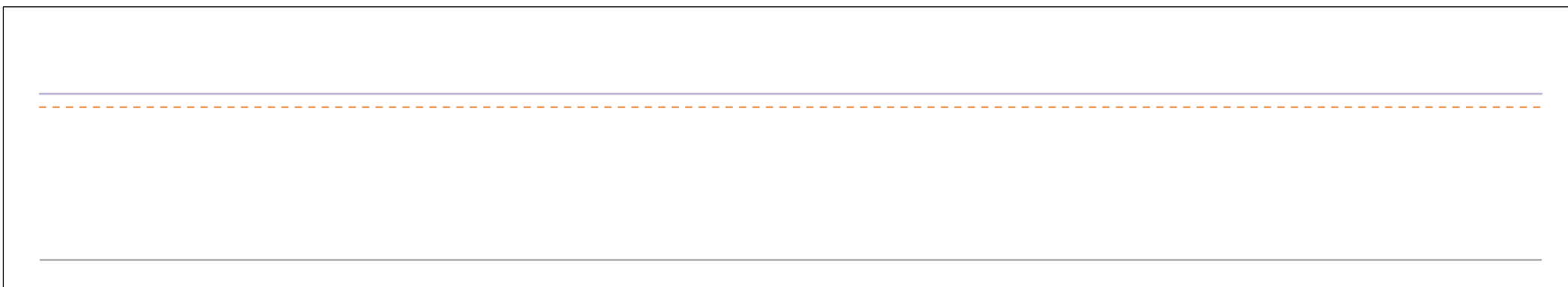
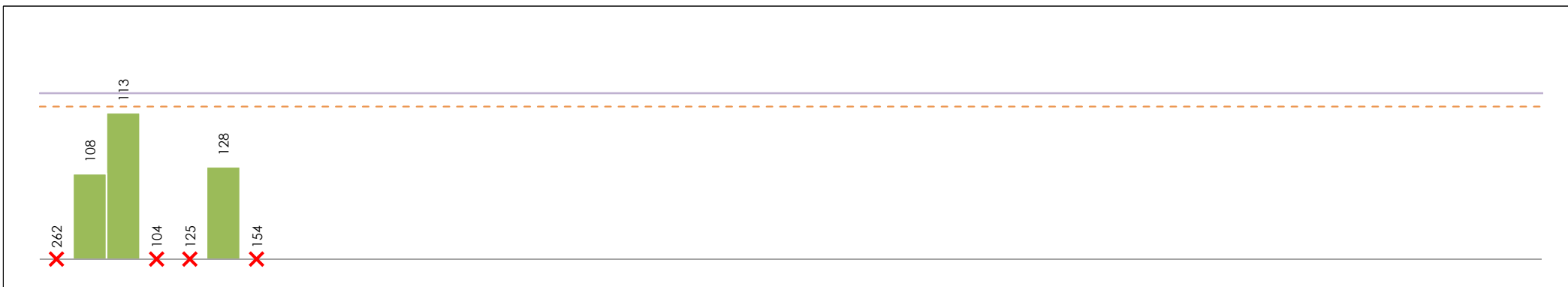
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	53,000	50,400	54,000	51,400	53,400	51,200			52,233	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
Z04	108	53,400	52,200	52,300	53,200	53,400	52,500			52,833	0,561	0,00	0,02	0,77					0,0000	0,0000	✓
Z04	113	53,328	51,752	54,076	53,186	51,630	53,154			52,854	0,962	0,04	0,99	1,31			0,990		0,0000		✓
Z04	104	54,947	55,605	53,513	55,427	54,335	55,138			54,828	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
Z07	125	51,200	51,700	51,900	52,100	51,900	52,300			51,850	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
Z07	128	53,447	52,673	53,368	51,757	52,774	52,848			52,811	0,608	-0,04	-1,01	0,83		1,010			0,0000		✓
Z07	154	53,100	52,500	52,300	53,000	52,600	52,000			52,583	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

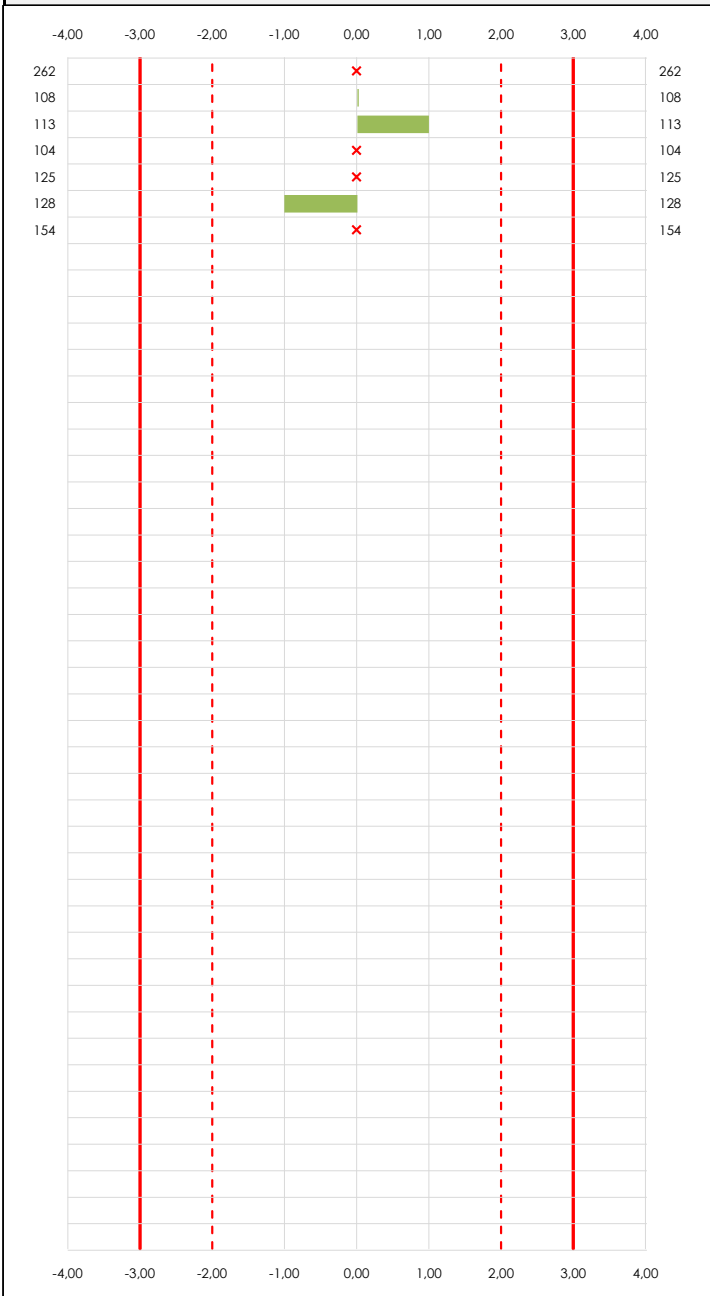


LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

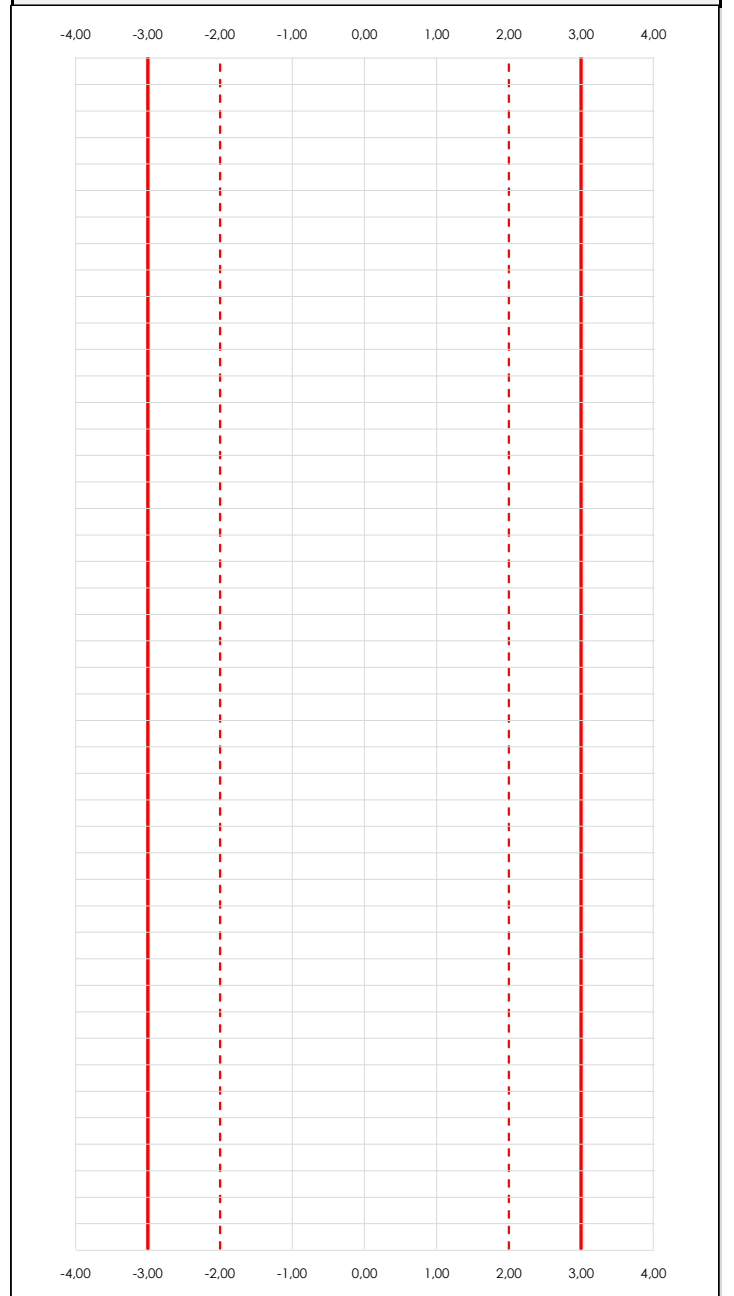
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr500 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr500 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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	53,000	50,400	54,000	51,400	53,400	51,200			52,233	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z04	108	53,400	52,200	52,300	53,200	53,400	52,500			52,833	0,561	0,00	✓	✓	✓			0,020	S
Z04	113	53,328	51,752	54,076	53,186	51,630	53,154			52,854	0,962	0,04	✓	✓	✓			0,990	S
Z04	104	54,947	55,605	53,513	55,427	54,335	55,138			54,828	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	51,200	51,700	51,900	52,100	51,900	52,300			51,850	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
Z07	128	53,447	52,673	53,368	51,757	52,774	52,848			52,811	0,608	-0,04	✓	✓	✓			-1,010	S
Z07	154	53,100	52,500	52,300	53,000	52,600	52,000			52,583	---	---	✓	✗	✗	AN	2	---	---

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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

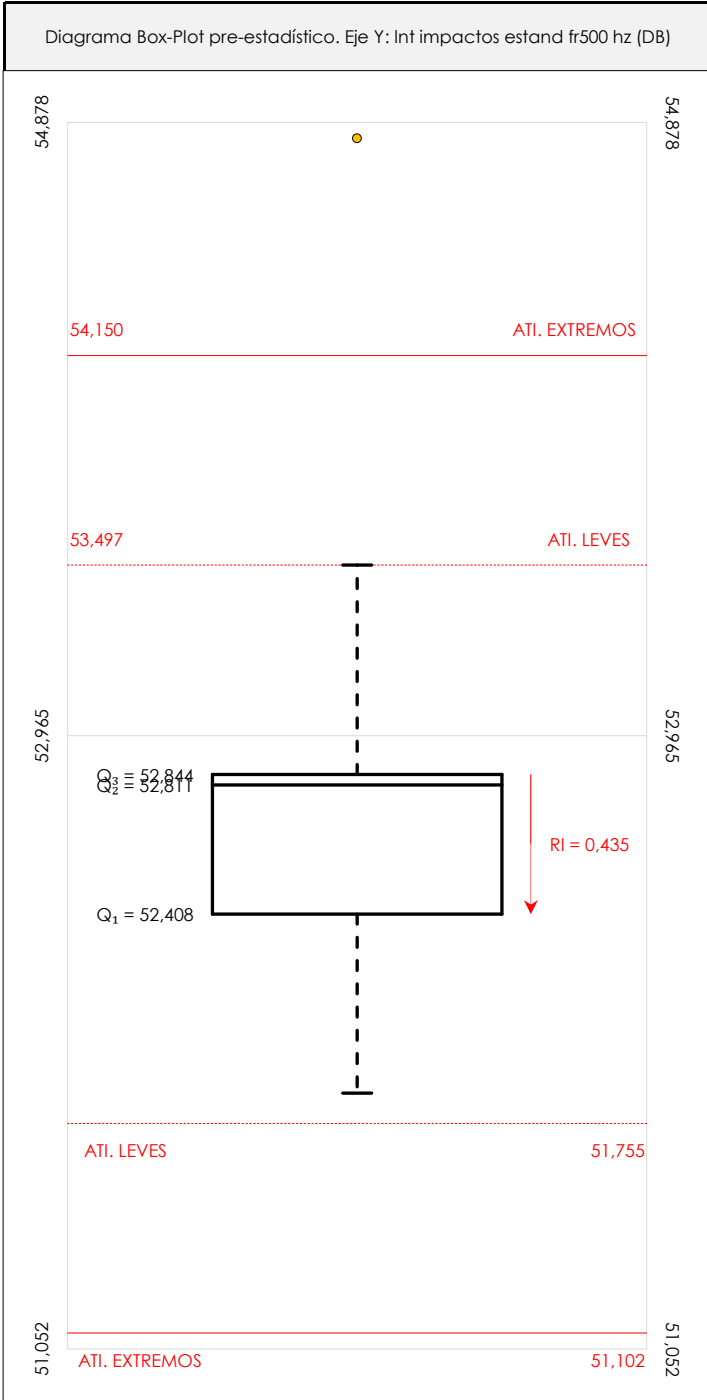
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR500 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda. Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio) de análisis estadístico. En ambos se han representado: el primer cuartil (Q_1 ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f_3 y f_1 para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f_3^* y f_1^* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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 4 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	54,95	51,20	53,20	1,10	0,02	53,45	53,33	53,39	0,06	0,00
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	55,60	50,40	52,40	1,60	0,03	52,67	51,75	52,21	0,46	0,01
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	54,08	51,90	53,07	0,89	0,02	54,08	52,30	53,25	0,89	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	55,43	51,40	52,87	1,34	0,03	53,20	51,76	52,71	0,83	0,02
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	54,34	51,63	52,86	0,94	0,02	53,40	51,63	52,60	0,90	0,02
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	55,14	51,20	52,73	1,23	0,02	53,15	52,50	52,83	0,33	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	54,83	51,85	52,86	0,95	0,02	52,85	52,81	52,83	0,02	0,00
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,653	2,241	0,785	1,438	3,324	0,537	2,031	-0,089	0,448	1,855
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,15	1,49	0,466	1,155	0,0000	1,15	1,49	0,793	1,155	0,0000
Nivel de Significación 5%	1,15	1,37	0,397	1,155	0,0000	1,15	1,37	0,707	1,155	0,0000

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 3 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

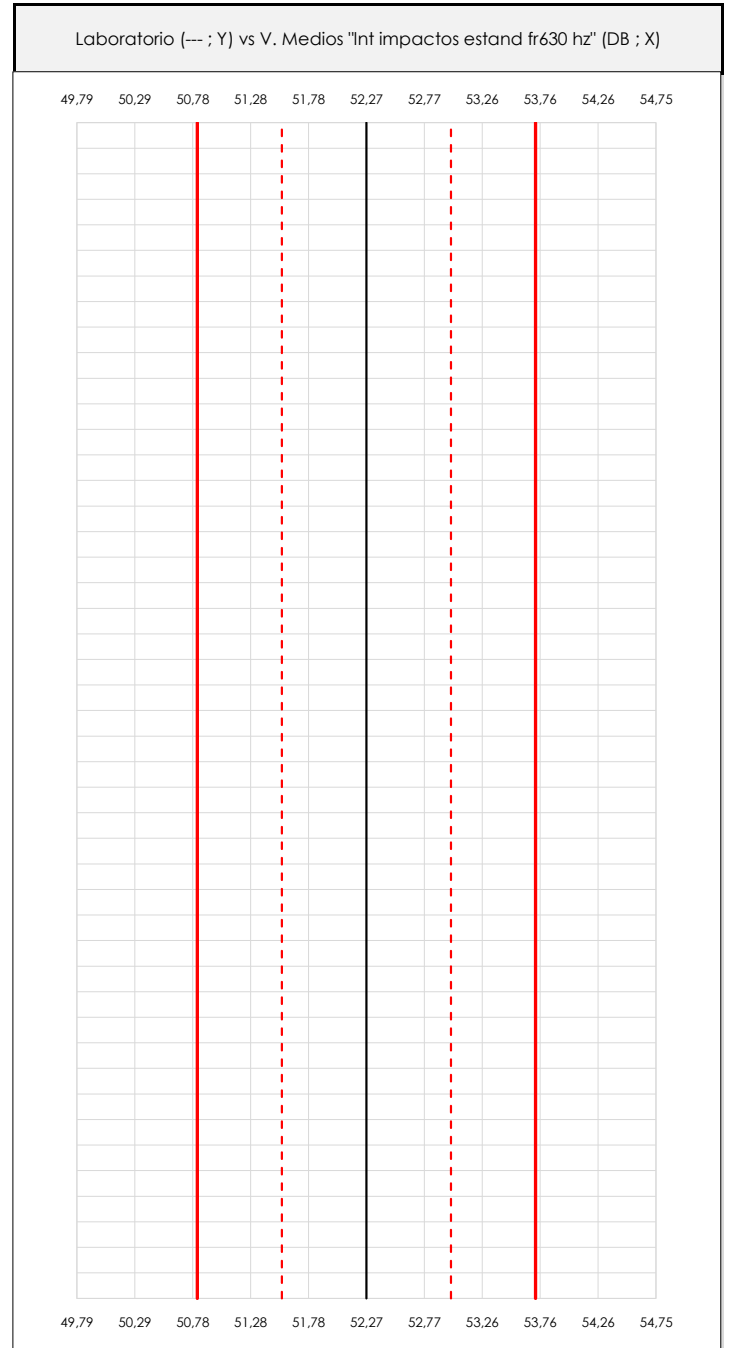
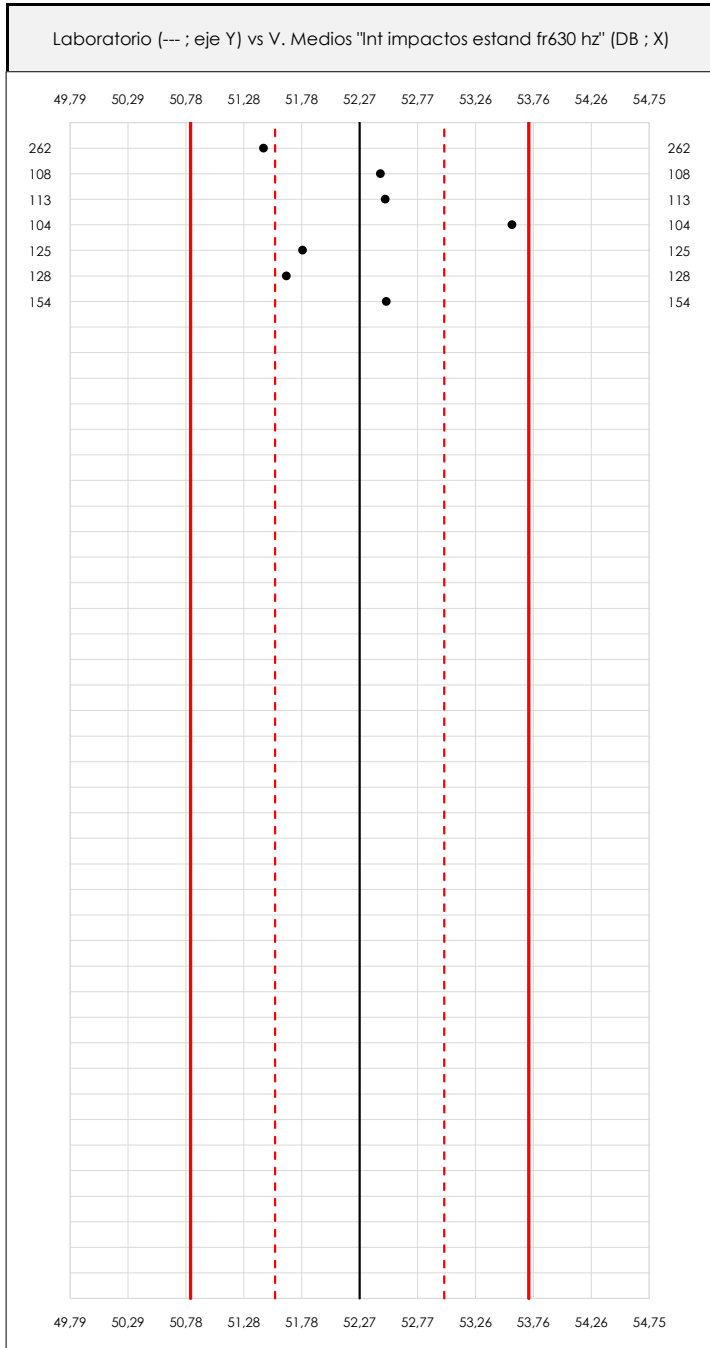
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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)

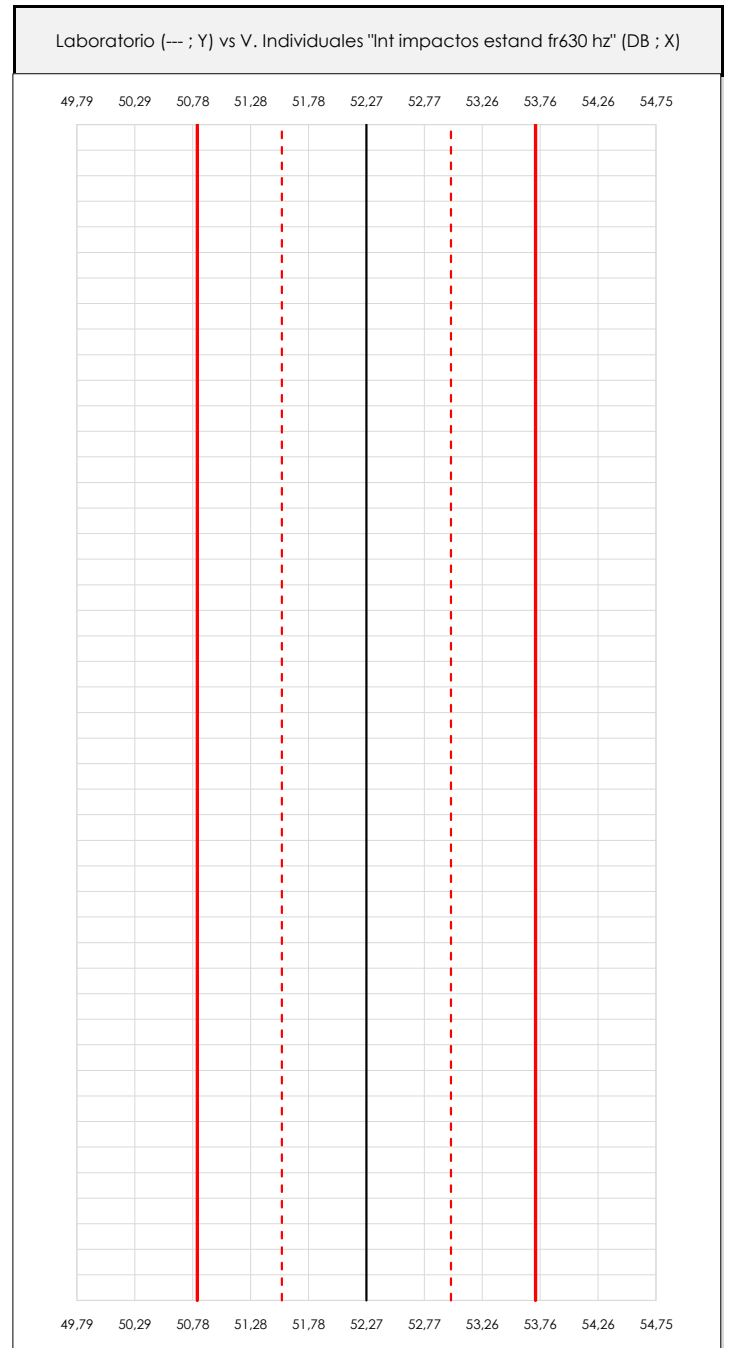
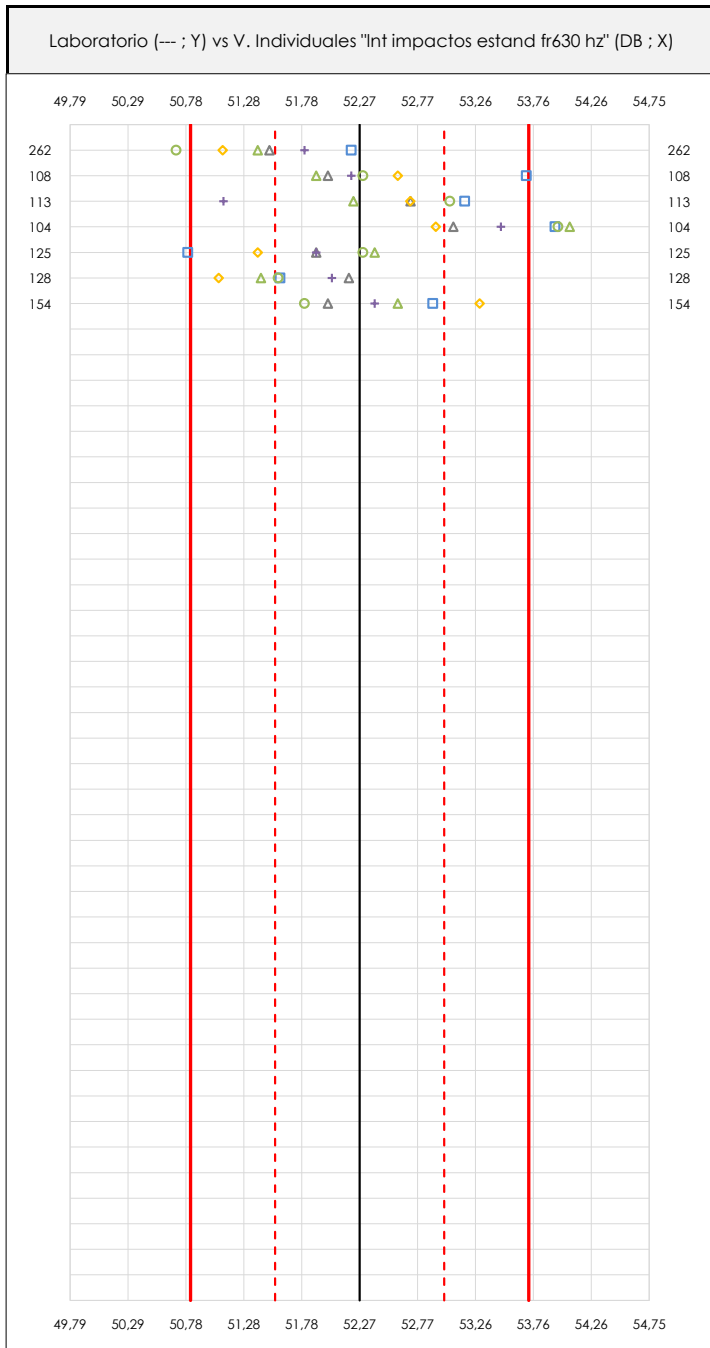
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,27 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,00/51,55 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,72/50,82 ; 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 (52,27 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,00/51,55 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,72/50,82 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	52,200	50,700	51,500	51,100	51,800	51,400			51,450	0,524	-1,57	✓	
Z04	108	53,700	52,300	52,000	52,600	52,200	51,900			52,450	0,660	0,34	✓	
Z04	113	53,172	53,044	52,709	52,706	51,106	52,219			52,493	0,756	0,42	✓	
Z04	104	53,946	53,971	53,075	52,925	53,483	54,073			53,579	0,495	2,50	✓	
Z07	125	50,800	52,300	51,900	51,400	51,900	52,400			51,783	0,598	-0,93	✓	
Z07	128	51,590	51,576	52,180	51,064	52,034	51,427			51,645	0,408	-1,20	✓	
Z07	154	52,900	51,800	52,000	53,300	52,400	52,600			52,500	0,559	0,44	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

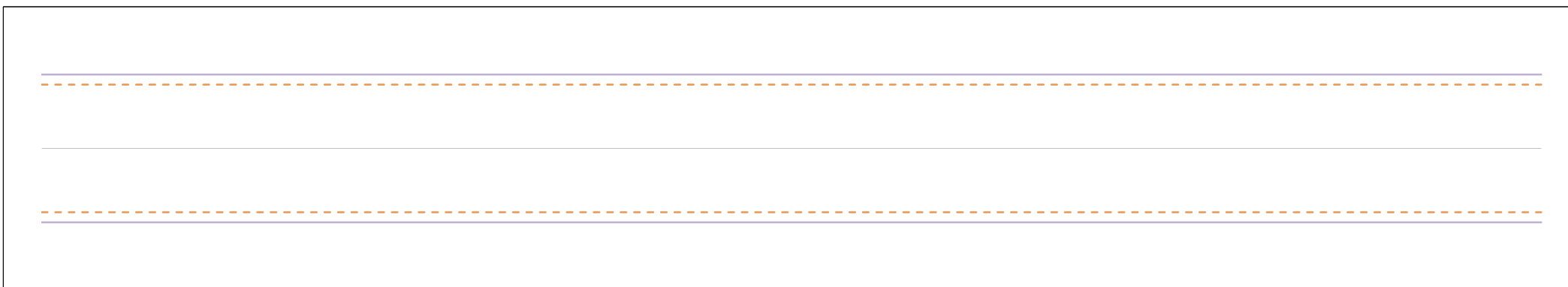
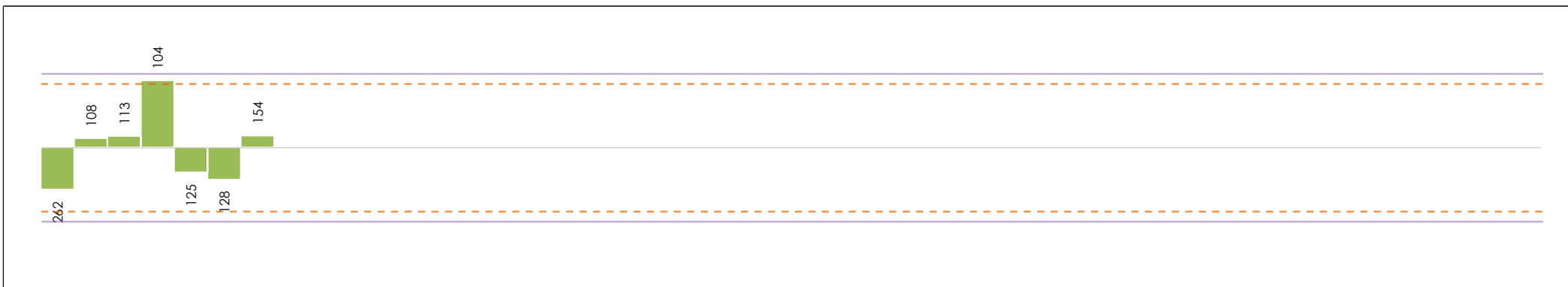
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 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 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

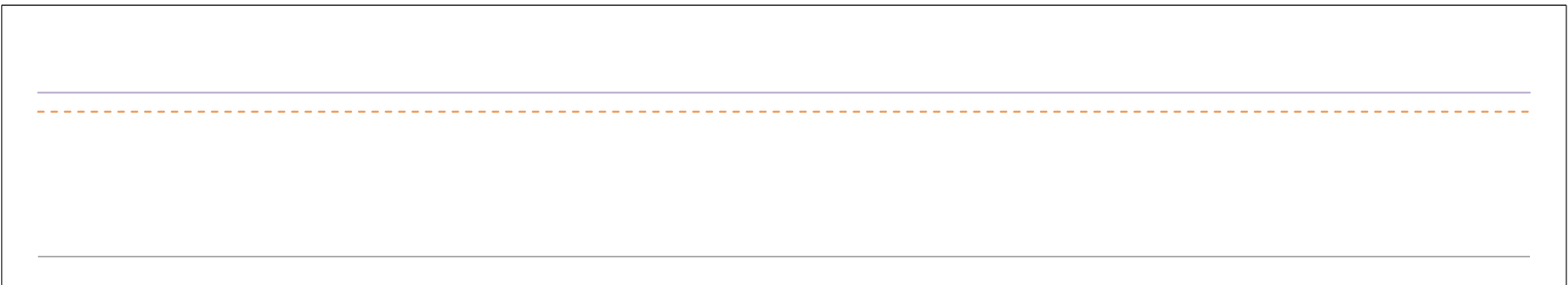
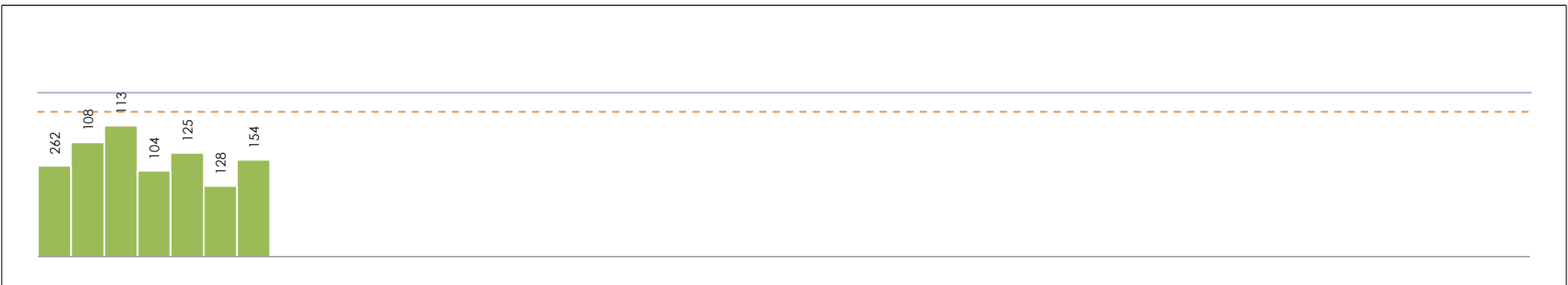
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
Z03	262	52,200	50,700	51,500	51,100	51,800	51,400			51,450	0,524	-1,57	-1,13	0,90		1,134		0,5278		✓
Z04	108	53,700	52,300	52,000	52,600	52,200	51,900			52,450	0,660	0,34	0,25	1,14						✓
Z04	113	53,172	53,044	52,709	52,706	51,106	52,219			52,493	0,756	0,42	0,31	1,30						✓
Z04	104	53,946	53,971	53,075	52,925	53,483	54,073			53,579	0,495	2,50	1,81*	0,85	0,242		1,805		0,2905	✓
Z07	125	50,800	52,300	51,900	51,400	51,900	52,400			51,783	0,598	-0,93	-0,67	1,03						✓
Z07	128	51,590	51,576	52,180	51,064	52,034	51,427			51,645	0,408	-1,20	-0,86	0,70				0,5278		✓
Z07	154	52,900	51,800	52,000	53,300	52,400	52,600			52,500	0,559	0,44	0,32	0,96					0,2905	✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

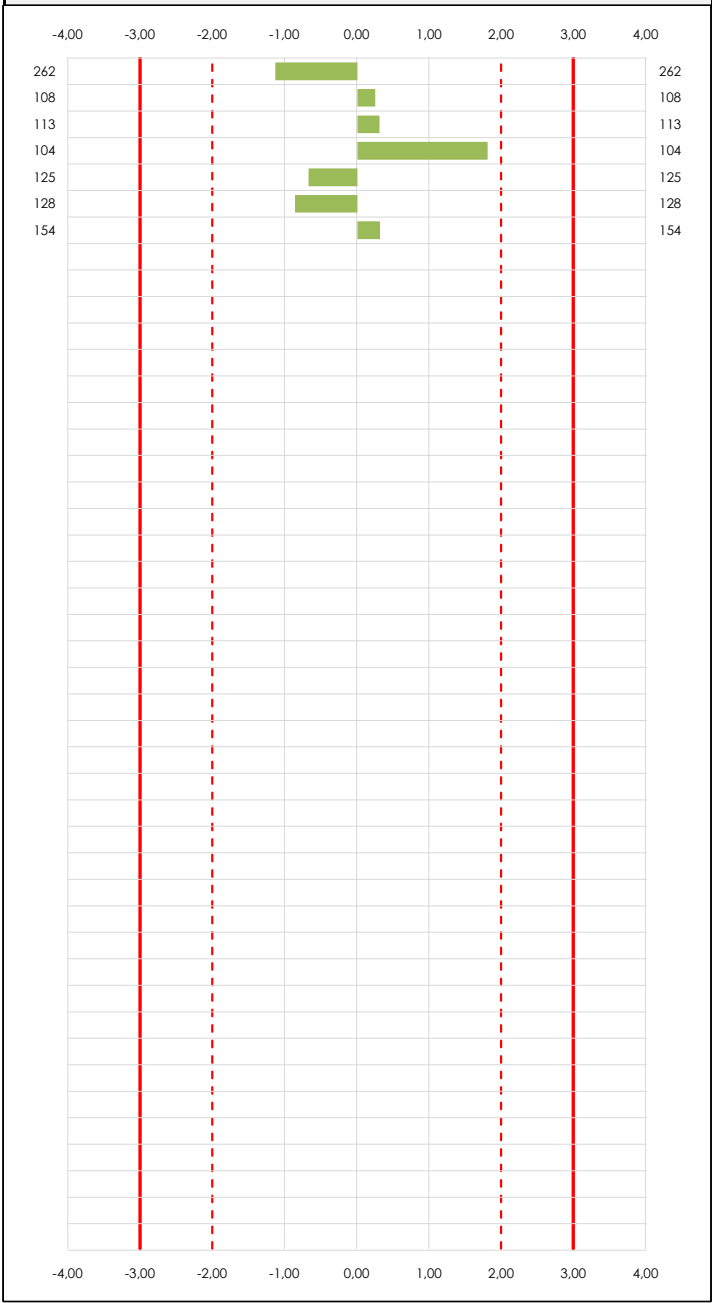


LNT IMPACTOS ESTAND FR630 HZ (DB)

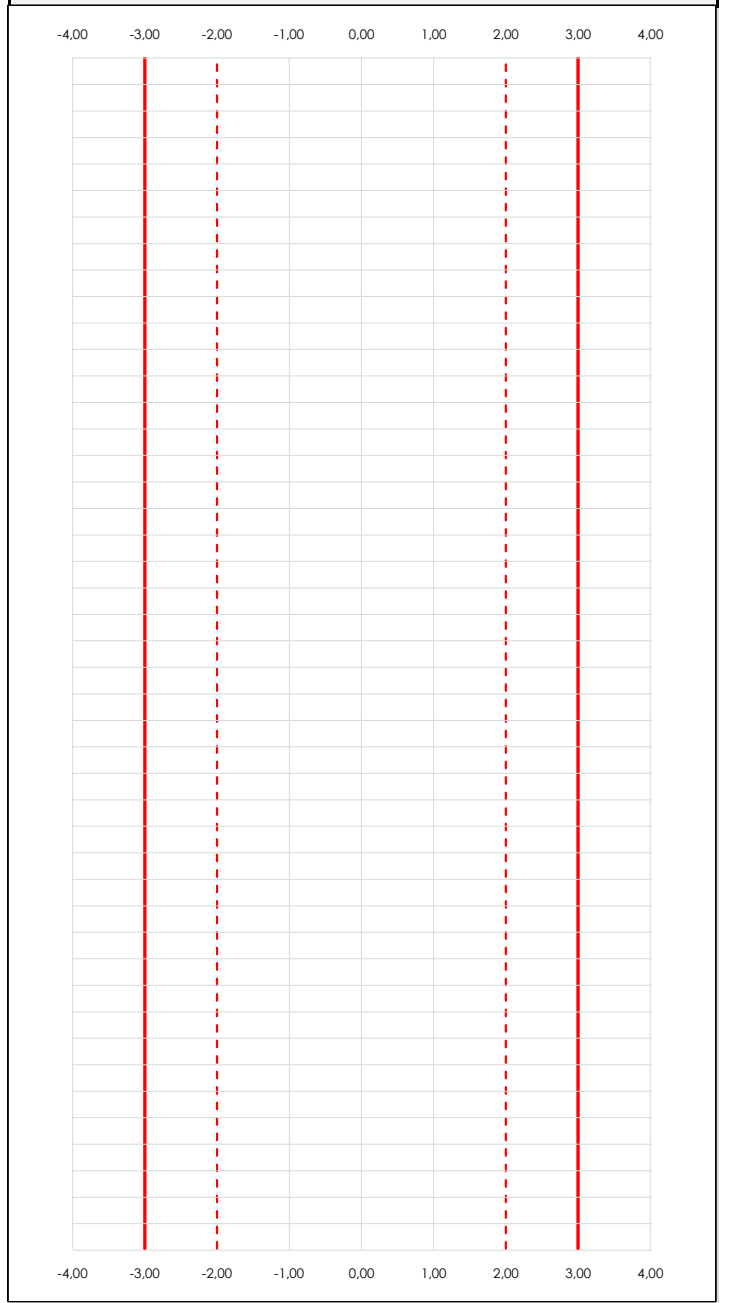
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr630 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr630 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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	52,200	50,700	51,500	51,100	51,800	51,400			51,450	0,524	-1,57	✓	✓	✓			-1,134	S
Z04	108	53,700	52,300	52,000	52,600	52,200	51,900			52,450	0,660	0,34	✓	✓	✓			0,247	S
Z04	113	53,172	53,044	52,709	52,706	51,106	52,219			52,493	0,756	0,42	✓	✓	✓			0,305	S
Z04	104	53,946	53,971	53,075	52,925	53,483	54,073			53,579	0,495	2,50	✓	✓	✓			1,805	S
Z07	125	50,800	52,300	51,900	51,400	51,900	52,400			51,783	0,598	-0,93	✓	✓	✓			-0,674	S
Z07	128	51,590	51,576	52,180	51,064	52,034	51,427			51,645	0,408	-1,20	✓	✓	✓			-0,865	S
Z07	154	52,900	51,800	52,000	53,300	52,400	52,600			52,500	0,559	0,44	✓	✓	✓			0,316	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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

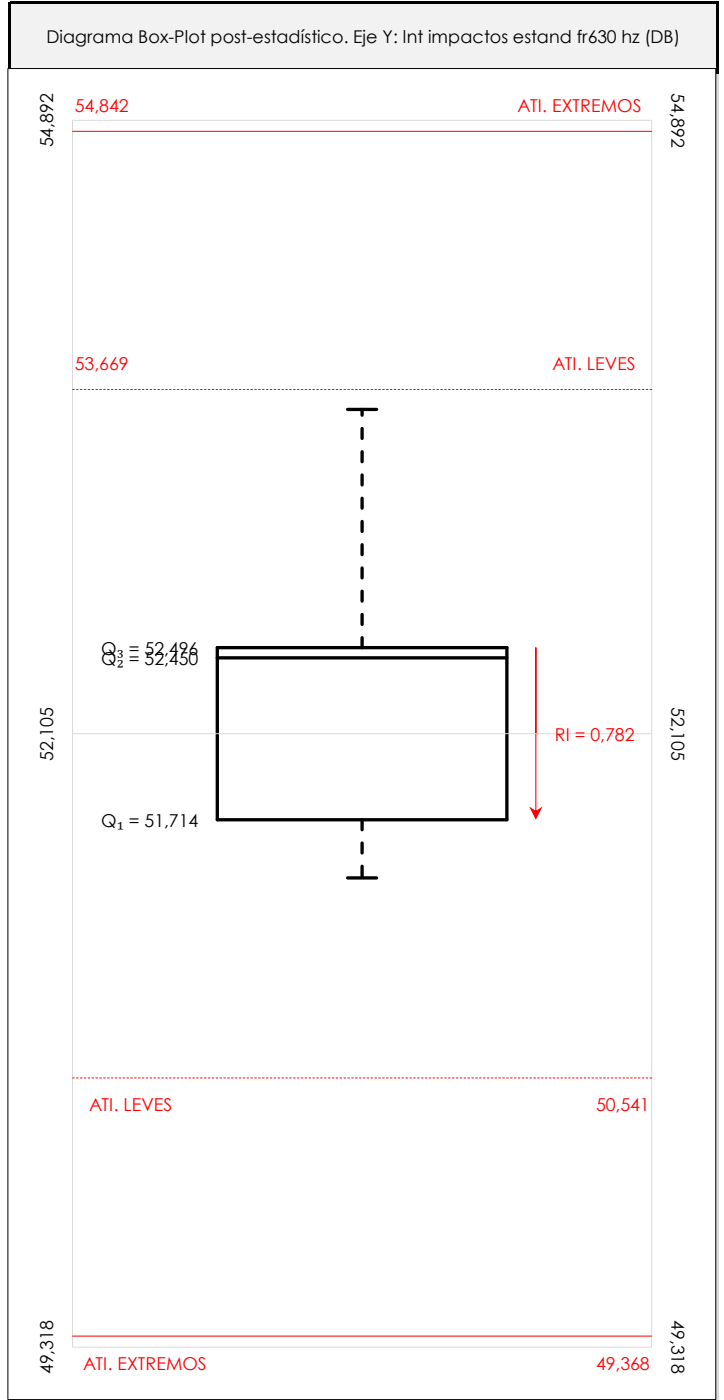
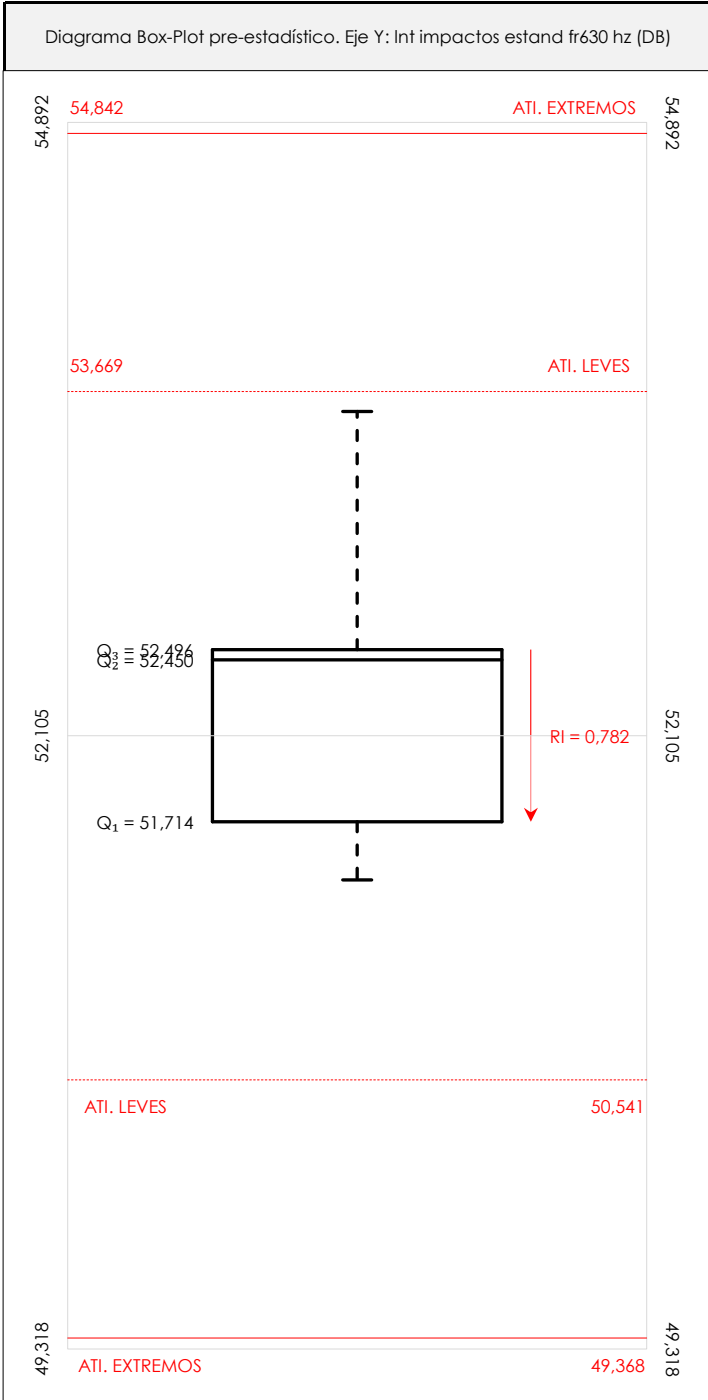
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	53,95	50,80	52,62	1,14	0,02	53,95	50,80	52,62	1,14	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	53,97	50,70	52,24	1,05	0,02	53,97	50,70	52,24	1,05	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	53,08	51,50	52,19	0,53	0,01	53,08	51,50	52,19	0,53	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	53,30	51,06	52,16	0,94	0,02	53,30	51,06	52,16	0,94	0,02
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	53,48	51,11	52,13	0,72	0,01	53,48	51,11	52,13	0,72	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	54,07	51,40	52,29	0,91	0,02	54,07	51,40	52,29	0,91	0,02
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i_{ant}}$; %)	53,58	51,45	52,27	0,72	0,01	53,58	51,45	52,27	0,72	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,337	1,610	0,468	0,806	2,488	0,337	1,610	0,468	0,806	2,488
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,44	0,397	2,020	0,0708	1,71	1,44	0,397	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 analysis of variance).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



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.

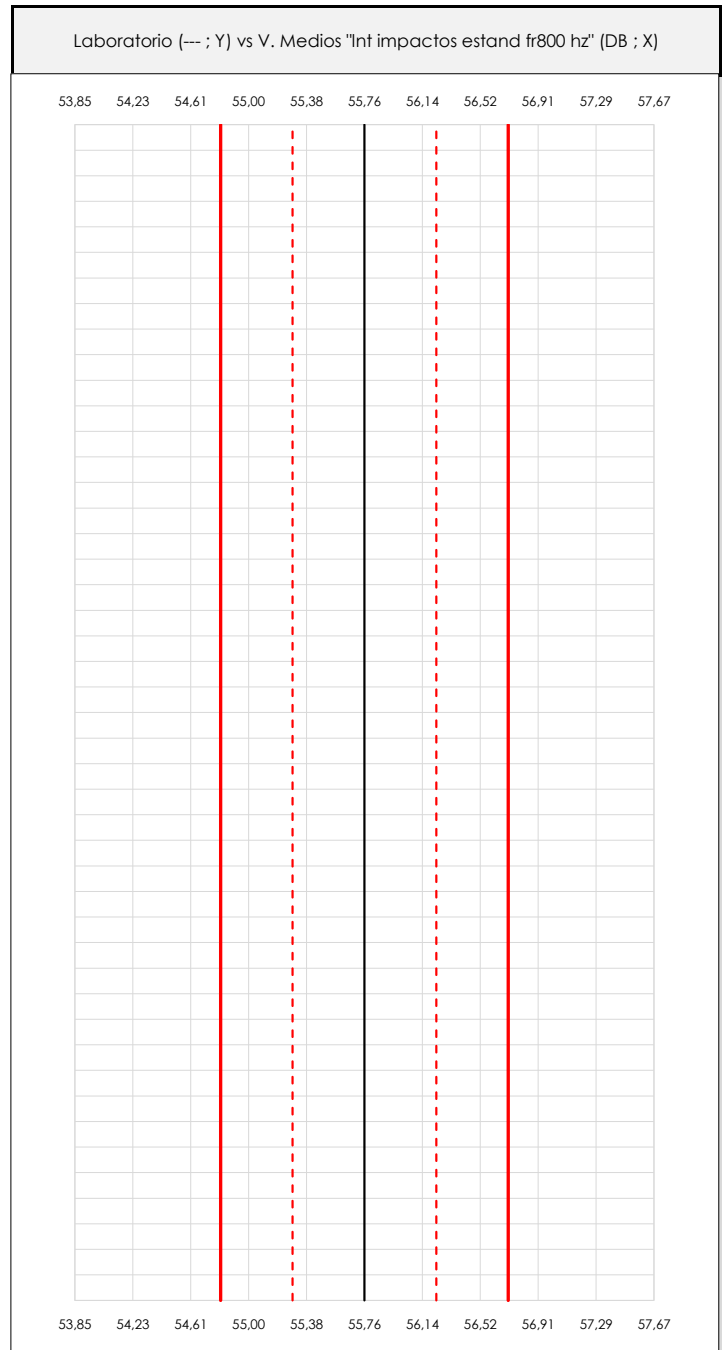
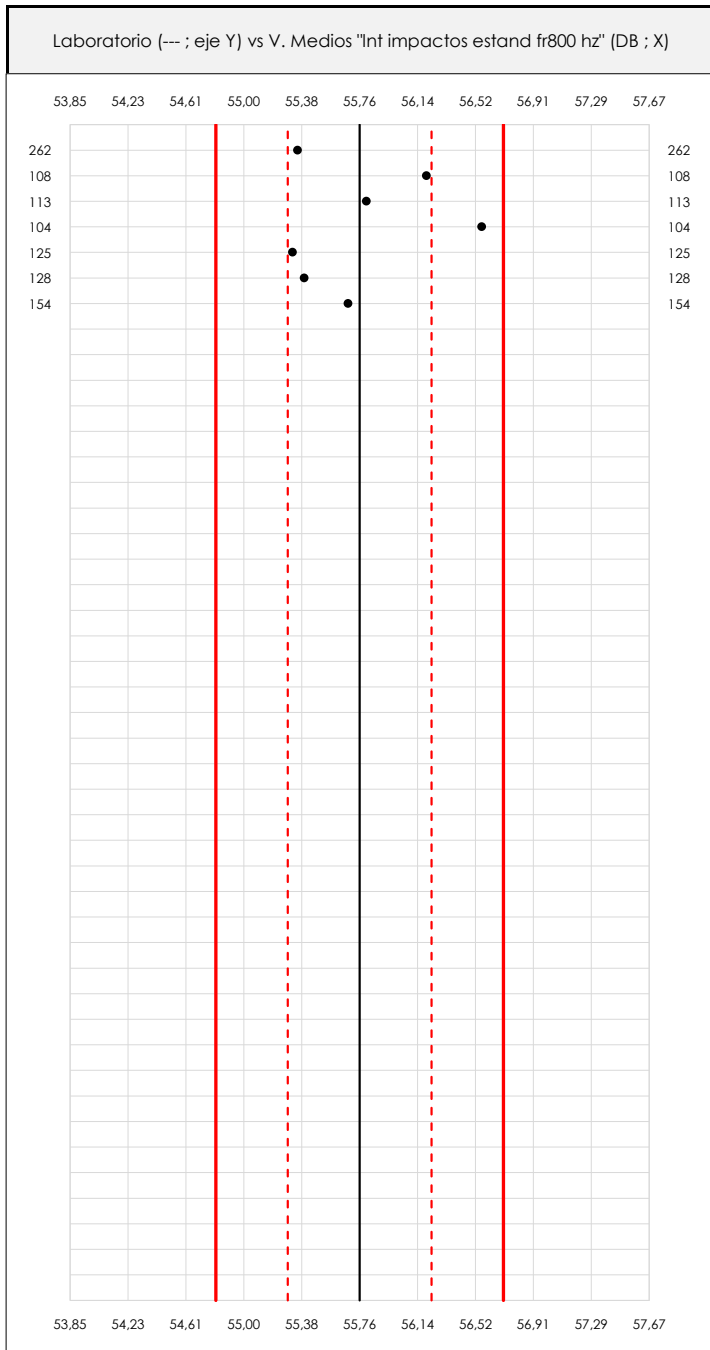
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (55,76 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (56,23/55,28 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,71/54,81 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

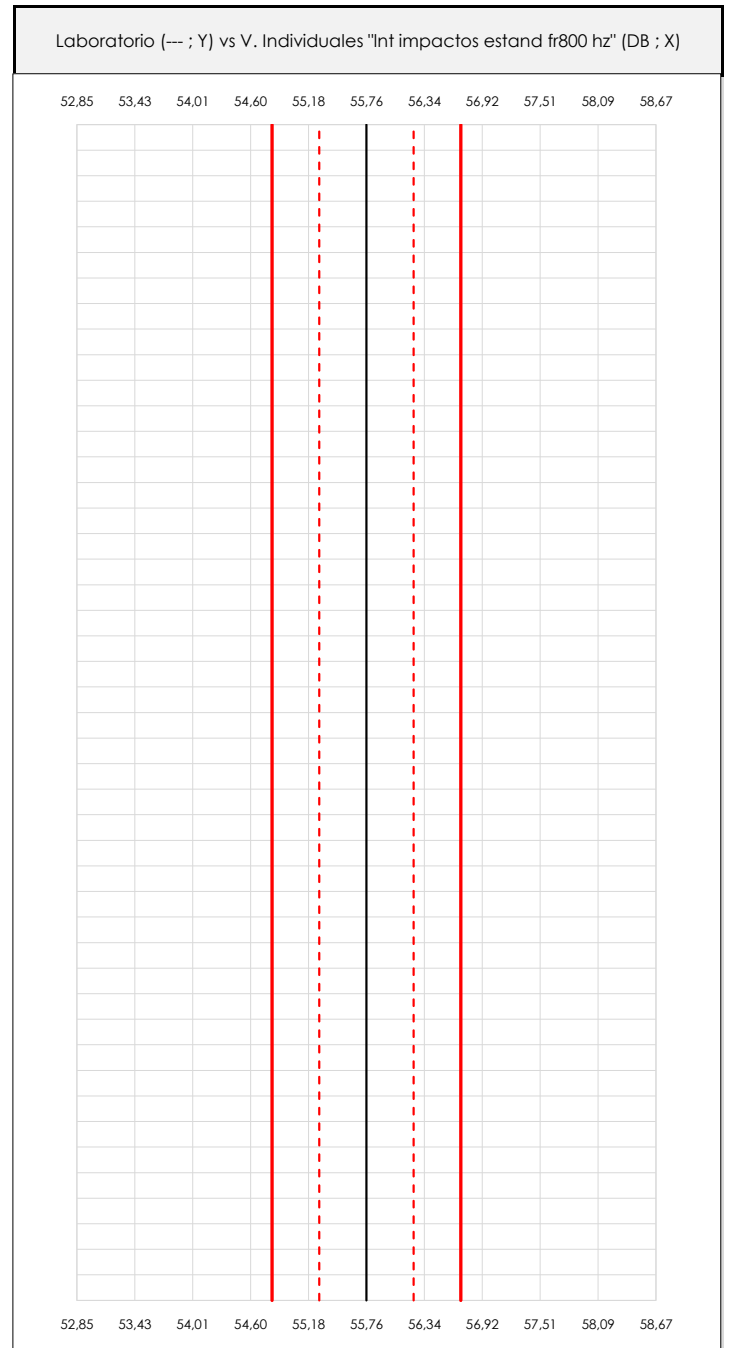
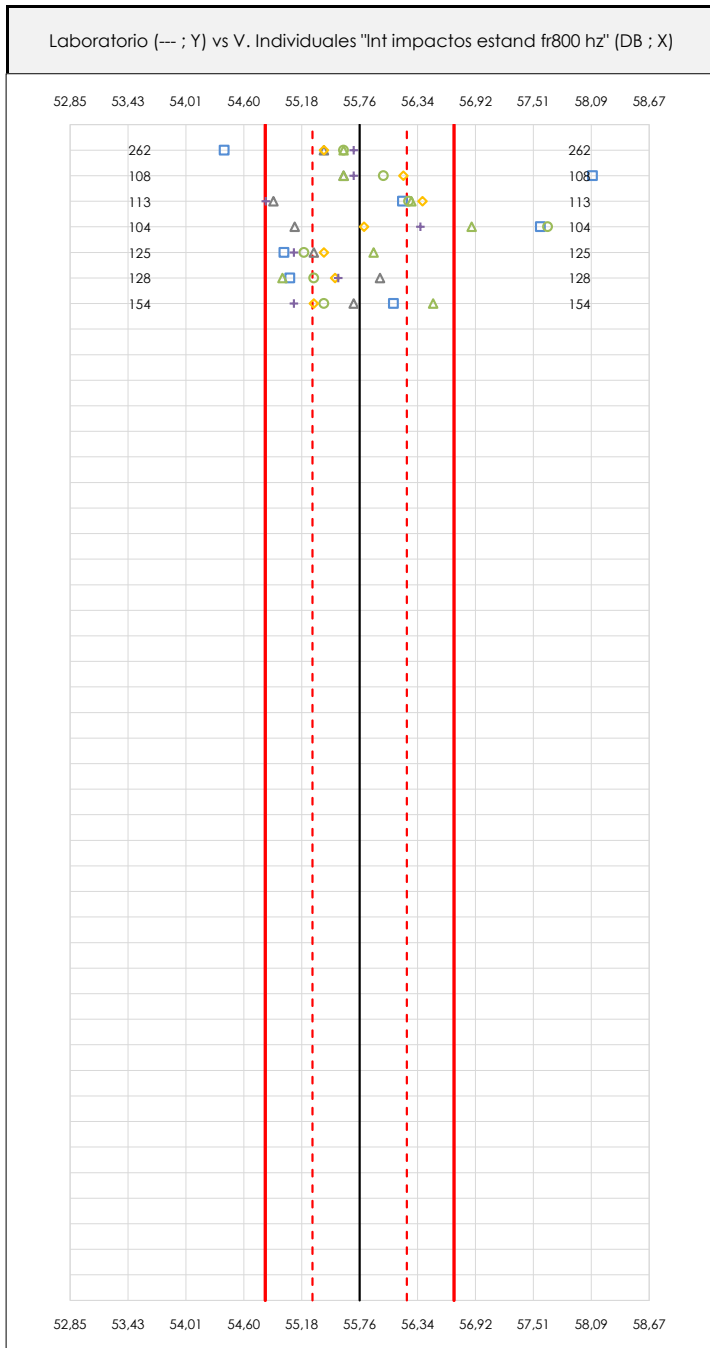
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis 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 (55,76 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (56,23/55,28 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (56,71/54,81 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	54,400	55,600	55,400	55,400	55,700	55,600			55,350	0,481	-0,73	✓	
Z04	108	58,100	56,000	55,600	56,200	55,700	55,600			56,200	0,961	0,79	✓	
Z04	113	56,192	56,252	54,895	56,391	54,817	56,279			55,804	0,738	0,08	✓	
Z04	104	57,578	57,649	55,108	55,804	56,370	56,887			56,566	1,004	1,45	✓	
Z07	125	55,000	55,200	55,300	55,400	55,100	55,900			55,317	0,319	-0,79	✓	
Z07	128	55,059	55,298	55,964	55,513	55,546	54,984			55,394	0,361	-0,66	✓	
Z07	154	56,100	55,400	55,700	55,300	55,100	56,500			55,683	0,531	-0,14	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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]

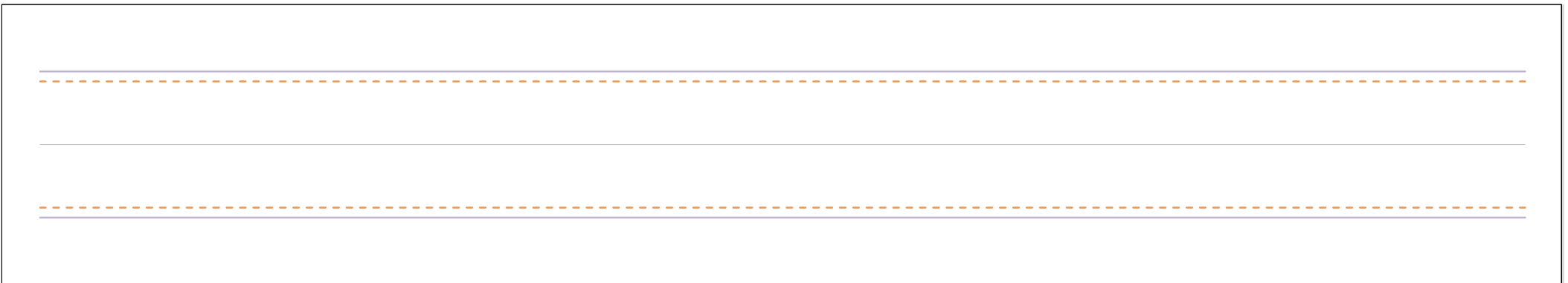
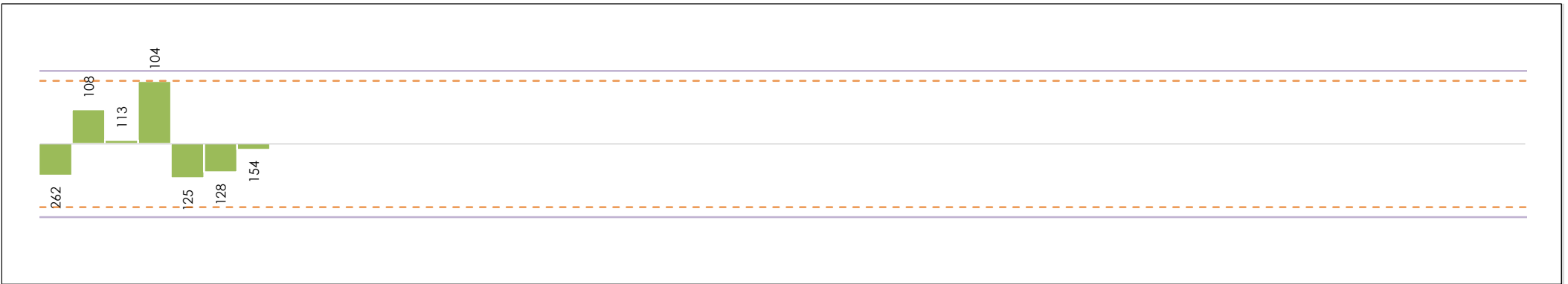
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

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 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

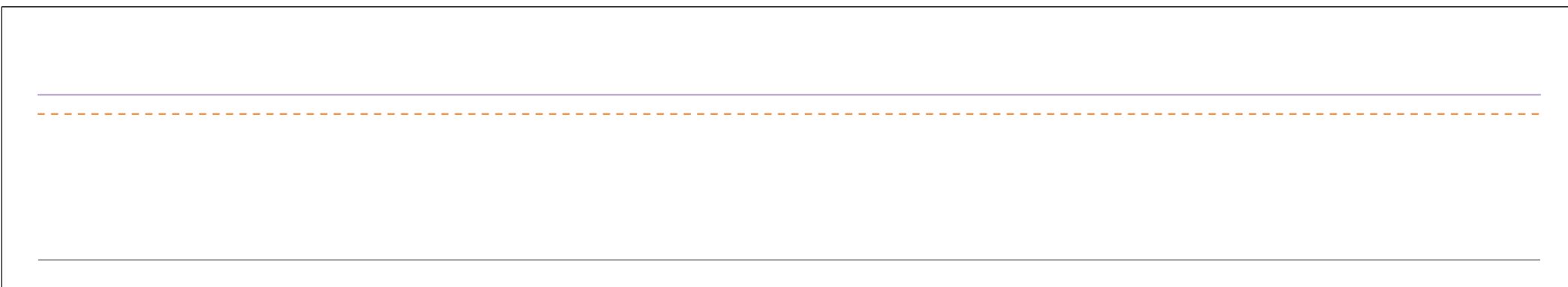
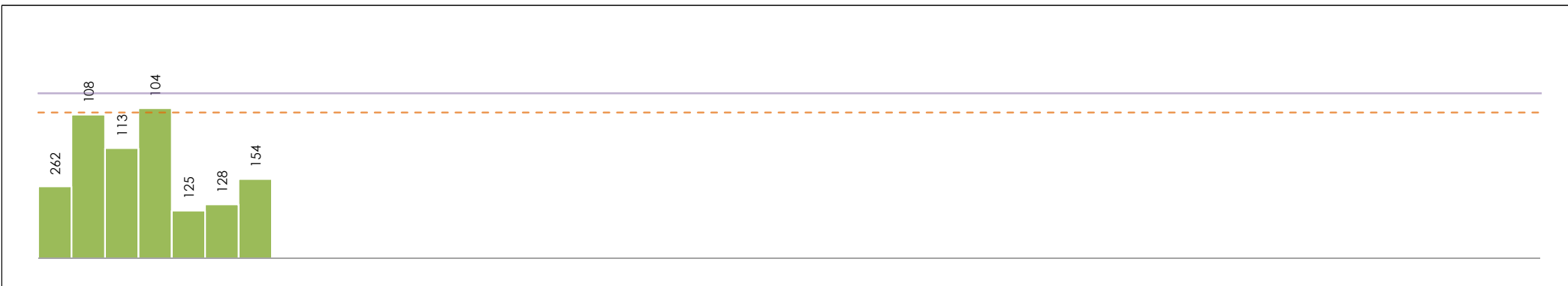
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.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.

CICEComité 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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	h_i	k_i	C_i	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B
Z03	262	54,400	55,600	55,400	55,400	55,700	55,600			55,350	0,481	-0,73	-0,86	0,71				0,6234		✓
Z04	108	58,100	56,000	55,600	56,200	55,700	55,600			56,200	0,961	0,79	0,93	1,42					0,1431	✓
Z04	113	56,192	56,252	54,895	56,391	54,817	56,279			55,804	0,738	0,08	0,10	1,09						✓
Z04	104	57,578	57,649	55,108	55,804	56,370	56,887			56,566	1,004	1,45	1,70	1,48*	0,313		1,701		0,1431	✓
Z07	125	55,000	55,200	55,300	55,400	55,100	55,900			55,317	0,319	-0,79	-0,93	0,47		0,933		0,6234		✓
Z07	128	55,059	55,298	55,964	55,513	55,546	54,984			55,394	0,361	-0,66	-0,77	0,53						✓
Z07	154	56,100	55,400	55,700	55,300	55,100	56,500			55,683	0,531	-0,14	-0,16	0,78						✓

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

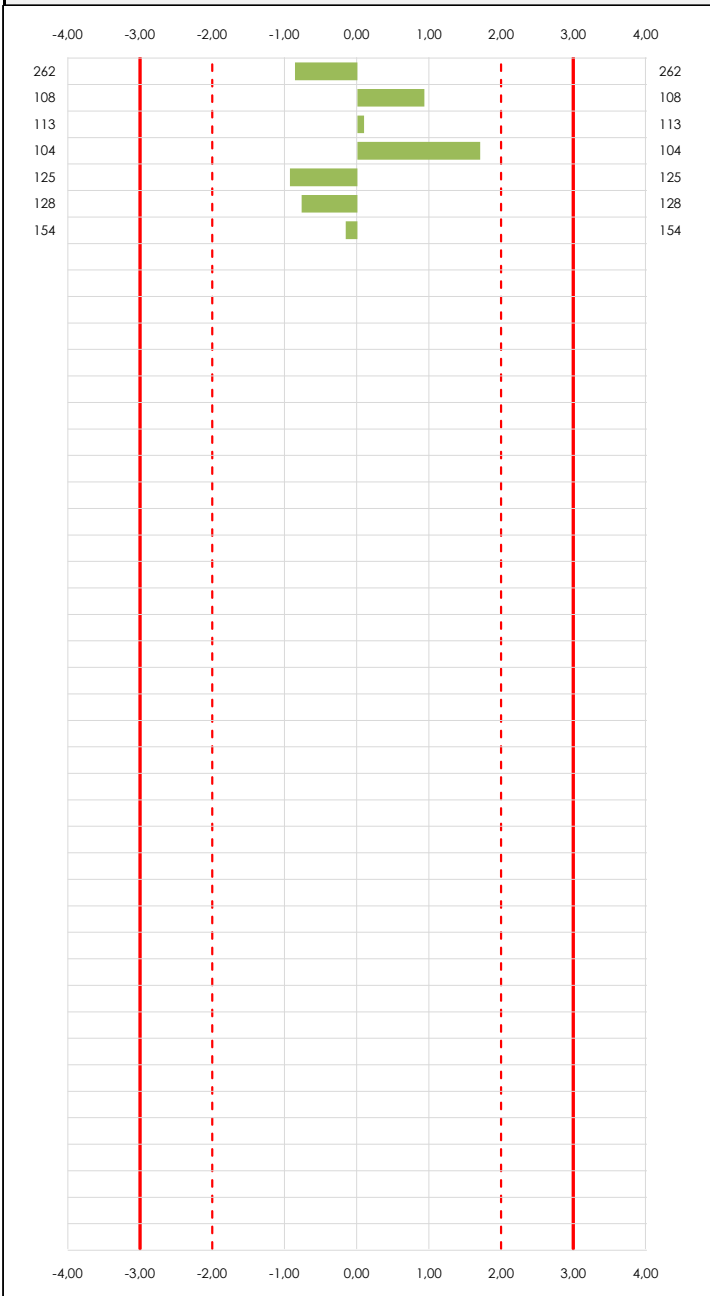


LNT IMPACTOS ESTAND FR800 HZ (DB)

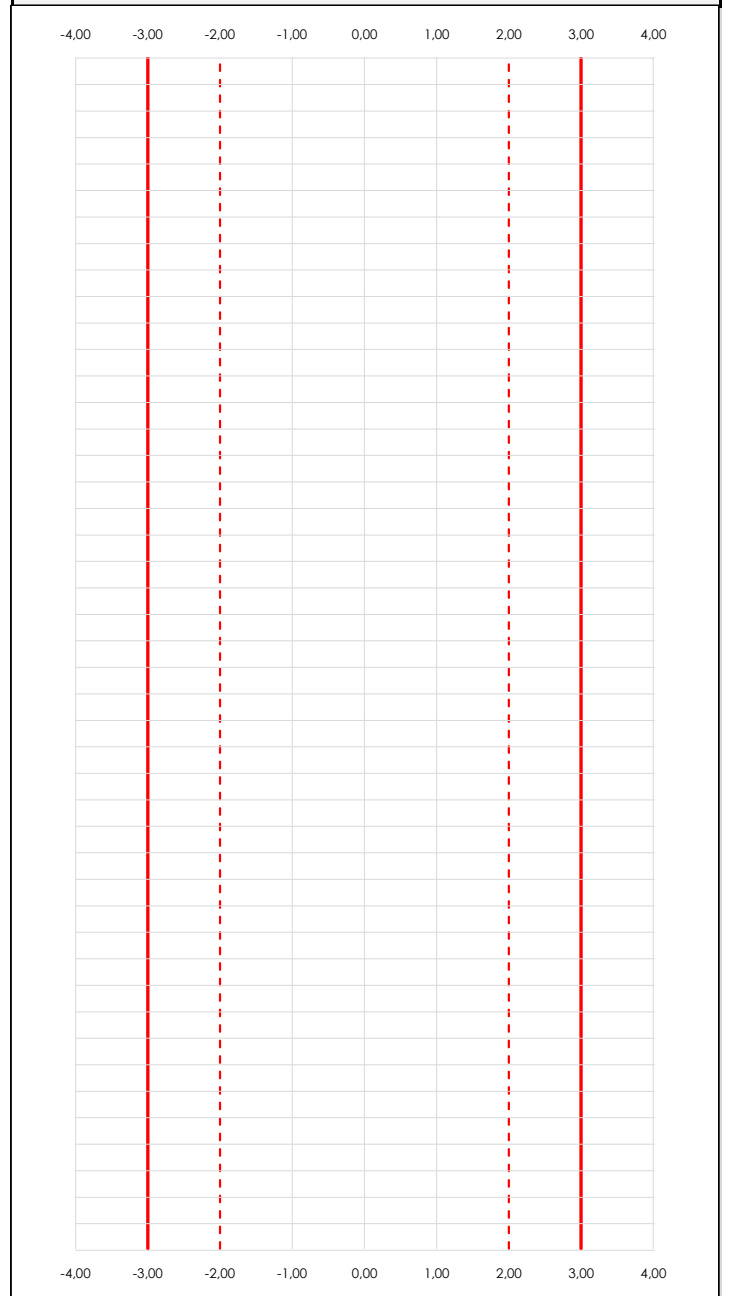
Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr800 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "Int impactos estand fr800 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.

CICEComité 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.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	54,400	55,600	55,400	55,400	55,700	55,600			55,350	0,481	-0,73	✓	✓	✓			-0,863	S
Z04	108	58,100	56,000	55,600	56,200	55,700	55,600			56,200	0,961	0,79	✓	✓	✓			0,929	S
Z04	113	56,192	56,252	54,895	56,391	54,817	56,279			55,804	0,738	0,08	✓	✓	✓			0,095	S
Z04	104	57,578	57,649	55,108	55,804	56,370	56,887			56,566	1,004	1,45	✓	✓	✓			1,701	S
Z07	125	55,000	55,200	55,300	55,400	55,100	55,900			55,317	0,319	-0,79	✓	✓	✓			-0,933	S
Z07	128	55,059	55,298	55,964	55,513	55,546	54,984			55,394	0,361	-0,66	✓	✓	✓			-0,770	S
Z07	154	56,100	55,400	55,700	55,300	55,100	56,500			55,683	0,531	-0,14	✓	✓	✓			-0,160	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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].

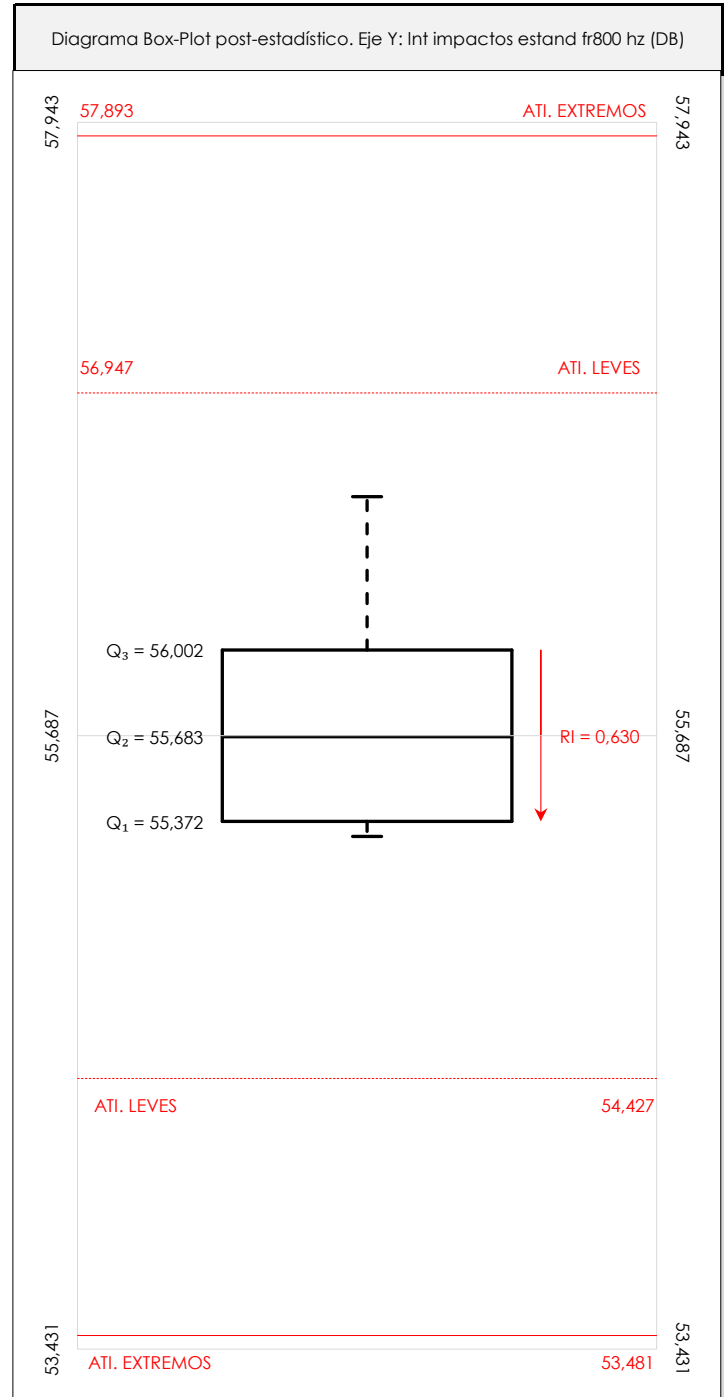
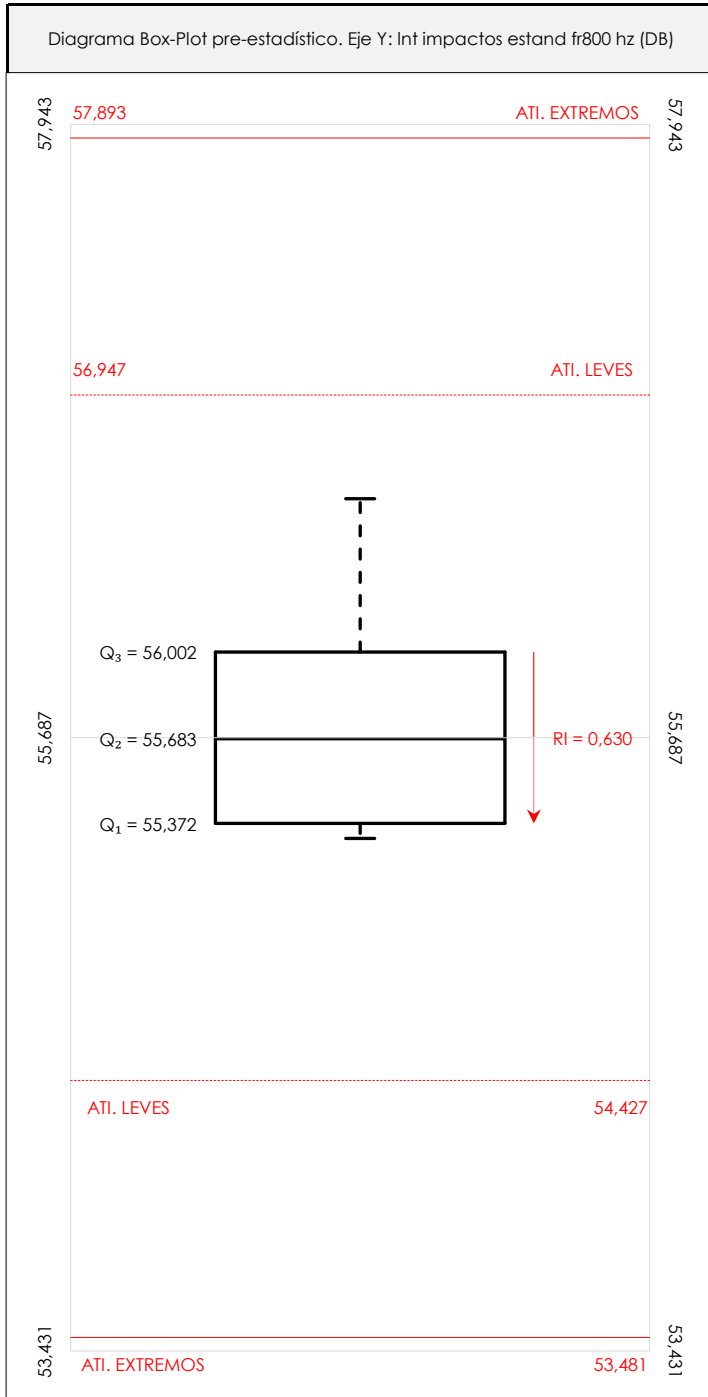
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

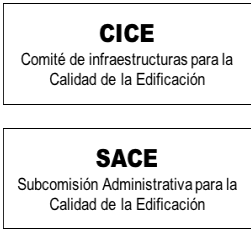
[insatisfactorio]

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND 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).



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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	58,10	54,40	56,06	1,38	0,02	58,10	54,40	56,06	1,38	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	57,65	55,20	55,91	0,85	0,02	57,65	55,20	55,91	0,85	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	55,96	54,89	55,42	0,36	0,01	55,96	54,89	55,42	0,36	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	56,39	55,30	55,72	0,43	0,01	56,39	55,30	55,72	0,43	0,01
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	56,37	54,82	55,48	0,52	0,01	56,37	54,82	55,48	0,52	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	56,89	54,98	55,96	0,64	0,01	56,89	54,98	55,96	0,64	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	56,57	55,32	55,76	0,47	0,01	56,57	55,32	55,76	0,47	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,460	1,881	0,148	0,609	2,162	0,460	1,881	0,148	0,609	2,162
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,44	0,397	2,020	0,0708	1,71	1,44	0,397	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 analysis of variance).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

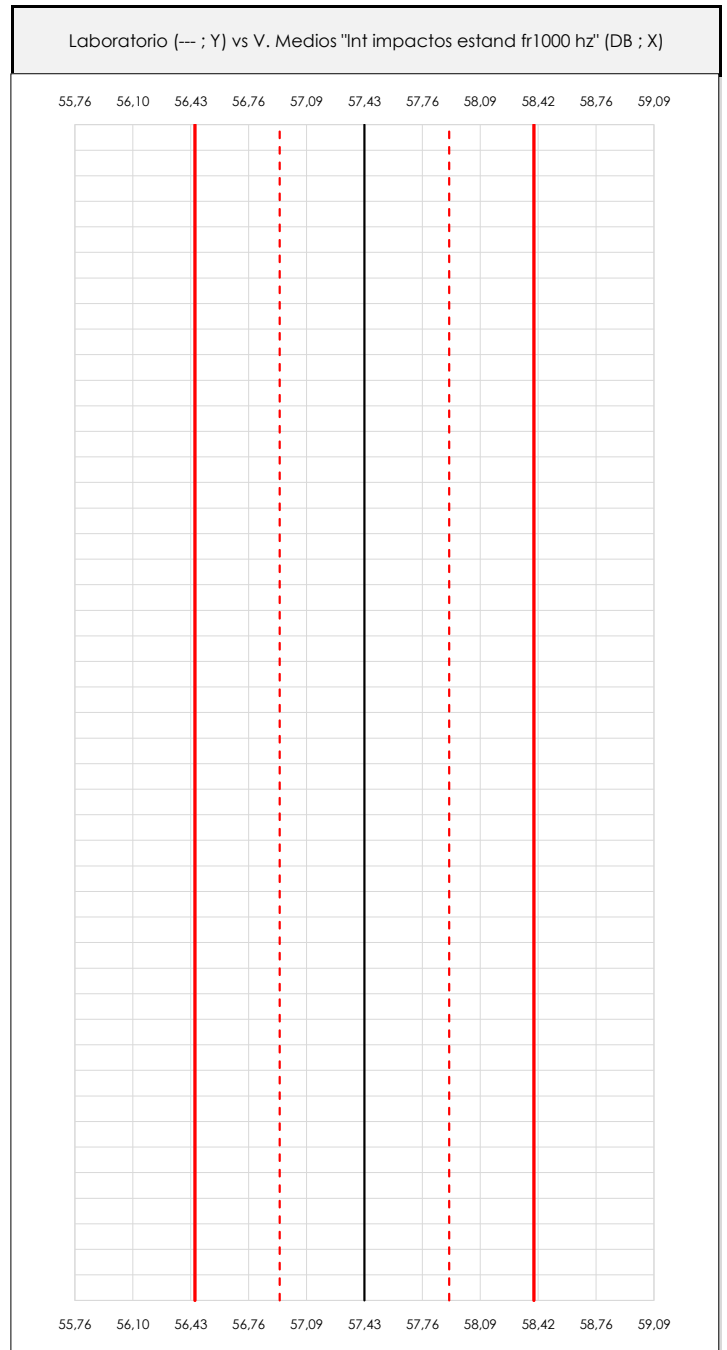
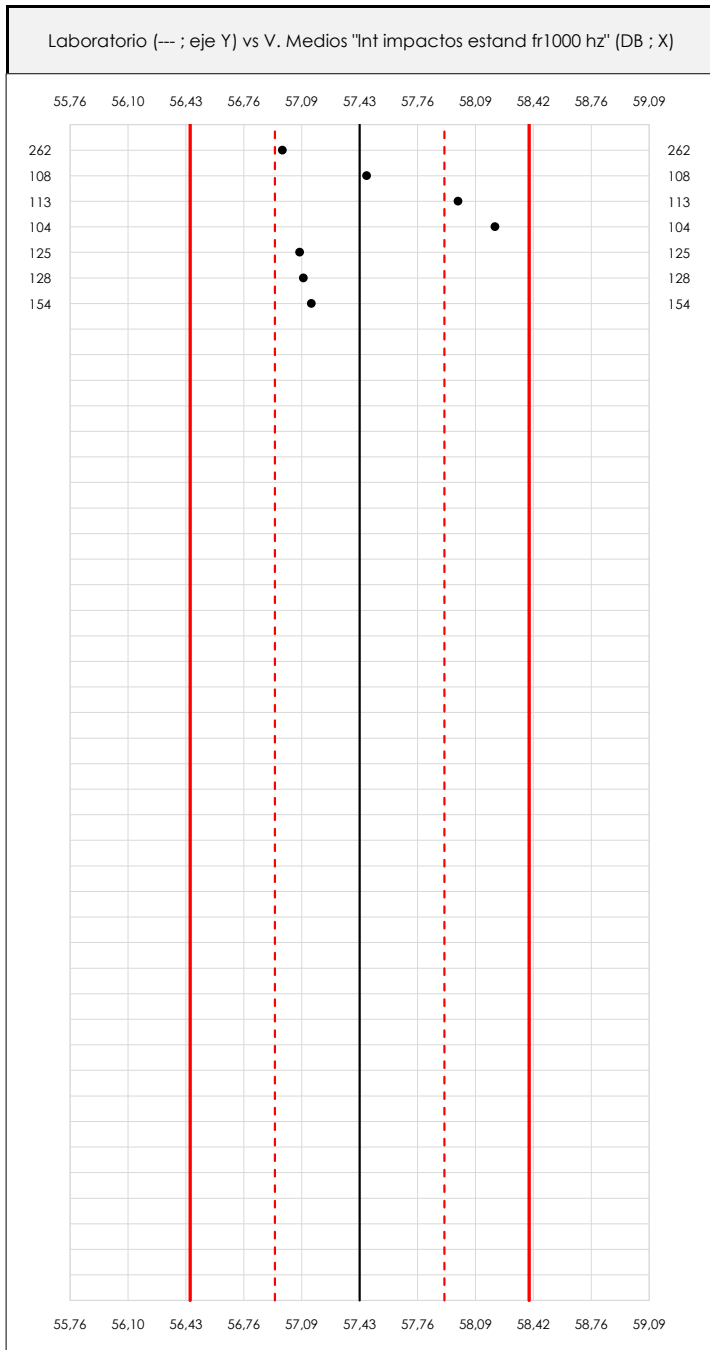
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis 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 (57,43 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,91/56,94 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,40/56,45 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

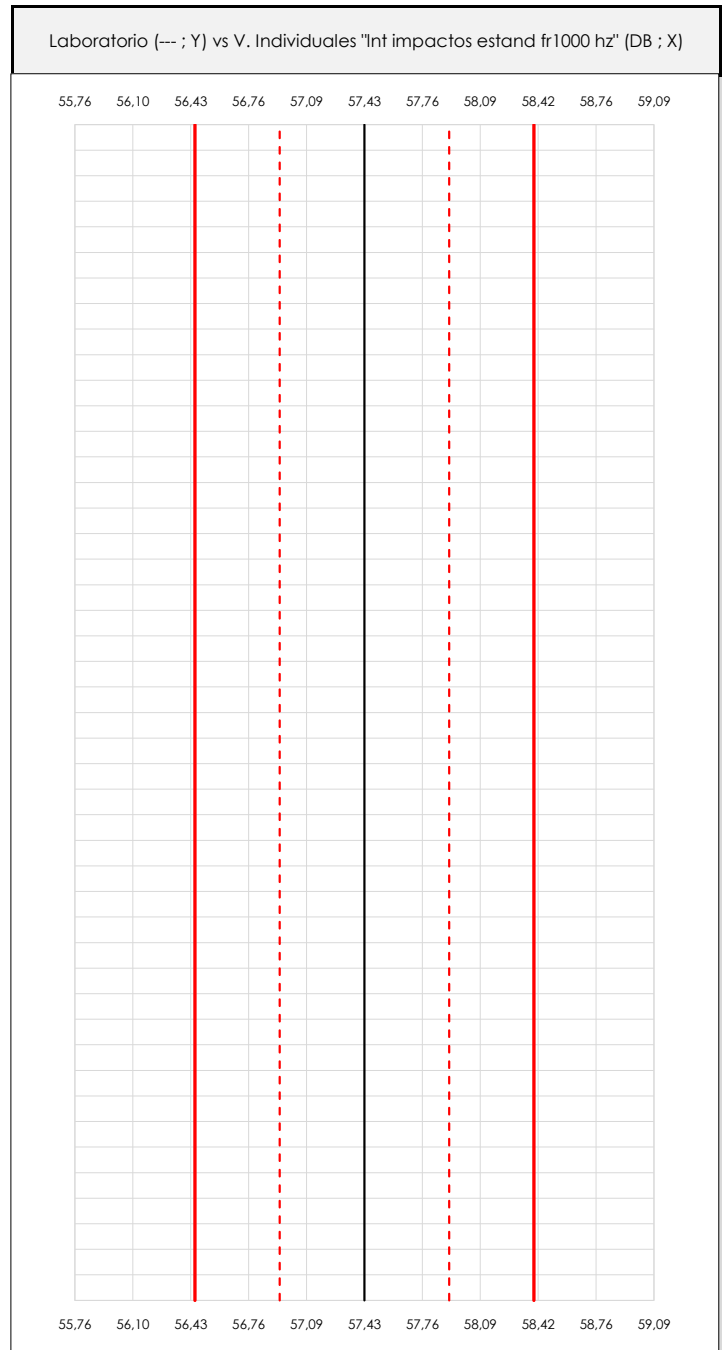
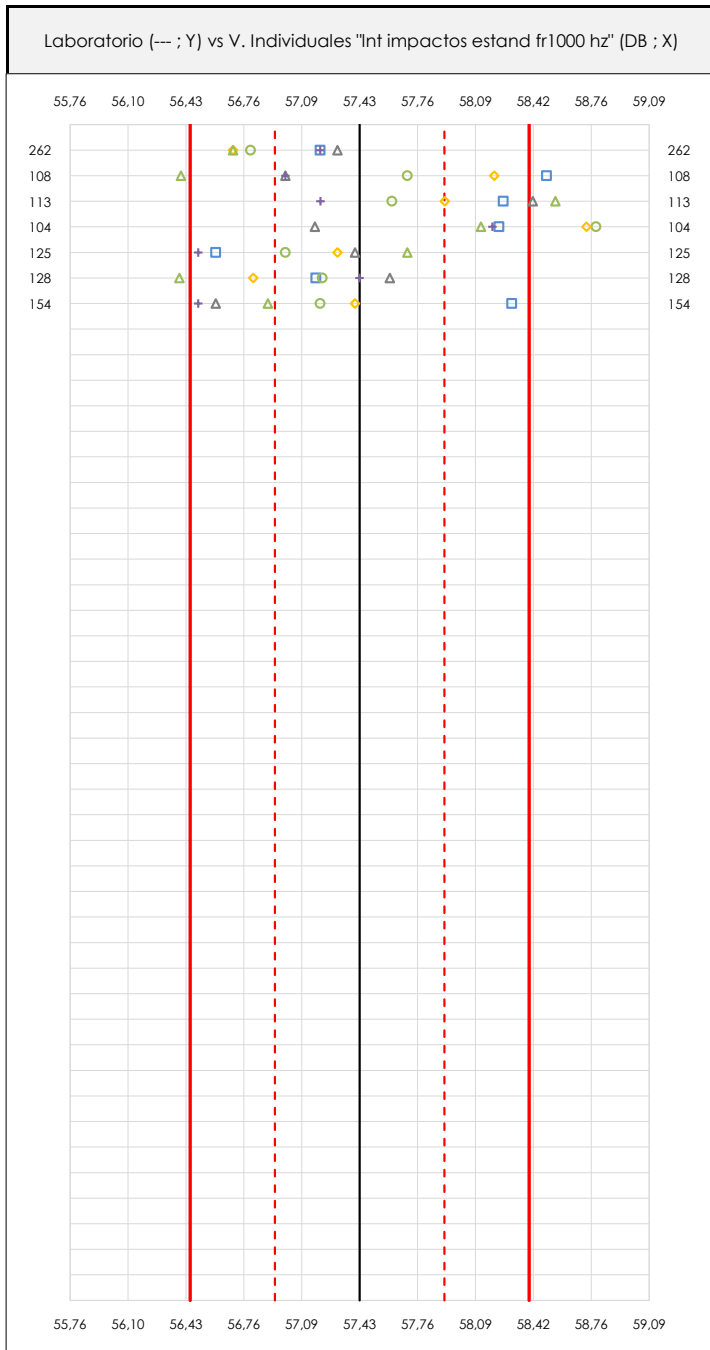
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis 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 (57,43 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (57,91/56,94 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (58,40/56,45 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	57,200	56,800	57,300	56,700	57,200	56,700			56,983	0,279	-0,77	✓	
Z04	108	58,500	57,700	57,000	58,200	57,000	56,400			57,467	0,804	0,07	✓	
Z04	113	58,251	57,613	58,420	57,916	57,202	58,550			57,992	0,517	0,99	✓	
Z04	104	58,226	58,784	57,170	58,729	58,189	58,124			58,204	0,581	1,35	✓	
Z07	125	56,600	57,000	57,400	57,300	56,500	57,700			57,083	0,471	-0,60	✓	
Z07	128	57,176	57,213	57,600	56,815	57,426	56,391			57,103	0,438	-0,56	✓	
Z07	154	58,300	57,200	56,600	57,400	56,500	56,900			57,150	0,660	-0,48	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

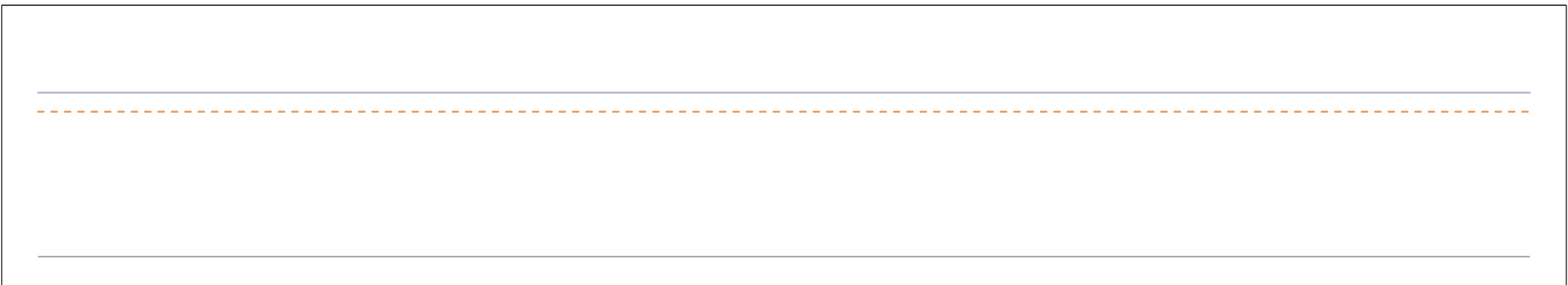
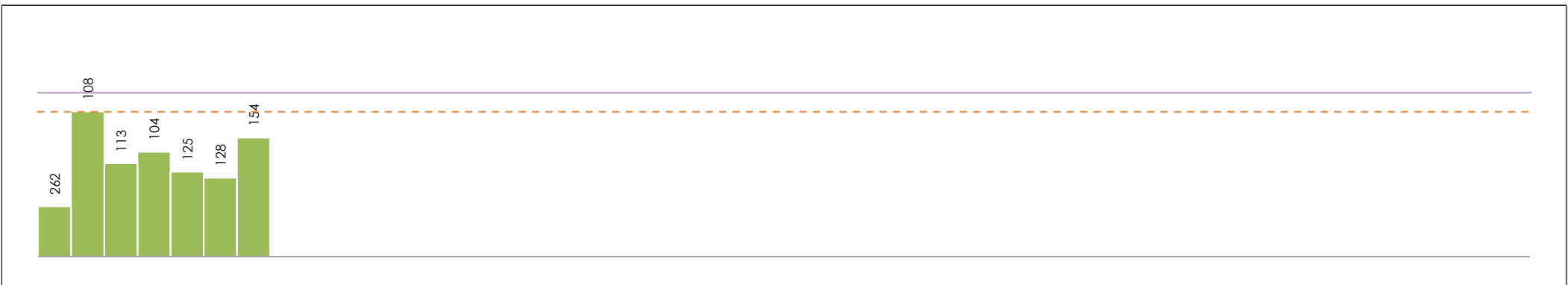
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B
Z03	262	57,200	56,800	57,300	56,700	57,200	56,700			56,983	0,279	-0,77	-0,91	0,50		0,910		0,6924		✓
Z04	108	58,500	57,700	57,000	58,200	57,000	56,400			57,467	0,804	0,07	0,08	1,44*	0,297					✓
Z04	113	58,251	57,613	58,420	57,916	57,202	58,550			57,992	0,517	0,99	1,16	0,93				0,0946		✓
Z04	104	58,226	58,784	57,170	58,729	58,189	58,124			58,204	0,581	1,35	1,60	1,04		1,598		0,0946		✓
Z07	125	56,600	57,000	57,400	57,300	56,500	57,700			57,083	0,471	-0,60	-0,70	0,84				0,6924		✓
Z07	128	57,176	57,213	57,600	56,815	57,426	56,391			57,103	0,438	-0,56	-0,66	0,78						✓
Z07	154	58,300	57,200	56,600	57,400	56,500	56,900			57,150	0,660	-0,48	-0,57	1,18						✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

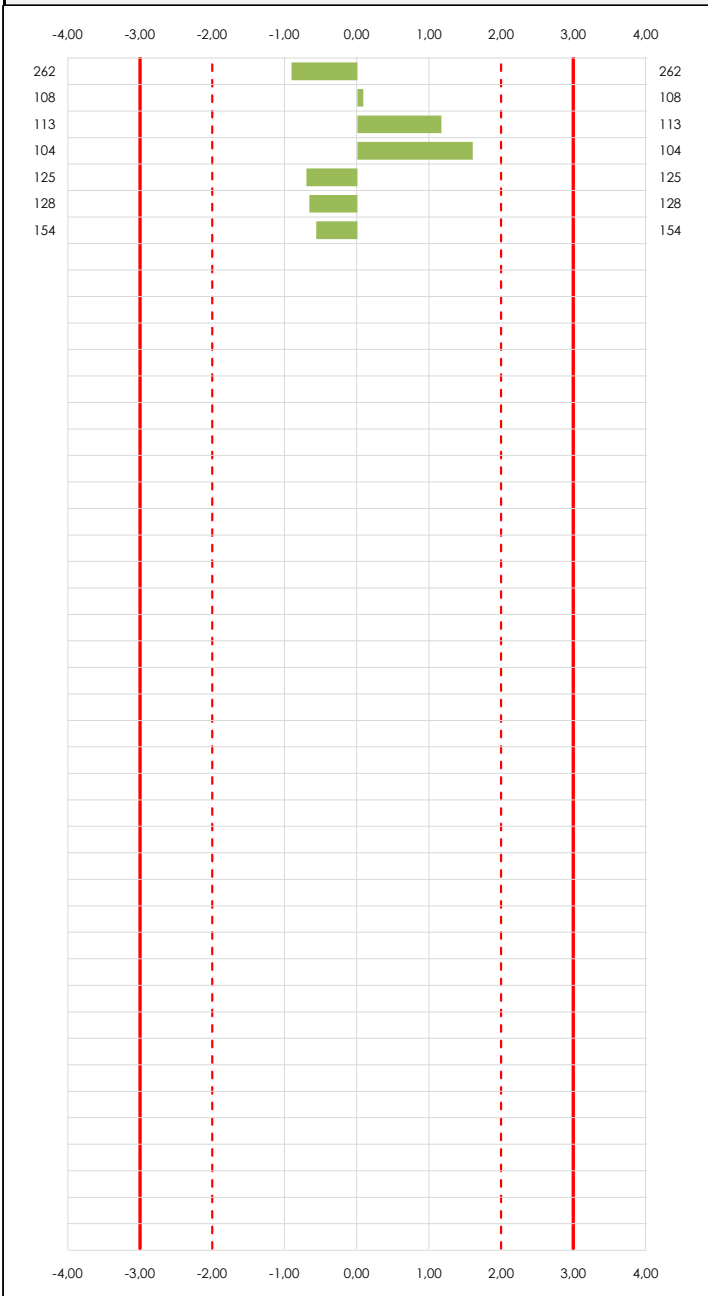


LNT IMPACTOS ESTAND FR1000 HZ (DB)

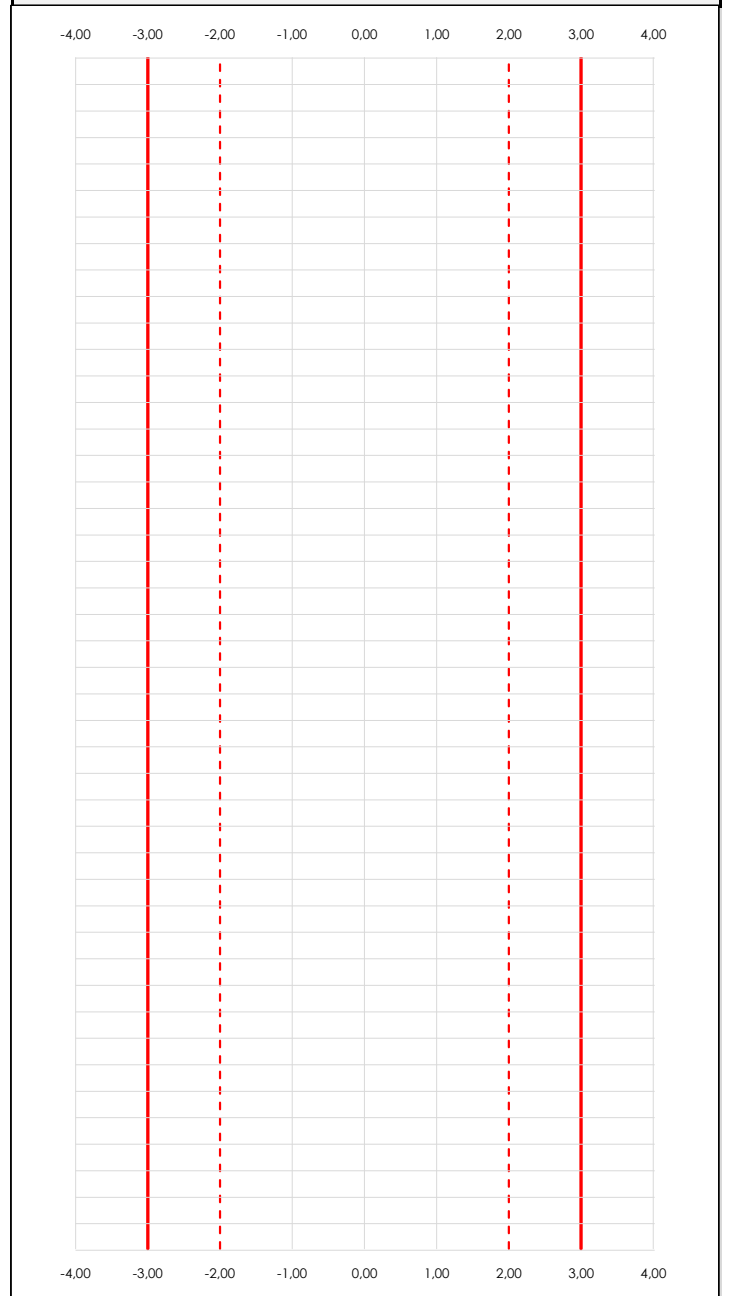
Análisis C. Evaluación Z-Score

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)



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.

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.2. Determinaciones matemáticas

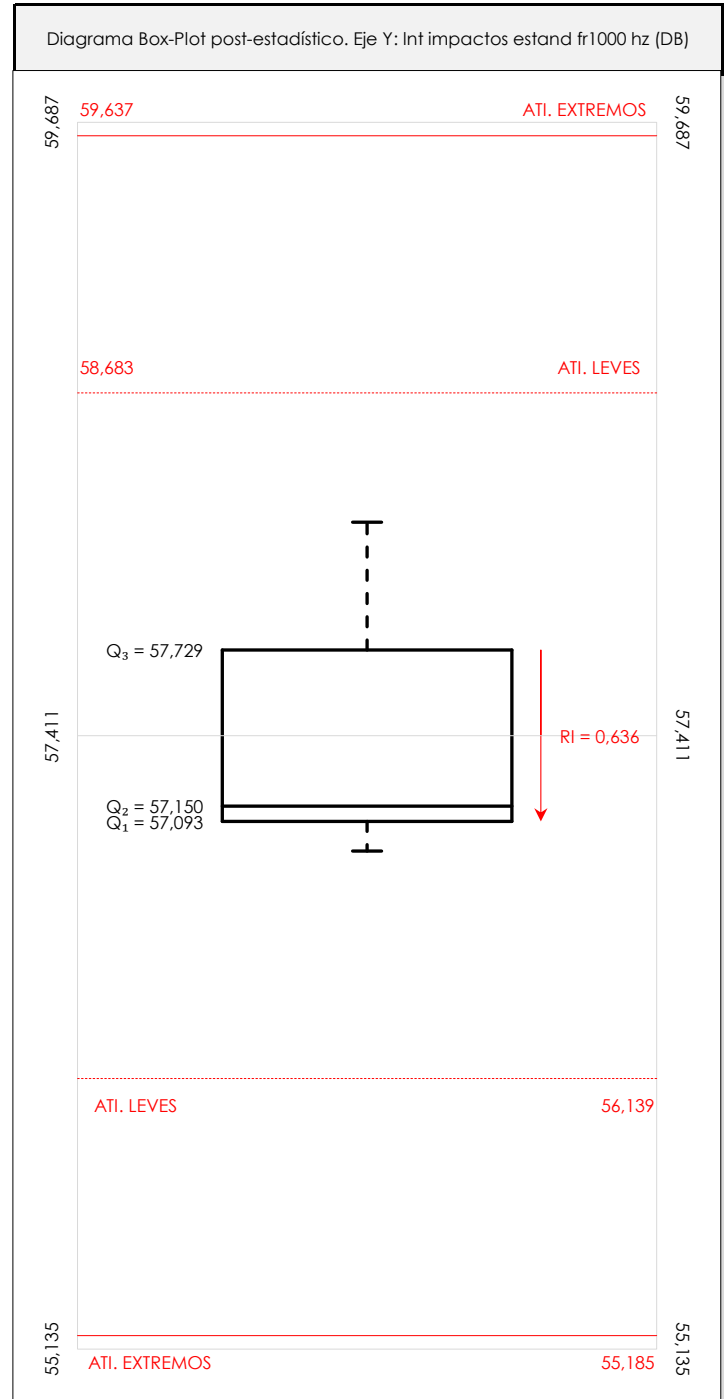
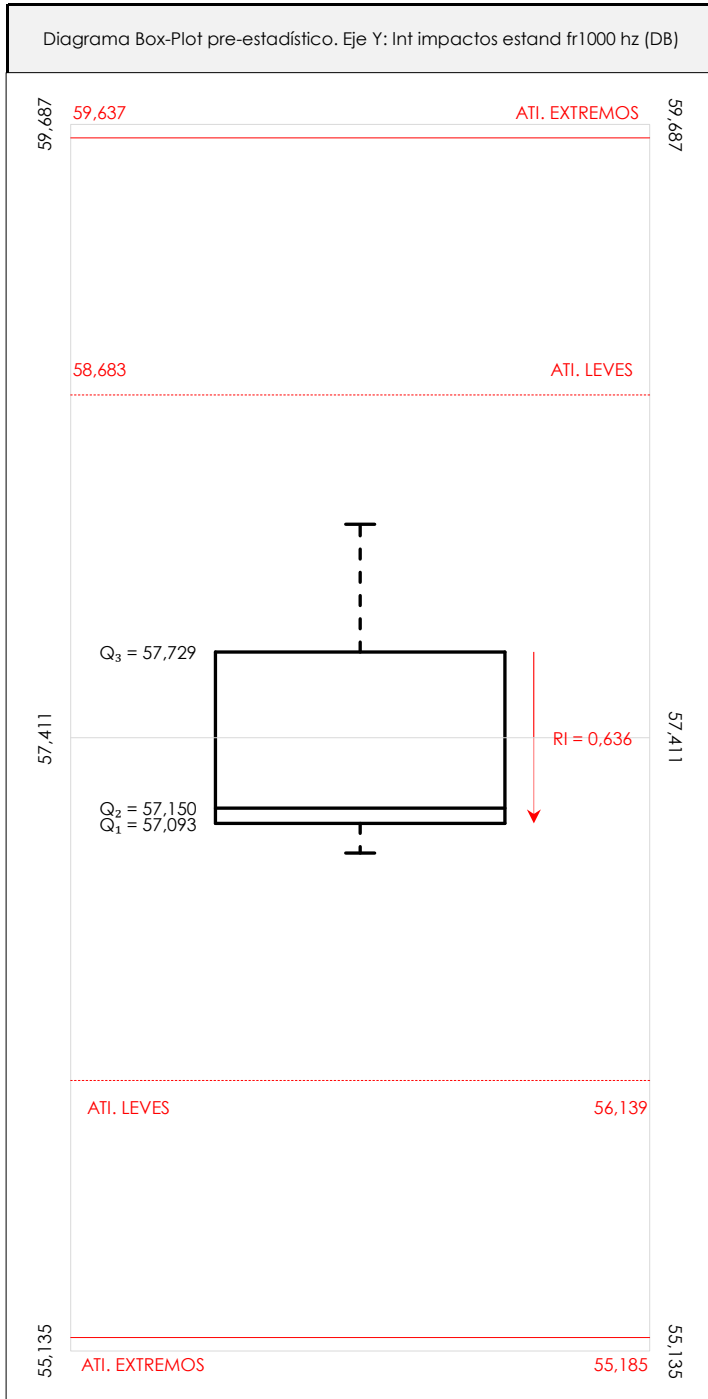
Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	57,200	56,800	57,300	56,700	57,200	56,700			56,983	0,279	-0,77	✓	✓	✓			-0,910	S
Z04	108	58,500	57,700	57,000	58,200	57,000	56,400			57,467	0,804	0,07	✓	✓	✓			0,084	S
Z04	113	58,251	57,613	58,420	57,916	57,202	58,550			57,992	0,517	0,99	✓	✓	✓			1,163	S
Z04	104	58,226	58,784	57,170	58,729	58,189	58,124			58,204	0,581	1,35	✓	✓	✓			1,598	S
Z07	125	56,600	57,000	57,400	57,300	56,500	57,700			57,083	0,471	-0,60	✓	✓	✓			-0,704	S
Z07	128	57,176	57,213	57,600	56,815	57,426	56,391			57,103	0,438	-0,56	✓	✓	✓			-0,663	S
Z07	154	58,300	57,200	56,600	57,400	56,500	56,900			57,150	0,660	-0,48	✓	✓	✓			-0,567	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	58,50	56,60	57,75	0,74	0,01	58,50	56,60	57,75	0,74	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	58,78	56,80	57,47	0,66	0,01	58,78	56,80	57,47	0,66	0,01
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	58,42	56,60	57,36	0,57	0,01	58,42	56,60	57,36	0,57	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	58,73	56,70	57,58	0,74	0,01	58,73	56,70	57,58	0,74	0,01
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	58,19	56,50	57,15	0,58	0,01	58,19	56,50	57,15	0,58	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	58,55	56,39	57,25	0,87	0,02	58,55	56,39	57,25	0,87	0,02
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	58,20	56,98	57,43	0,49	0,01	58,20	56,98	57,43	0,49	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,311	1,546	0,185	0,496	1,952	0,311	1,546	0,185	0,496	1,952
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,44	0,397	2,020	0,0708	1,71	1,44	0,397	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 analysis of variance).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

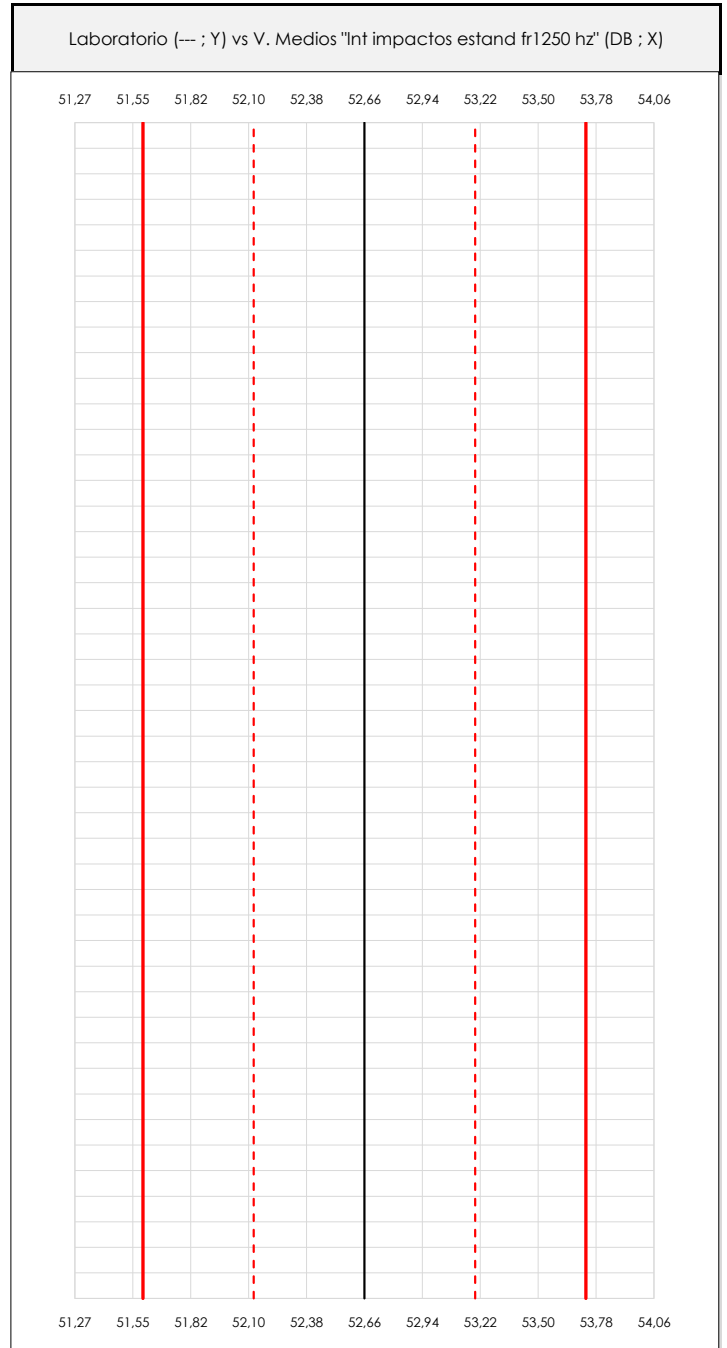
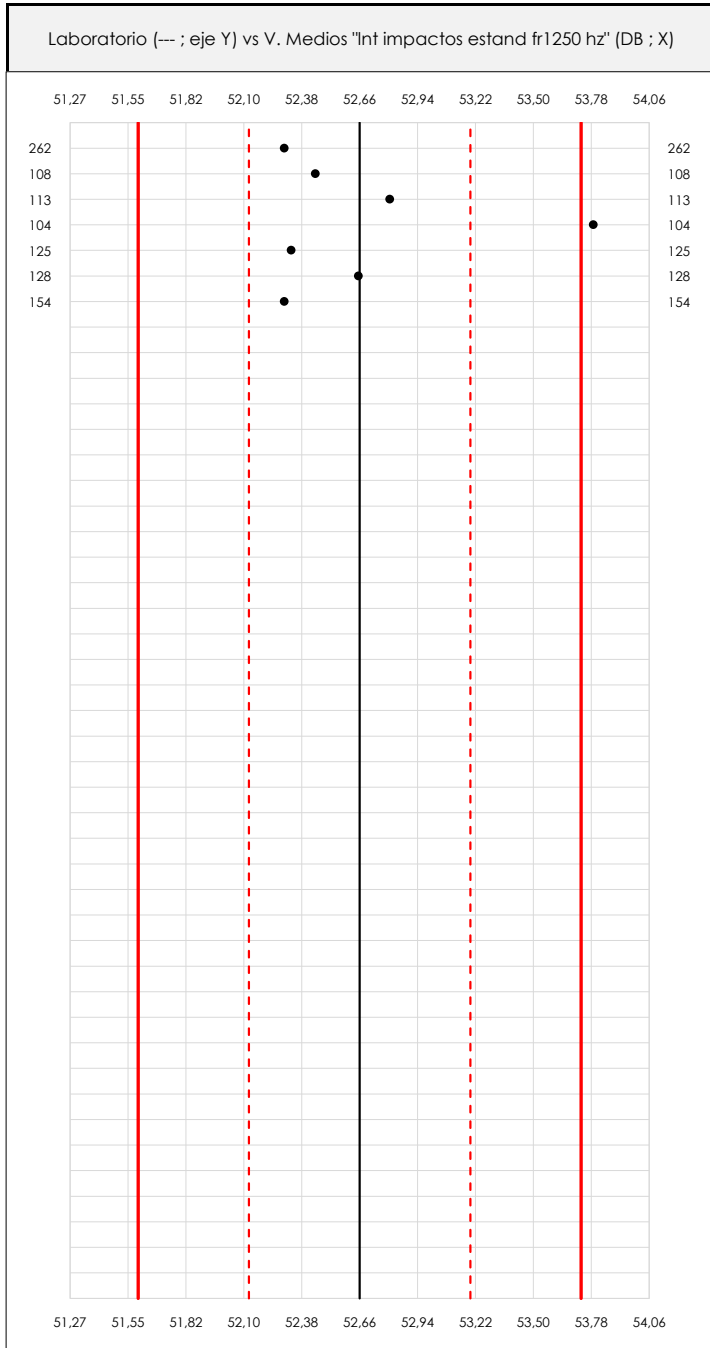
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (52,66 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,20/52,13 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,73/51,59 ; líneas rojas de trazo continuo).

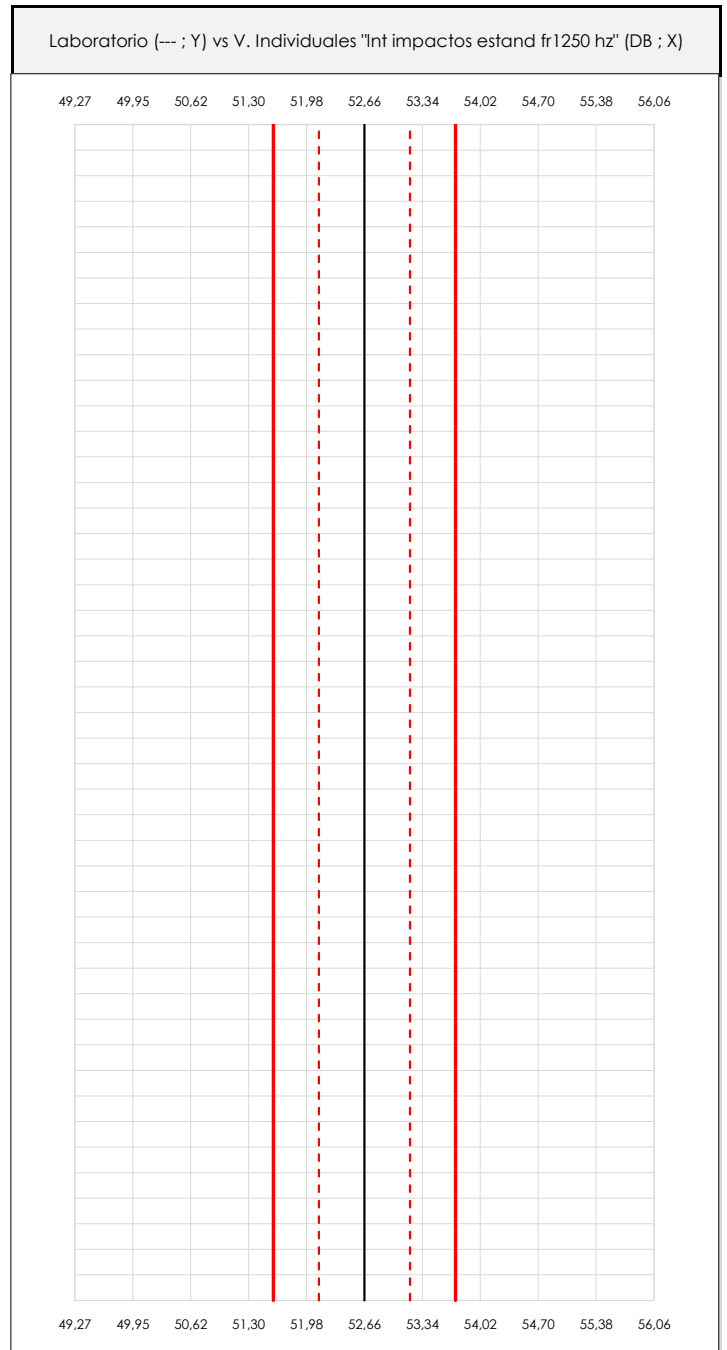
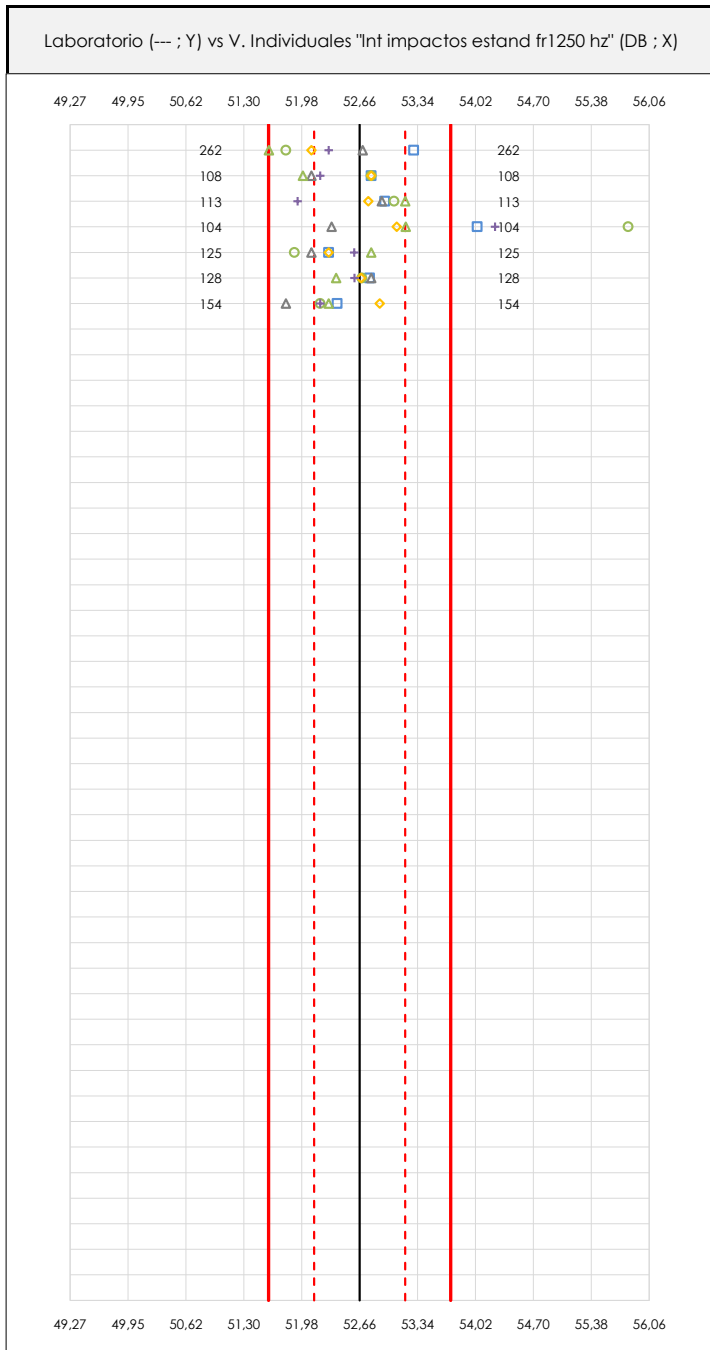
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



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 (52,66 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,20/52,13 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,73/51,59 ; 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.



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	53,300	51,800	52,700	52,100	52,300	51,600			52,300	0,623	-0,69	✓	
Z04	108	52,800	52,800	52,100	52,800	52,200	52,000			52,450	0,389	-0,40	✓	
Z04	113	52,958	53,070	52,926	52,766	51,937	53,197			52,809	0,451	0,28	✓	
Z04	104	54,044	55,815	52,334	53,099	54,251	53,205			53,791	1,210	2,14	✓	
Z07	125	52,300	51,900	52,100	52,300	52,600	52,800			52,333	0,327	-0,63	✓	
Z07	128	52,781	52,690	52,799	52,682	52,605	52,389			52,657	0,150	-0,01	✓	
Z07	154	52,400	52,200	51,800	52,900	52,200	52,300			52,300	0,358	-0,69	✓	

NOTAS:

- ⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

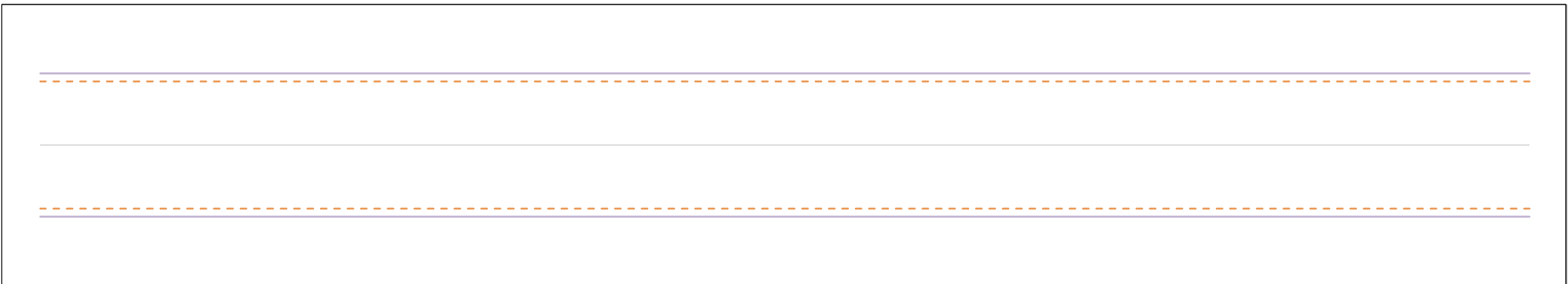
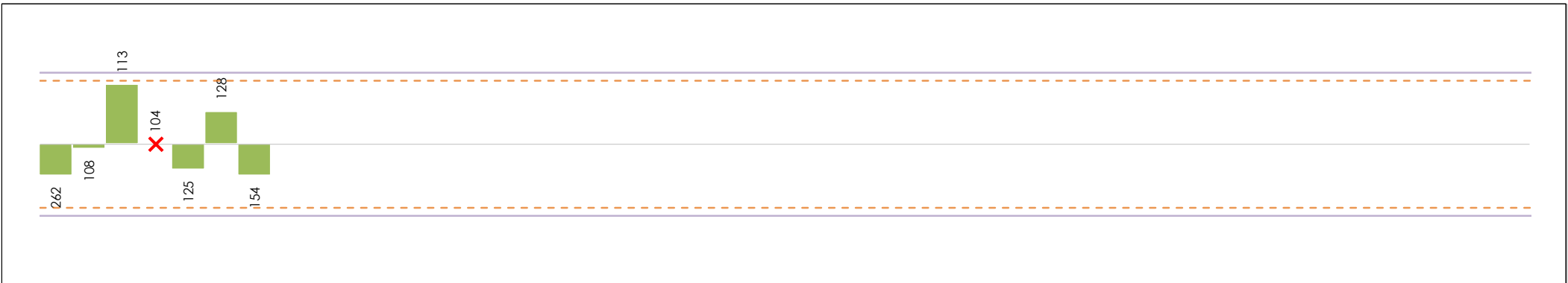
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



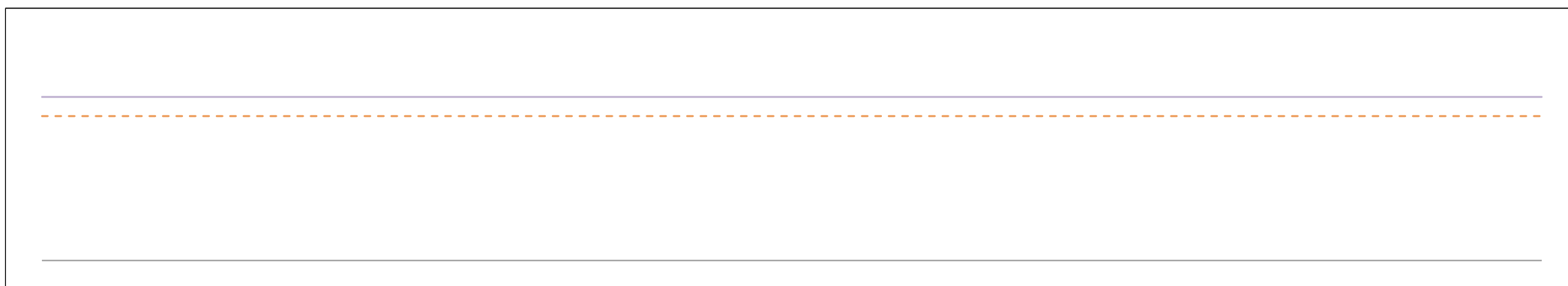
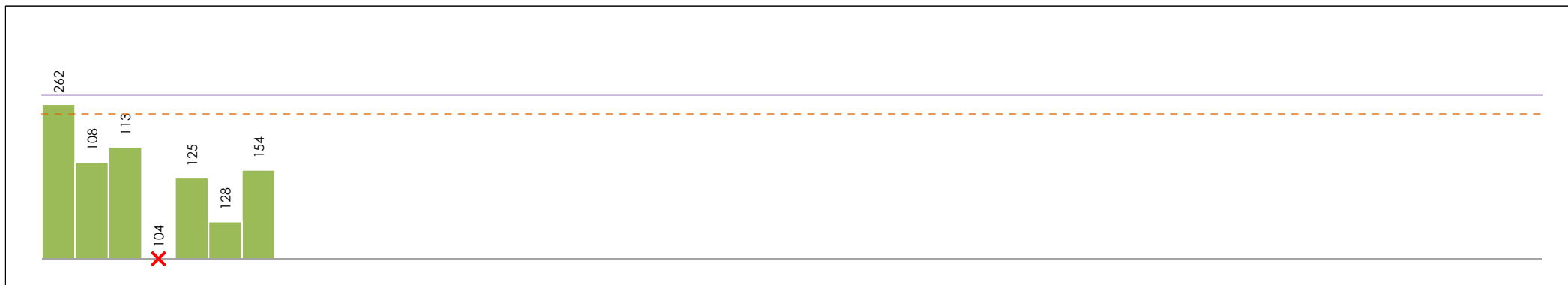
ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTRA-LABORATORIOS

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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**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.

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 B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	53,300	51,800	52,700	52,100	52,300	51,600			52,300	0,623	-0,33	-0,82	1,53*	0,388	0,822		0,5950		✓	
Z04	108	52,800	52,800	52,100	52,800	52,200	52,000			52,450	0,389	-0,05	-0,12	0,95							✓
Z04	113	52,958	53,070	52,926	52,766	51,937	53,197			52,809	0,451	0,64	1,57	1,11			1,568		0,0671	✓	
Z04	104	54,044	55,815	52,334	53,099	54,251	53,205			53,791	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	52,300	51,900	52,100	52,300	52,600	52,800			52,333	0,327	-0,27	-0,67	0,80							✓
Z07	128	52,781	52,690	52,799	52,682	52,605	52,389			52,657	0,150	0,35	0,86	0,37					0,0671	✓	
Z07	154	52,400	52,200	51,800	52,900	52,200	52,300			52,300	0,358	-0,33	-0,82	0,88		0,822		0,5950		✓	

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

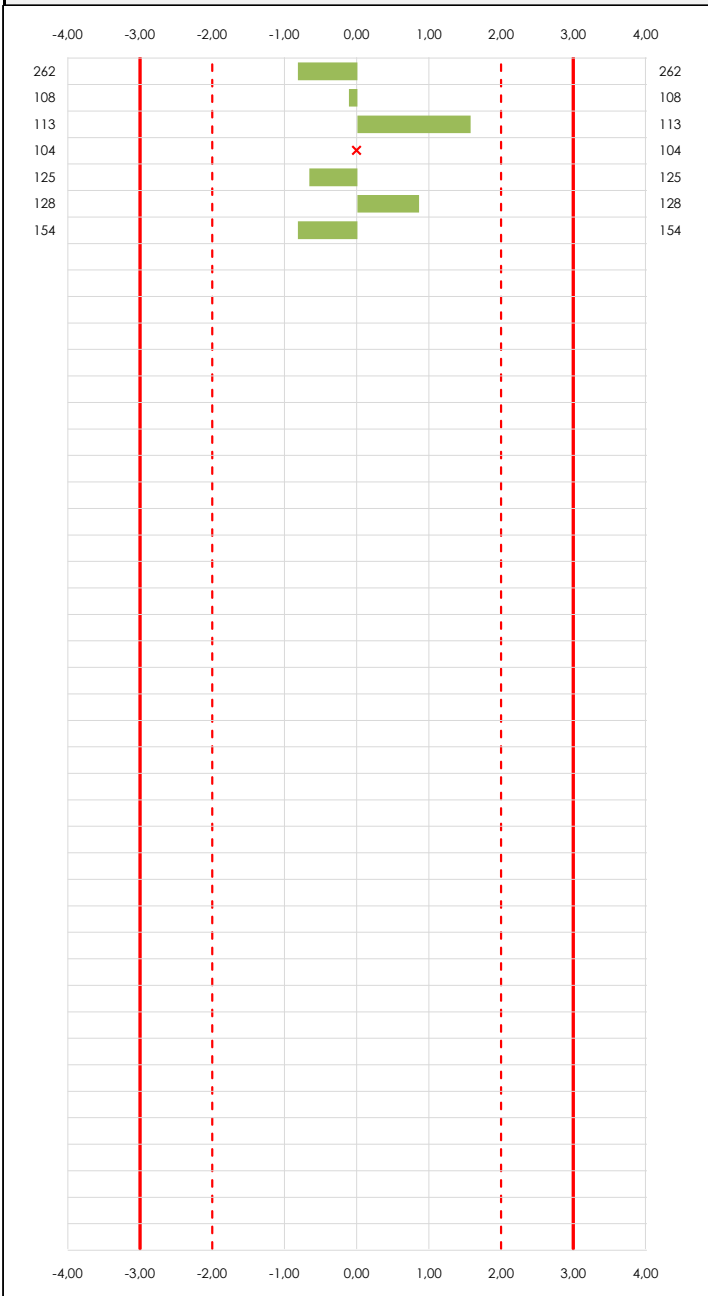


LNT IMPACTOS ESTAND FR1250 HZ (DB)

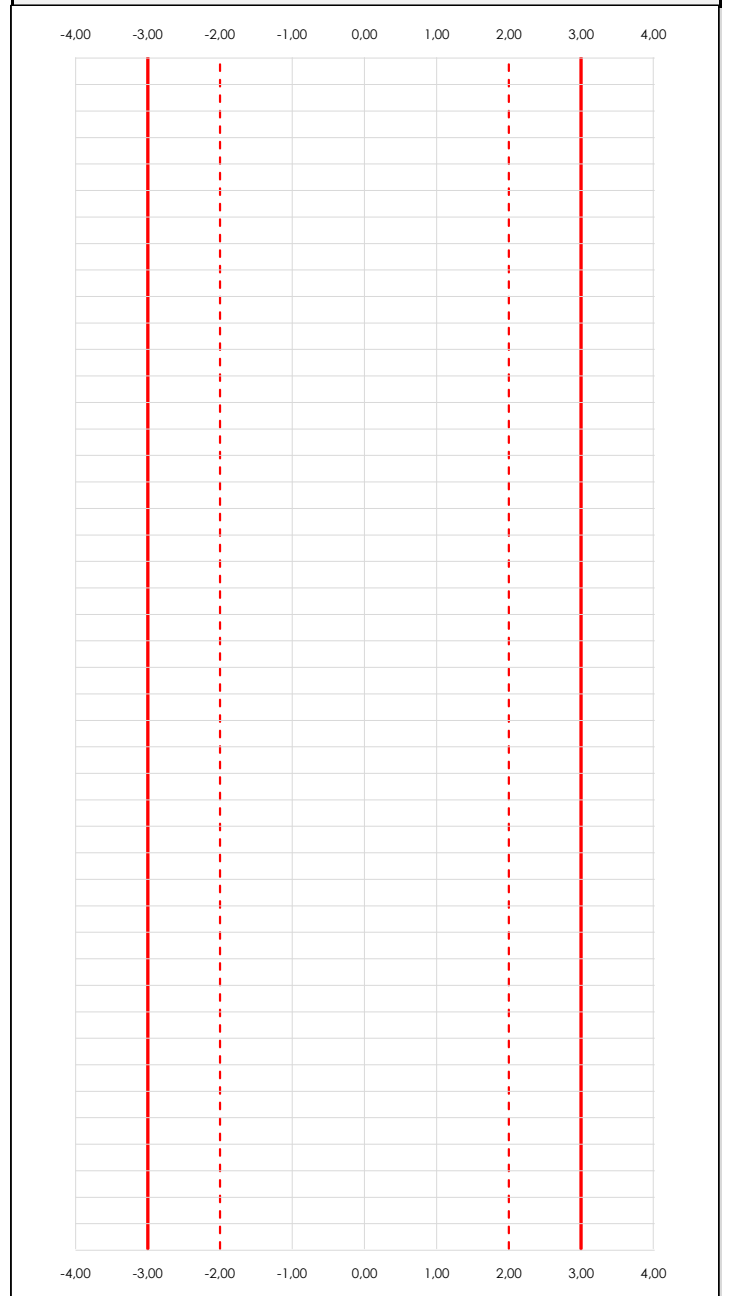
Análisis C. Evaluación Z-Score

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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	53,300	51,800	52,700	52,100	52,300	51,600			52,300	0,623	-0,33	✓	✓	✓			-0,822	S
Z04	108	52,800	52,800	52,100	52,800	52,200	52,000			52,450	0,389	-0,05	✓	✓	✓			-0,117	S
Z04	113	52,958	53,070	52,926	52,766	51,937	53,197			52,809	0,451	0,64	✓	✓	✓			1,568	S
Z04	104	54,044	55,815	52,334	53,099	54,251	53,205			53,791	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
Z07	125	52,300	51,900	52,100	52,300	52,600	52,800			52,333	0,327	-0,27	✓	✓	✓			-0,665	S
Z07	128	52,781	52,690	52,799	52,682	52,605	52,389			52,657	0,150	0,35	✓	✓	✓			0,857	S
Z07	154	52,400	52,200	51,800	52,900	52,200	52,300			52,300	0,358	-0,33	✓	✓	✓			-0,822	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

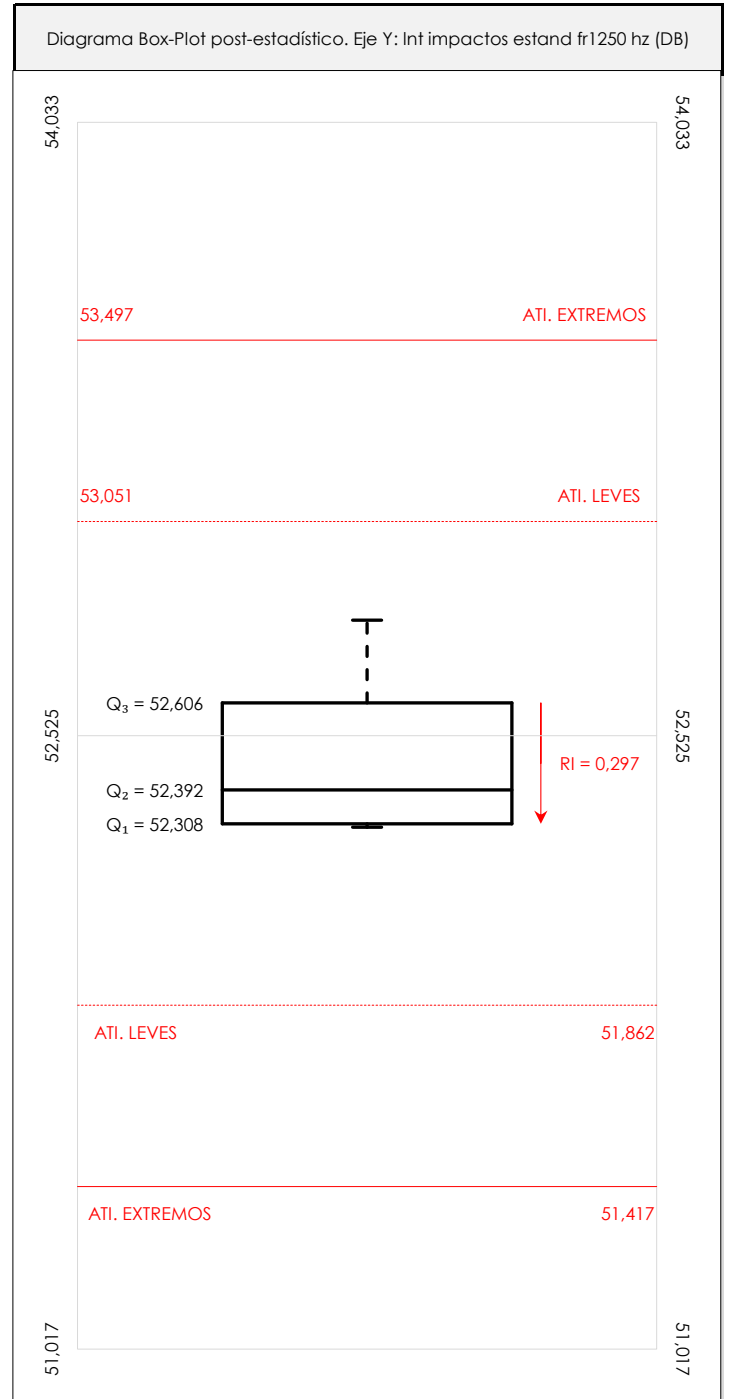
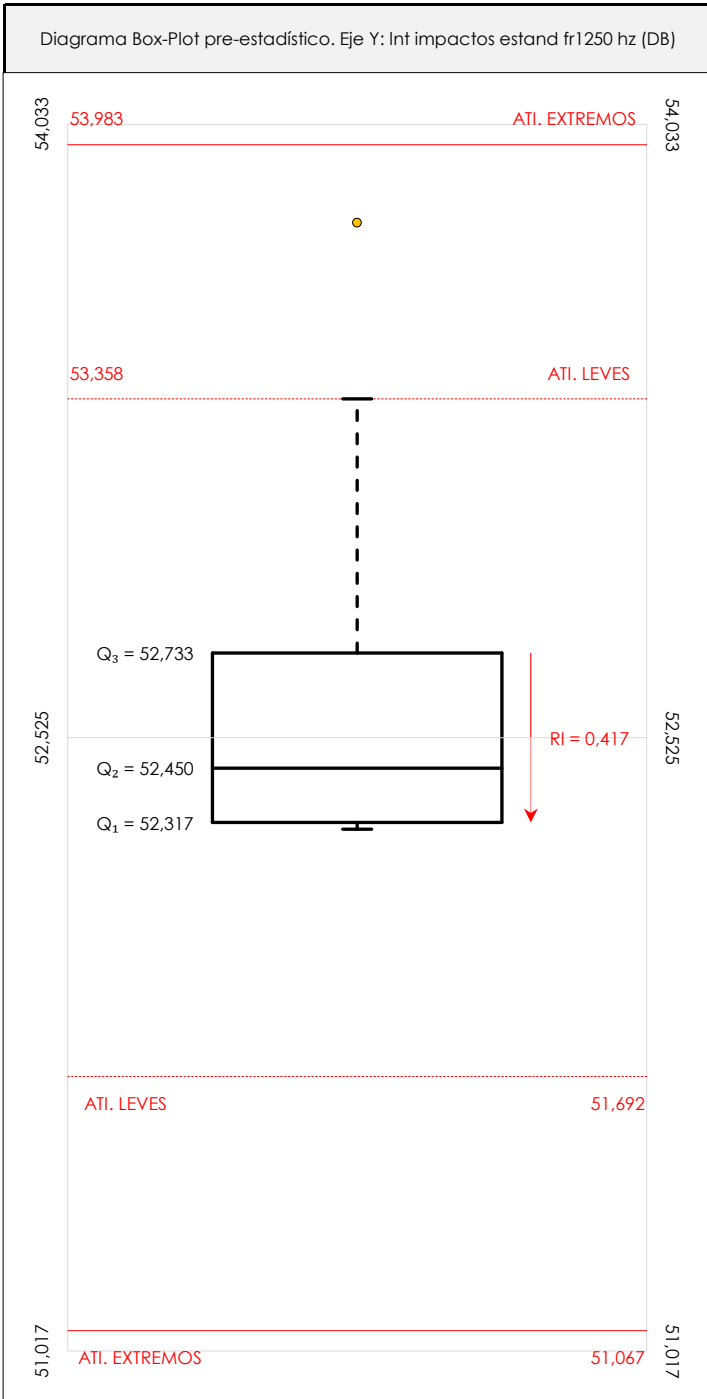
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	54,04	52,30	52,94	0,59	0,01	53,30	52,30	52,76	0,37	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	55,82	51,80	52,90	1,37	0,03	53,07	51,80	52,41	0,52	0,01
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	52,93	51,80	52,39	0,42	0,01	52,93	51,80	52,40	0,46	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	53,10	52,10	52,66	0,35	0,01	52,90	52,10	52,59	0,32	0,01
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	54,25	51,94	52,58	0,77	0,01	52,60	51,94	52,31	0,26	0,00
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	53,20	51,60	52,50	0,60	0,01	53,20	51,60	52,38	0,57	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	53,79	52,30	52,66	0,53	0,01	52,81	52,30	52,47	0,21	0,00
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	0,352	1,644	0,227	0,579	2,108	0,167	1,131	0,018	0,184	1,190
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

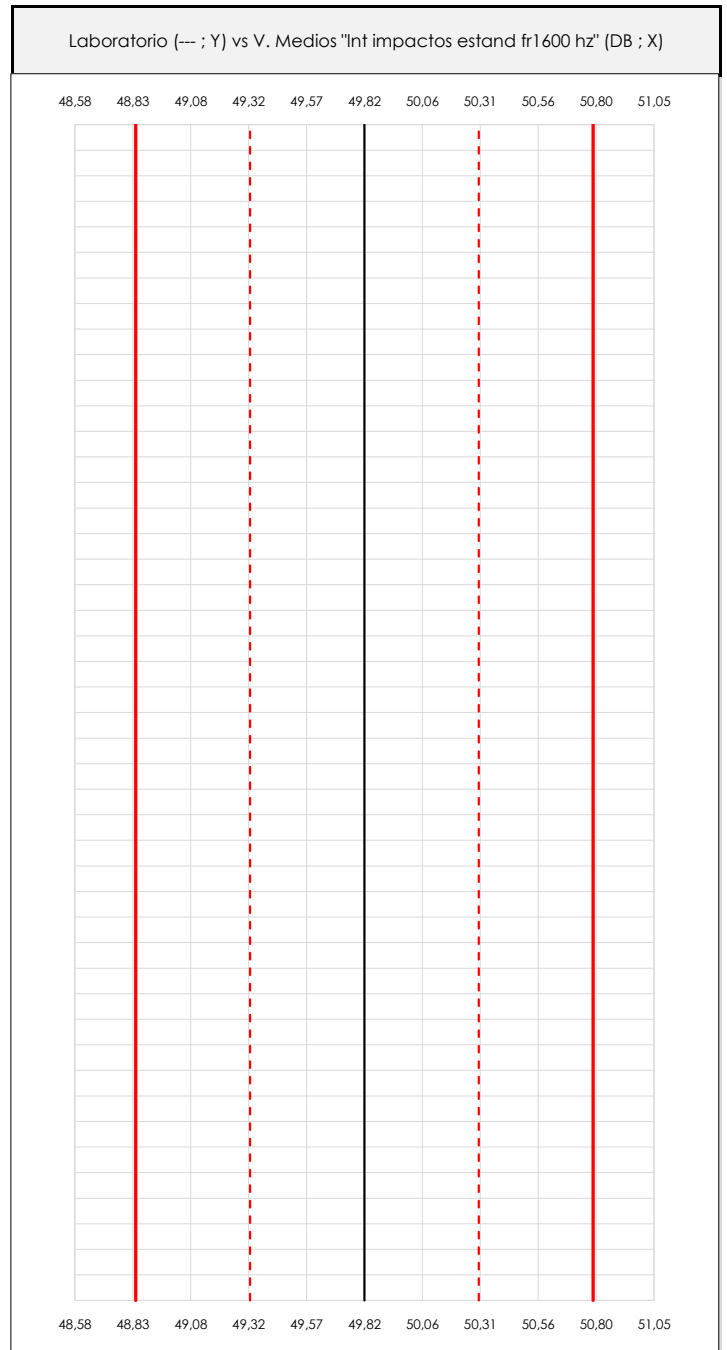
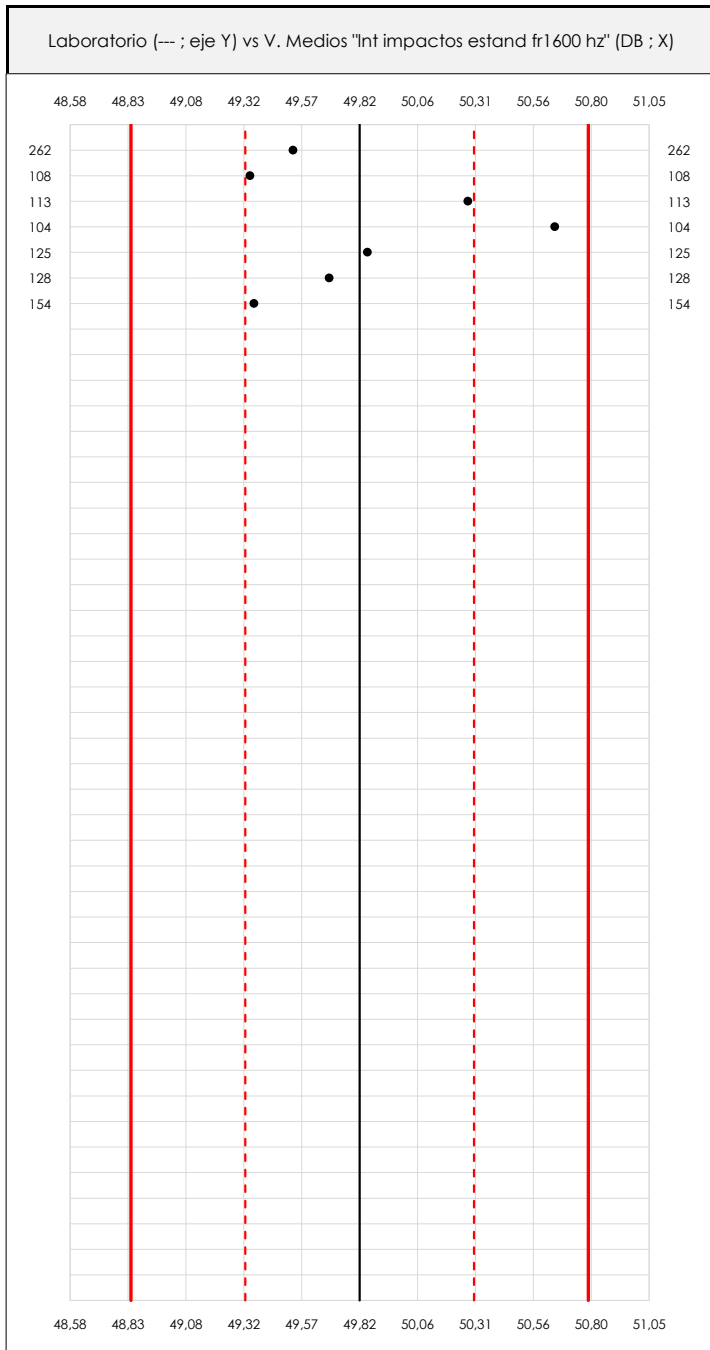
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis 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 (49,82 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,30/49,33 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,79/48,84 ; 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.

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

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	50,800	49,000	49,600	49,200	49,500	49,100			49,533	0,662	-0,57	✓	
Z04	108	49,400	50,300	48,700	49,600	49,400	48,700			49,350	0,602	-0,94	✓	
Z04	113	49,964	50,813	50,587	50,488	49,290	50,528			50,278	0,559	0,93	✓	
Z04	104	50,880	52,030	49,426	50,787	50,410	50,359			50,649	0,851	1,67	✓	
Z07	125	49,100	49,700	50,000	50,200	49,500	50,600			49,850	0,532	0,07	✓	
Z07	128	50,085	49,439	49,967	49,552	49,644	49,432			49,687	0,277	-0,26	✓	
Z07	154	49,300	49,300	49,000	49,500	49,400	49,700			49,367	0,234	-0,90	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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]

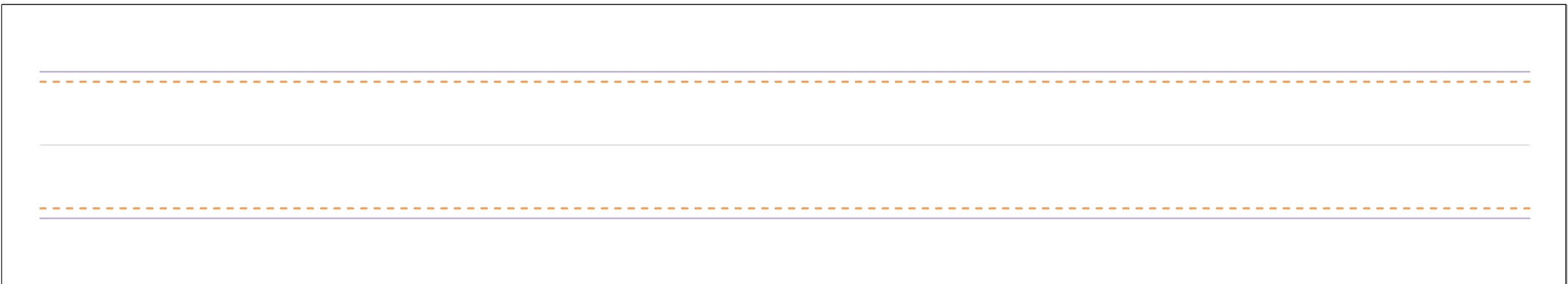
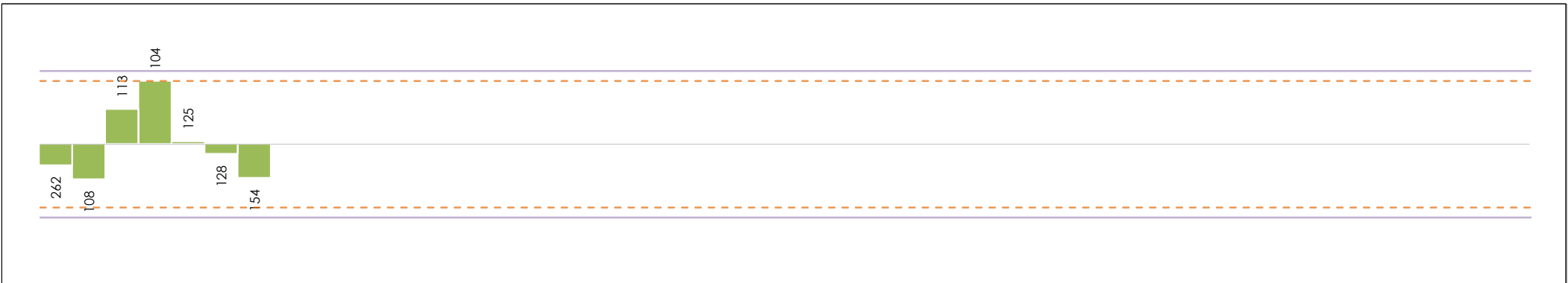
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

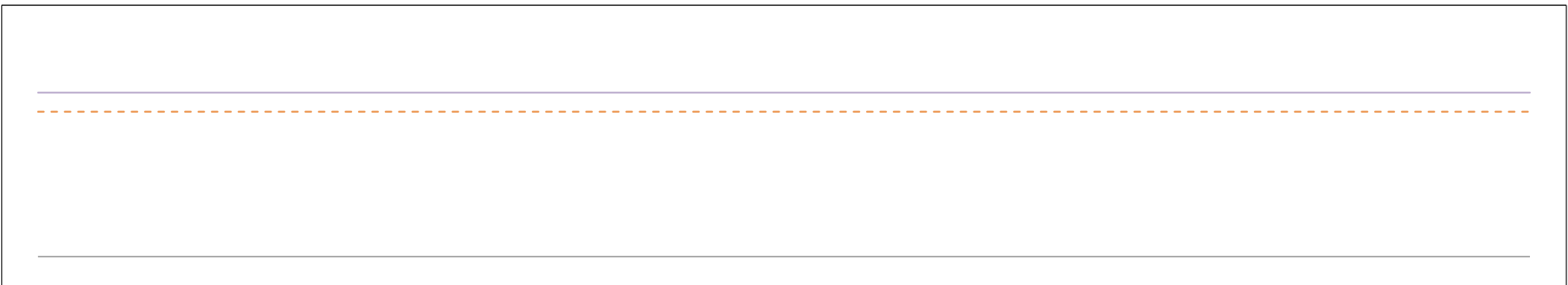
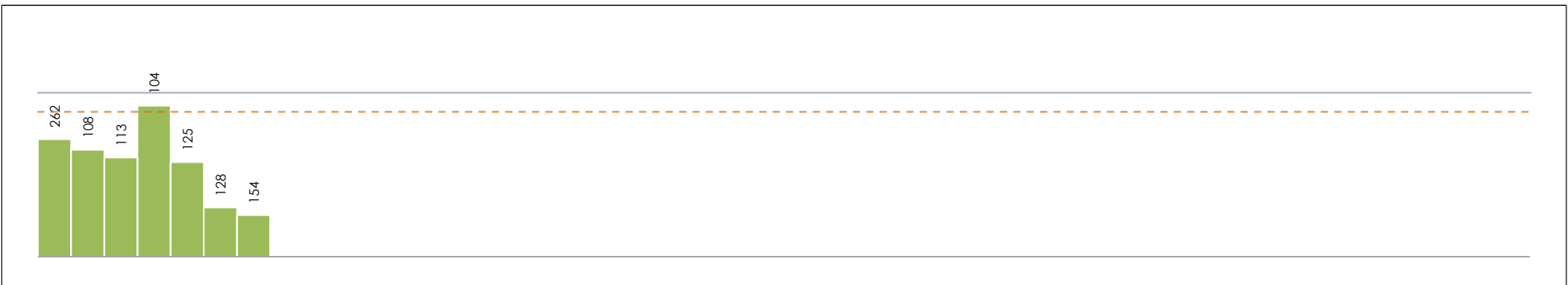
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



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.

CICEComité 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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	h_i	k_i	C_i	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B
Z03	262	50,800	49,000	49,600	49,200	49,500	49,100			49,533	0,662	-0,57	-0,58	1,17						✓
Z04	108	49,400	50,300	48,700	49,600	49,400	48,700			49,350	0,602	-0,94	-0,96	1,06		0,957		0,5876		✓
Z04	113	49,964	50,813	50,587	50,488	49,290	50,528			50,278	0,559	0,93	0,95	0,99					0,1280	✓
Z04	104	50,880	52,030	49,426	50,787	50,410	50,359			50,649	0,851	1,67	1,71	1,50*	0,321		1,709		0,1280	✓
Z07	125	49,100	49,700	50,000	50,200	49,500	50,600			49,850	0,532	0,07	0,07	0,94						✓
Z07	128	50,085	49,439	49,967	49,552	49,644	49,432			49,687	0,277	-0,26	-0,27	0,49						✓
Z07	154	49,300	49,300	49,000	49,500	49,400	49,700			49,367	0,234	-0,90	-0,92	0,41				0,5876		✓

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

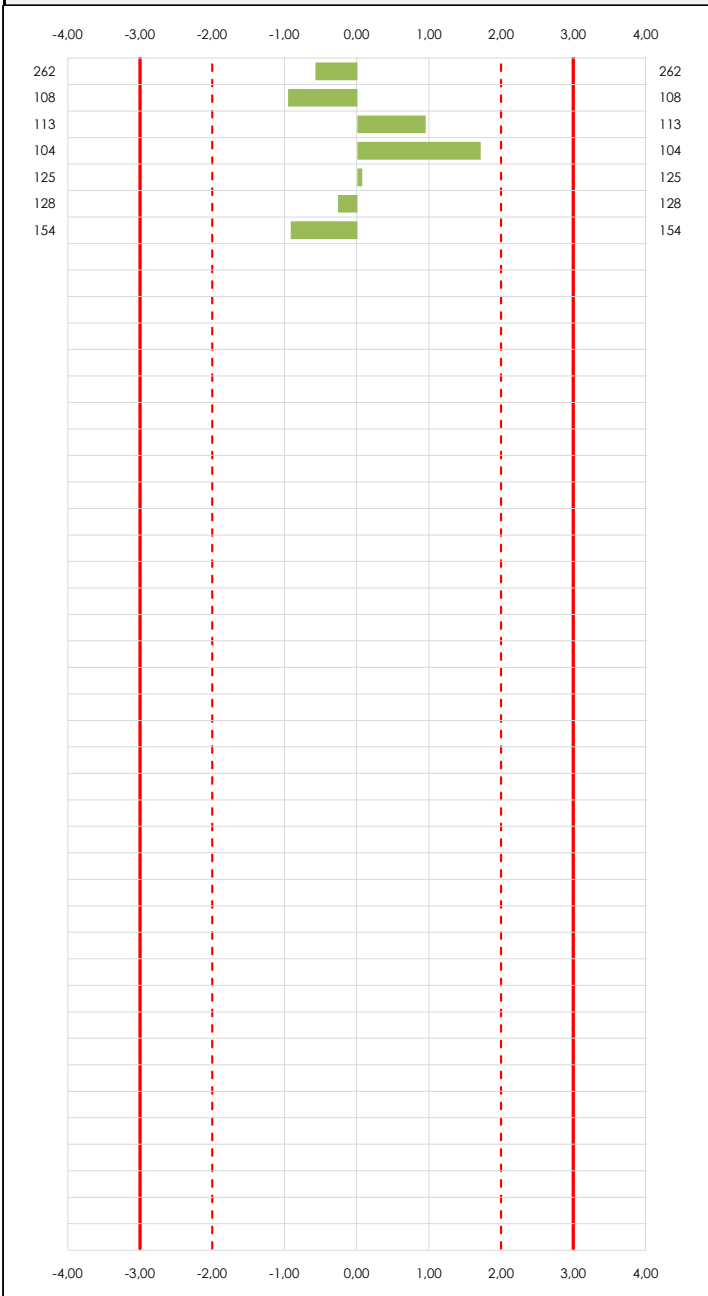


LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)

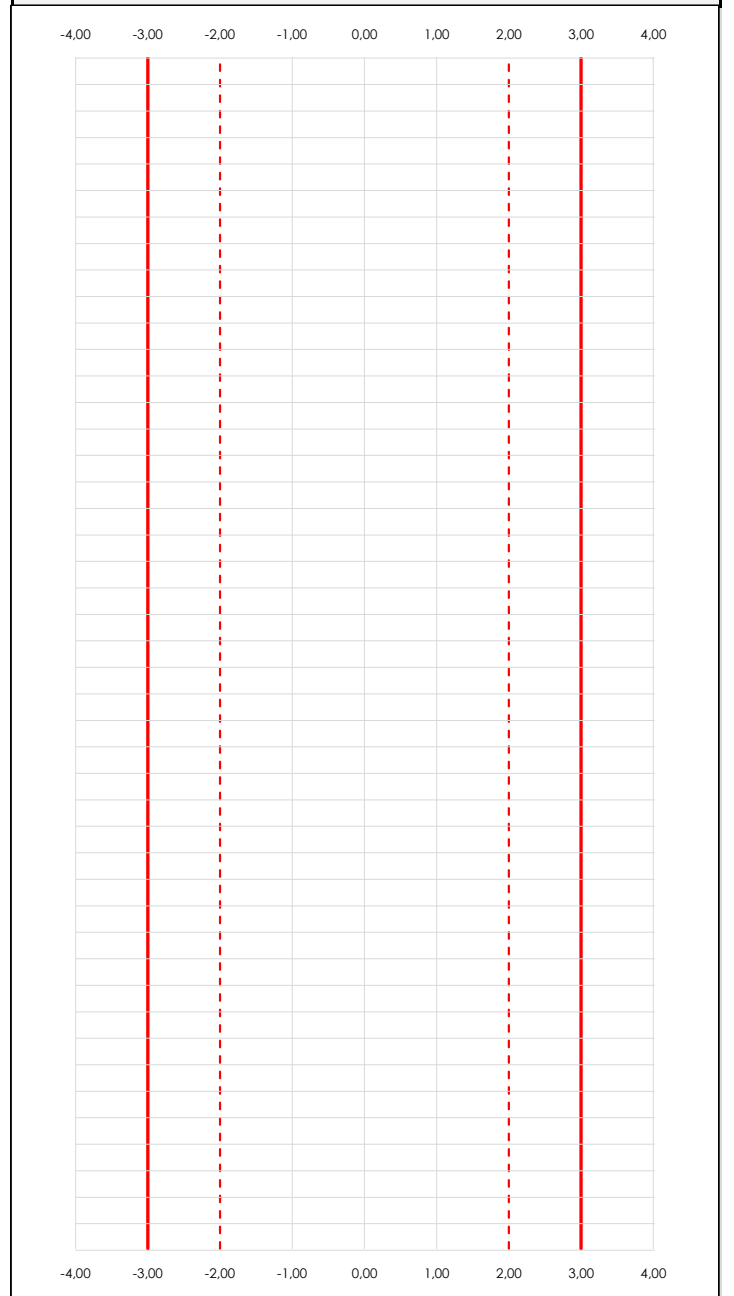
Análisis C. Evaluación Z-Score

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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR1600 HZ (DB)****Análisis C. Evaluación Z-Score**

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	50,800	49,000	49,600	49,200	49,500	49,100			49,533	0,662	-0,57	✓	✓	✓			-0,581	S
Z04	108	49,400	50,300	48,700	49,600	49,400	48,700			49,350	0,602	-0,94	✓	✓	✓			-0,957	S
Z04	113	49,964	50,813	50,587	50,488	49,290	50,528			50,278	0,559	0,93	✓	✓	✓			0,948	S
Z04	104	50,880	52,030	49,426	50,787	50,410	50,359			50,649	0,851	1,67	✓	✓	✓			1,709	S
Z07	125	49,100	49,700	50,000	50,200	49,500	50,600			49,850	0,532	0,07	✓	✓	✓			0,069	S
Z07	128	50,085	49,439	49,967	49,552	49,644	49,432			49,687	0,277	-0,26	✓	✓	✓			-0,266	S
Z07	154	49,300	49,300	49,000	49,500	49,400	49,700			49,367	0,234	-0,90	✓	✓	✓			-0,923	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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].

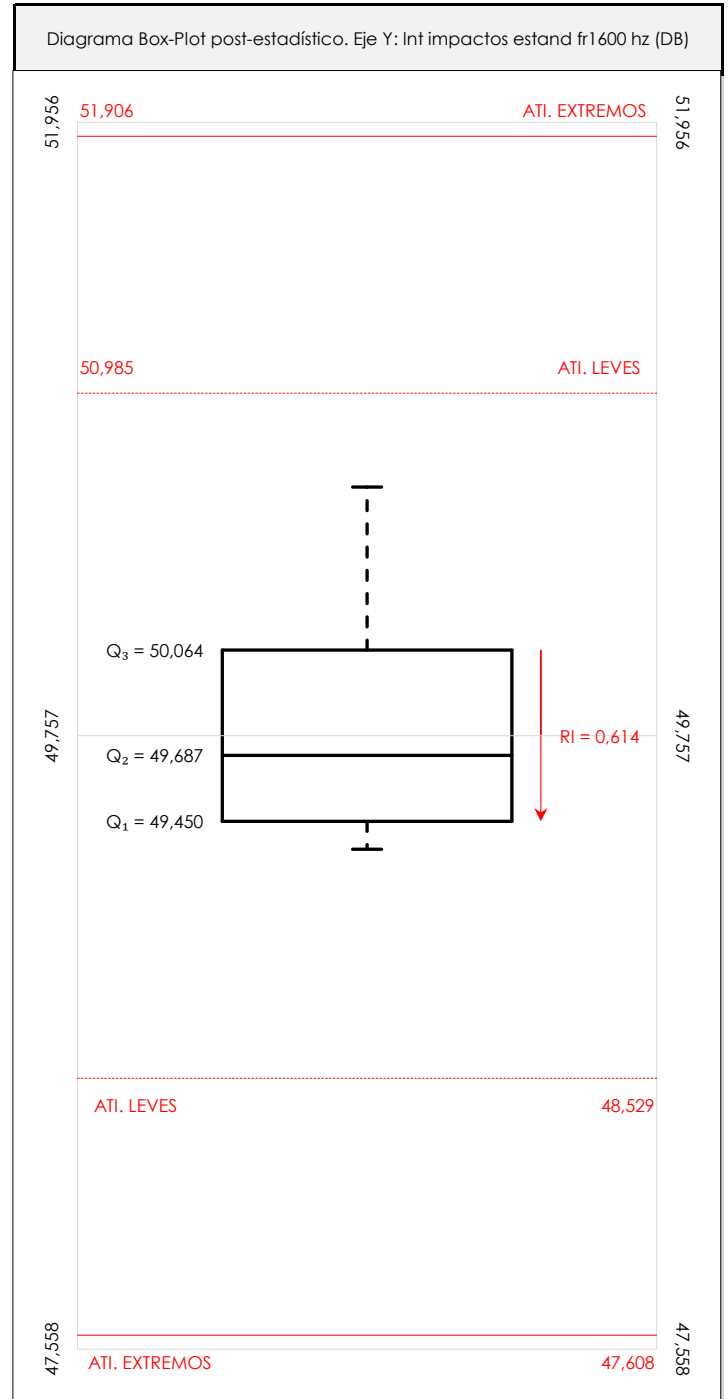
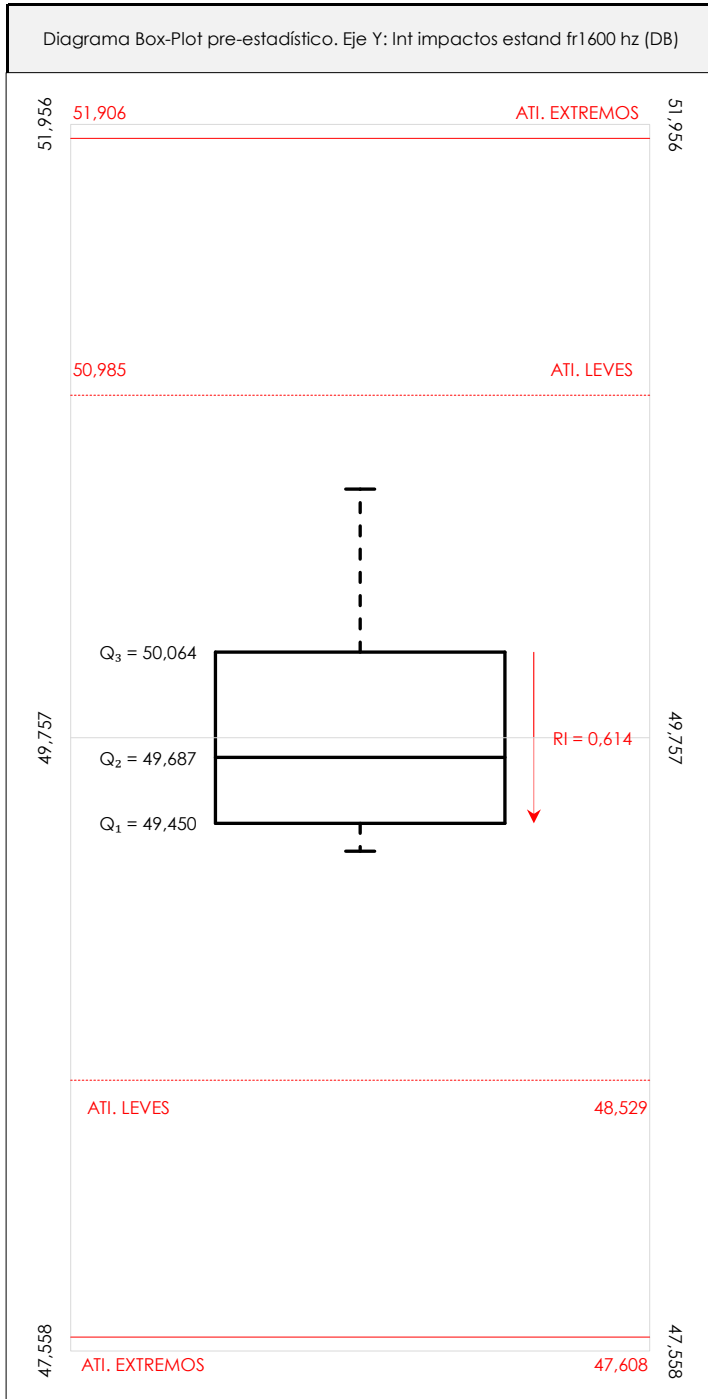
⁰⁴ El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	50,88	49,10	49,93	0,71	0,01	50,88	49,10	49,93	0,71	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	52,03	49,00	50,08	1,06	0,02	52,03	49,00	50,08	1,06	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	50,59	48,70	49,61	0,64	0,01	50,59	48,70	49,61	0,64	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	50,79	49,20	49,90	0,59	0,01	50,79	49,20	49,90	0,59	0,01
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	50,41	49,29	49,59	0,38	0,01	50,41	49,29	49,59	0,38	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	50,60	48,70	49,77	0,74	0,01	50,60	48,70	49,77	0,74	0,01
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	50,65	49,35	49,82	0,49	0,01	50,65	49,35	49,82	0,49	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,322	1,572	0,184	0,505	1,971	0,322	1,572	0,184	0,505	1,971
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,44	0,397	2,020	0,0708	1,71	1,44	0,397	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 analysis of variance).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

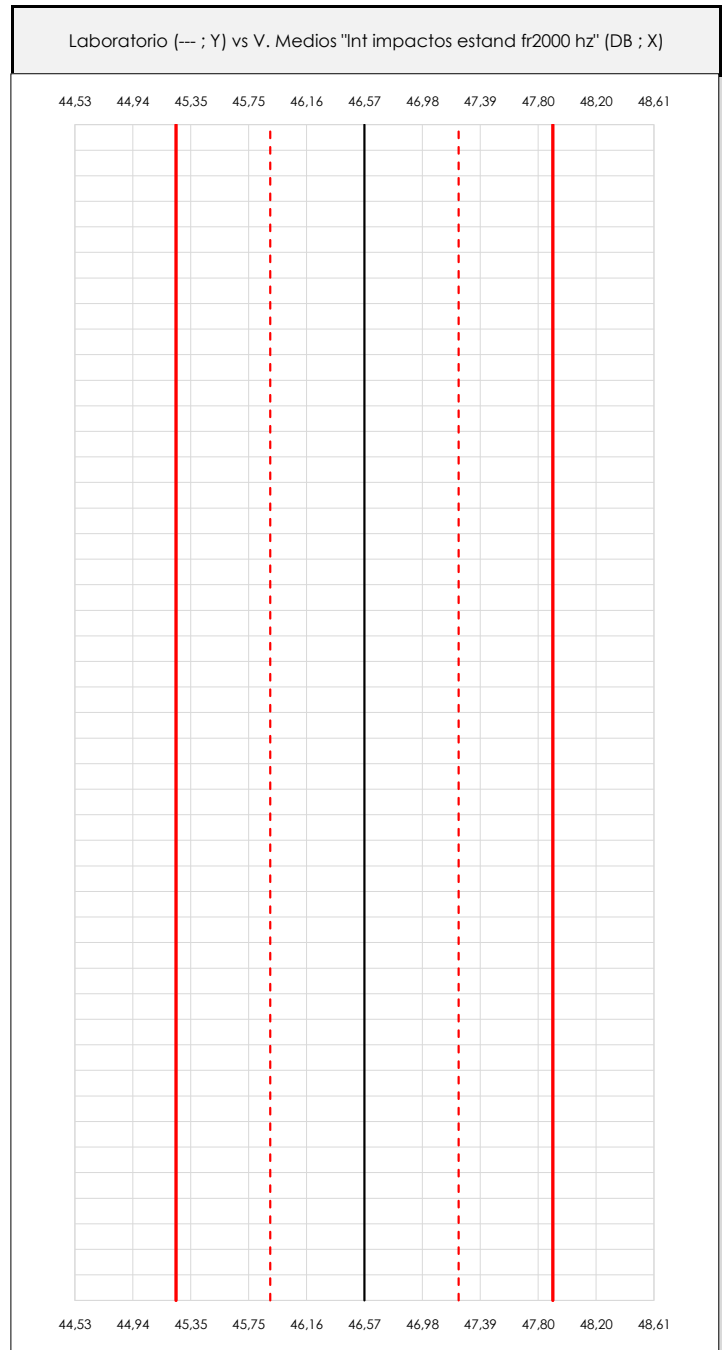
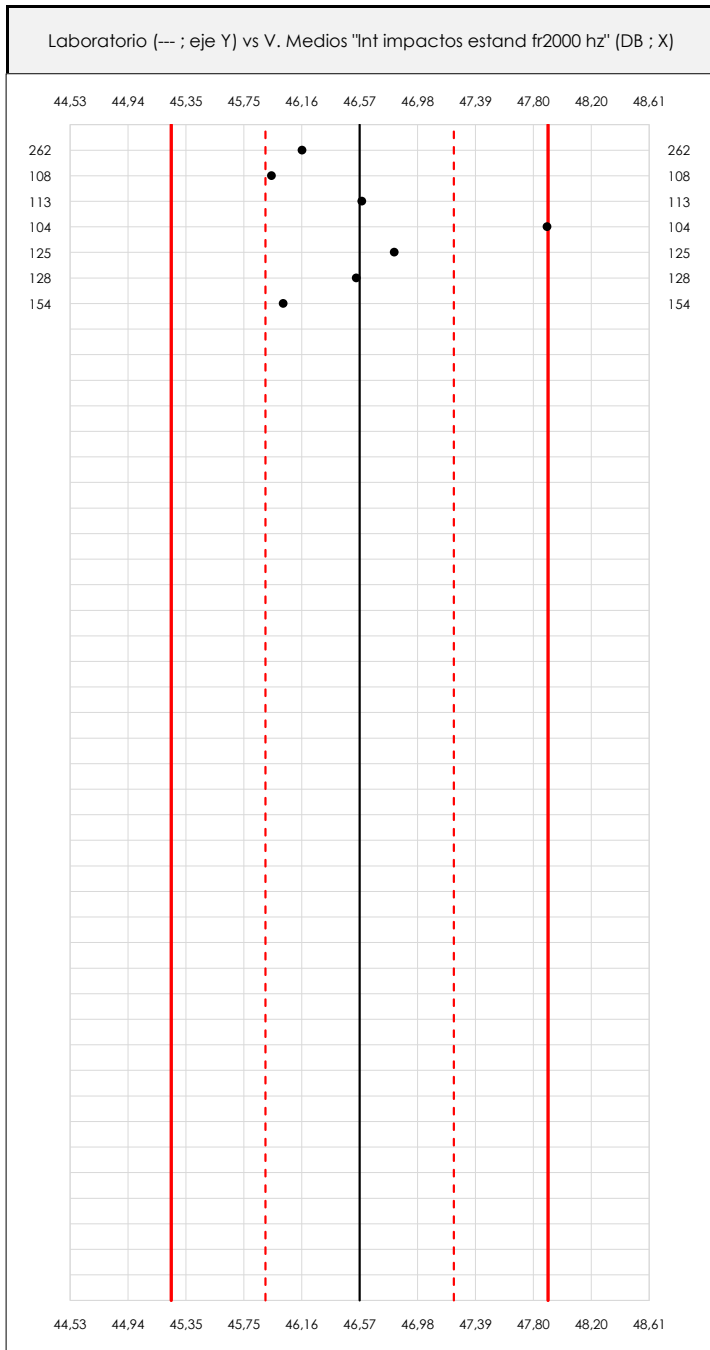
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (46,57 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,23/45,91 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,90/45,24 ; líneas rojas de trazo continuo).

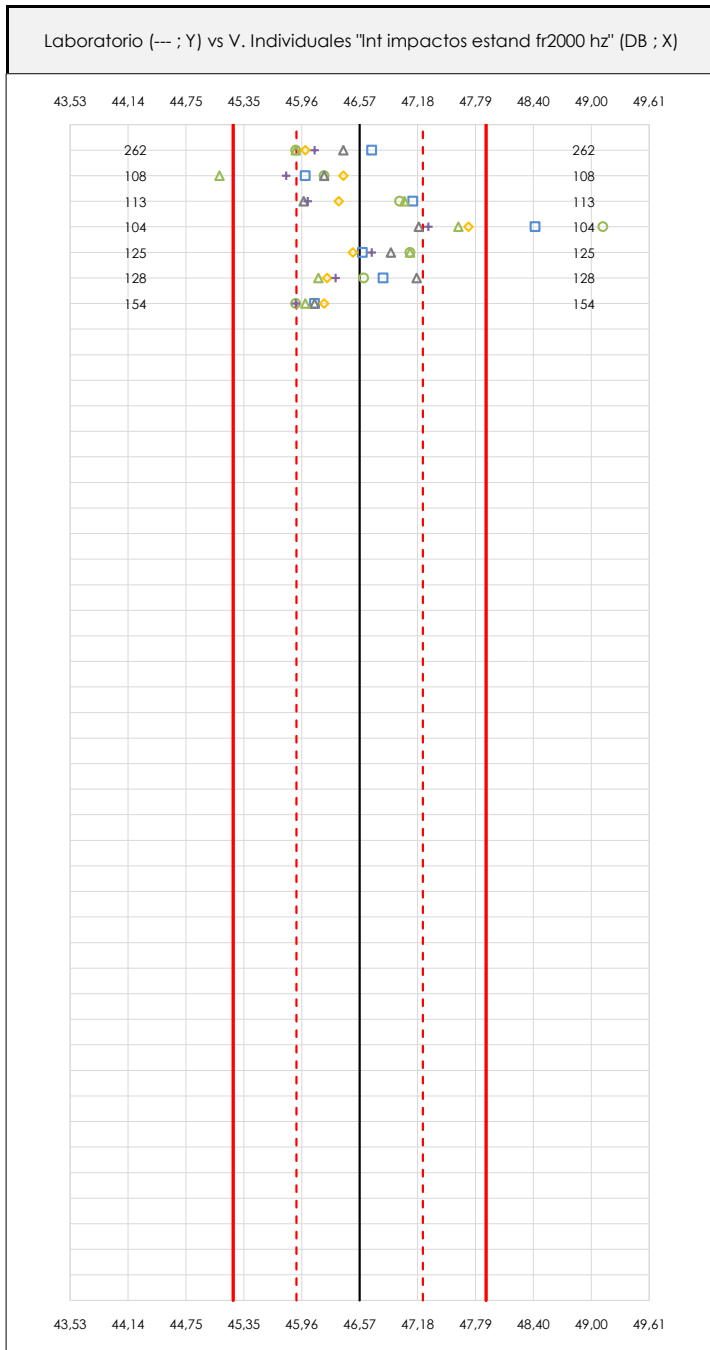
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis A. Estudio pre-estadístico

Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



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

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	46,700	45,900	46,400	46,000	46,100	45,900			46,167	0,320	-0,87	✓	
Z04	108	46,000	46,200	46,200	46,400	45,800	45,100			45,950	0,464	-1,33	✓	
Z04	113	47,131	46,992	45,985	46,353	46,026	47,042			46,588	0,529	0,04	✓	
Z04	104	48,416	49,128	47,193	47,715	47,295	47,609			47,893	0,743	2,84	✓	
Z07	125	46,600	47,100	46,900	46,500	46,700	47,100			46,817	0,256	0,53	✓	
Z07	128	46,818	46,615	47,171	46,230	46,319	46,139			46,549	0,397	-0,05	✓	
Z07	154	46,100	45,900	46,100	46,200	45,900	46,000			46,033	0,121	-1,15	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

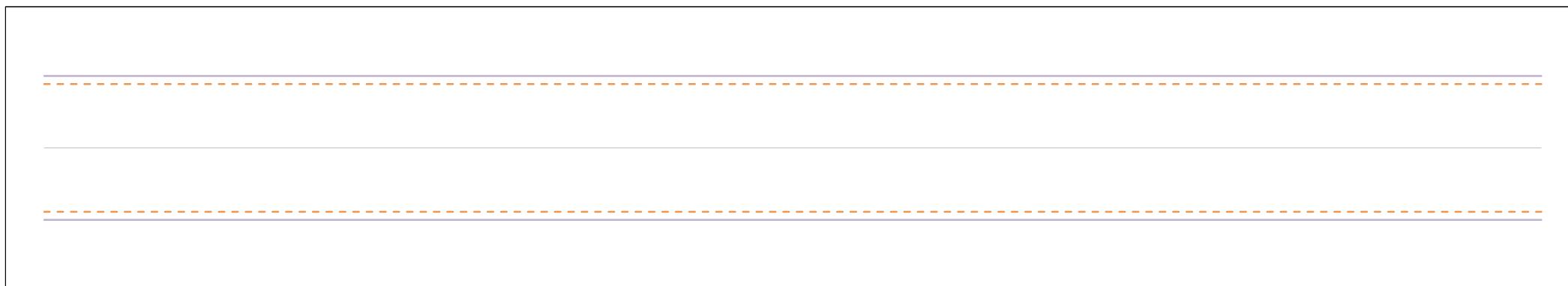
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

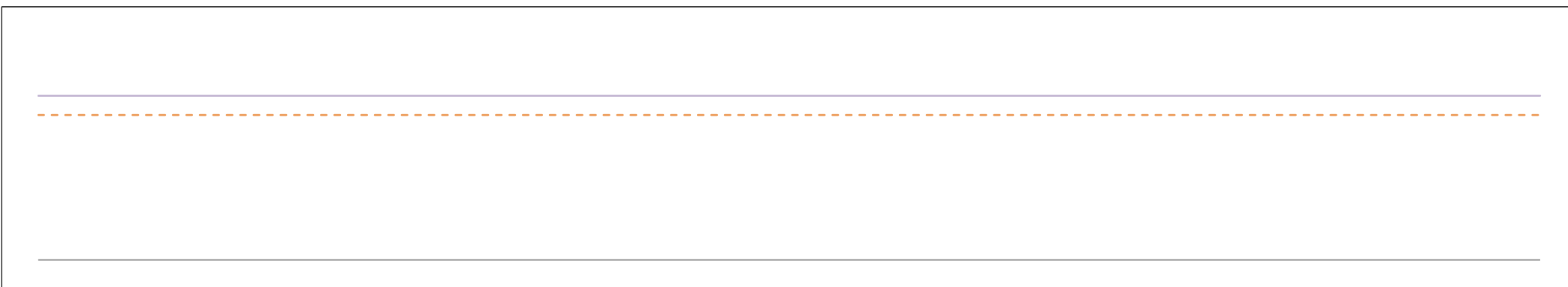
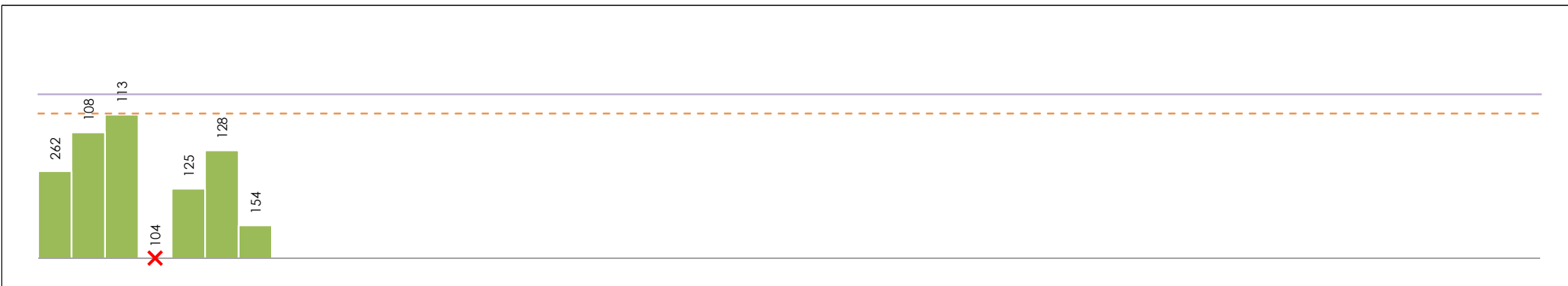
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	46,700	45,900	46,400	46,000	46,100	45,900			46,167	0,320	-0,40	-0,53	0,86							✓
Z04	108	46,000	46,200	46,200	46,400	45,800	45,100			45,950	0,464	-0,86	-1,15	1,24		1,149		0,3585			✓
Z04	113	47,131	46,992	45,985	46,353	46,026	47,042			46,588	0,529	0,51	0,68	1,42						0,3462	✓
Z04	104	48,416	49,128	47,193	47,715	47,295	47,609			47,893	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	46,600	47,100	46,900	46,500	46,700	47,100			46,817	0,256	1,01	1,34	0,69			1,336		0,3462		✓
Z07	128	46,818	46,615	47,171	46,230	46,319	46,139			46,549	0,397	0,43	0,57	1,06							✓
Z07	154	46,100	45,900	46,100	46,200	45,900	46,000			46,033	0,121	-0,68	-0,91	0,32					0,3585		✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

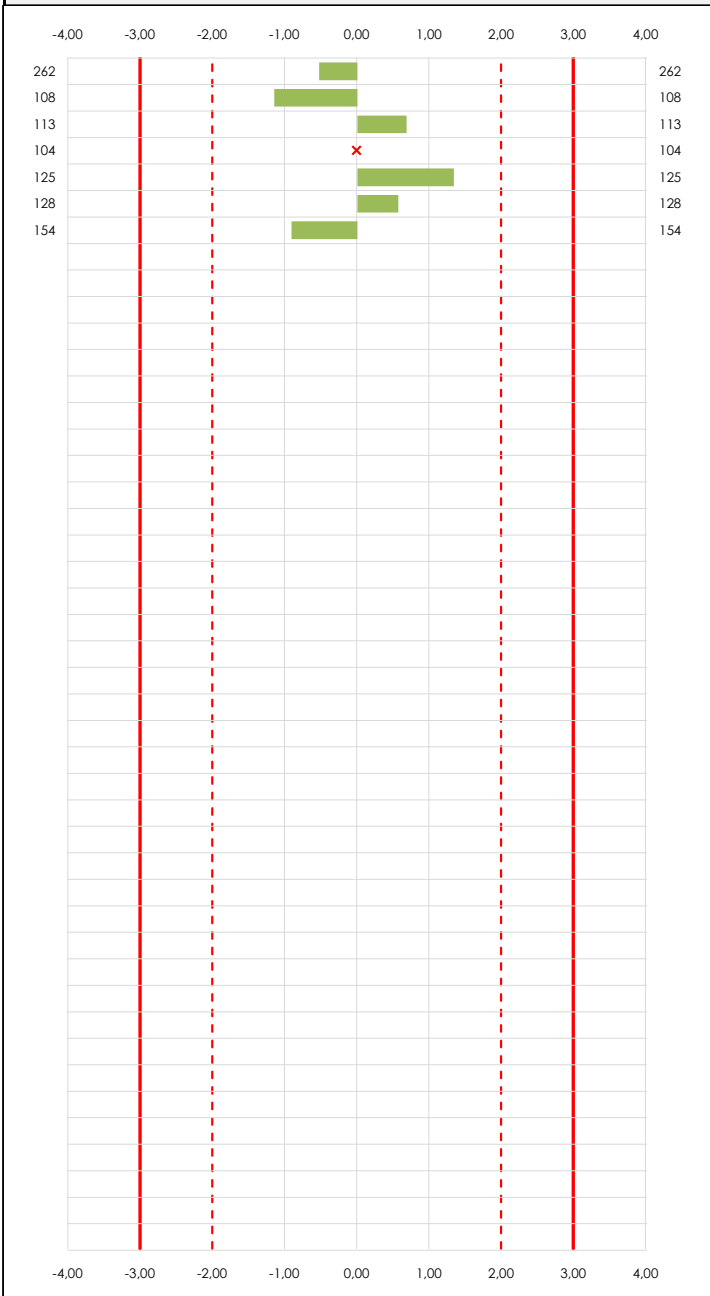


LNT IMPACTOS ESTAND FR2000 HZ (DB)

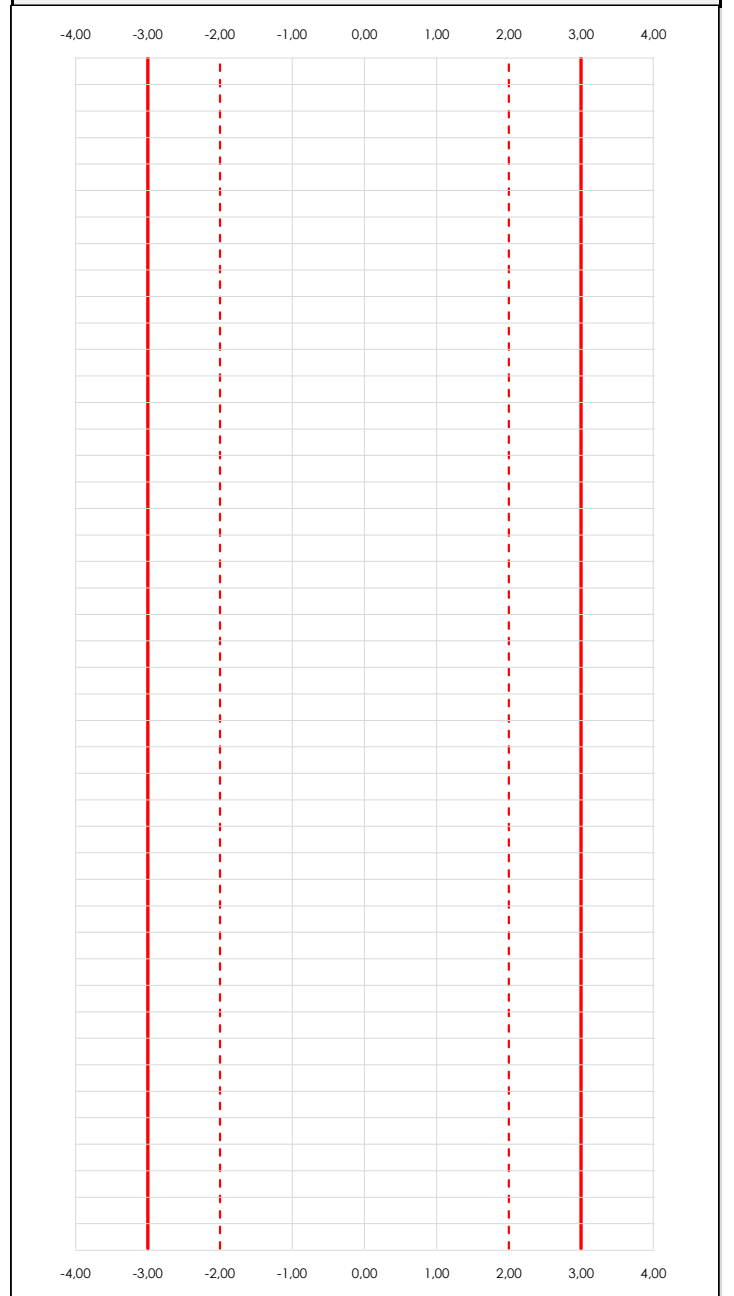
Análisis C. Evaluación Z-Score

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)



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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	46,700	45,900	46,400	46,000	46,100	45,900			46,167	0,320	-0,40	✓	✓	✓			-0,528	S
Z04	108	46,000	46,200	46,200	46,400	45,800	45,100			45,950	0,464	-0,86	✓	✓	✓			-1,149	S
Z04	113	47,131	46,992	45,985	46,353	46,026	47,042			46,588	0,529	0,51	✓	✓	✓			0,682	S
Z04	104	48,416	49,128	47,193	47,715	47,295	47,609			47,893	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	46,600	47,100	46,900	46,500	46,700	47,100			46,817	0,256	1,01	✓	✓	✓			1,336	S
Z07	128	46,818	46,615	47,171	46,230	46,319	46,139			46,549	0,397	0,43	✓	✓	✓			0,568	S
Z07	154	46,100	45,900	46,100	46,200	45,900	46,000			46,033	0,121	-0,68	✓	✓	✓			-0,910	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij}" con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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

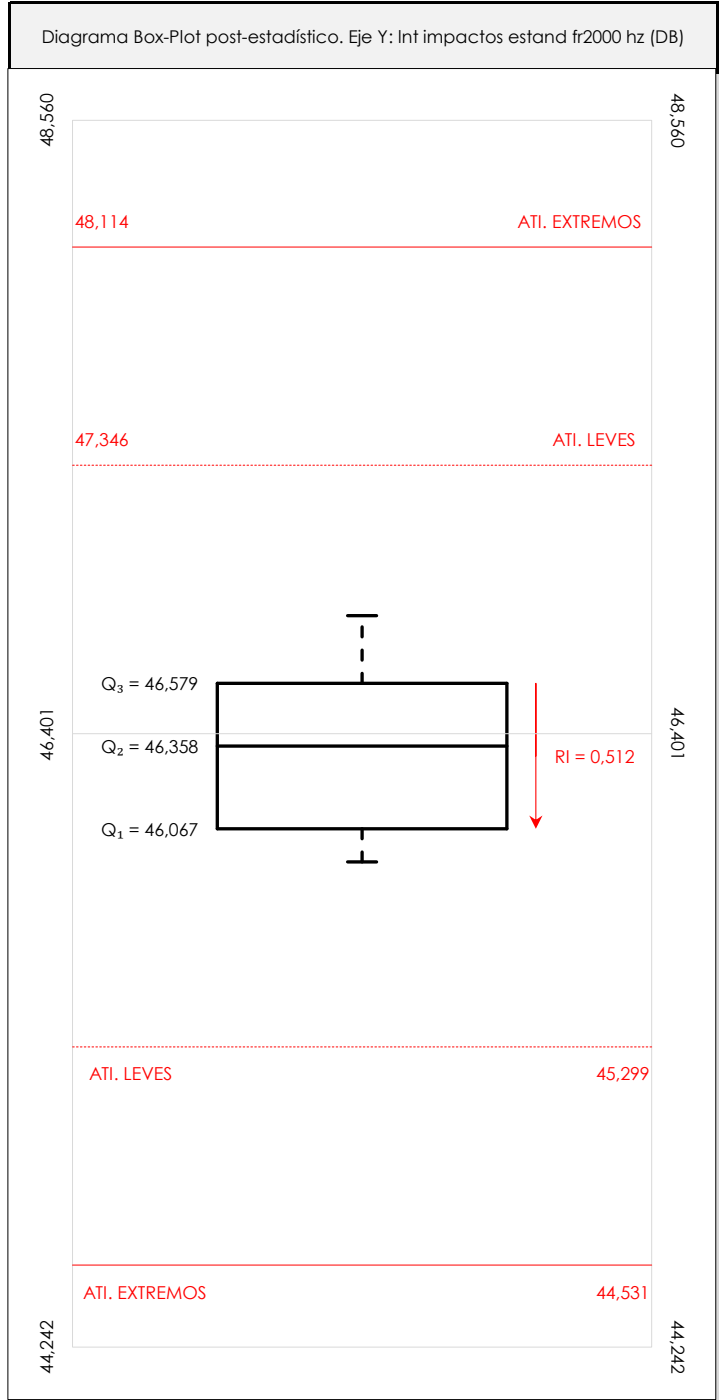
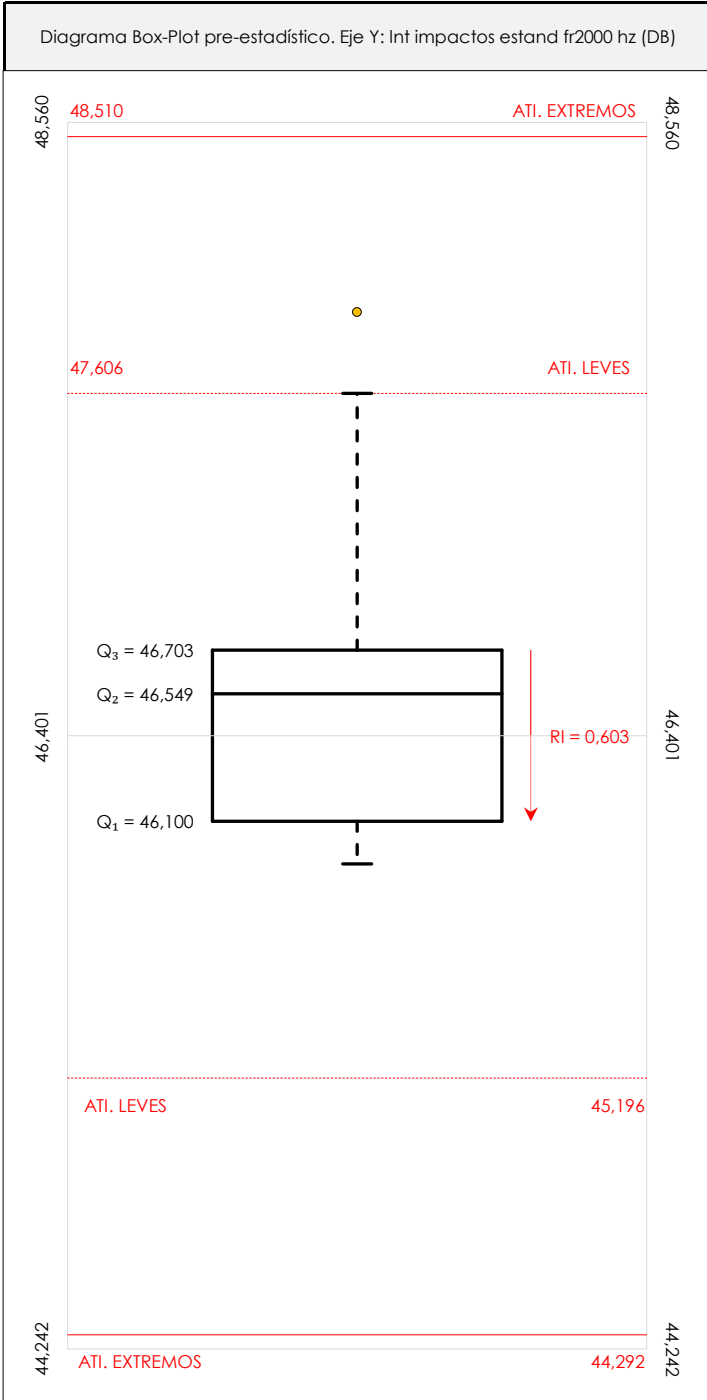
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	48,42	46,00	46,82	0,81	0,02	47,13	46,00	46,56	0,43	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	49,13	45,90	46,83	1,12	0,02	47,10	45,90	46,45	0,53	0,01
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	47,19	45,99	46,56	0,51	0,01	47,17	45,99	46,46	0,47	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	47,71	46,00	46,49	0,57	0,01	46,50	46,00	46,28	0,18	0,00
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	47,29	45,80	46,31	0,53	0,01	46,70	45,80	46,14	0,33	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	47,61	45,10	46,41	0,87	0,02	47,10	45,10	46,21	0,76	0,02
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	47,89	45,95	46,57	0,66	0,01	46,82	45,95	46,35	0,35	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,198	1,234	0,408	0,606	2,158	0,139	1,034	0,098	0,238	1,351
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

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.

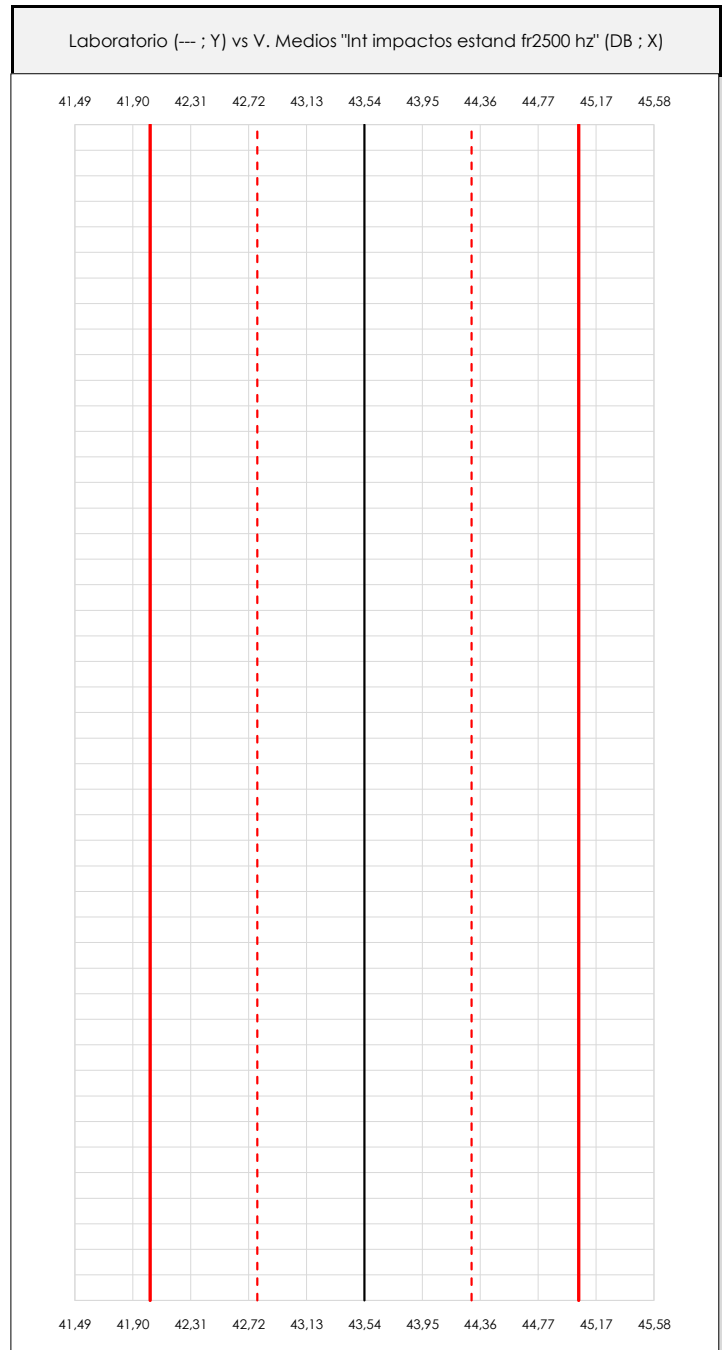
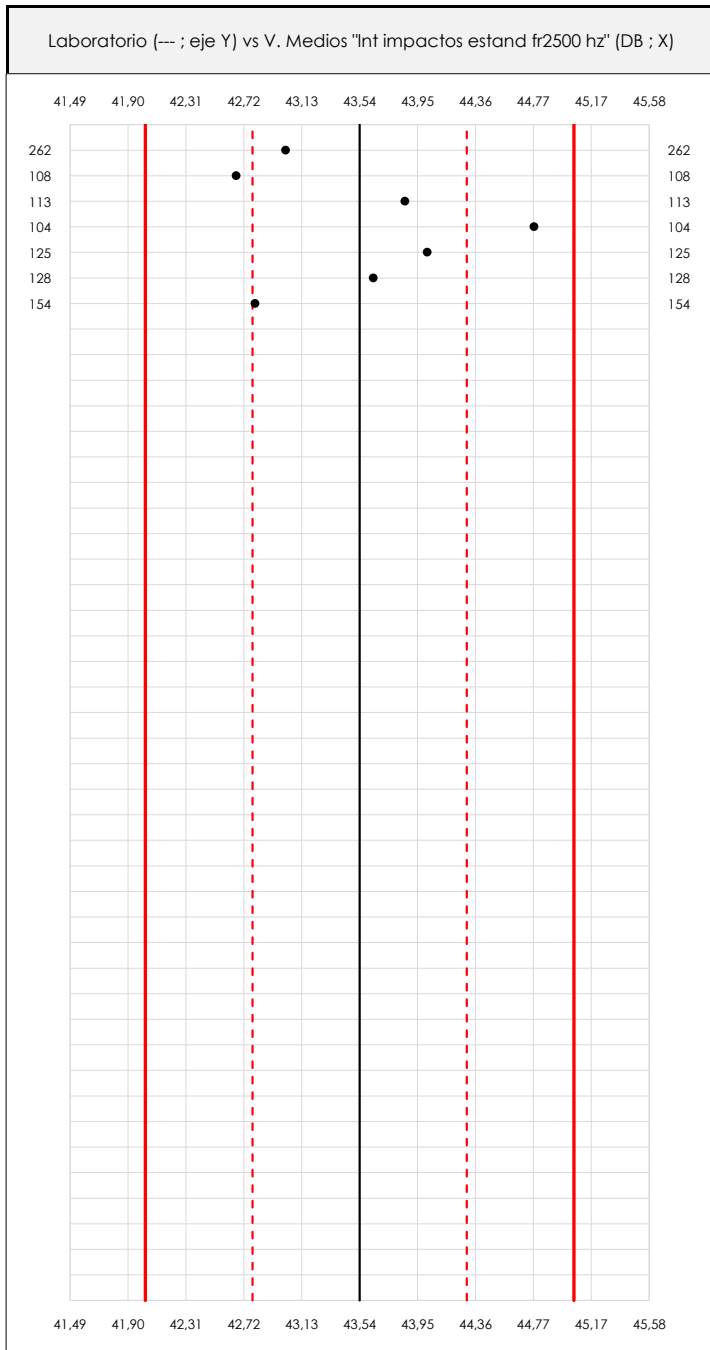
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (43,54 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,30/42,78 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,05/42,02 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

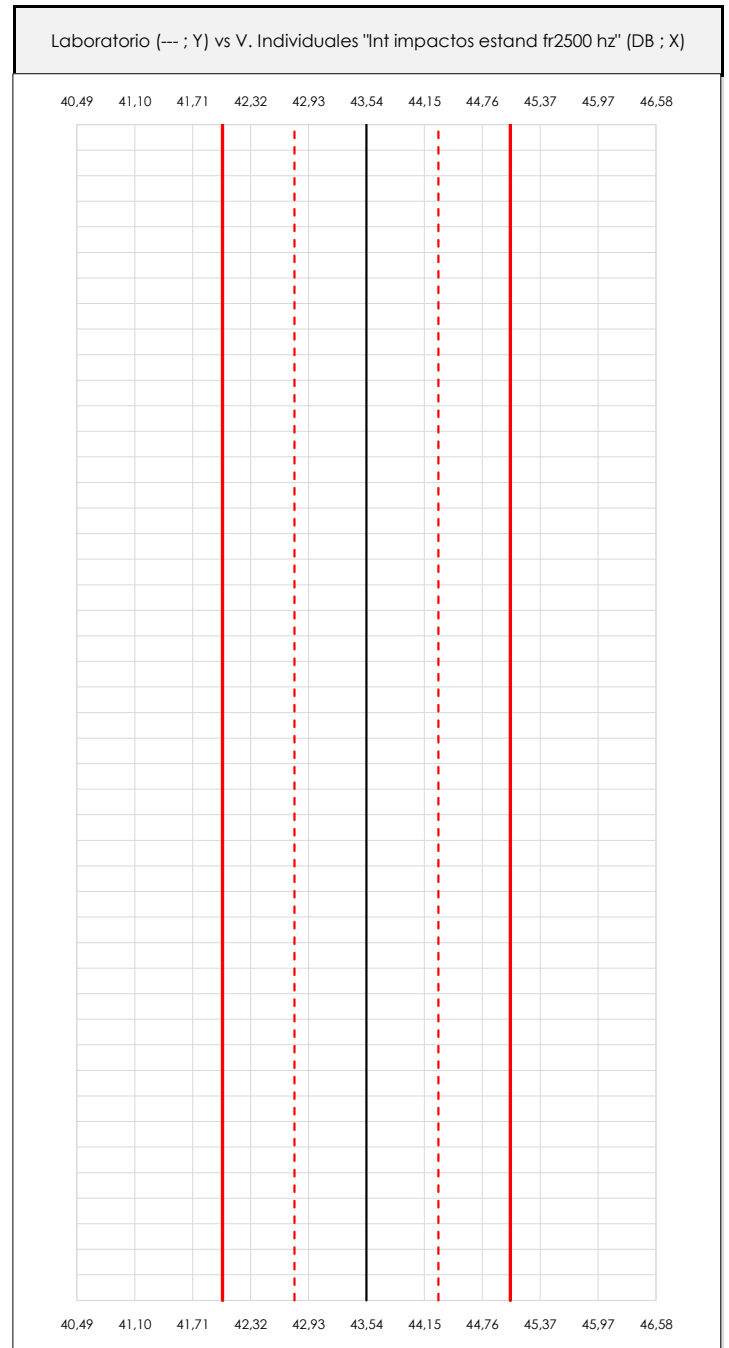
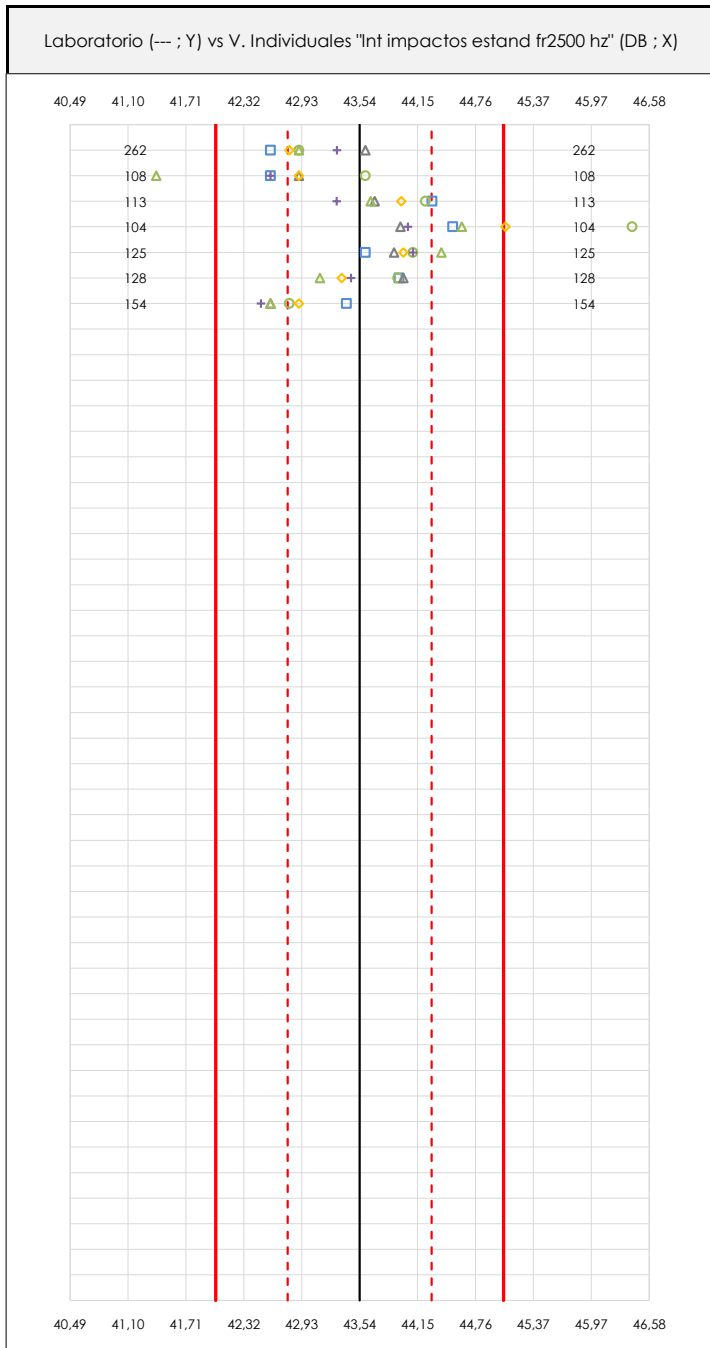
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



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 (43,54 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,30/42,78 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,05/42,02 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	42,600	42,900	43,600	42,800	43,300	42,900			43,017	0,366	-1,20	✓	
Z04	108	42,600	43,600	42,900	42,900	42,600	41,400			42,667	0,720	-2,00	✓	
Z04	113	44,301	44,232	43,698	43,976	43,297	43,654			43,860	0,383	0,74	✓	
Z04	104	44,520	46,405	43,968	45,073	44,046	44,615			44,771	0,896	2,83	✓	
Z07	125	43,600	44,100	43,900	44,000	44,100	44,400			44,017	0,264	1,10	✓	
Z07	128	43,953	43,939	43,999	43,351	43,447	43,120			43,635	0,376	0,22	✓	
Z07	154	43,400	42,800	42,600	42,900	42,500	42,600			42,800	0,329	-1,70	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

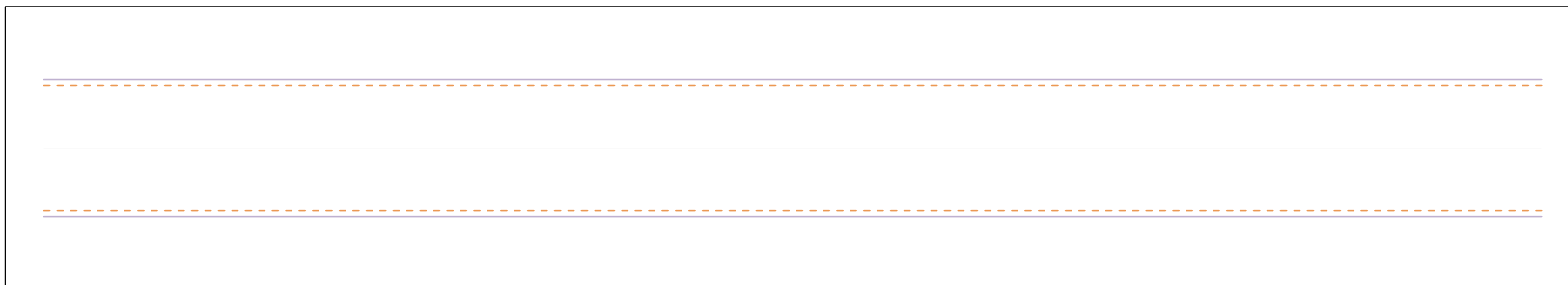
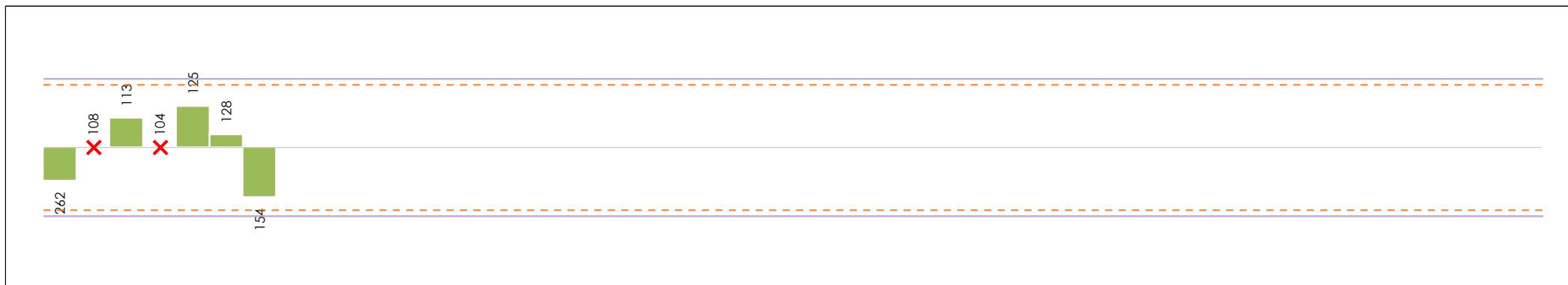
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

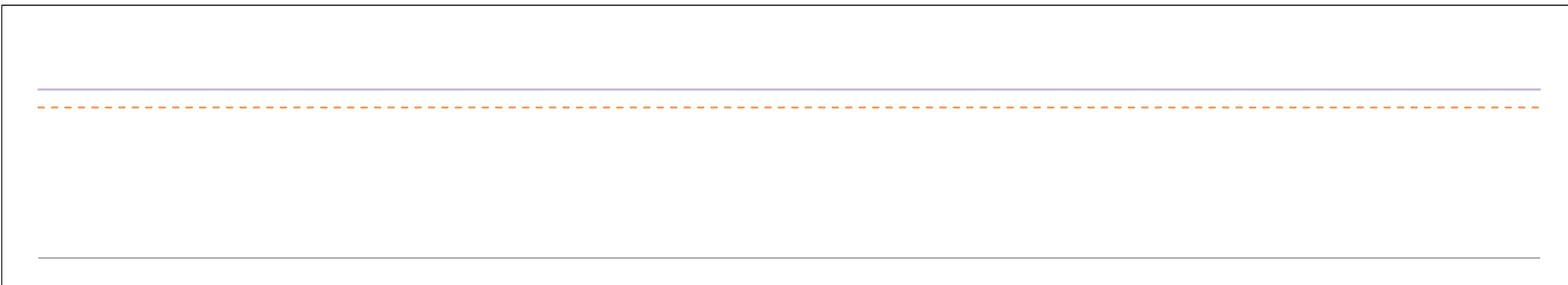
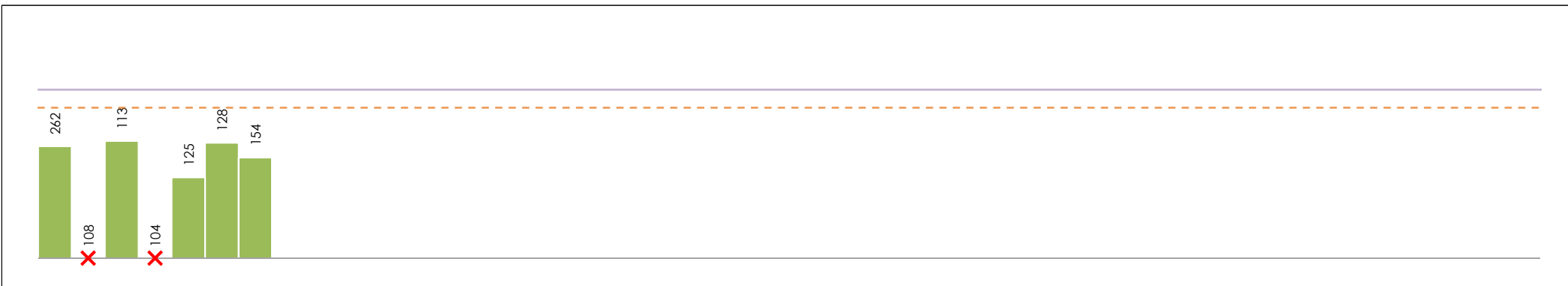
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B		
Z03	262	42,600	42,900	43,600	42,800	43,300	42,900			43,017	0,366	-1,03	-0,84	1,06					0,0650		✓	
Z04	108	42,600	43,600	42,900	42,900	42,600	41,400			42,667	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
Z04	113	44,301	44,232	43,698	43,976	43,297	43,654			43,860	0,383	0,91	0,74	1,11						0,3316		✓
Z04	104	44,520	46,405	43,968	45,073	44,046	44,615			44,771	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
Z07	125	43,600	44,100	43,900	44,000	44,100	44,400			44,017	0,264	1,27	1,04	0,76			1,036			0,3316		✓
Z07	128	43,953	43,939	43,999	43,351	43,447	43,120			43,635	0,376	0,39	0,32	1,09								✓
Z07	154	43,400	42,800	42,600	42,900	42,500	42,600			42,800	0,329	-1,53	-1,25	0,95		1,251			0,0650			✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

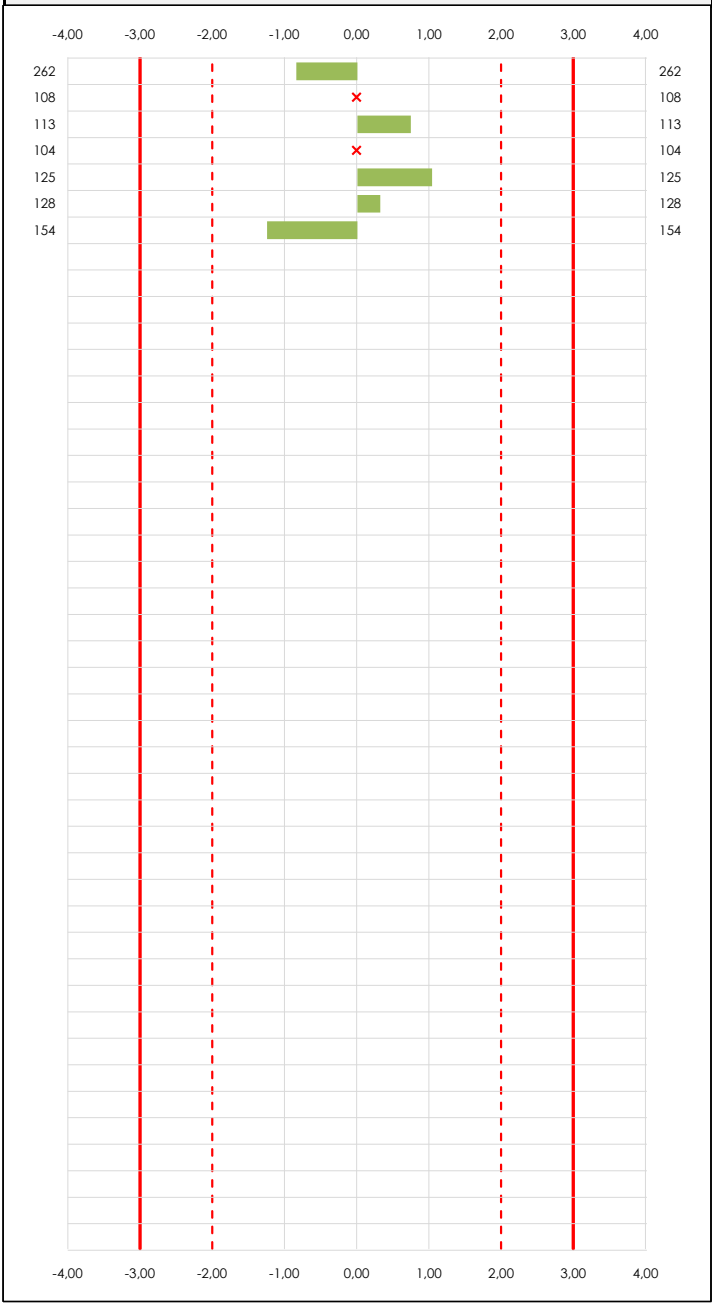


LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

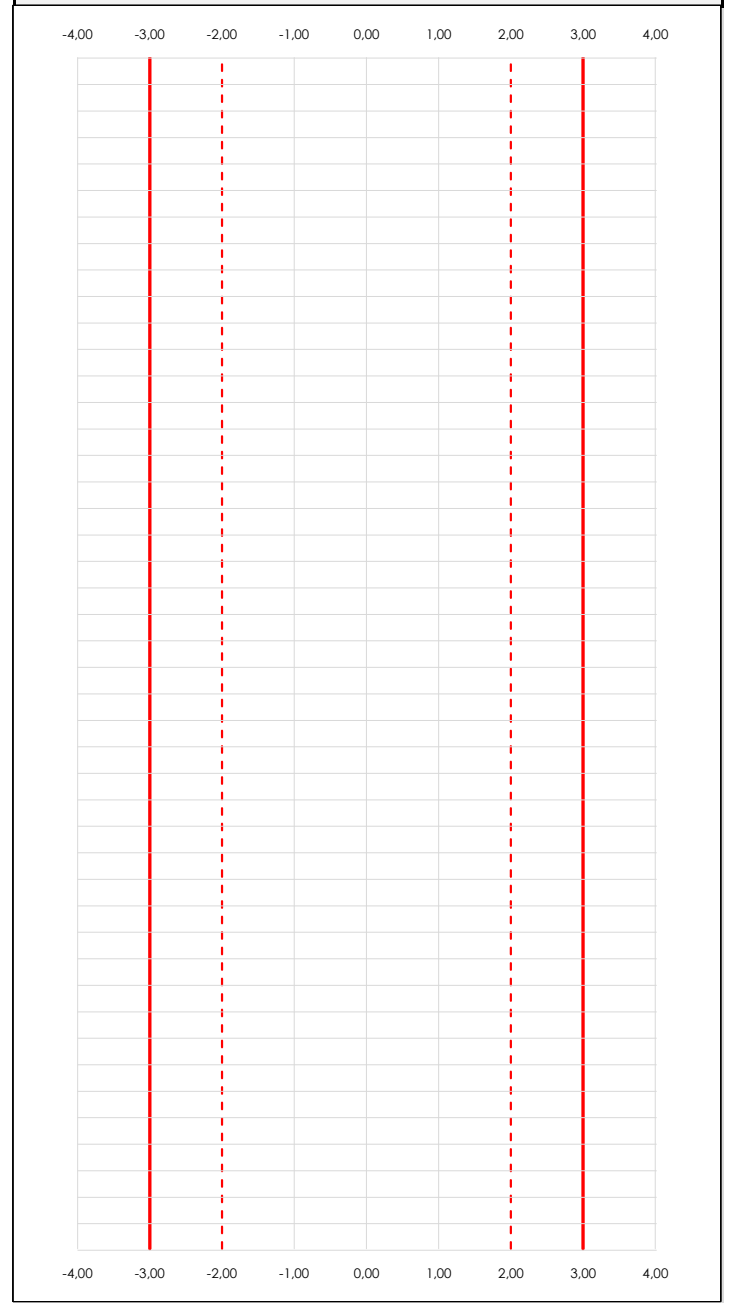
Análisis C. Evaluación Z-Score

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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR2500 HZ (DB)

Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	42,600	42,900	43,600	42,800	43,300	42,900			43,017	0,366	-1,03	✓	✓	✓			-0,844	S
Z04	108	42,600	43,600	42,900	42,900	42,600	41,400			42,667	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
Z04	113	44,301	44,232	43,698	43,976	43,297	43,654			43,860	0,383	0,91	✓	✓	✓			0,741	S
Z04	104	44,520	46,405	43,968	45,073	44,046	44,615			44,771	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	43,600	44,100	43,900	44,000	44,100	44,400			44,017	0,264	1,27	✓	✓	✓			1,036	S
Z07	128	43,953	43,939	43,999	43,351	43,447	43,120			43,635	0,376	0,39	✓	✓	✓			0,318	S
Z07	154	43,400	42,800	42,600	42,900	42,500	42,600			42,800	0,329	-1,53	✓	✓	✓			-1,251	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij}" con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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

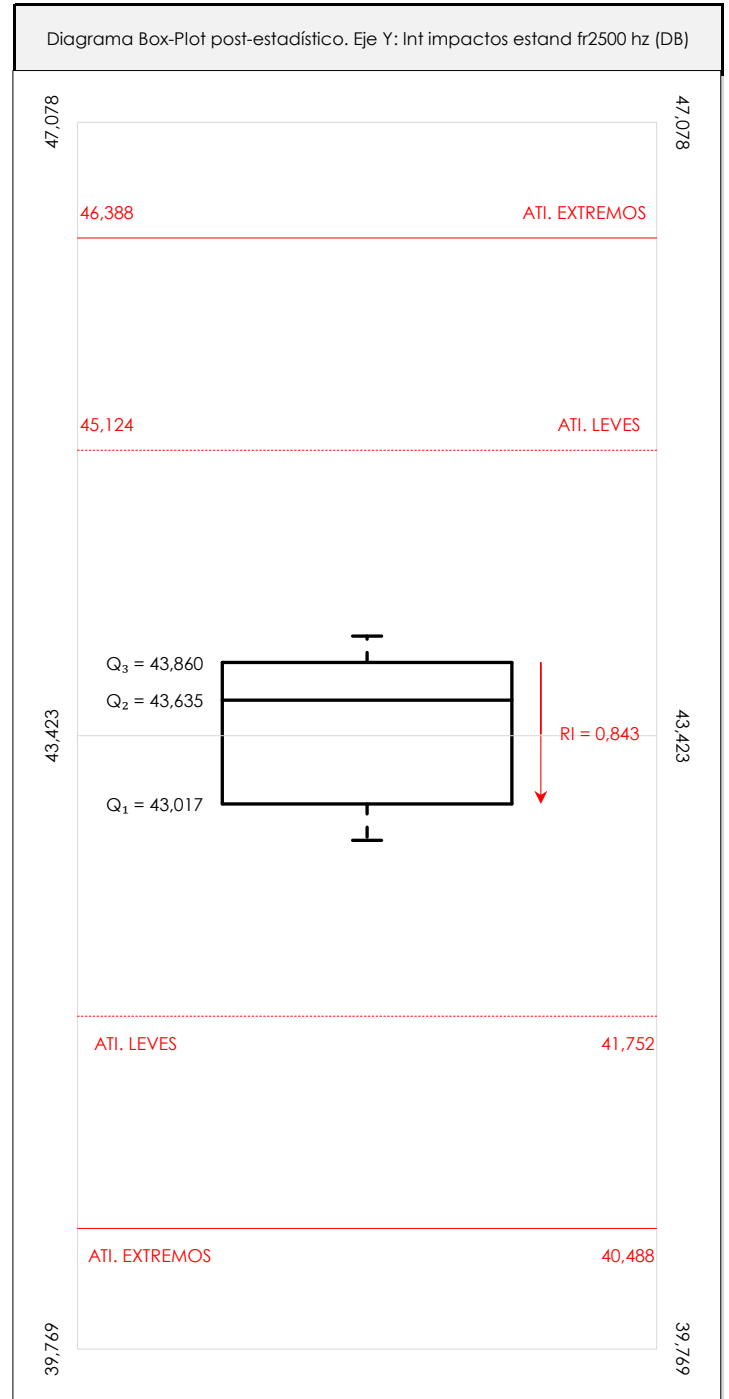
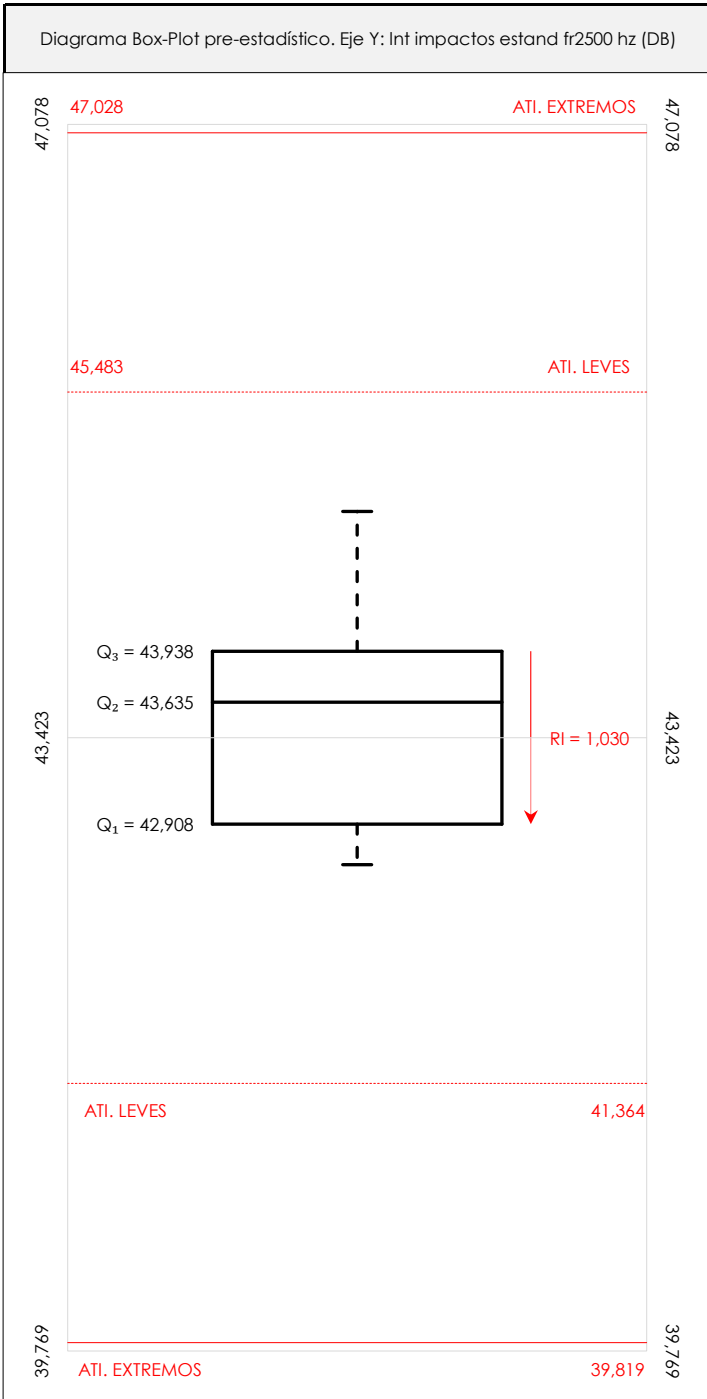
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	44,52	42,60	43,57	0,76	0,02	44,30	42,60	43,57	0,64	0,01
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	46,41	42,80	44,00	1,20	0,03	44,23	42,80	43,59	0,69	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	44,00	42,60	43,52	0,55	0,01	44,00	42,60	43,56	0,56	0,01
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	45,07	42,80	43,57	0,83	0,02	44,00	42,80	43,41	0,57	0,01
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	44,10	42,50	43,33	0,62	0,01	44,10	42,50	43,33	0,57	0,01
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	44,61	41,40	43,24	1,11	0,03	44,40	42,60	43,33	0,71	0,02
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	44,77	42,67	43,54	0,76	0,02	44,02	42,80	43,47	0,53	0,01
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,275	1,452	0,527	0,802	2,482	0,120	0,960	0,263	0,383	1,715
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,72	1,59	0,466	1,764	0,0018	1,72	1,59	0,588	1,764	0,0018
Nivel de Significación 5%	1,57	1,42	0,397	1,715	0,0090	1,57	1,42	0,506	1,715	0,0090

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 5 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

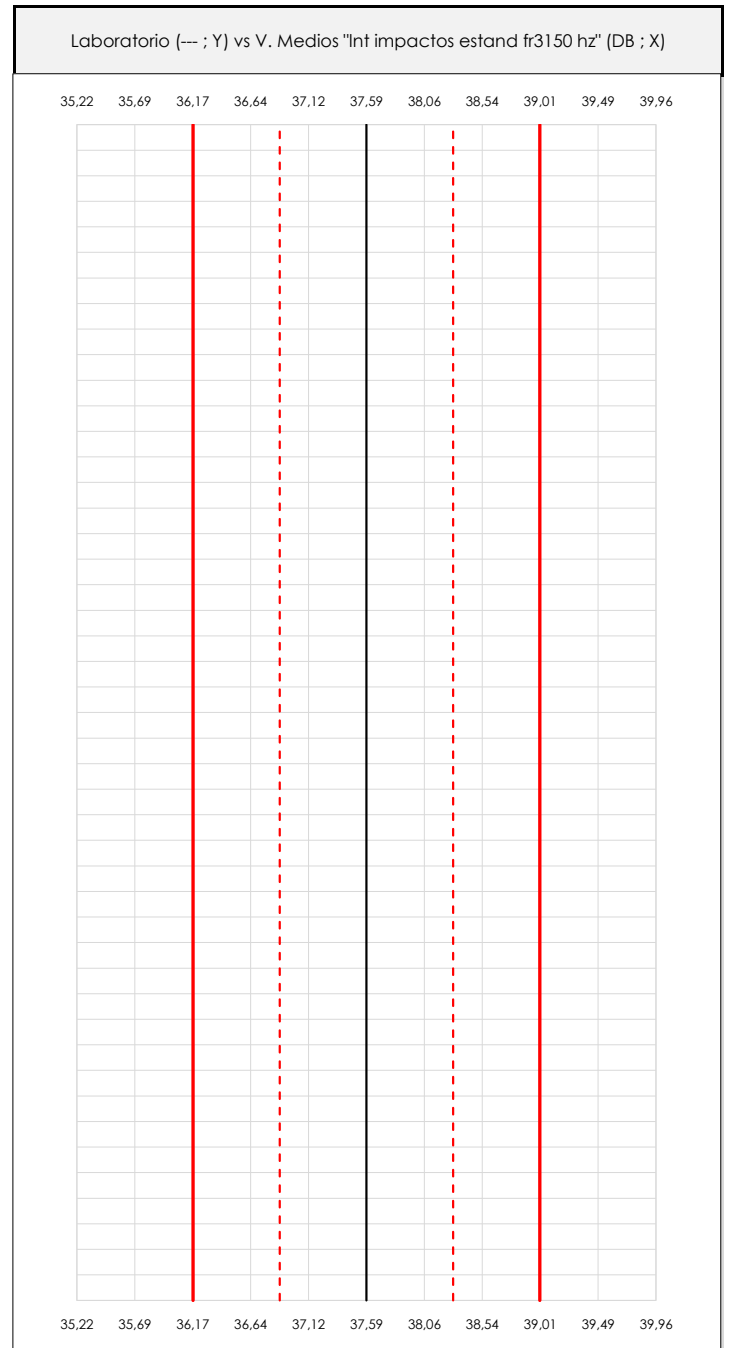
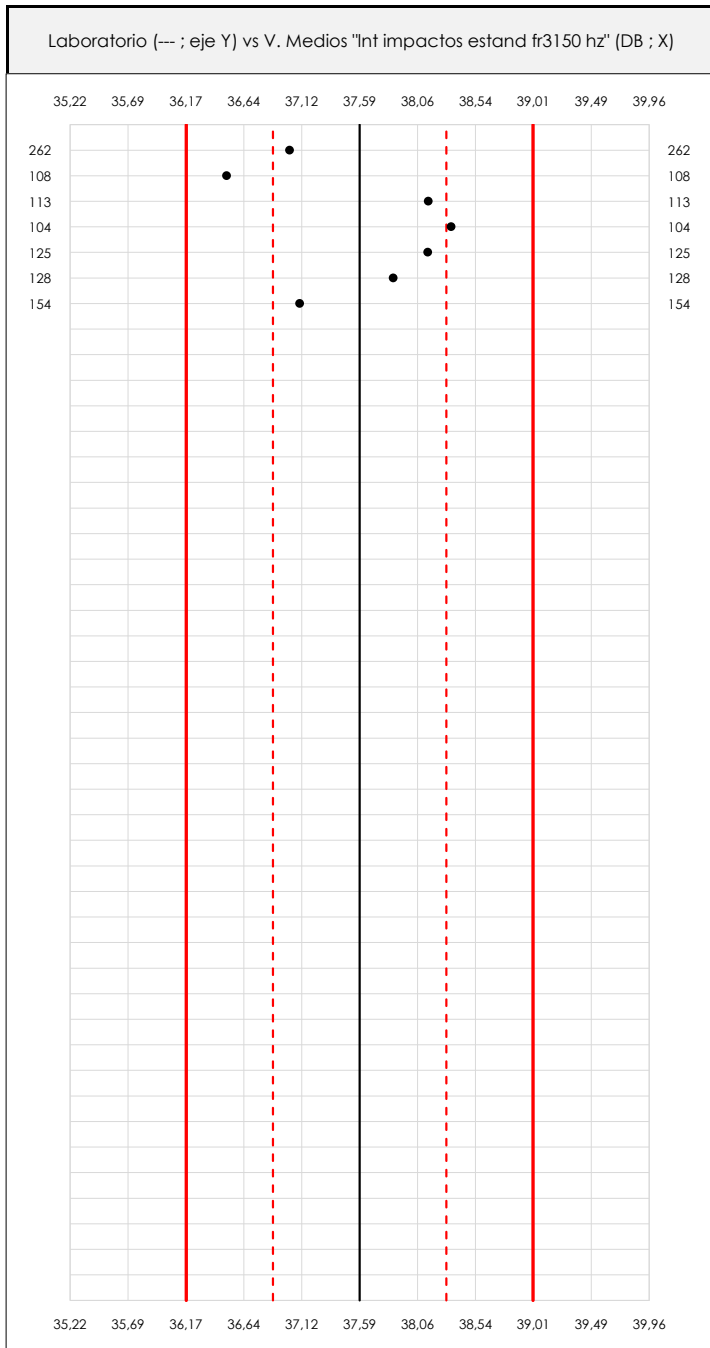
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis 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 (37,59 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,30/36,88 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,01/36,17 ; 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

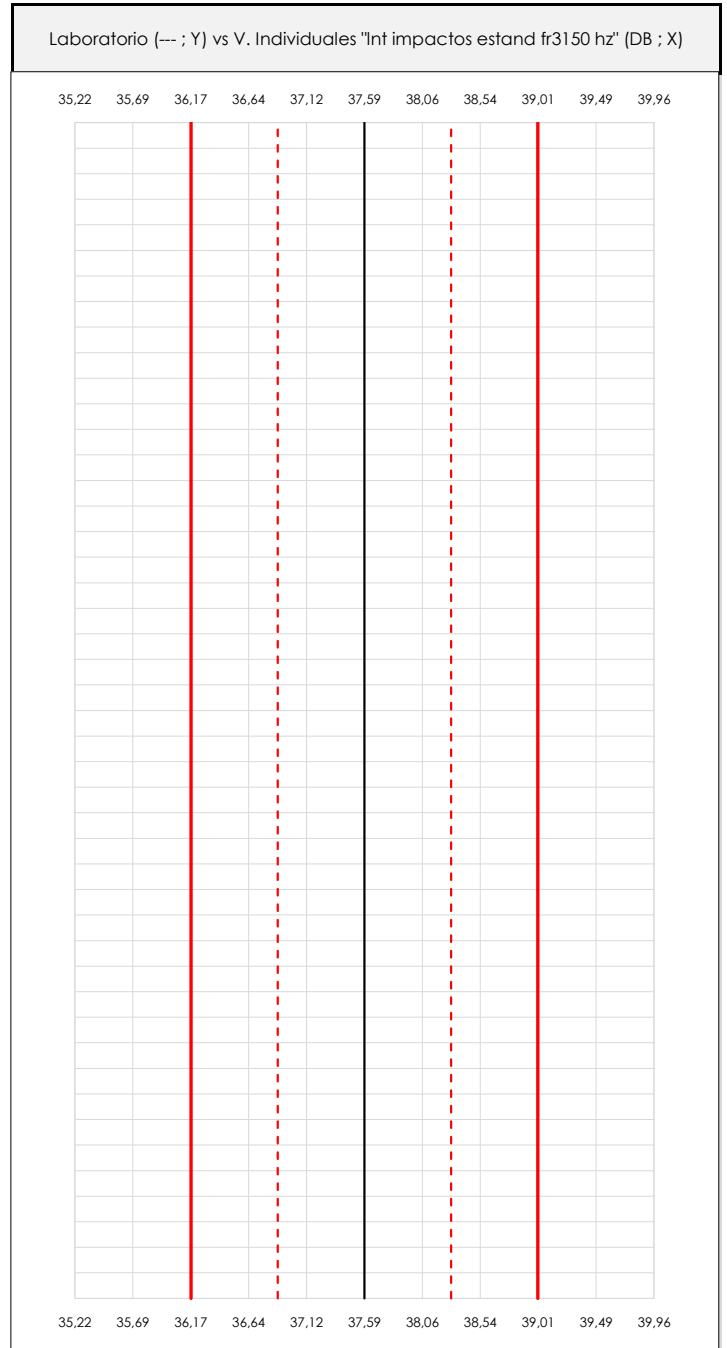
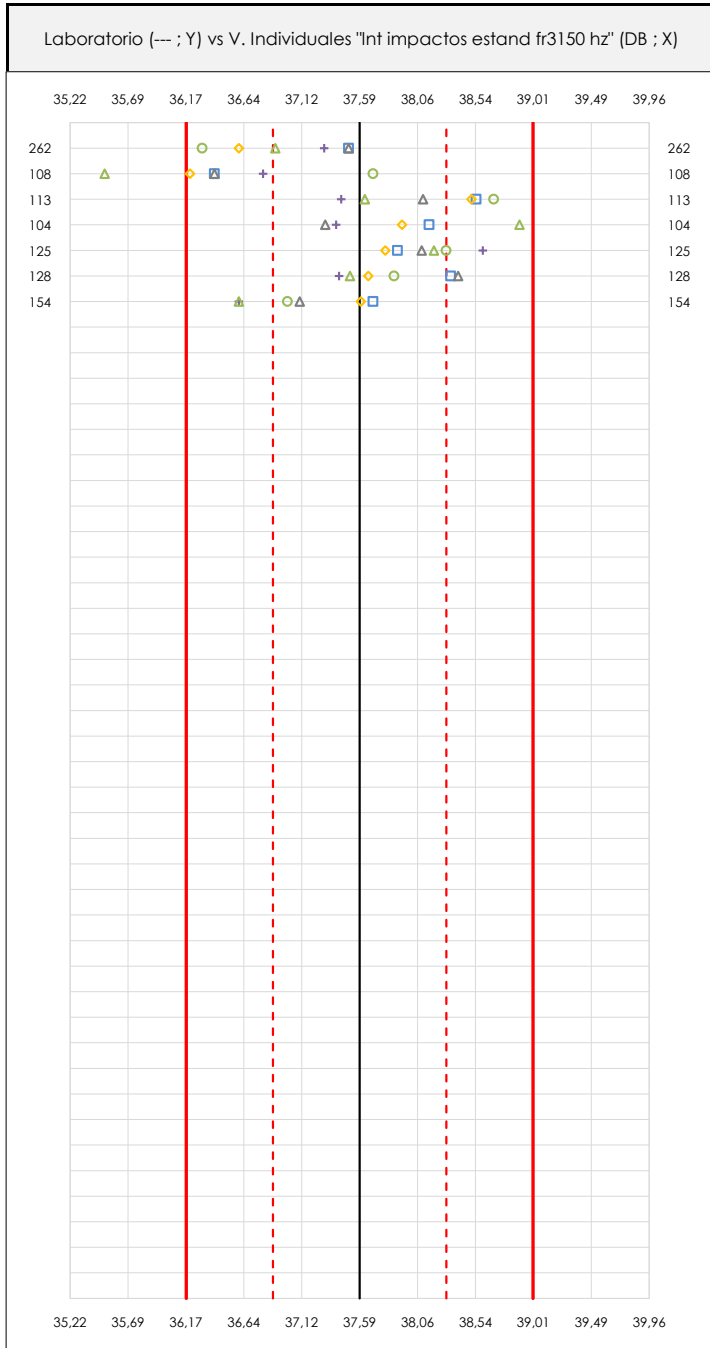
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis 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 (37,59 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (38,30/36,88 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,01/36,17 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	37,500	36,300	37,500	36,600	37,300	36,900			37,017	0,500	-1,52	✓	
Z04	108	36,400	37,700	36,400	36,200	36,800	35,500			36,500	0,727	-2,90	✓	
Z04	113	38,545	38,689	38,110	38,506	37,439	37,634			38,154	0,519	1,50	✓	
Z04	104	38,160	40,339	37,310	37,939	37,399	38,901			38,341	1,136	2,00	✓	
Z07	125	37,900	38,300	38,100	37,800	38,600	38,200			38,150	0,288	1,49	✓	
Z07	128	38,336	37,873	38,398	37,661	37,421	37,512			37,867	0,417	0,74	✓	
Z07	154	37,700	37,000	37,100	37,600	36,600	36,600			37,100	0,473	-1,30	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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

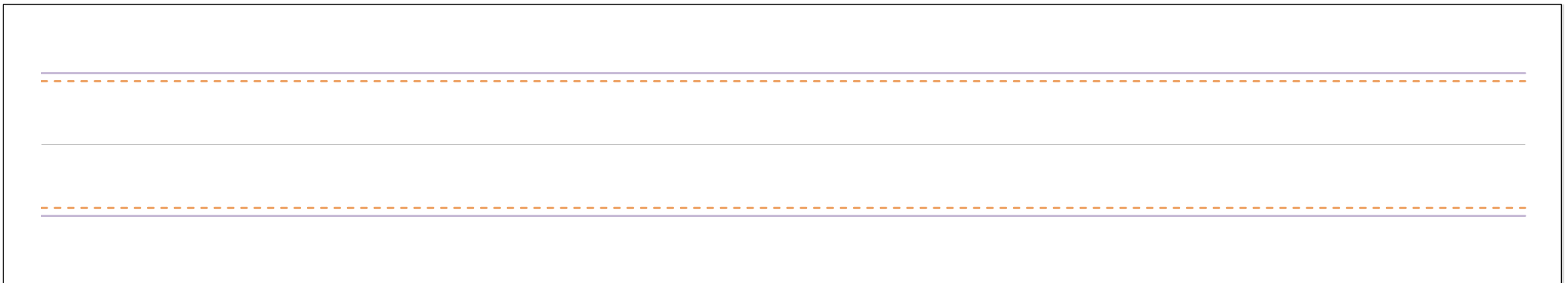
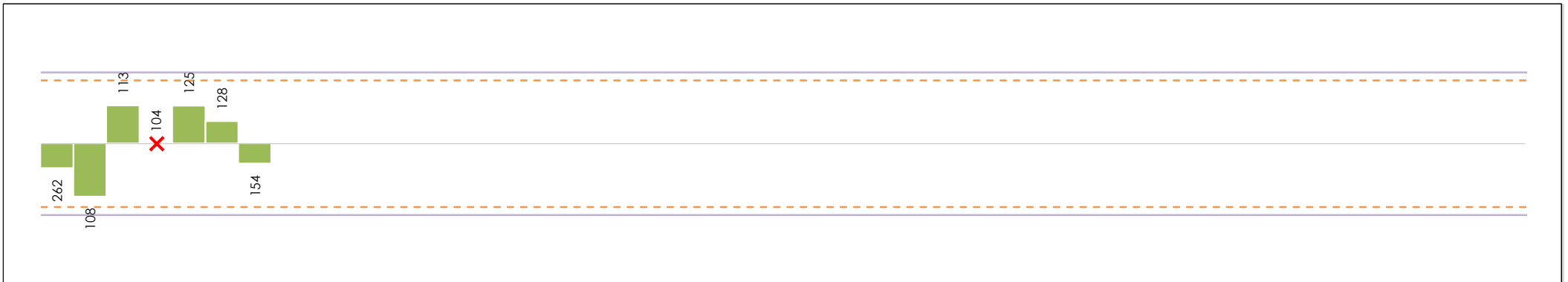
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 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.

CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

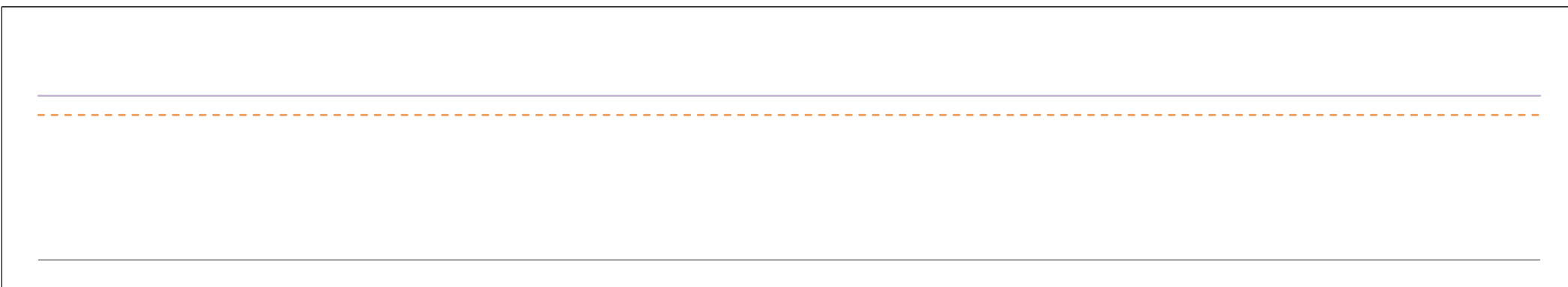
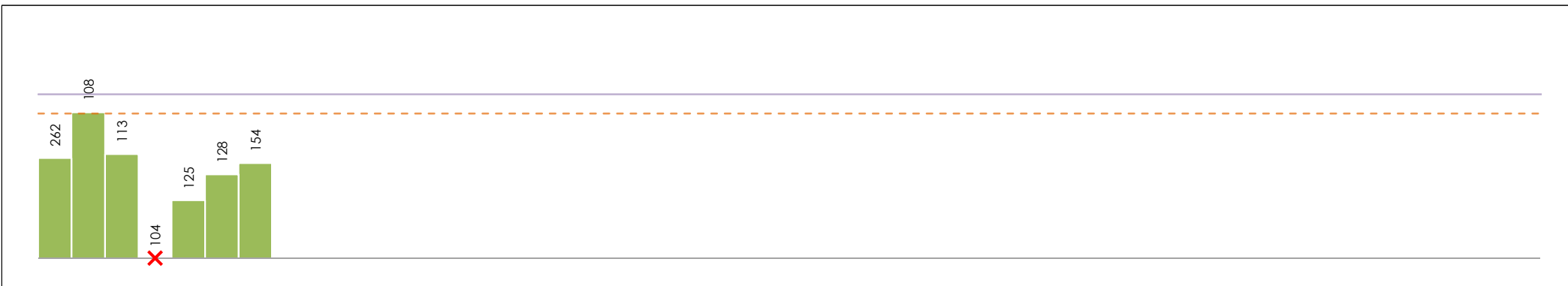
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.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.

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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S _{Li}	D _{i crit} %	h _i	k _i	C _i	G _{Sim Inf}	G _{Sim Sup}	G _{Dob Inf}	G _{Dob Sup}	Pasa B	
Z03	262	37,500	36,300	37,500	36,600	37,300	36,900			37,017	0,500	-1,20	-0,65	0,99					0,3125	✓	
Z04	108	36,400	37,700	36,400	36,200	36,800	35,500			36,500	0,727	-2,57	-1,40	1,44*	0,346	1,401			0,3125	✓	
Z04	113	38,545	38,689	38,110	38,506	37,439	37,634			38,154	0,519	1,84	1,00	1,03			1,001		0,4022	✓	
Z04	104	38,160	40,339	37,310	37,939	37,399	38,901			38,341	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	37,900	38,300	38,100	37,800	38,600	38,200			38,150	0,288	1,83	1,00	0,57					0,4022	✓	
Z07	128	38,336	37,873	38,398	37,661	37,421	37,512			37,867	0,417	1,07	0,58	0,83							✓
Z07	154	37,700	37,000	37,100	37,600	36,600	36,600			37,100	0,473	-0,97	-0,53	0,94							✓

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- ⁰² "S_{Li}" es la desviación típica intralaboratorios y "D_{i crit} %" 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

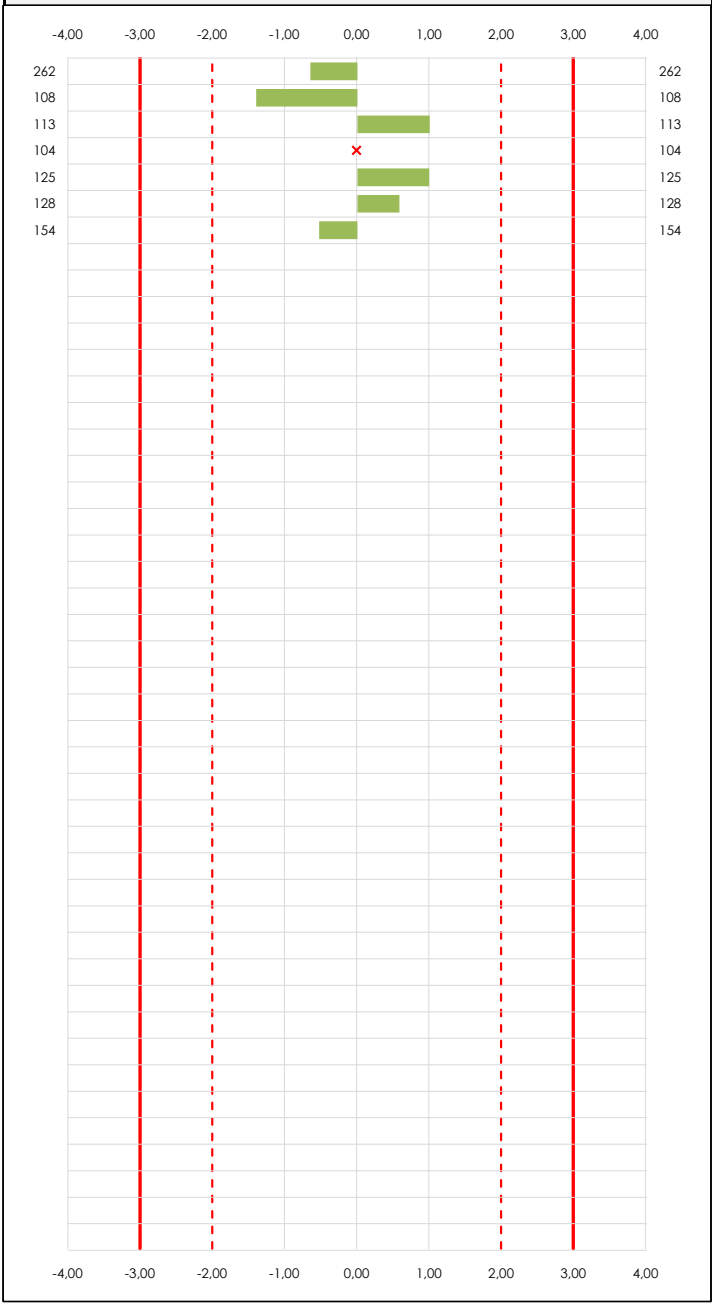


LNT IMPACTOS ESTAND FR3150 HZ (DB)

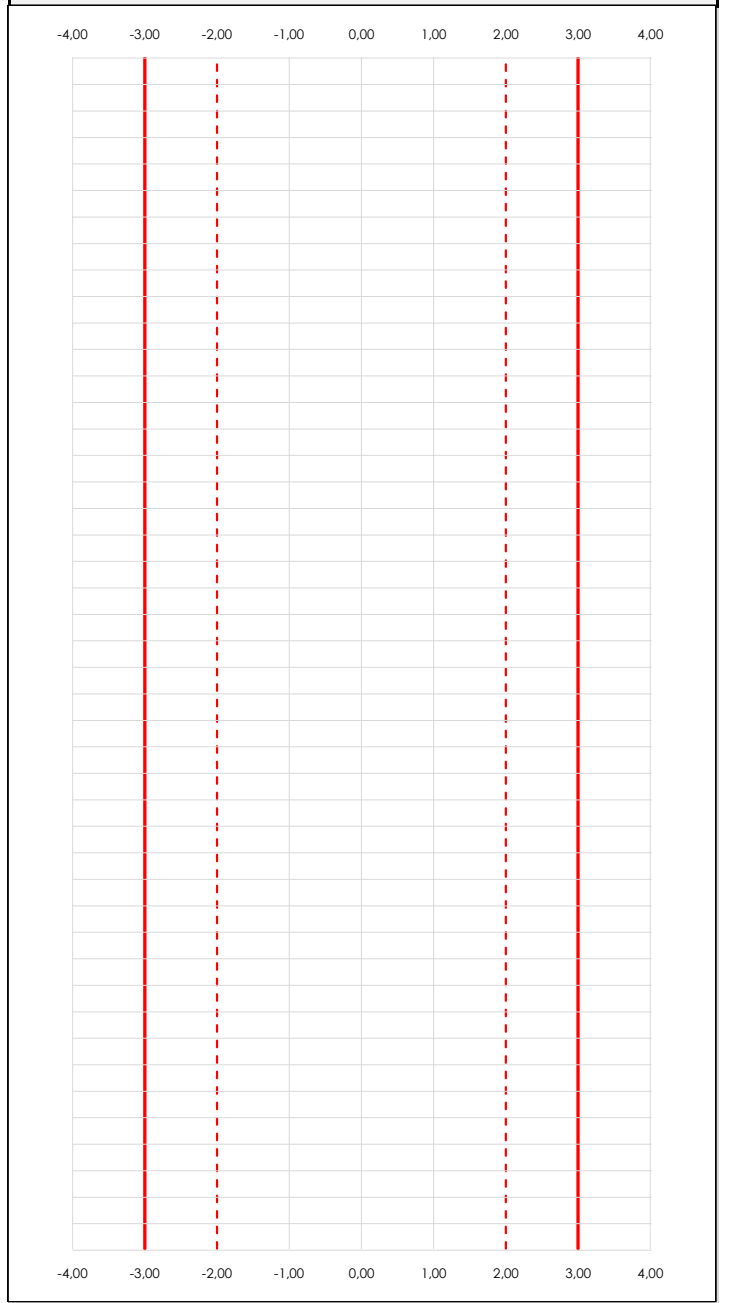
Análisis C. Evaluación Z-Score

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.

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 C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	37,500	36,300	37,500	36,600	37,300	36,900			37,017	0,500	-1,20	✓	✓	✓			-0,650	S
Z04	108	36,400	37,700	36,400	36,200	36,800	35,500			36,500	0,727	-2,57	✓	✓	✓			-1,401	S
Z04	113	38,545	38,689	38,110	38,506	37,439	37,634			38,154	0,519	1,84	✓	✓	✓			1,001	S
Z04	104	38,160	40,339	37,310	37,939	37,399	38,901			38,341	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
Z07	125	37,900	38,300	38,100	37,800	38,600	38,200			38,150	0,288	1,83	✓	✓	✓			0,995	S
Z07	128	38,336	37,873	38,398	37,661	37,421	37,512			37,867	0,417	1,07	✓	✓	✓			0,585	S
Z07	154	37,700	37,000	37,100	37,600	36,600	36,600			37,100	0,473	-0,97	✓	✓	✓			-0,529	S

NOTAS:

⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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

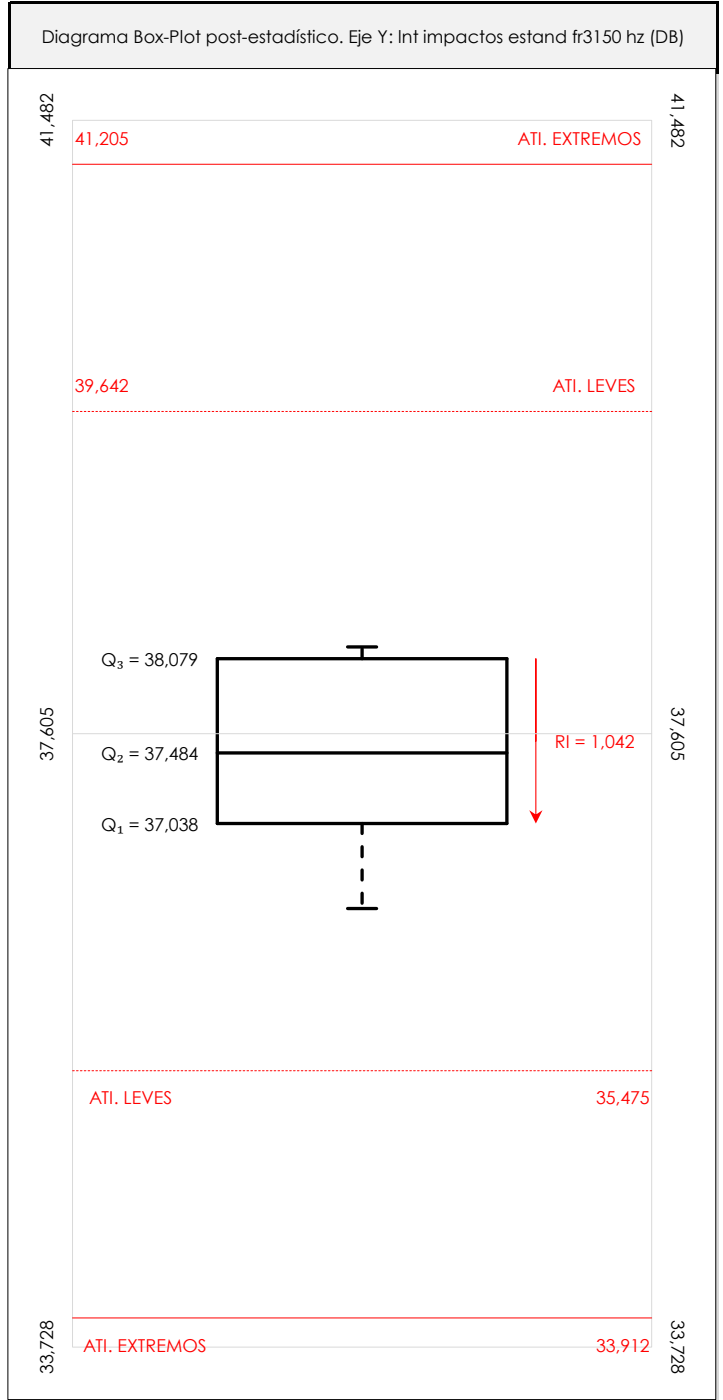
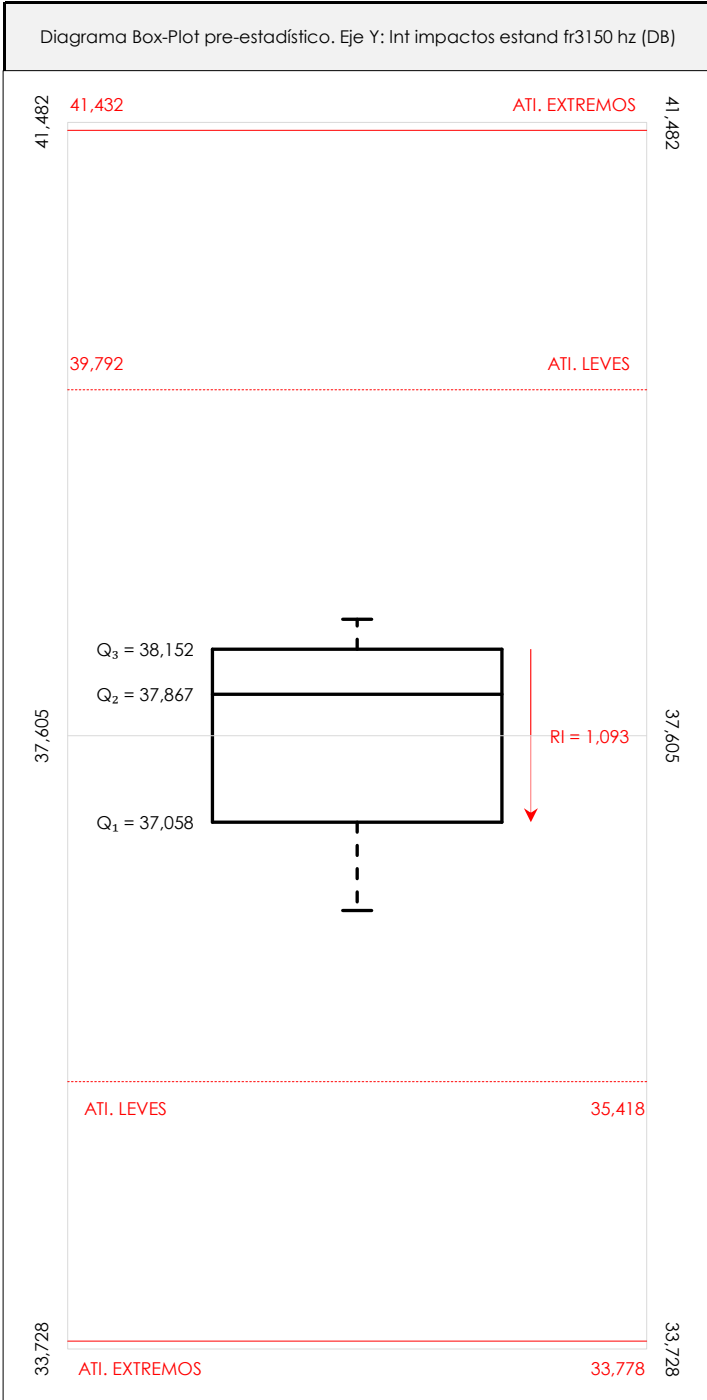
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



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 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 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	38,54	36,40	37,79	0,71	0,02	38,54	36,40	37,73	0,76	0,02
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	40,34	36,30	38,03	1,29	0,03	38,69	36,30	37,64	0,87	0,02
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	38,40	36,40	37,56	0,70	0,02	38,40	36,40	37,60	0,75	0,02
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	38,51	36,20	37,47	0,80	0,02	38,51	36,20	37,39	0,85	0,02
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	38,60	36,60	37,37	0,64	0,02	38,60	36,60	37,36	0,70	0,02
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	38,90	35,50	37,32	1,11	0,03	38,20	35,50	37,06	0,95	0,03
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i_{ant}}$; %)	38,34	36,50	37,59	0,71	0,02	38,15	36,50	37,46	0,69	0,02
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,403	1,759	0,438	0,840	2,541	0,255	1,399	0,432	0,686	2,296
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ

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

Criterios de análisis establecidos

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.

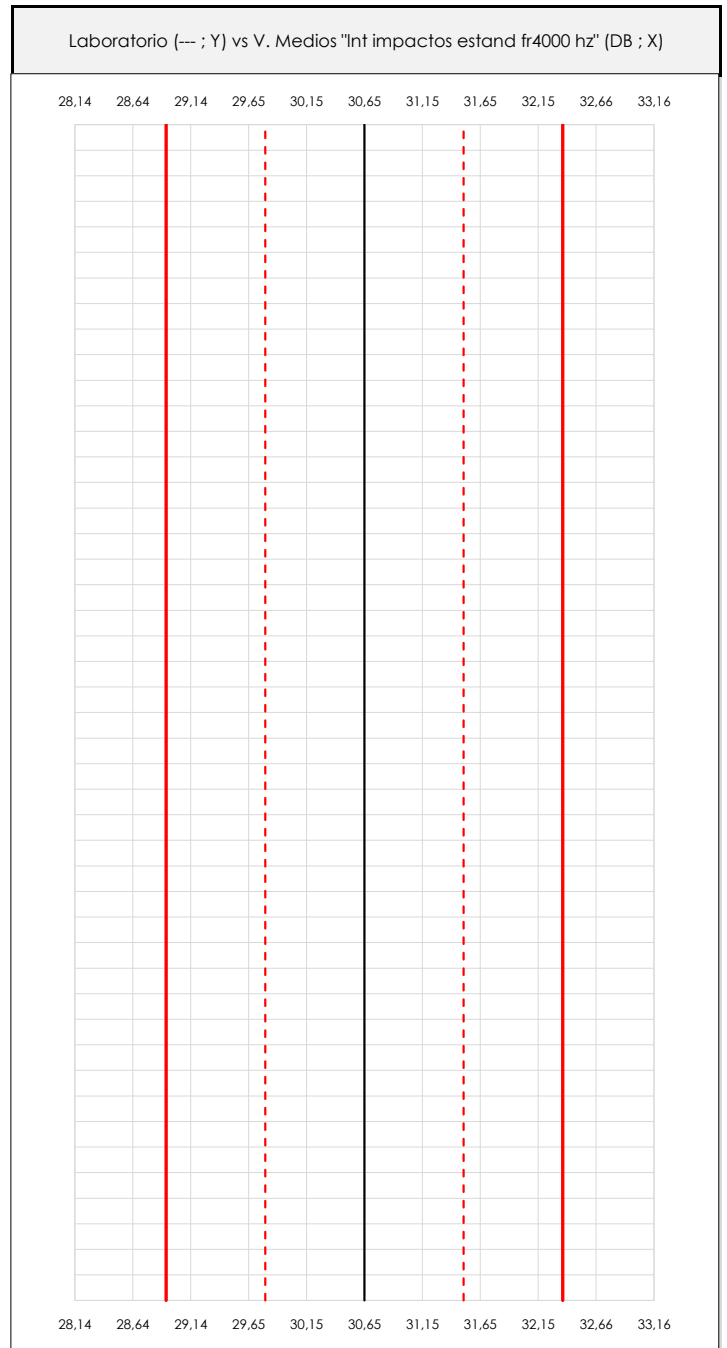
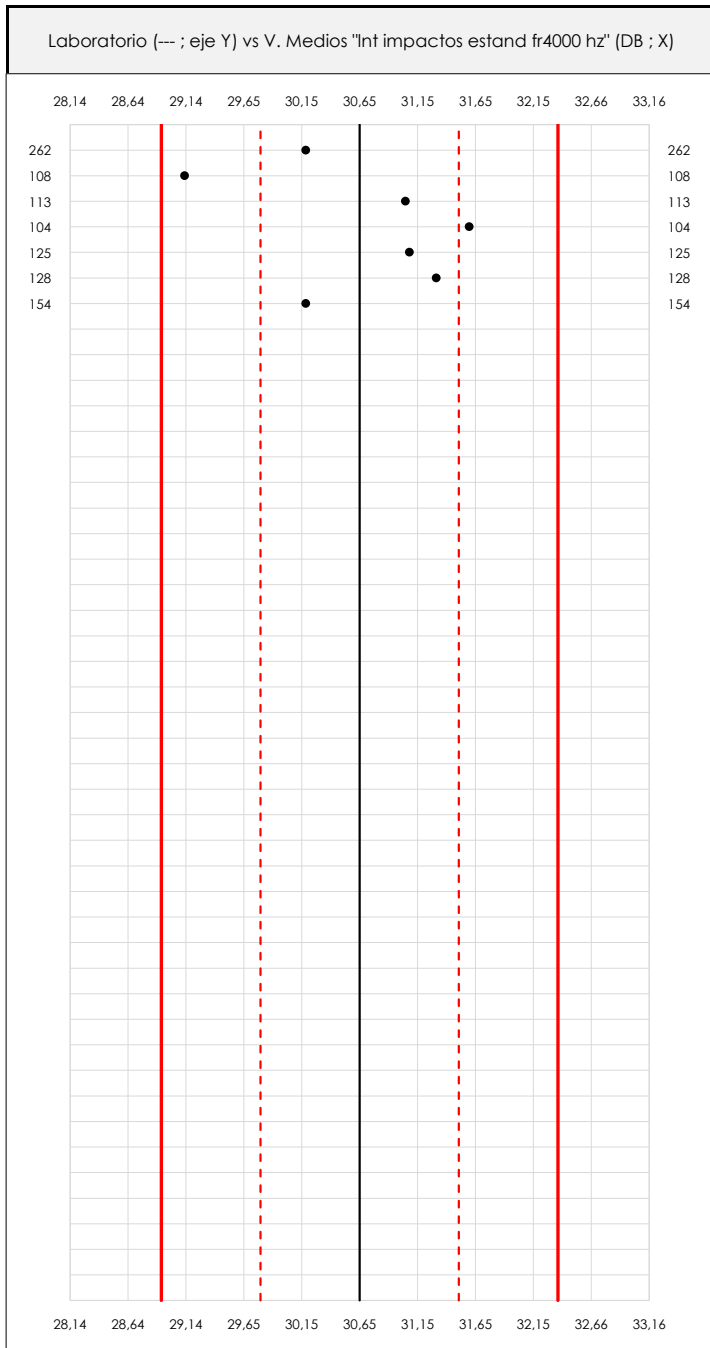
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (30,65 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,51/29,79 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,37/28,93 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

CICE
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

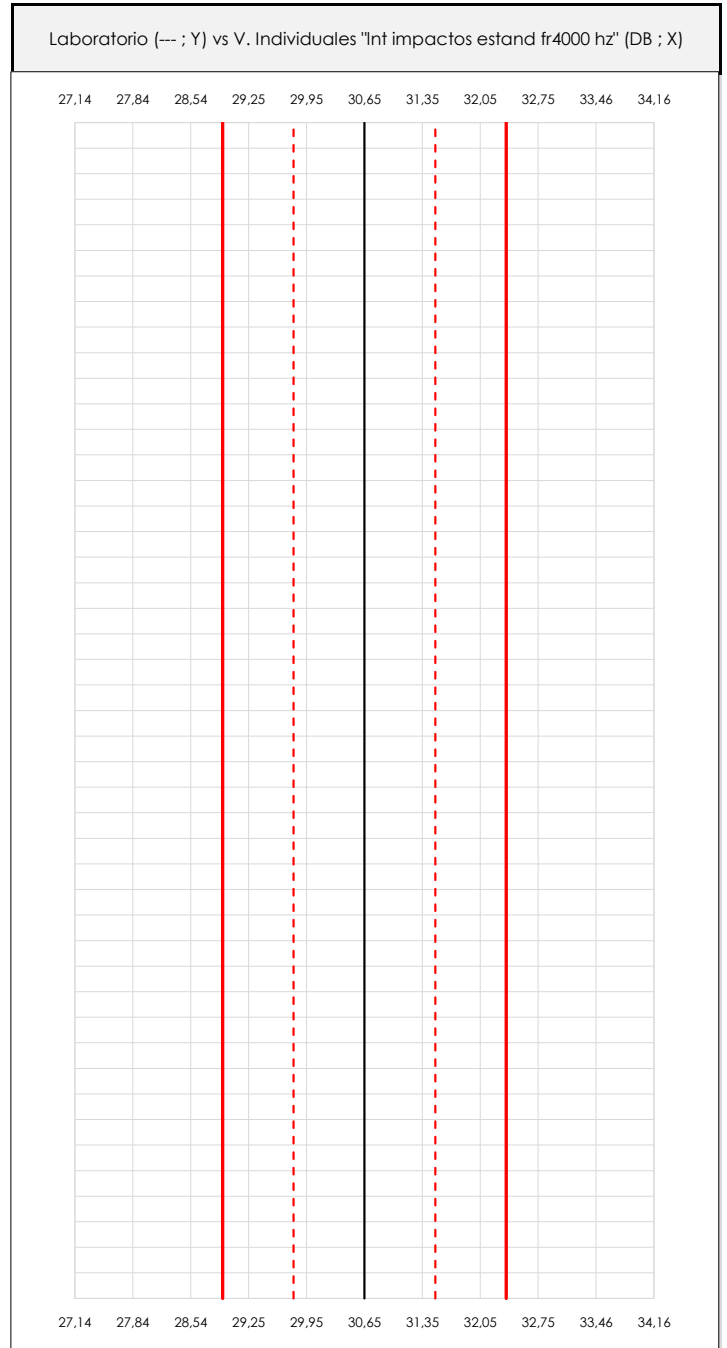
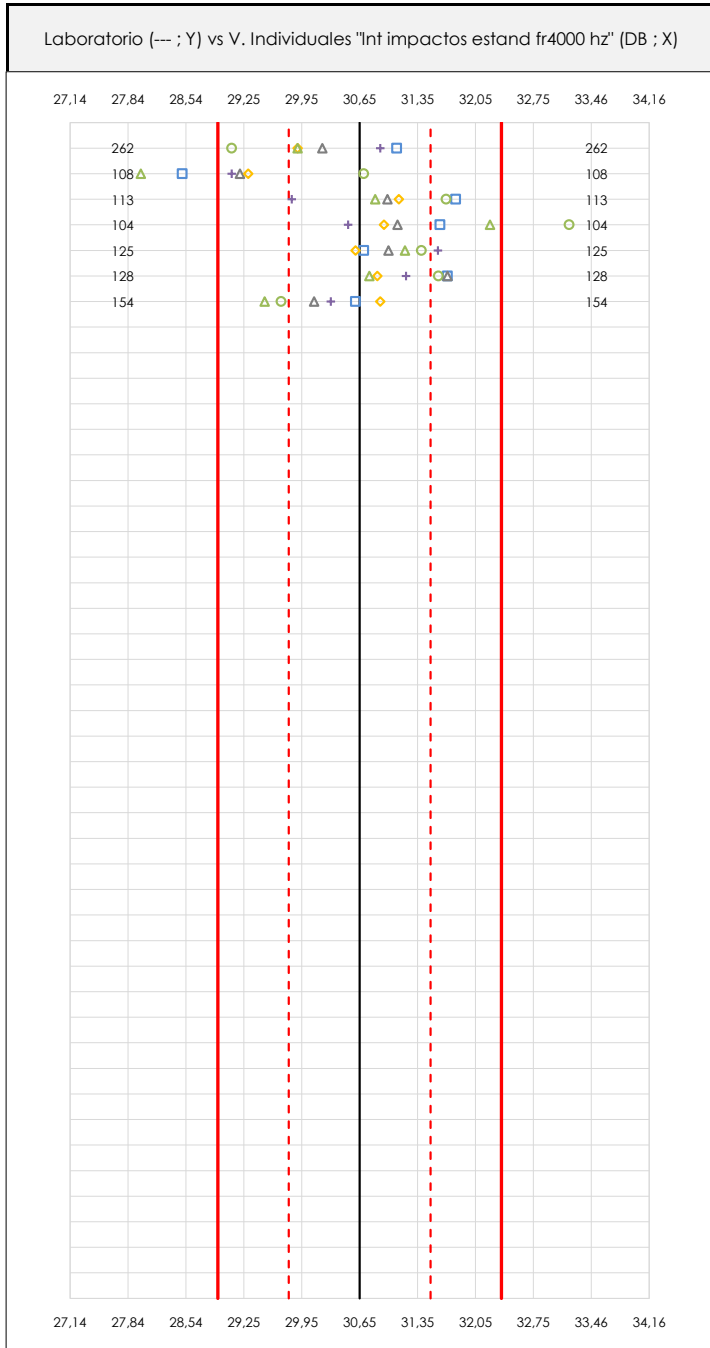
SACE
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis 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 (30,65 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,51/29,79 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (32,37/28,93 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	31,100	29,100	30,200	29,900	30,900	29,900			30,183	0,733	-1,52	✓	
Z04	108	28,500	30,700	29,200	29,300	29,100	28,000			29,133	0,914	-4,95	✓	
Z04	113	31,814	31,698	30,986	31,125	29,827	30,838			31,048	0,715	1,30	✓	
Z04	104	31,625	33,190	31,109	30,945	30,511	32,230			31,602	0,978	3,11	✓	
Z07	125	30,700	31,400	31,000	30,600	31,600	31,200			31,083	0,392	1,41	✓	
Z07	128	31,715	31,607	31,717	30,864	31,215	30,770			31,314	0,428	2,17	✓	
Z07	154	30,600	29,700	30,100	30,900	30,300	29,500			30,183	0,531	-1,52	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

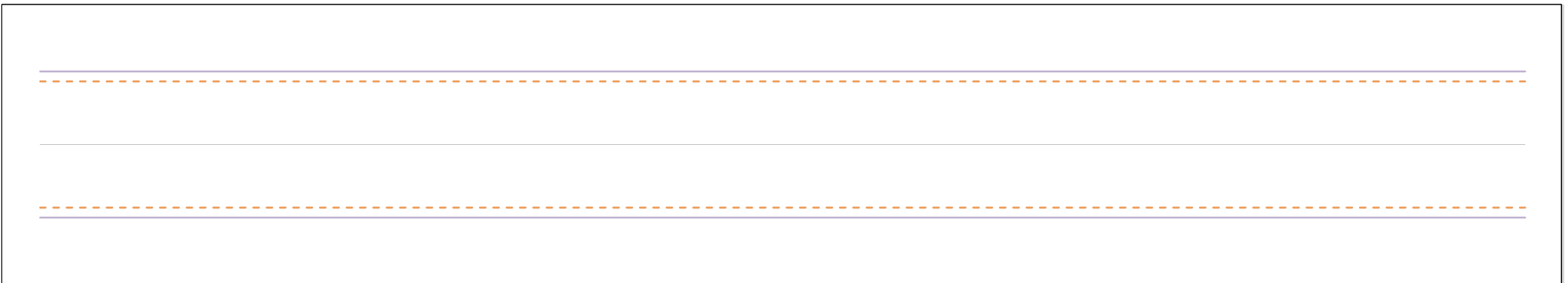
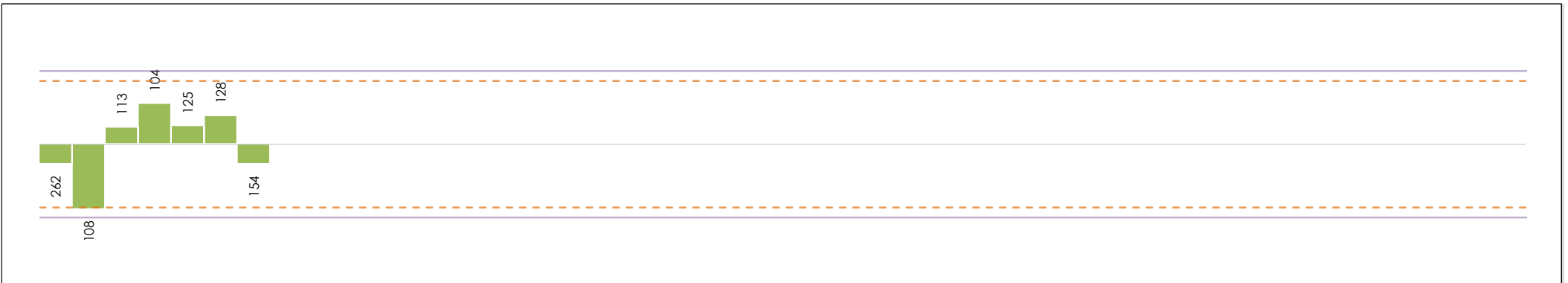
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

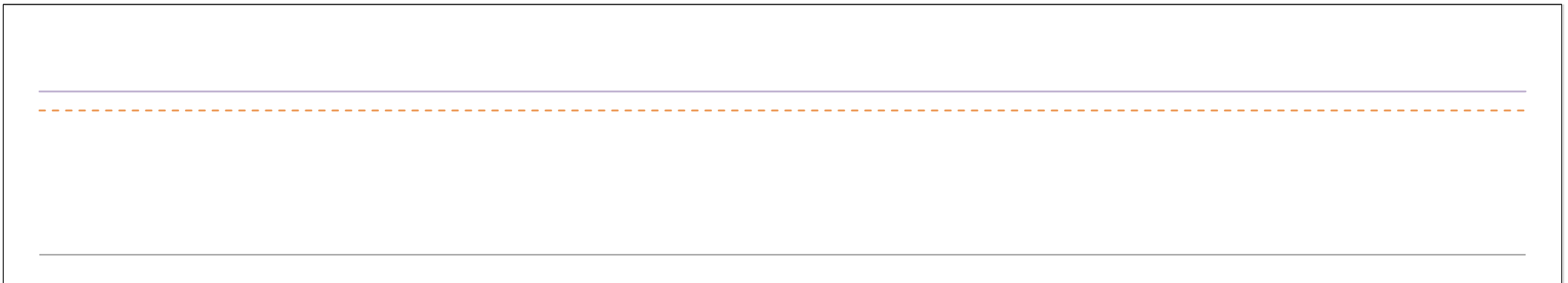
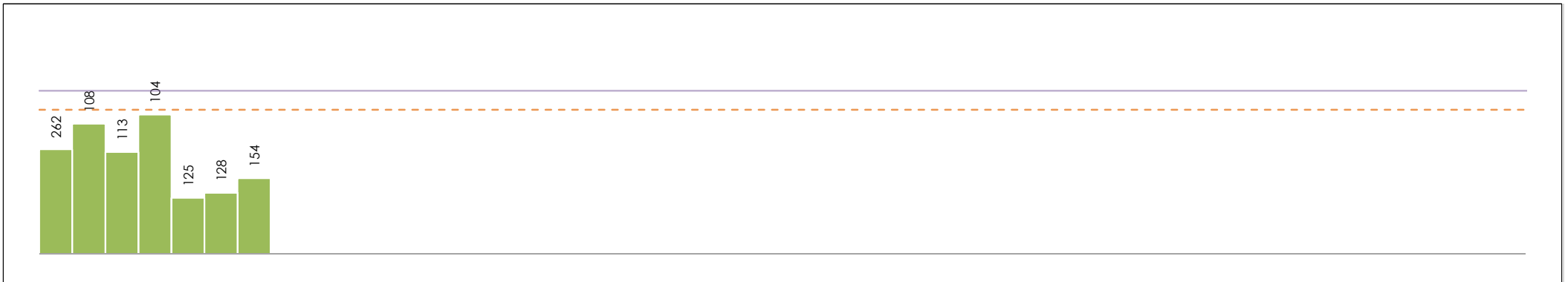
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

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.

CICEComité 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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	h_i	k_i	C_i	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B
Z03	262	31,100	29,100	30,200	29,900	30,900	29,900			30,183	0,733	-1,52	-0,54	1,04					0,2543	✓
Z04	108	28,500	30,700	29,200	29,300	29,100	28,000			29,133	0,914	-4,95	-1,76*	1,30	0,277	1,765			0,2543	✓
Z04	113	31,814	31,698	30,986	31,125	29,827	30,838			31,048	0,715	1,30	0,46	1,02						✓
Z04	104	31,625	33,190	31,109	30,945	30,511	32,230			31,602	0,978	3,11	1,11	1,39		1,108			0,5776	✓
Z07	125	30,700	31,400	31,000	30,600	31,600	31,200			31,083	0,392	1,41	0,50	0,56						✓
Z07	128	31,715	31,607	31,717	30,864	31,215	30,770			31,314	0,428	2,17	0,77	0,61					0,5776	✓
Z07	154	30,600	29,700	30,100	30,900	30,300	29,500			30,183	0,531	-1,52	-0,54	0,76					0,2543	✓

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

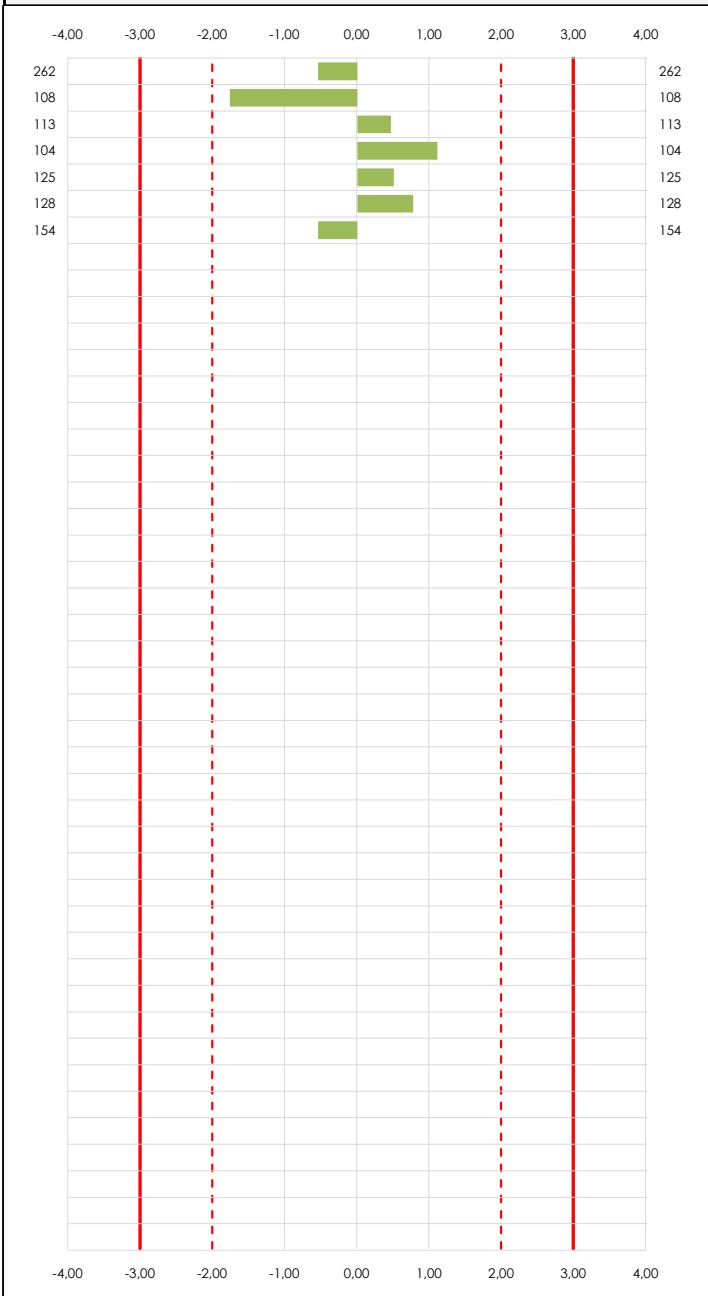


LNT IMPACTOS ESTAND FR4000 HZ (DB)

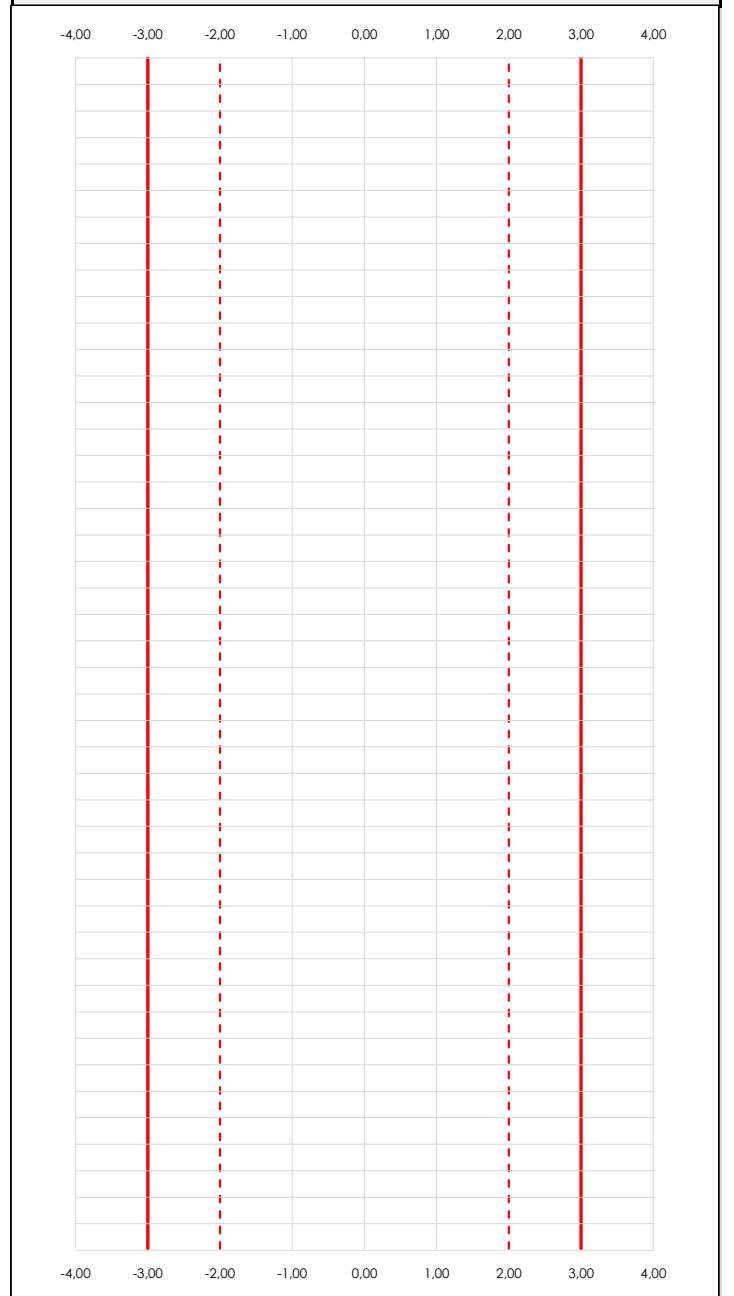
Análisis C. Evaluación Z-Score

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)



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.

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.2. Determinaciones matemáticas

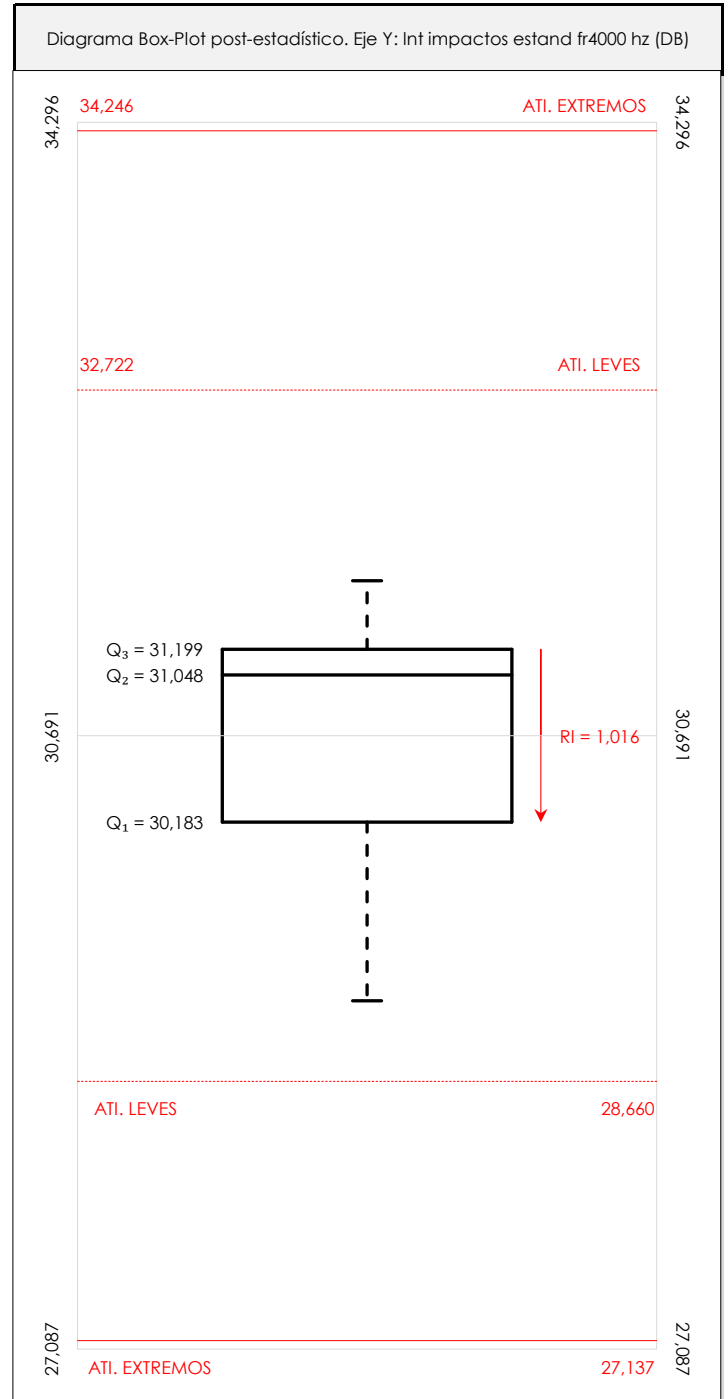
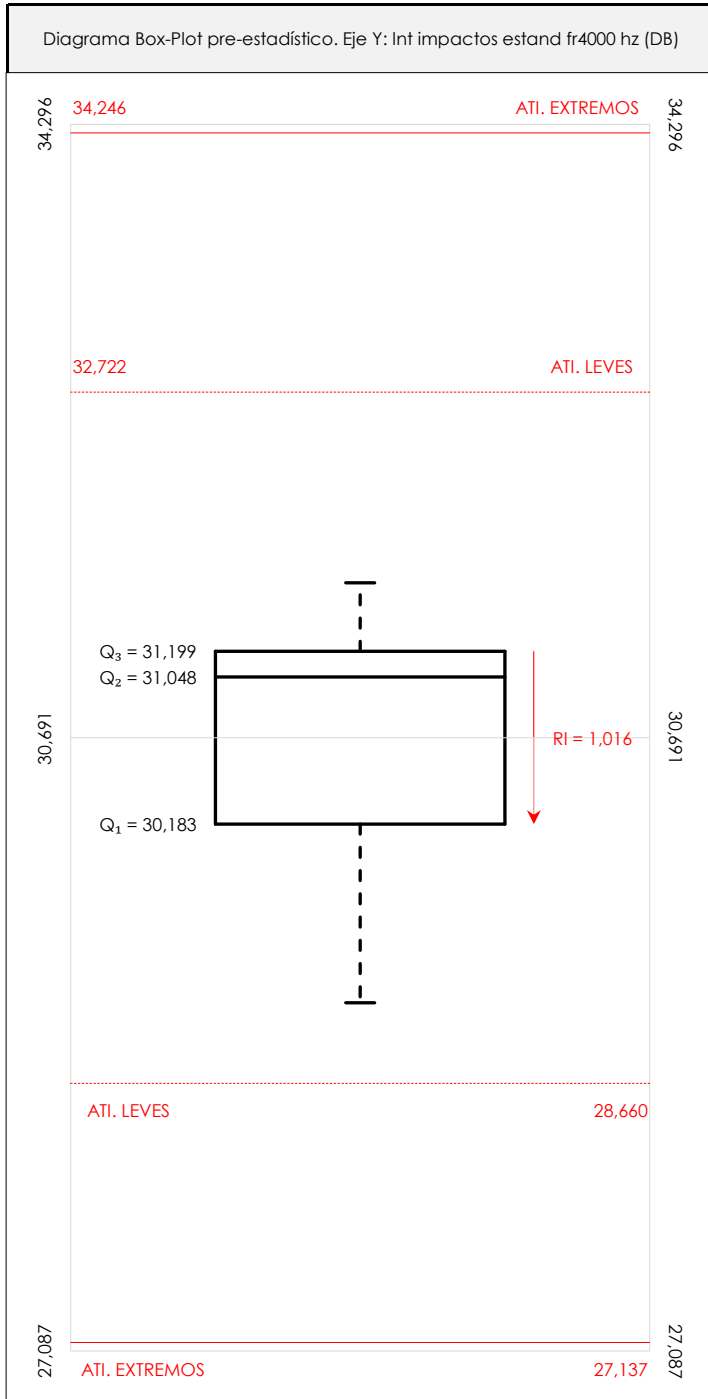
Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i,arit}$	S _{Li}	D _{i,arit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	31,100	29,100	30,200	29,900	30,900	29,900			30,183	0,733	-1,52	✓	✓	✓			-0,543	S
Z04	108	28,500	30,700	29,200	29,300	29,100	28,000			29,133	0,914	-4,95	✓	✓	✓			-1,765	S
Z04	113	31,814	31,698	30,986	31,125	29,827	30,838			31,048	0,715	1,30	✓	✓	✓			0,464	S
Z04	104	31,625	33,190	31,109	30,945	30,511	32,230			31,602	0,978	3,11	✓	✓	✓			1,108	S
Z07	125	30,700	31,400	31,000	30,600	31,600	31,200			31,083	0,392	1,41	✓	✓	✓			0,505	S
Z07	128	31,715	31,607	31,717	30,864	31,215	30,770			31,314	0,428	2,17	✓	✓	✓			0,774	S
Z07	154	30,600	29,700	30,100	30,900	30,300	29,500			30,183	0,531	-1,52	✓	✓	✓			-0,543	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i,arit}$ " 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 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 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 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 intercuartil (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 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	31,81	28,50	30,86	1,15	0,04	31,81	28,50	30,86	1,15	0,04
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	33,19	29,10	31,06	1,37	0,04	33,19	29,10	31,06	1,37	0,04
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	31,72	29,20	30,62	0,83	0,03	31,72	29,20	30,62	0,83	0,03
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	31,12	29,30	30,52	0,67	0,02	31,12	29,30	30,52	0,67	0,02
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	31,60	29,10	30,49	0,85	0,03	31,60	29,10	30,49	0,85	0,03
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	32,23	28,00	30,35	1,36	0,04	32,23	28,00	30,35	1,36	0,04
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	31,60	29,13	30,65	0,86	0,03	31,60	29,13	30,65	0,86	0,03
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	0,494	1,948	0,656	1,150	2,972	0,494	1,948	0,656	1,150	2,972
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308	1,98	1,63	0,466	2,139	0,0308
Nivel de Significación 5%	1,71	1,44	0,397	2,020	0,0708	1,71	1,44	0,397	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 analysis of variance).

abiendo 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



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU
TO
EDUAR
DO
TOR
ROJA

INFORME DE ENSAYO MATERIALES

LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa 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.

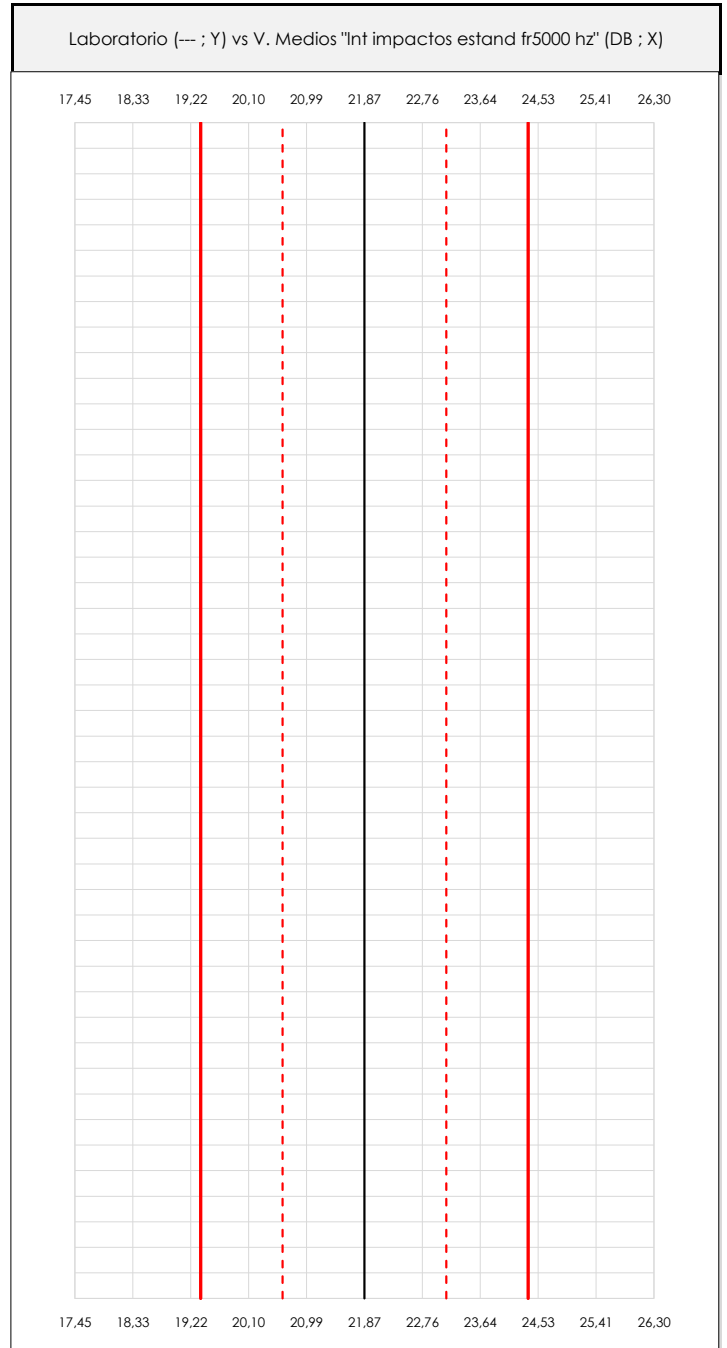
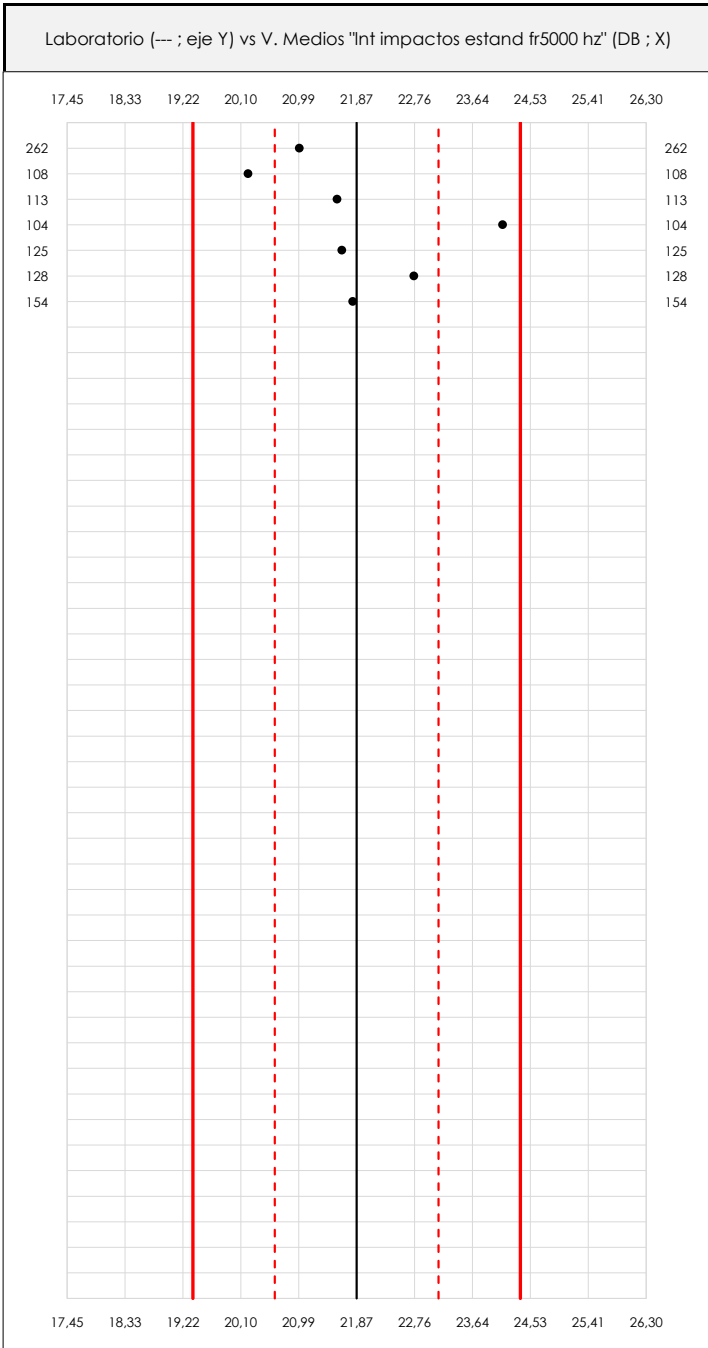
04. Análisis D: Estudio post-estadístico. Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



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 (21,87 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (23,12/20,62 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (24,37/19,37 ; líneas rojas de trazo continuo).

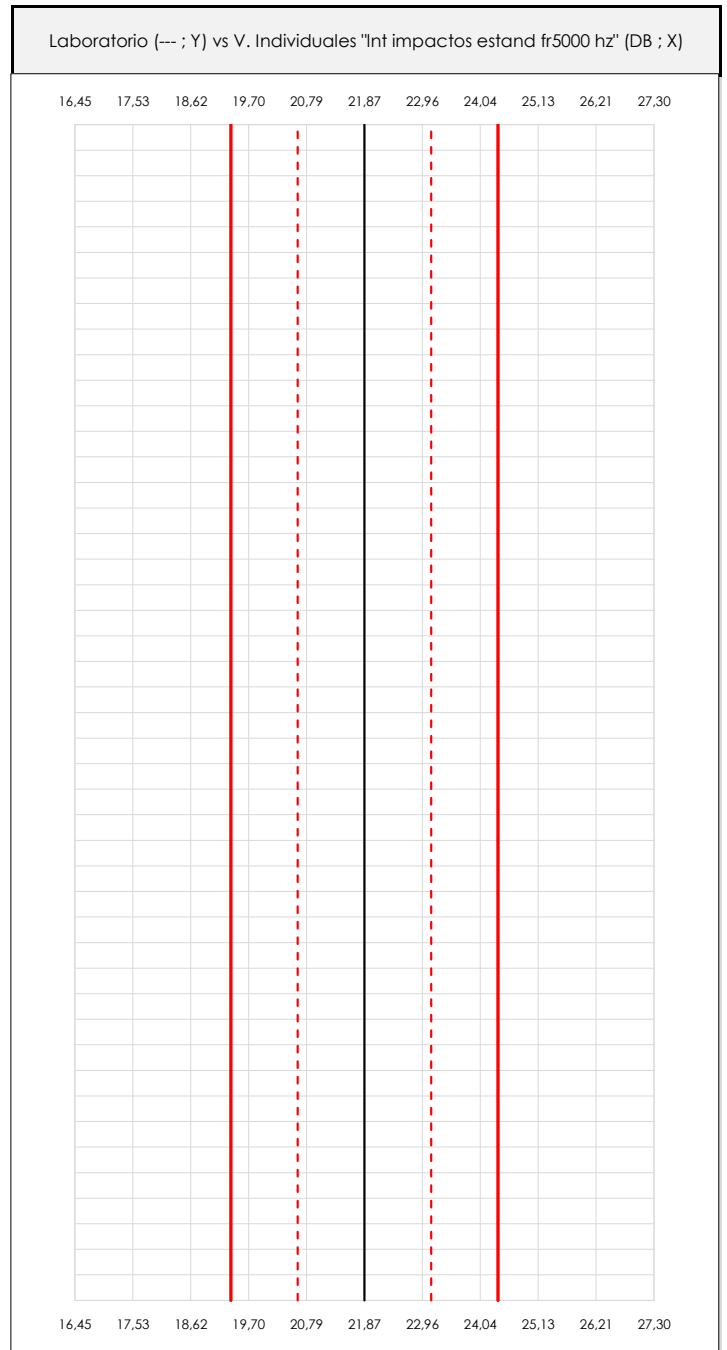
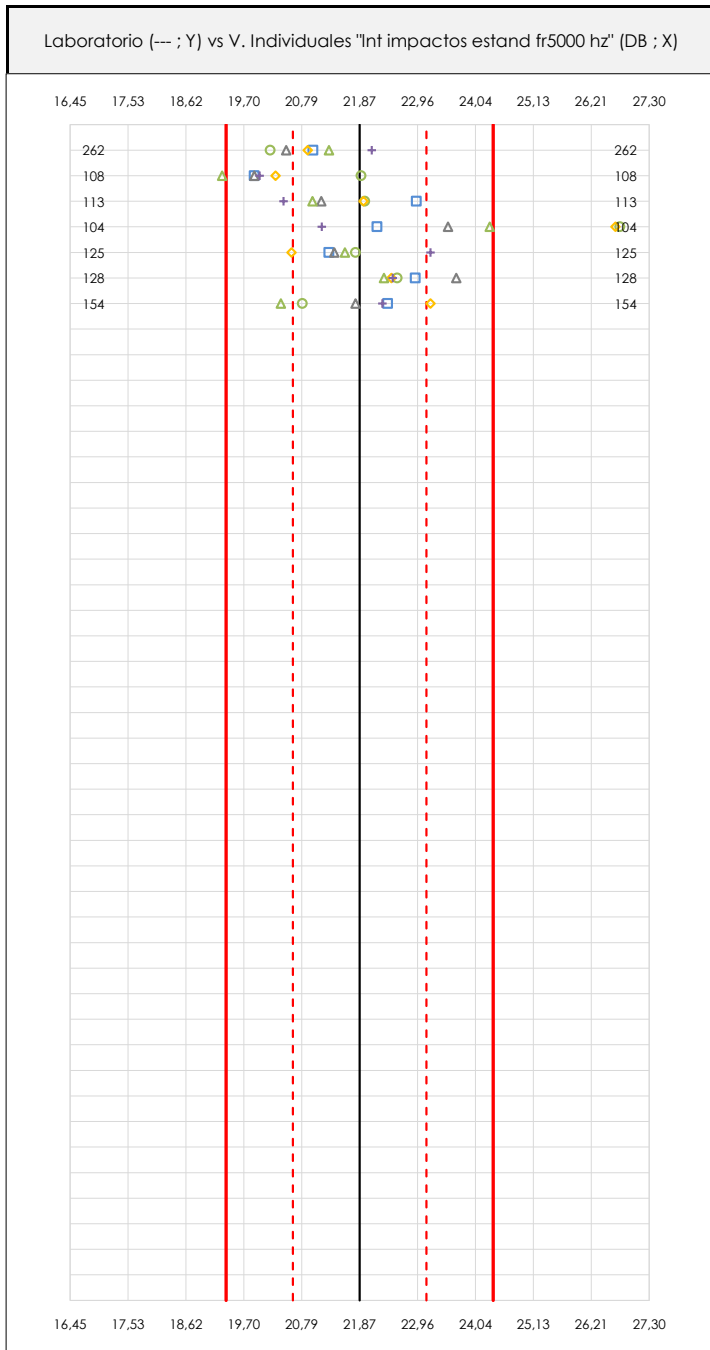
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



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 (21,87 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (23,12/20,62 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (24,37/19,37 ; 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.

CICEComité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación**LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
Z03	262	21,000	20,200	20,500	20,900	22,100	21,300			21,000	0,663	-3,99	✓	
Z04	108	19,900	21,900	19,900	20,300	20,000	19,300			20,217	0,886	-7,57	✓	
Z04	113	22,937	21,973	21,156	21,946	20,451	20,990			21,576	0,887	-1,36	✓	
Z04	104	22,200	26,749	23,529	26,668	21,165	24,313			24,104	2,290	10,20	✓	
Z07	125	21,300	21,800	21,400	20,600	23,200	21,600			21,650	0,862	-1,02	✓	
Z07	128	22,920	22,582	23,687	22,471	22,494	22,332			22,748	0,501	4,00	✓	
Z07	154	22,400	20,800	21,800	23,200	22,300	20,400			21,817	1,052	-0,26	✓	

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " 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]

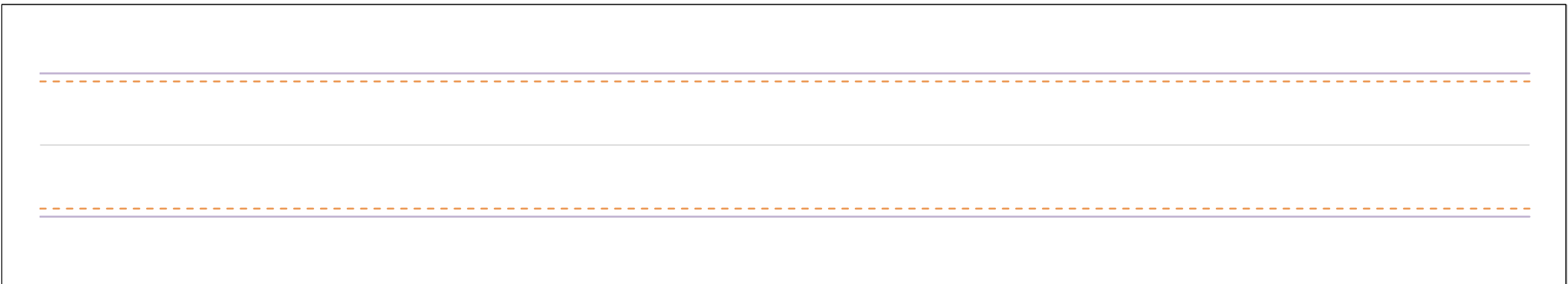
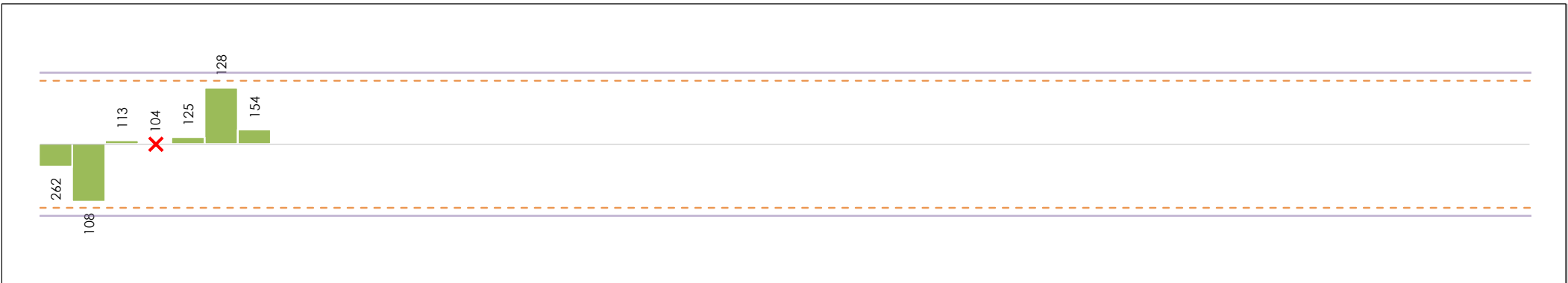
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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

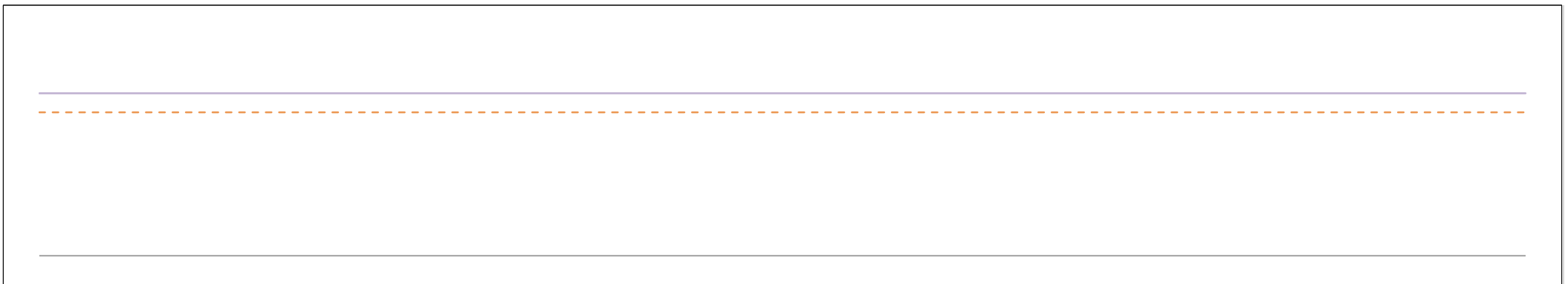
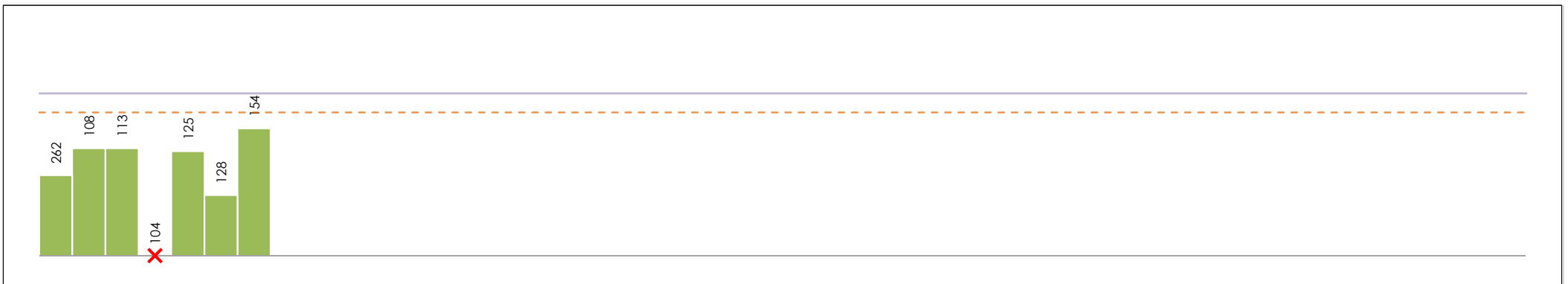
CICE
Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

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.

CICEComité 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.3. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X_{i1}	X_{i2}	X_{i3}	X_{i4}	X_{i5}	X_{i6}	X_{i7}	X_{i8}	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S_{Li}	$D_{i\text{crit}}\%$	h_i	k_i	C_i	$G_{\text{Sim Inf}}$	$G_{\text{Sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B	
Z03	262	21,000	20,200	20,500	20,900	22,100	21,300			21,000	0,663	-2,33	-0,59	0,80						0,2469	✓
Z04	108	19,900	21,900	19,900	20,300	20,000	19,300			20,217	0,886	-5,97	-1,52	1,07		1,517				0,2469	✓
Z04	113	22,937	21,973	21,156	21,946	20,451	20,990			21,576	0,887	0,35	0,09	1,07							✓
Z04	104	22,200	26,749	23,529	26,668	21,165	24,313			24,104	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
Z07	125	21,300	21,800	21,400	20,600	23,200	21,600			21,650	0,862	0,69	0,18	1,04							✓
Z07	128	22,920	22,582	23,687	22,471	22,494	22,332			22,748	0,501	5,80	1,47	0,60			1,473			0,3680	✓
Z07	154	22,400	20,800	21,800	23,200	22,300	20,400			21,817	1,052	1,47	0,37	1,27						0,3680	✓

NOTAS:

⁰¹ " X_{ij} con $j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{crit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

⁰² " S_{Li} " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{crit}}\%$ " 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

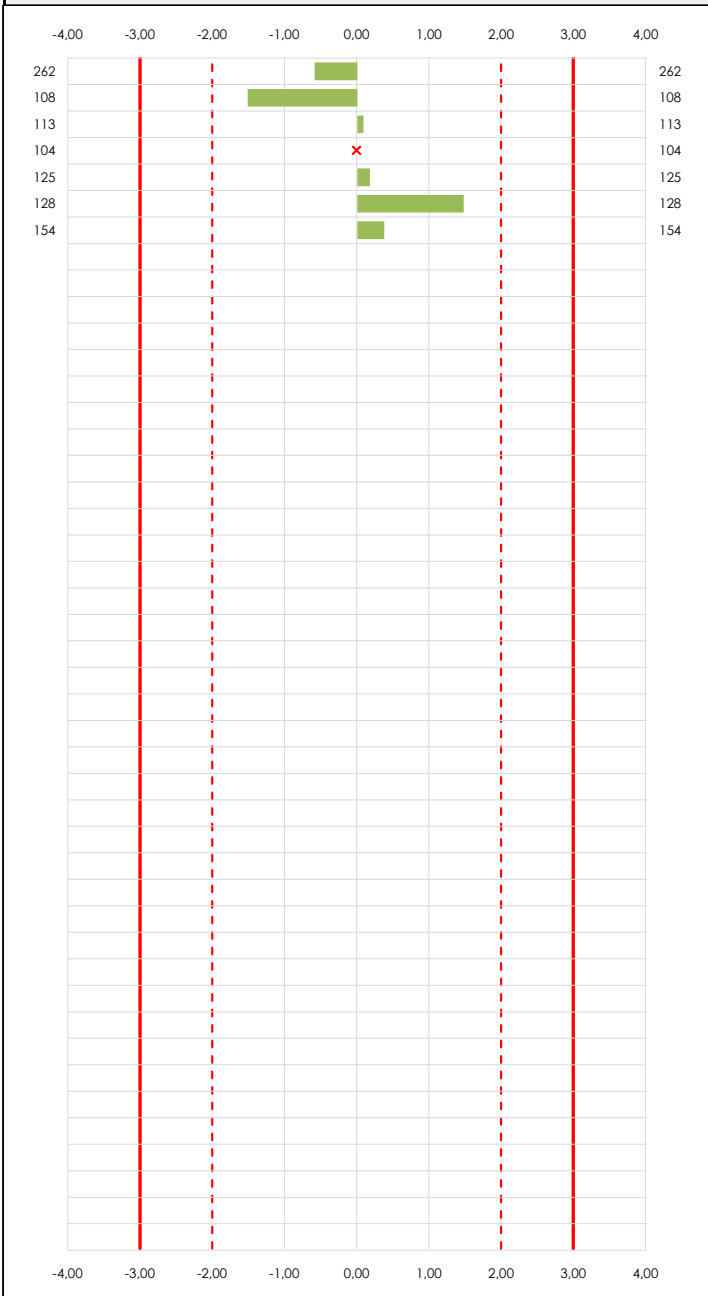


LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

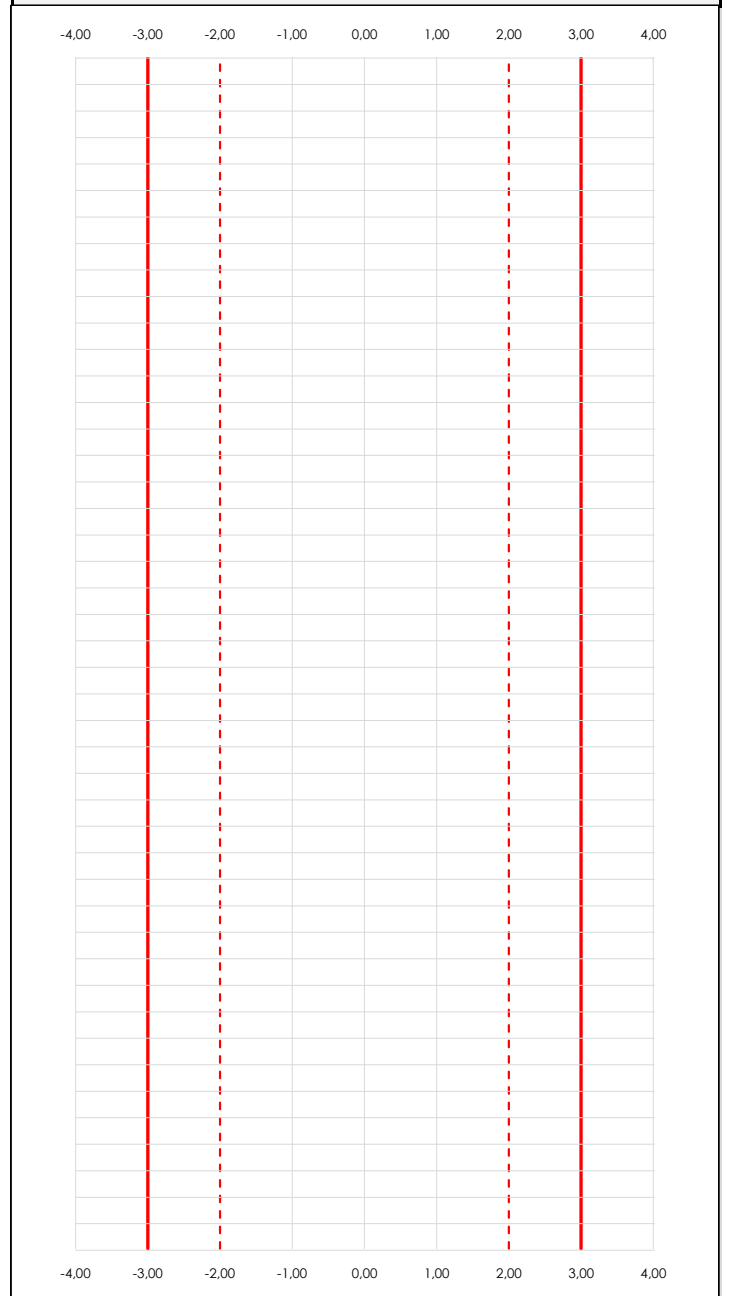
Análisis C. Evaluación Z-Score

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.

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.2. Determinaciones matemáticas

Code	Lab	X _{i1}	X _{i2}	X _{i3}	X _{i4}	X _{i5}	X _{i6}	X _{i7}	X _{i8}	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S _{Li}	D _{iarit} %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evalua
Z03	262	21,000	20,200	20,500	20,900	22,100	21,300			21,000	0,663	-2,33	✓	✓	✓			-0,592	S
Z04	108	19,900	21,900	19,900	20,300	20,000	19,300			20,217	0,886	-5,97	✓	✓	✓			-1,517	S
Z04	113	22,937	21,973	21,156	21,946	20,451	20,990			21,576	0,887	0,35	✓	✓	✓			0,088	S
Z04	104	22,200	26,749	23,529	26,668	21,165	24,313			24,104	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
Z07	125	21,300	21,800	21,400	20,600	23,200	21,600			21,650	0,862	0,69	✓	✓	✓			0,176	S
Z07	128	22,920	22,582	23,687	22,471	22,494	22,332			22,748	0,501	5,80	✓	✓	✓			1,473	S
Z07	154	22,400	20,800	21,800	23,200	22,300	20,400			21,817	1,052	1,47	✓	✓	✓			0,373	S

NOTAS:

- ⁰¹ "X_{ij} con j = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8" 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

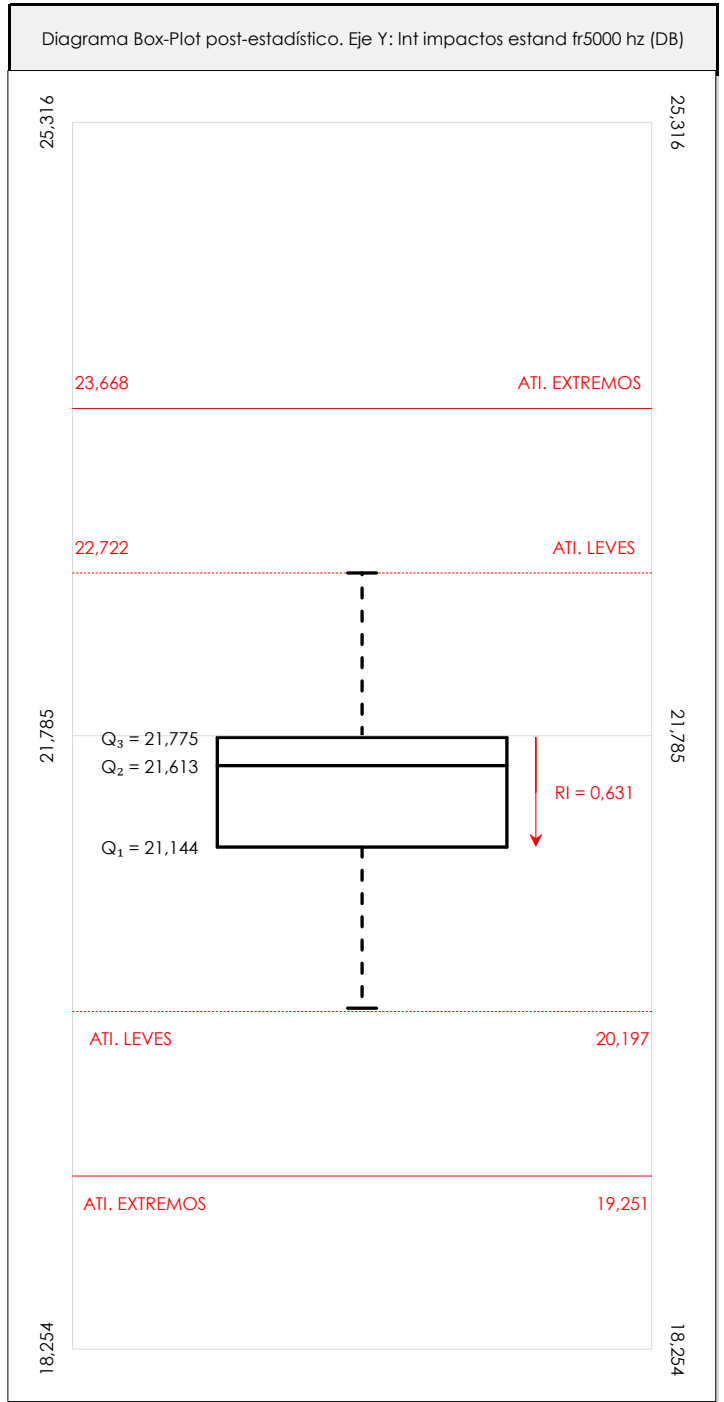
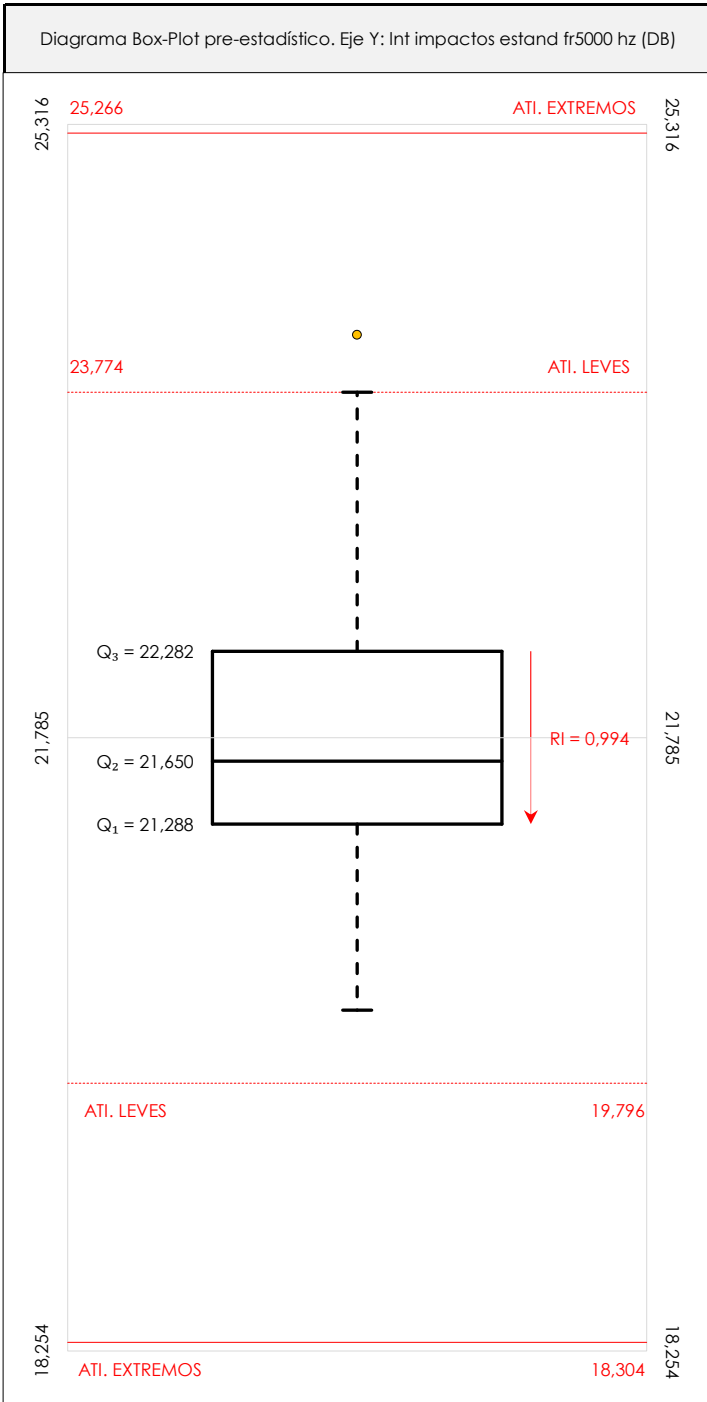
SACE
Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



LNT IMPACTOS ESTAND FR5000 HZ (DB)

Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

Diagramas de caja y bigotes (Box Plot) de las medias aritméticas de los resultados aportados por los laboratorios antes (diagrama de la izquierda. Este incluye valores aberrantes y anómalos) y después (diagrama de la derecha). No incluye los valores descartados a lo largo del estudio de análisis estadístico. En ambos se han representado: el primer cuartil (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 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 7 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 6 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				
	MAX	MIN	MED	DSV T	CV	MAX	MIN	MED	DSV T	CV
Variables										
Valor Individual 1 (X_{i1} ; %)	22,94	19,90	21,81	1,12	0,05	22,94	19,90	21,74	1,22	0,06
Valor Individual 2 (X_{i2} ; %)	26,75	20,20	22,29	2,12	0,10	22,58	20,20	21,54	0,87	0,04
Valor Individual 3 (X_{i3} ; %)	23,69	19,90	21,71	1,44	0,07	23,69	19,90	21,41	1,30	0,06
Valor Individual 4 (X_{i4} ; %)	26,67	20,30	22,30	2,19	0,10	23,20	20,30	21,57	1,15	0,05
Valor Individual 5 (X_{i5} ; %)	23,20	20,00	21,67	1,16	0,05	23,20	20,00	21,76	1,25	0,06
Valor Individual 6 (X_{i6} ; %)	24,31	19,30	21,46	1,58	0,07	22,33	19,30	20,99	1,05	0,05
Valor Individual 7 (X_{i7} ; %)										
Valor Individual 8 (X_{i8} ; %)										
Valor Individual Promedio ($\bar{X}_{i\text{ant}}$; %)	24,10	20,22	21,87	1,25	0,06	22,75	20,22	21,50	0,85	0,04
VARIABLES	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R	S_f^2	r	S_L^2	S_R^2	R
Valor Calculado	1,336	3,204	1,342	2,679	4,536	0,685	2,294	0,602	1,287	3,145
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				
	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}	h	k	C	G_{sim}	G_{Dob}
VARIABLES										
Nivel de Significación 1%	1,87	1,62	0,466	1,973	0,0116	1,87	1,62	0,520	1,973	0,0116
Nivel de Significación 5%	1,66	1,43	0,397	1,887	0,0349	1,66	1,43	0,445	1,887	0,0349

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 6 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).

abiendo 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.