

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr100 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

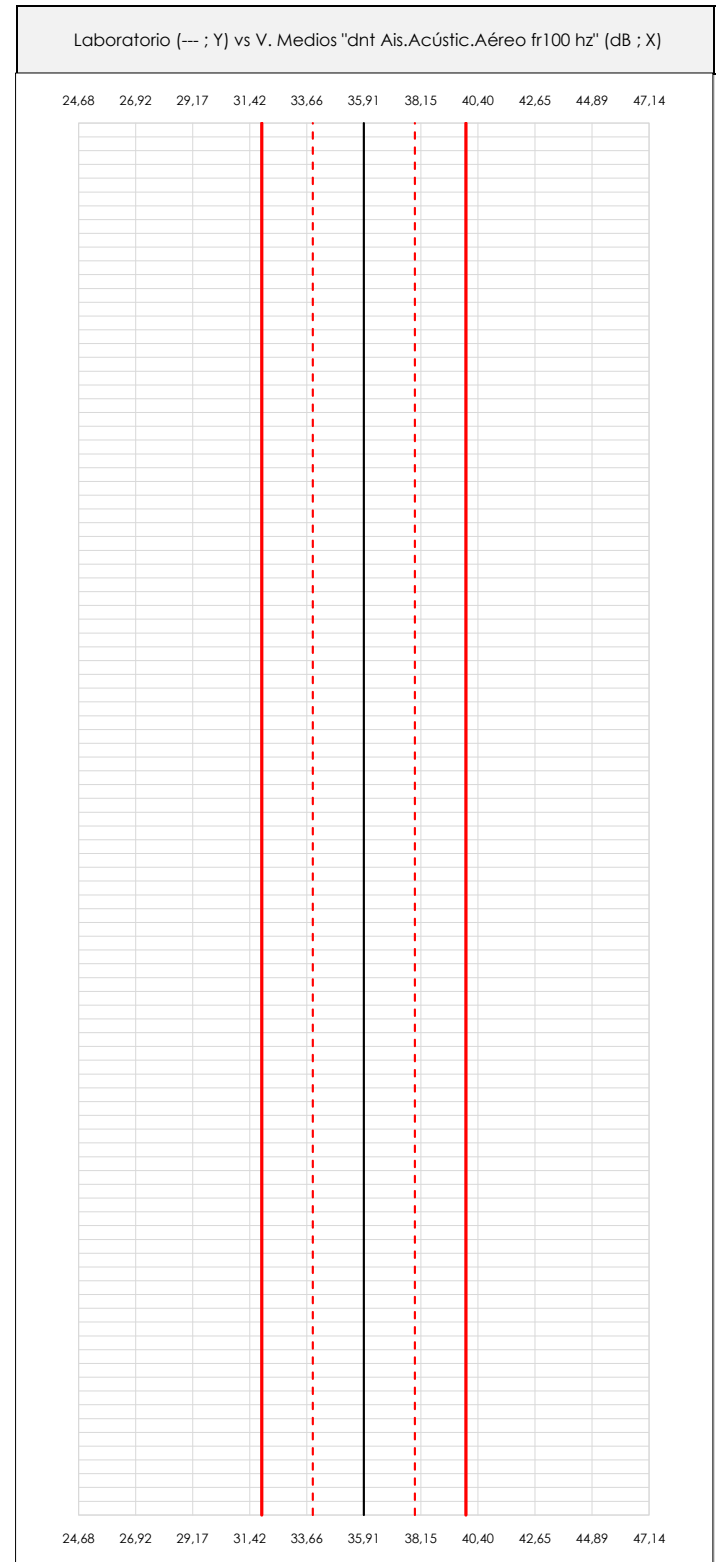
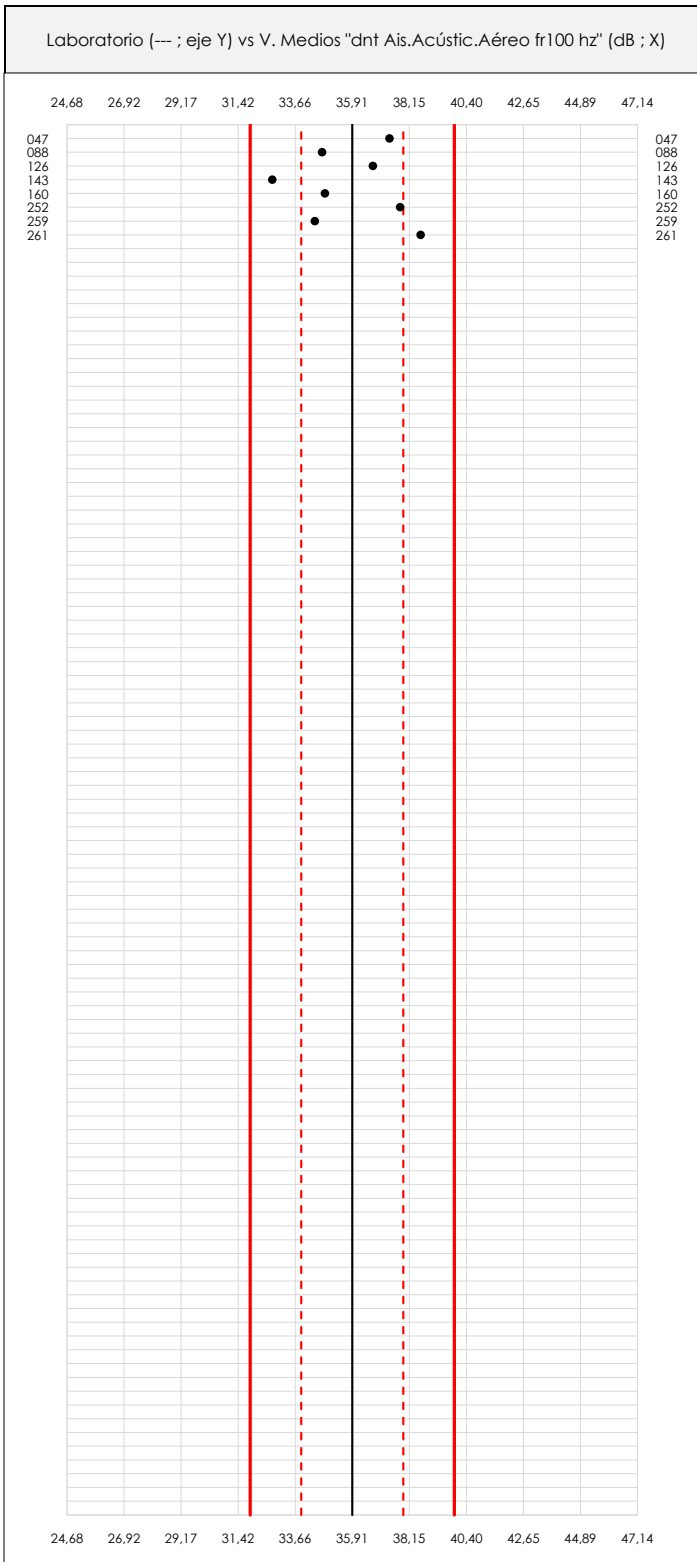
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

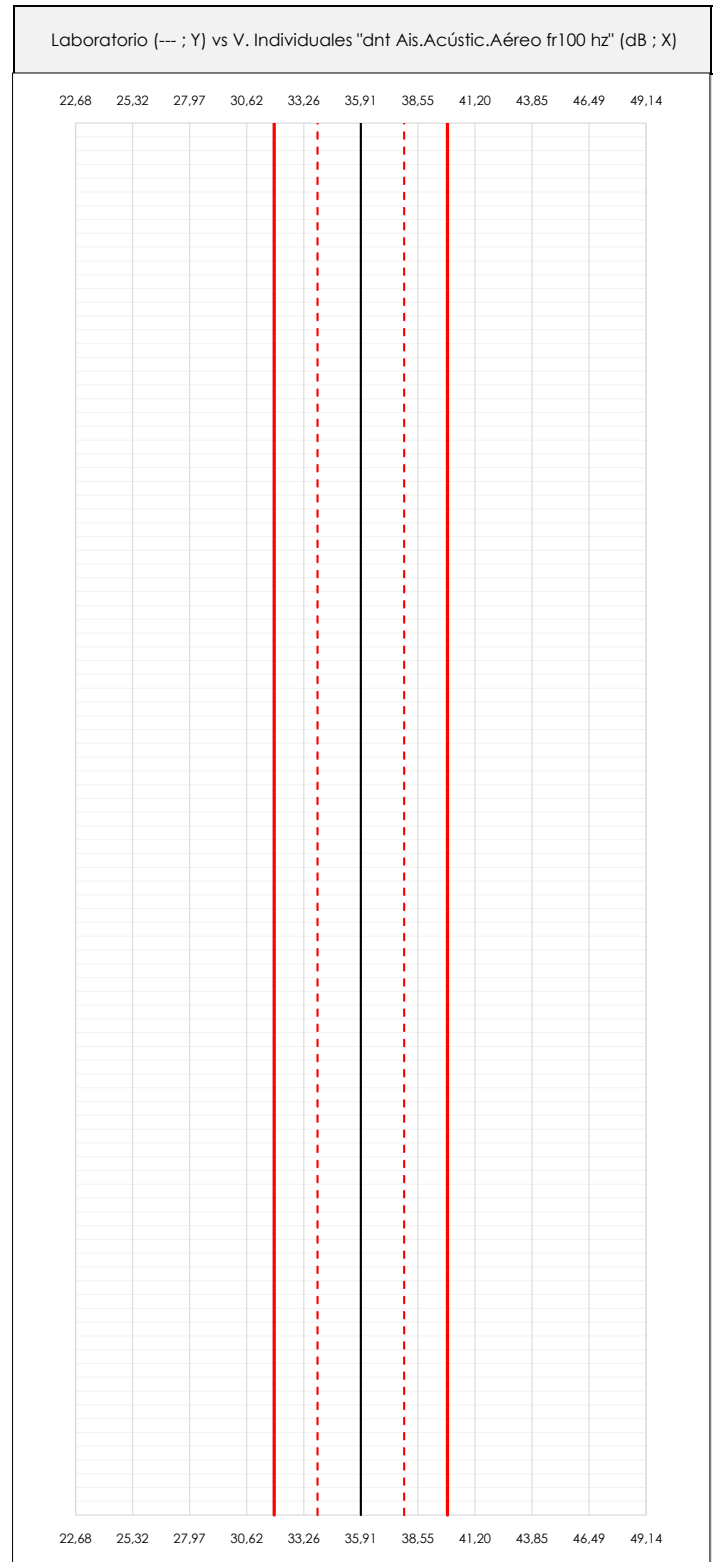
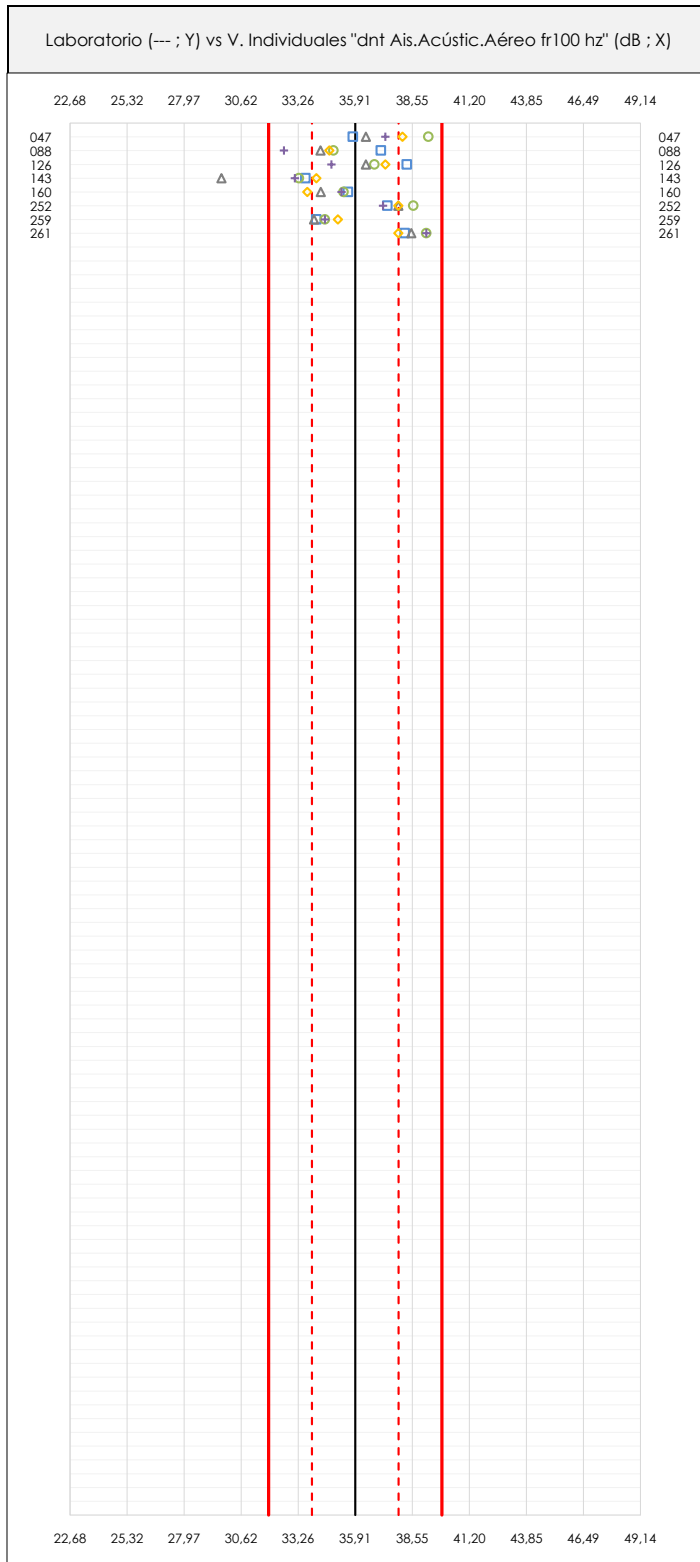
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,92/33,90 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,93/31,89 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (35,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,92/33,90 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,93/31,89 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	35,80	39,30	36,40	38,10	37,30	37,38	1,385	4,10	✓	
88	37,10	34,90	34,30	34,70	32,60	34,72	1,610	-3,31	✓	
126	38,30	36,80	36,40	37,30	34,80	36,72	1,287	2,26	✓	
143	33,60	33,30	29,70	34,10	33,10	32,76	1,752	-8,77	✓	
160	35,57	35,36	34,31	33,68	35,27	34,84	0,809	-2,97	✓	
252	37,40	38,60	37,90	37,90	37,20	37,80	0,543	5,27	✓	
259	34,10	34,50	34,00	35,10	34,50	34,44	0,434	-4,09	✓	
261	38,20	39,20	38,50	37,90	39,20	38,60	0,587	7,50	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

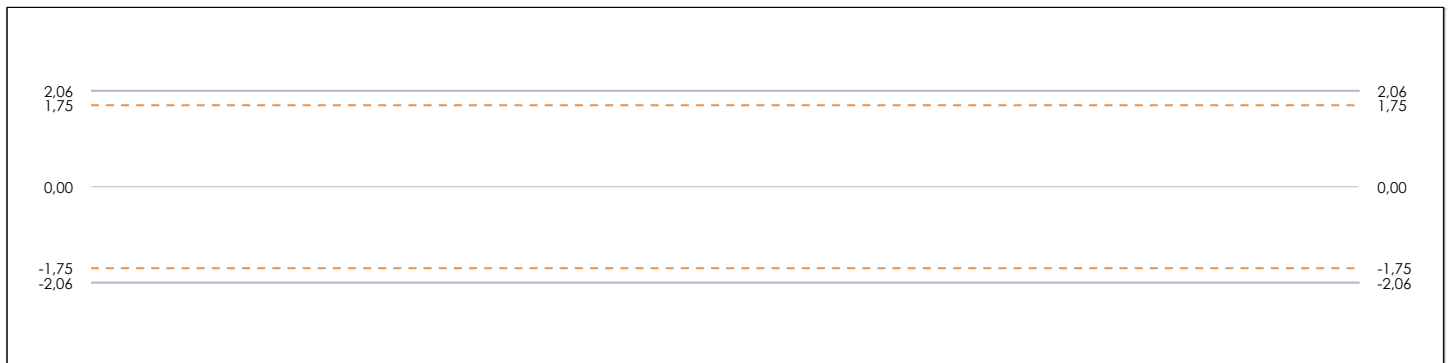
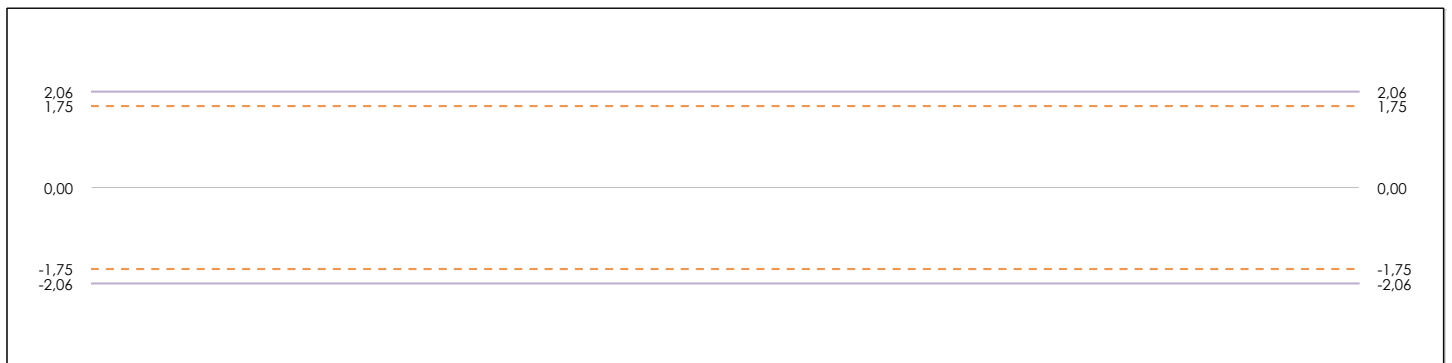
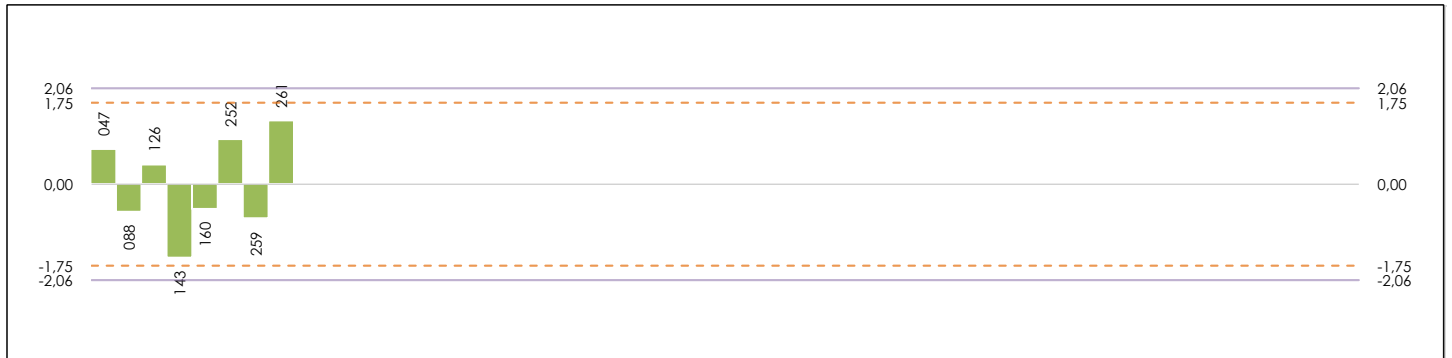
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	35,80	39,300	36,400	38,100	37,300	37,380	1,385	4,10	0,73	1,20						✓
88	37,10	34,900	34,300	34,700	32,600	34,720	1,610	-3,31	-0,59	1,39						✓
126	38,30	36,800	36,400	37,300	34,800	36,720	1,287	2,26	0,40	1,11						✓
143	33,60	33,300	29,700	34,100	33,100	32,760	1,752	-8,77	-1,57	1,51*	0,286	1,566		0,4479		✓
160	35,57	35,361	34,310	33,681	35,270	34,839	0,809	-2,97	-0,53	0,70						✓
252	37,40	38,600	37,900	37,900	37,200	37,800	0,543	5,27	0,94	0,47					0,4929	✓
259	34,10	34,500	34,000	35,100	34,500	34,440	0,434	-4,09	-0,73	0,37				0,4479		✓
261	38,20	39,200	38,500	37,900	39,200	38,600	0,587	7,50	1,34	0,51			1,340		0,4929	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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



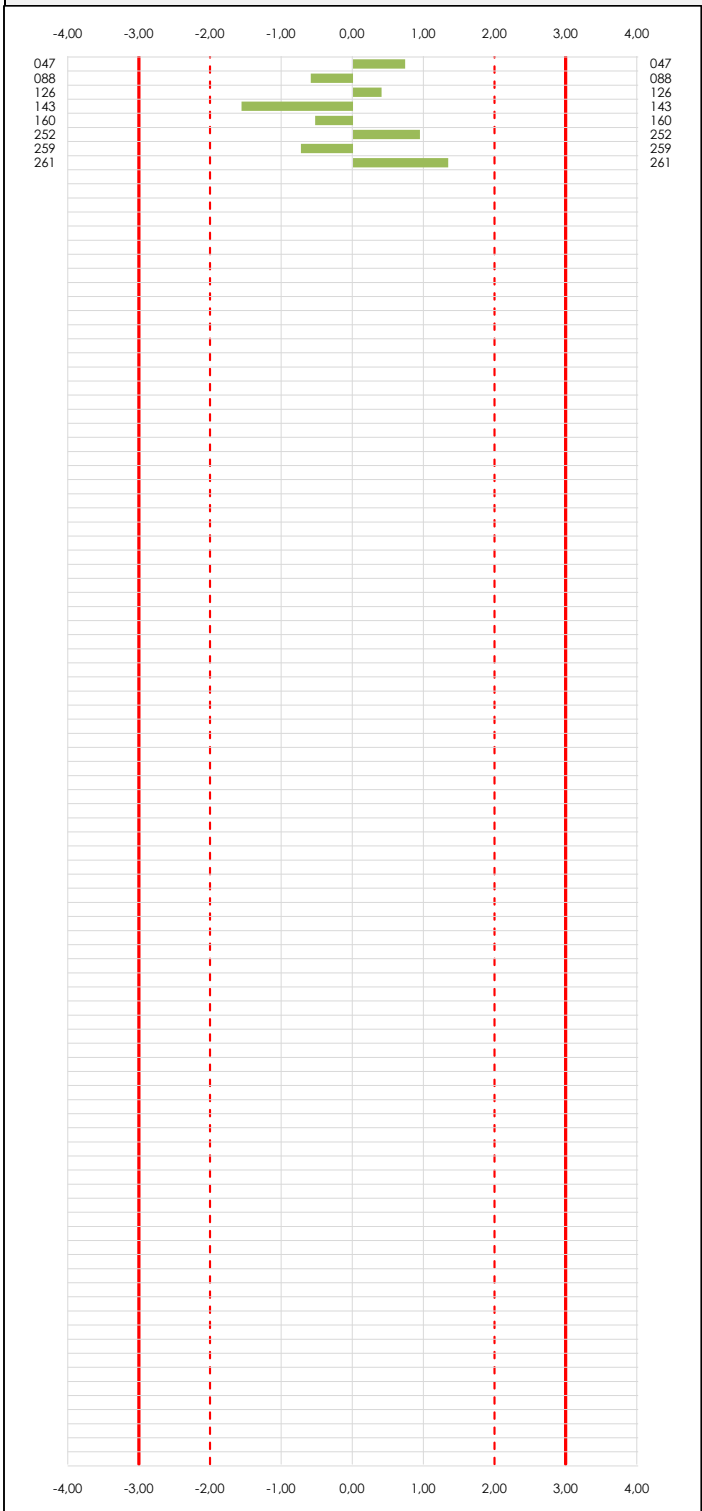


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)

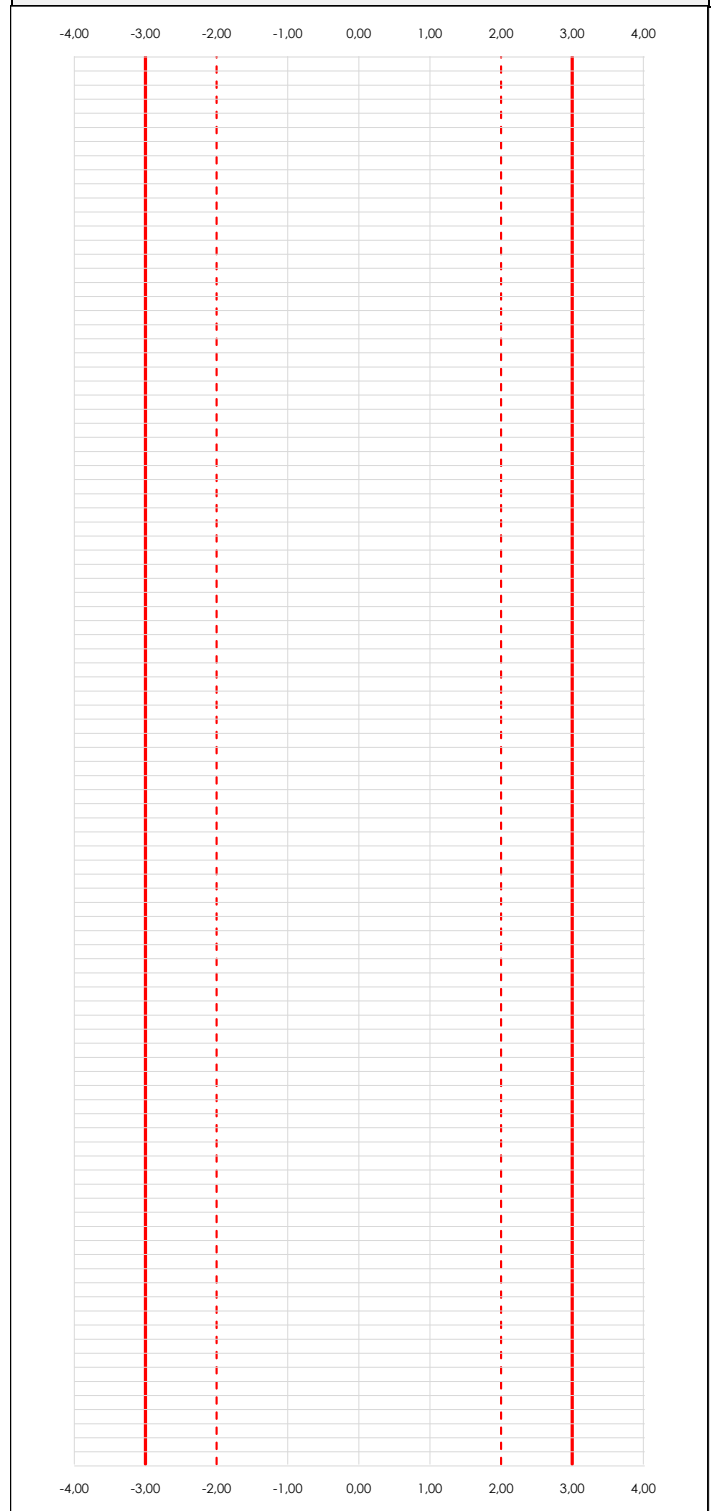
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr100 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>L1</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	35,80	39,30	36,40	38,10	37,30	37,38	1,385	4,10	✓	✓	✓			0,733	S
88	37,10	34,90	34,30	34,70	32,60	34,72	1,610	-3,31	✓	✓	✓			-0,591	S
126	38,30	36,80	36,40	37,30	34,80	36,72	1,287	2,26	✓	✓	✓			0,404	S
143	33,60	33,30	29,70	34,10	33,10	32,76	1,752	-8,77	✓	✓	✓			-1,566	S
160	35,57	35,36	34,31	33,68	35,27	34,84	0,809	-2,97	✓	✓	✓			-0,531	S
252	37,40	38,60	37,90	37,90	37,20	37,80	0,543	5,27	✓	✓	✓			0,942	S
259	34,10	34,50	34,00	35,10	34,50	34,44	0,434	-4,09	✓	✓	✓			-0,730	S
261	38,20	39,20	38,50	37,90	39,20	38,60	0,587	7,50	✓	✓	✓			1,340	S

**NOTAS:**

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

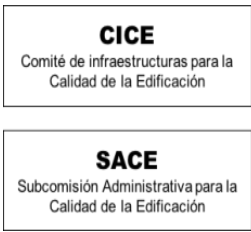
<sup>02</sup> "S<sub>L1</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

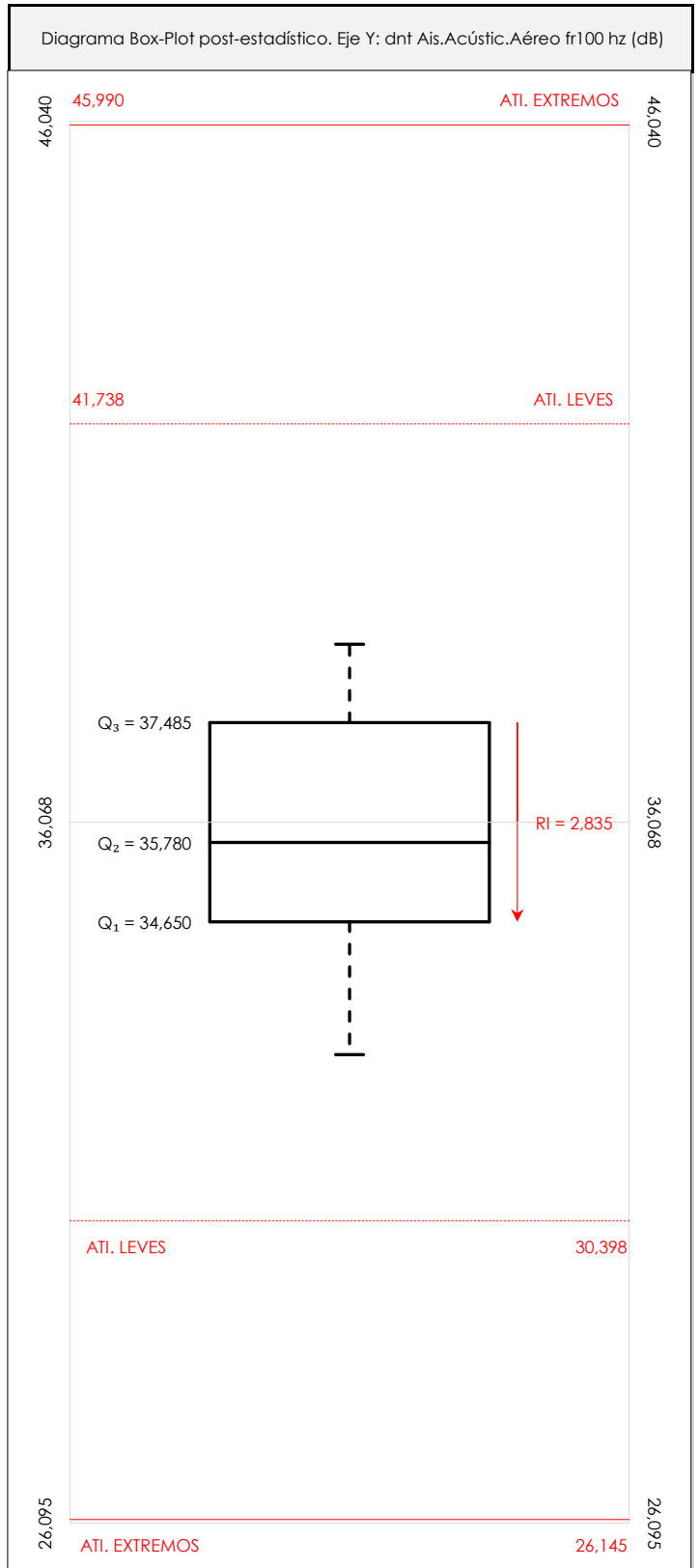
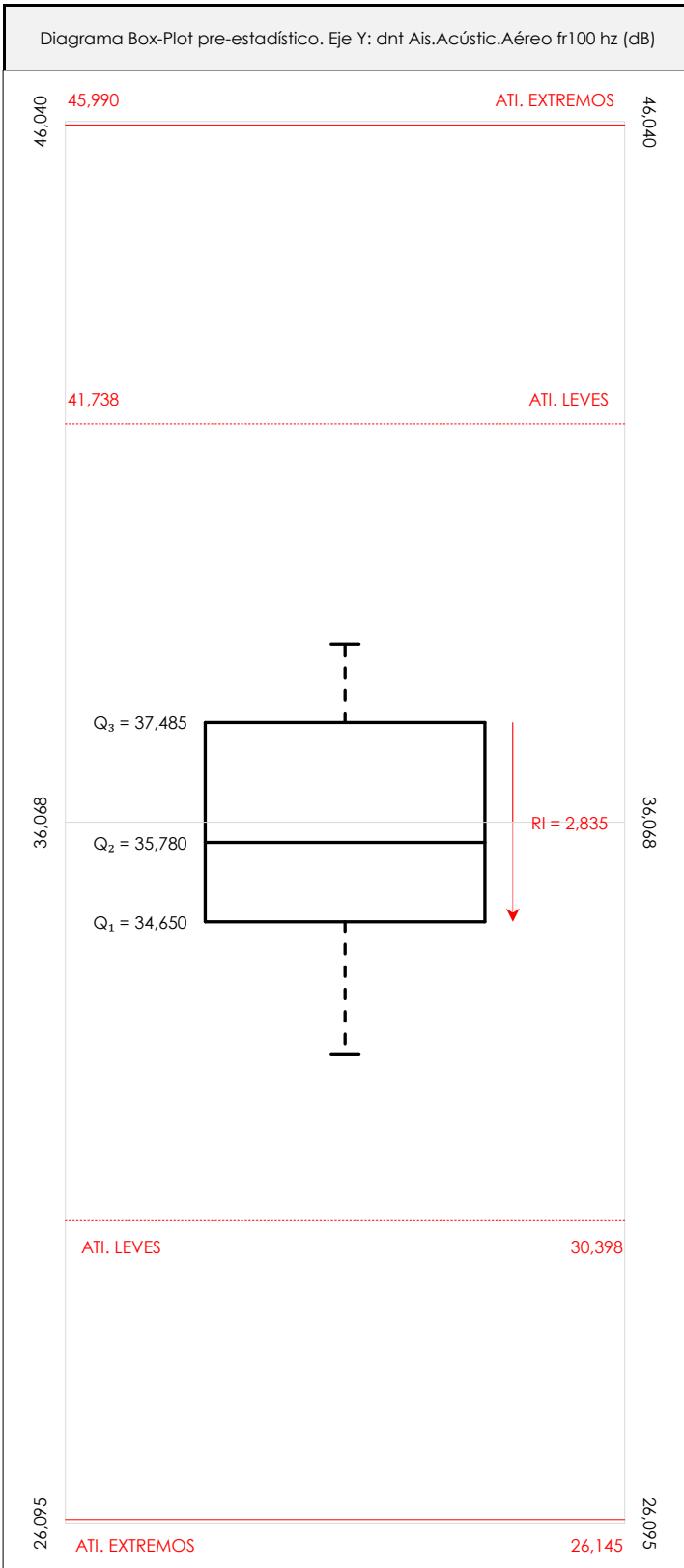
[insatisfactorio]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR100 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	38,30	39,30	38,50	38,10	39,20	38,60	38,30	39,30	38,50	38,10	39,20	38,60
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	33,60	33,30	29,70	33,68	32,60	32,76	33,60	33,30	29,70	33,68	32,60	32,76
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	36,26	36,50	35,19	36,10	35,50	35,91	36,26	36,50	35,19	36,10	35,50	35,91
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,79	2,32	2,79	1,88	2,25	2,01	1,79	2,32	2,79	1,88	2,25	2,01
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,05	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,08	0,05	0,06	0,06
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
<b>Valor Calculado</b>	1,340	3,208	3,771	5,110	6,266	1,340	3,208	3,771	5,110	6,266		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr125 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

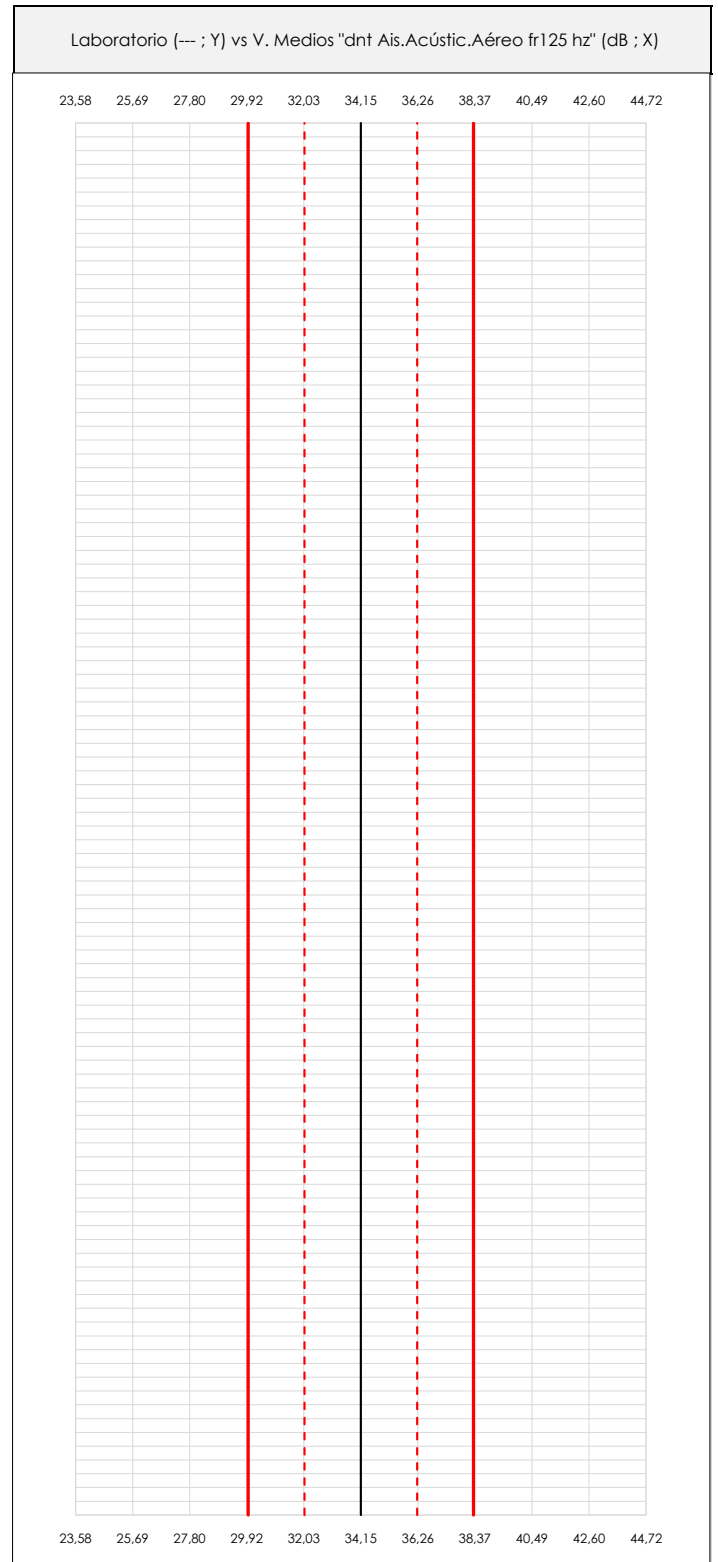
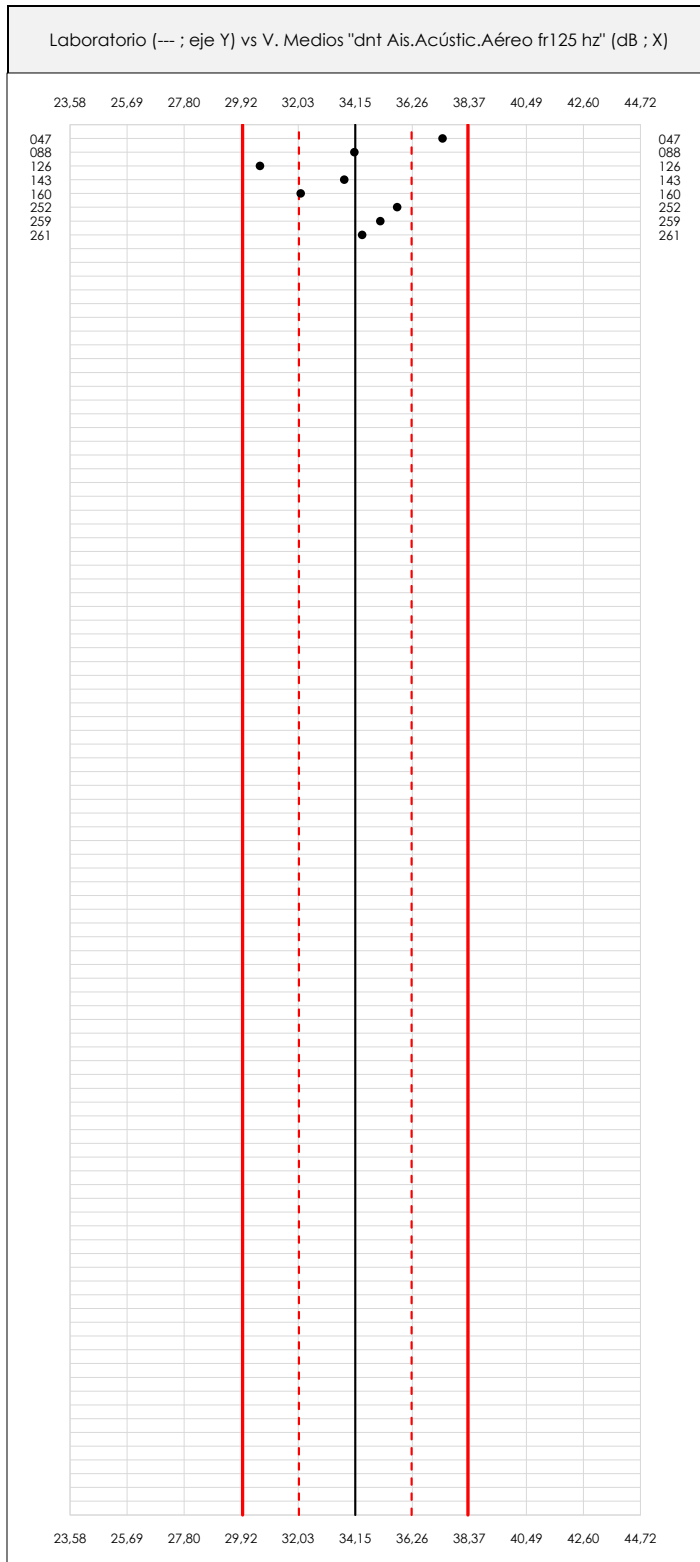
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

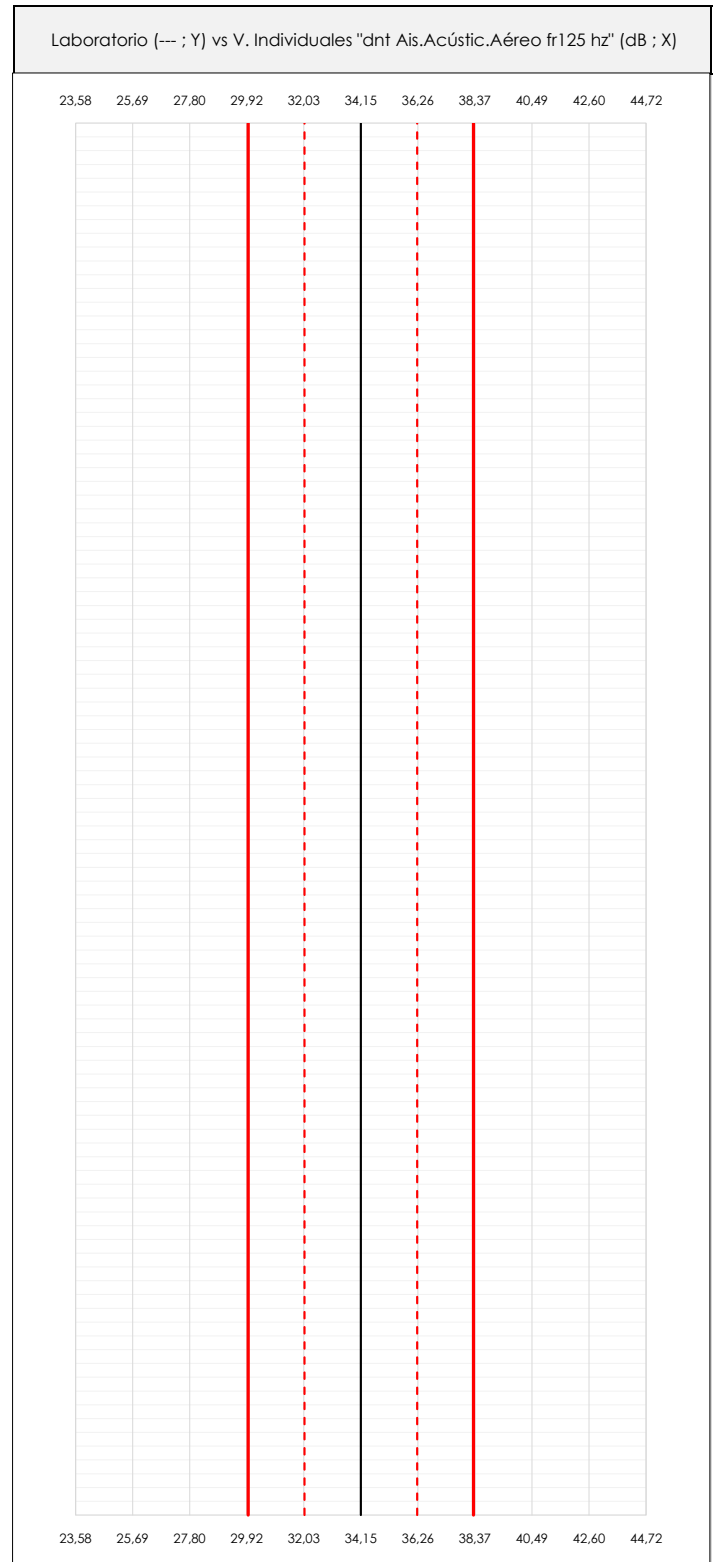
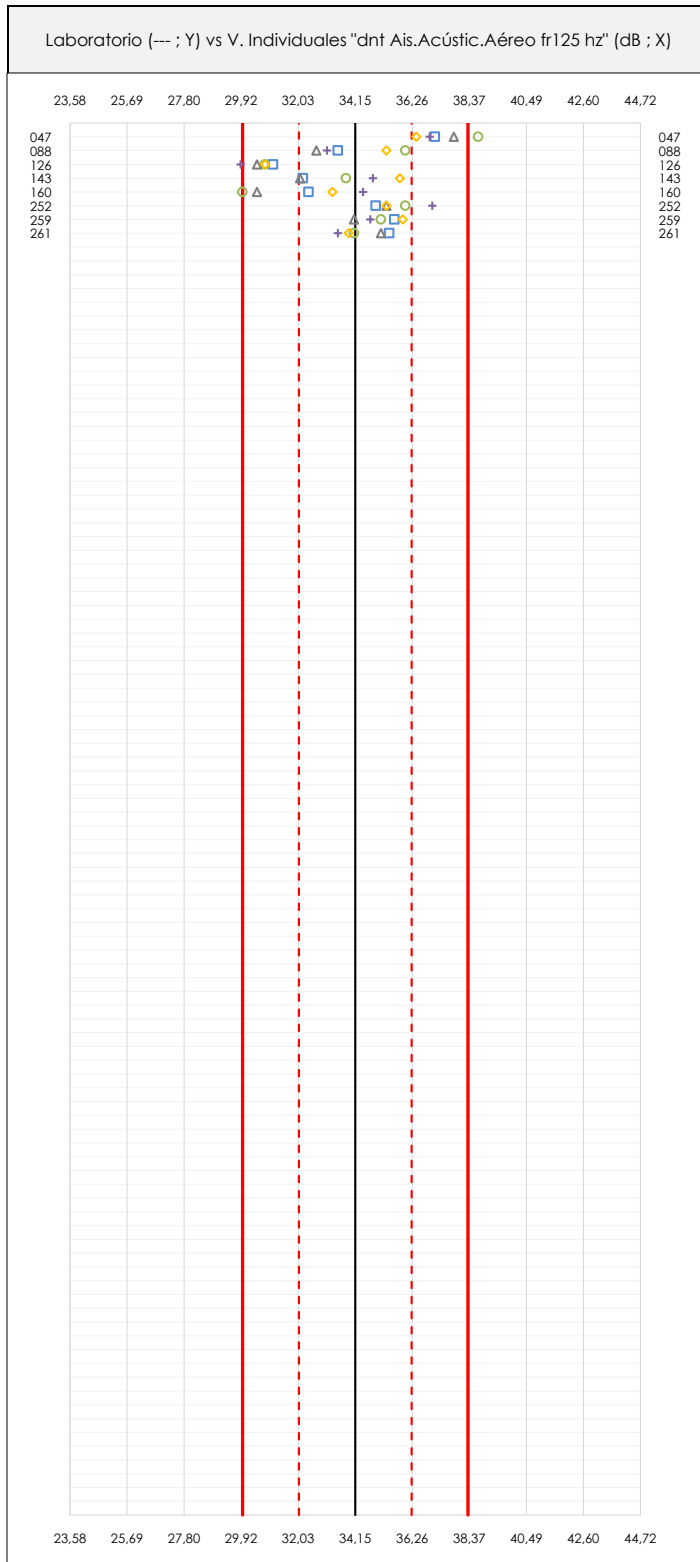
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (34,15 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,23/32,06 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,32/29,97 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (34,15 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,23/32,06 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,32/29,97 ; 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: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.





# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	37,10	38,70	37,80	36,40	36,90	37,38	0,893	9,47	✓	
88	33,50	36,00	32,70	35,30	33,10	34,12	1,446	-0,07	✓	
126	31,10	30,80	30,50	30,80	29,90	30,62	0,455	-10,32	✓	
143	32,20	33,80	32,10	35,80	34,80	33,74	1,615	-1,19	✓	
160	32,41	29,97	30,50	33,30	34,44	32,12	1,878	-5,92	✓	
252	34,90	36,00	35,30	35,30	37,00	35,70	0,828	4,55	✓	
259	35,60	35,10	34,10	35,90	34,70	35,08	0,716	2,74	✓	
261	35,40	34,10	35,10	33,90	33,50	34,40	0,812	0,75	✓	

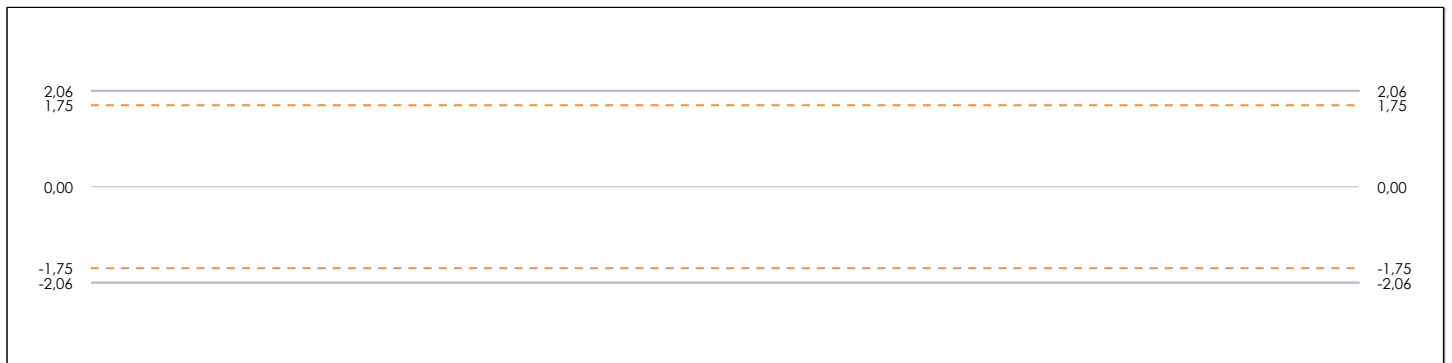
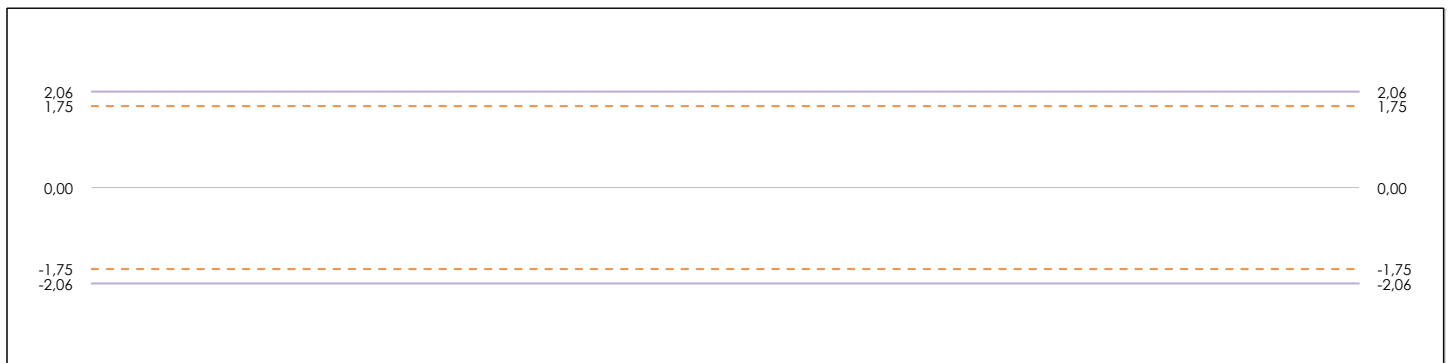
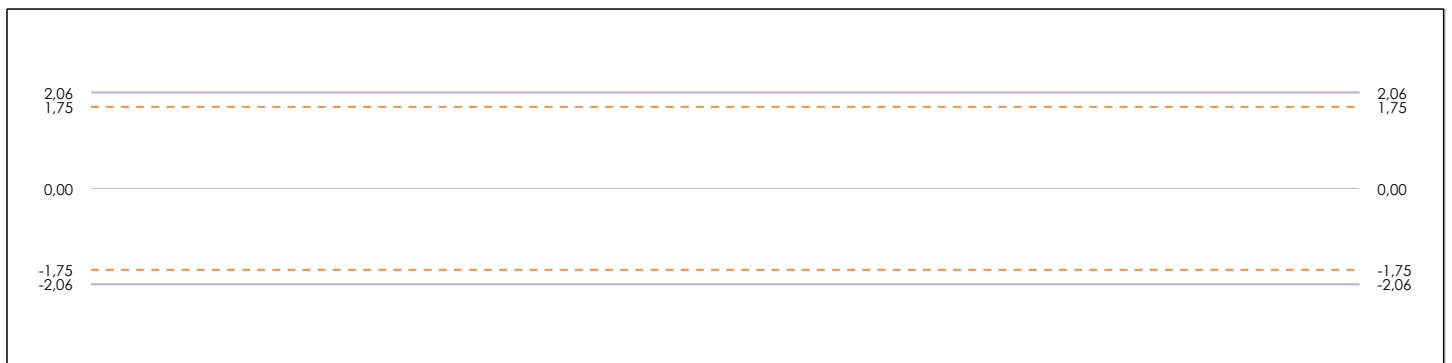
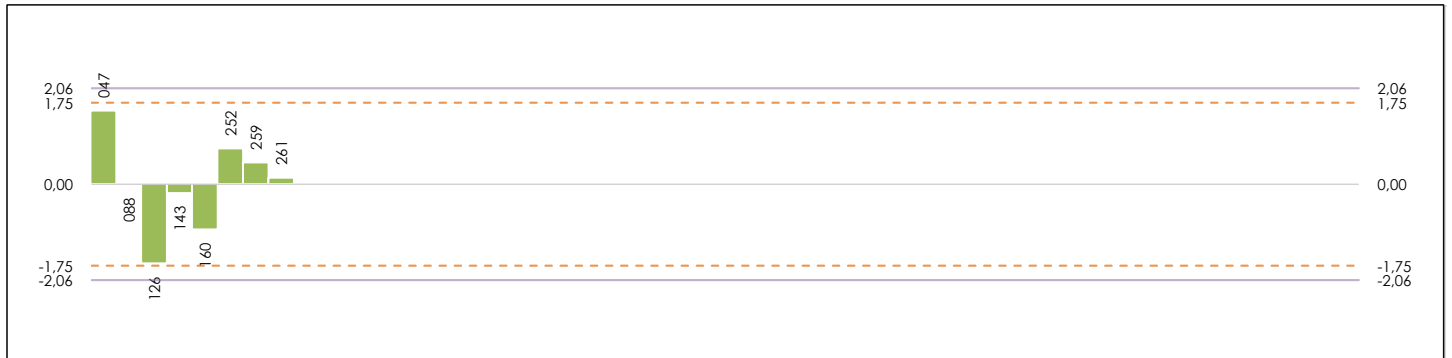
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

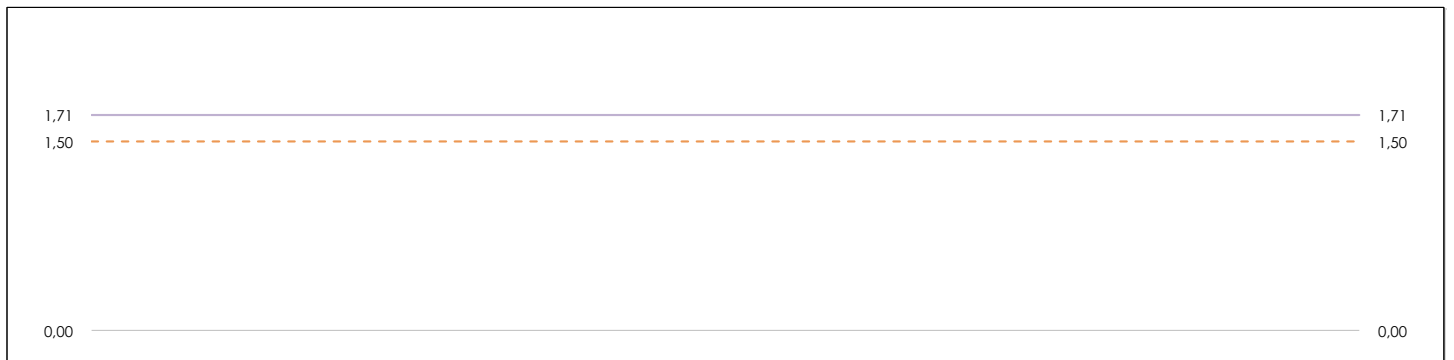
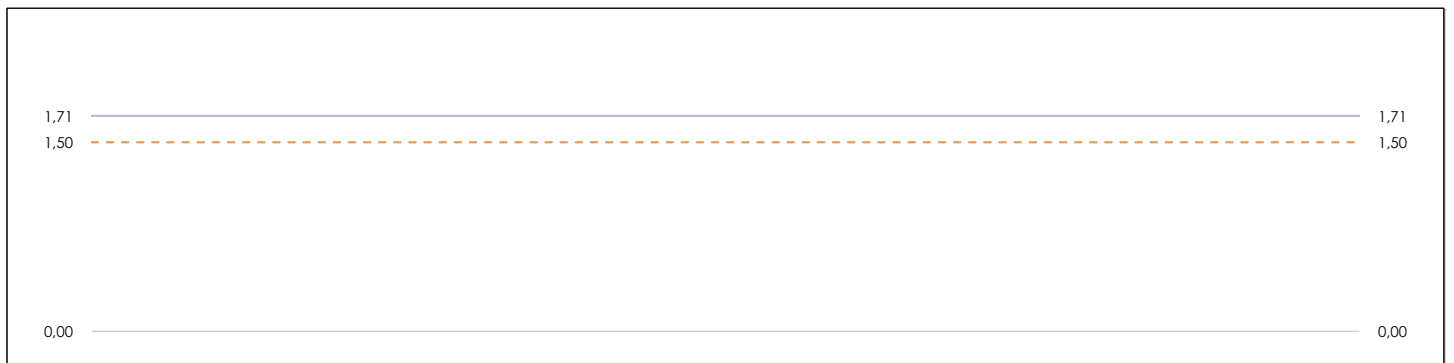
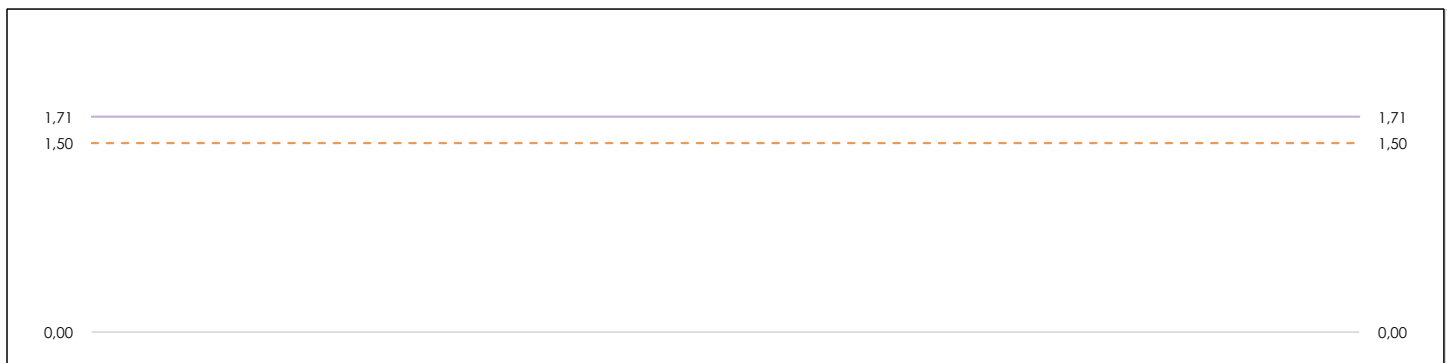
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	37,10	38,700	37,800	36,400	36,900	37,380	0,893	9,47	1,55	0,76			1,550		0,4524	✓
88	33,50	36,000	32,700	35,300	33,100	34,120	1,446	-0,07	-0,01	1,23						✓
126	31,10	30,800	30,500	30,800	29,900	30,620	0,455	-10,32	-1,69	0,39		1,689		0,2902		✓
143	32,20	33,800	32,100	35,800	34,800	33,740	1,615	-1,19	-0,19	1,37						✓
160	32,41	29,966	30,500	33,300	34,435	32,122	1,878	-5,92	-0,97	1,59*	0,318			0,2902		✓
252	34,90	36,000	35,300	35,300	37,000	35,700	0,828	4,55	0,74	0,70					0,4524	✓
259	35,60	35,100	34,100	35,900	34,700	35,080	0,716	2,74	0,45	0,61						✓
261	35,40	34,100	35,100	33,900	33,500	34,400	0,812	0,75	0,12	0,69						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

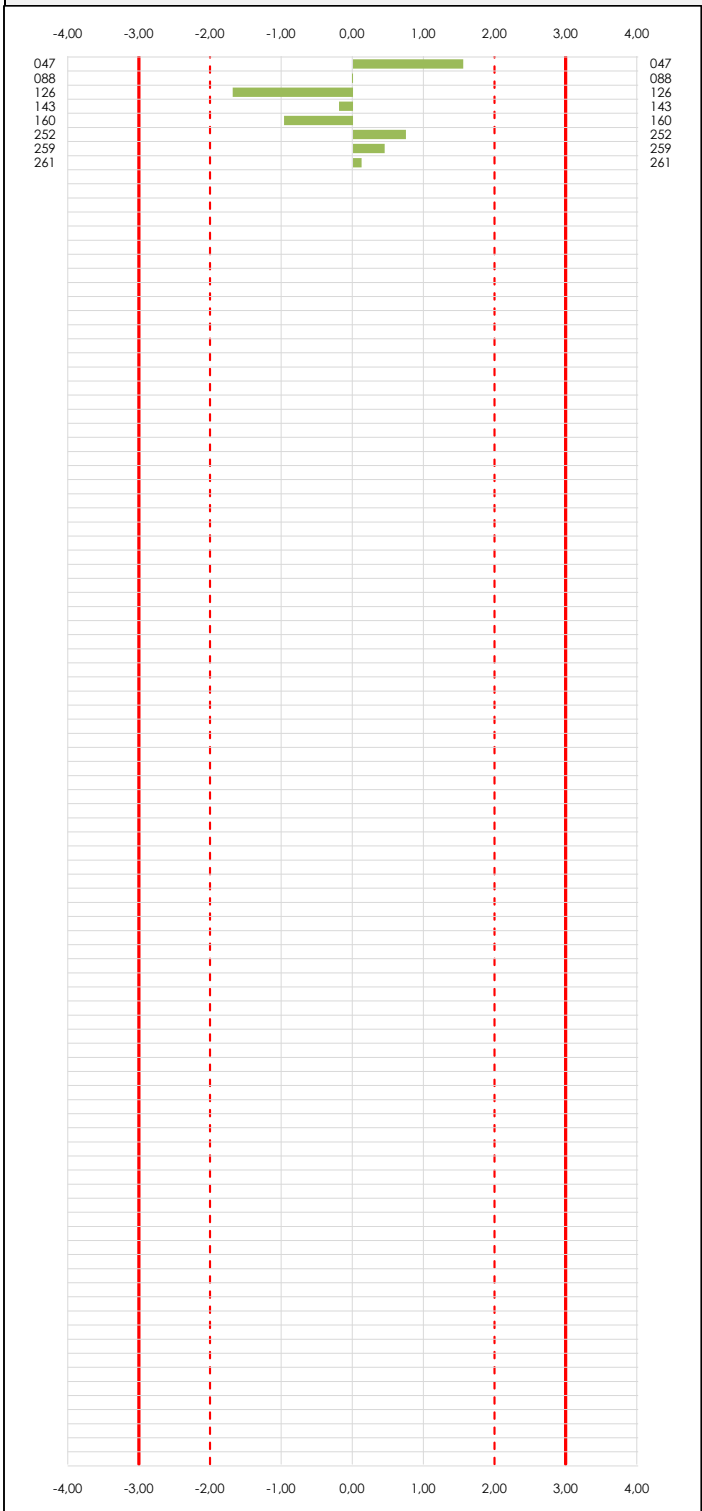


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB)

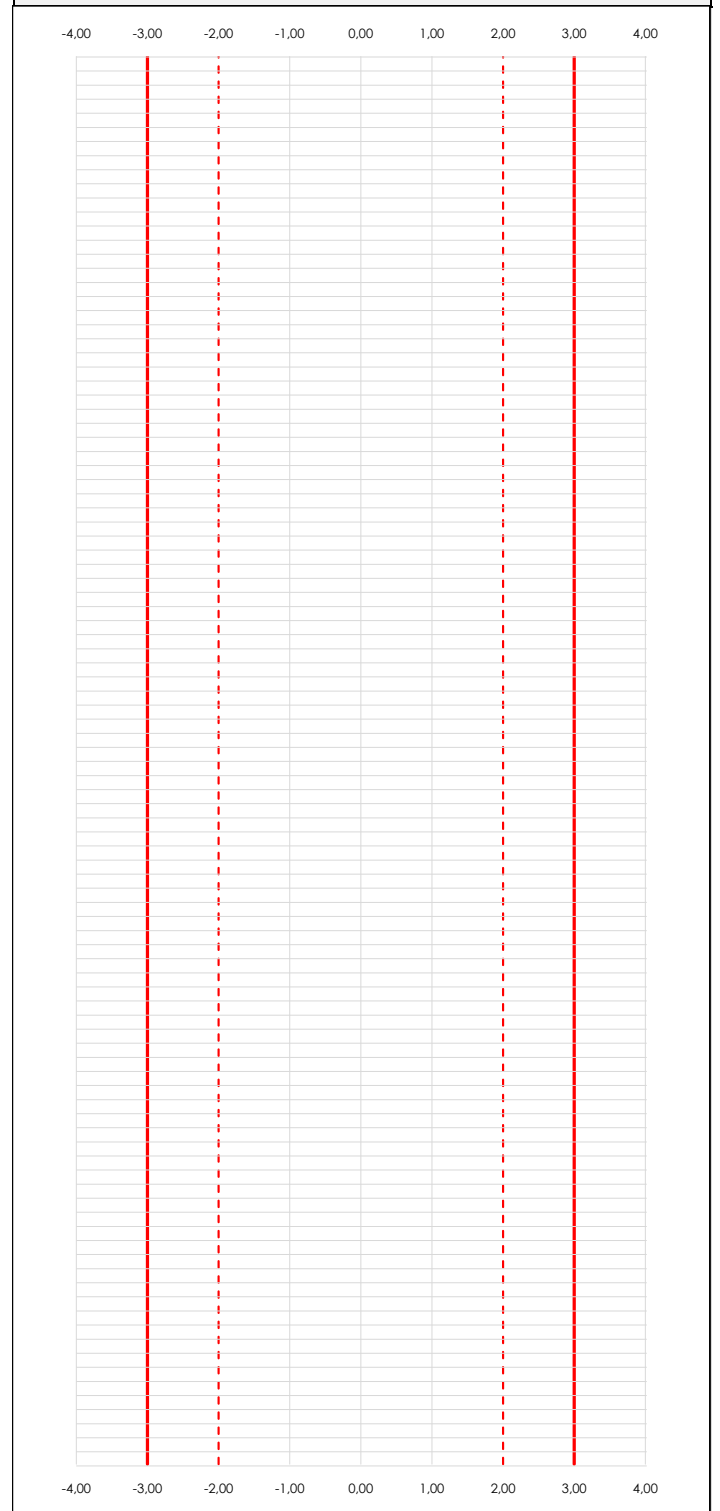
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr125 hz" (--- ; eje X)



Laboratorio (--- ; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	37,10	38,70	37,80	36,40	36,90	37,38	0,893	9,47	✓	✓	✓			1,550	S
88	33,50	36,00	32,70	35,30	33,10	34,12	1,446	-0,07	✓	✓	✓			-0,012	S
126	31,10	30,80	30,50	30,80	29,90	30,62	0,455	-10,32	✓	✓	✓			-1,689	S
143	32,20	33,80	32,10	35,80	34,80	33,74	1,615	-1,19	✓	✓	✓			-0,194	S
160	32,41	29,97	30,50	33,30	34,44	32,12	1,878	-5,92	✓	✓	✓			-0,969	S
252	34,90	36,00	35,30	35,30	37,00	35,70	0,828	4,55	✓	✓	✓			0,745	S
259	35,60	35,10	34,10	35,90	34,70	35,08	0,716	2,74	✓	✓	✓			0,448	S
261	35,40	34,10	35,10	33,90	33,50	34,40	0,812	0,75	✓	✓	✓			0,122	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

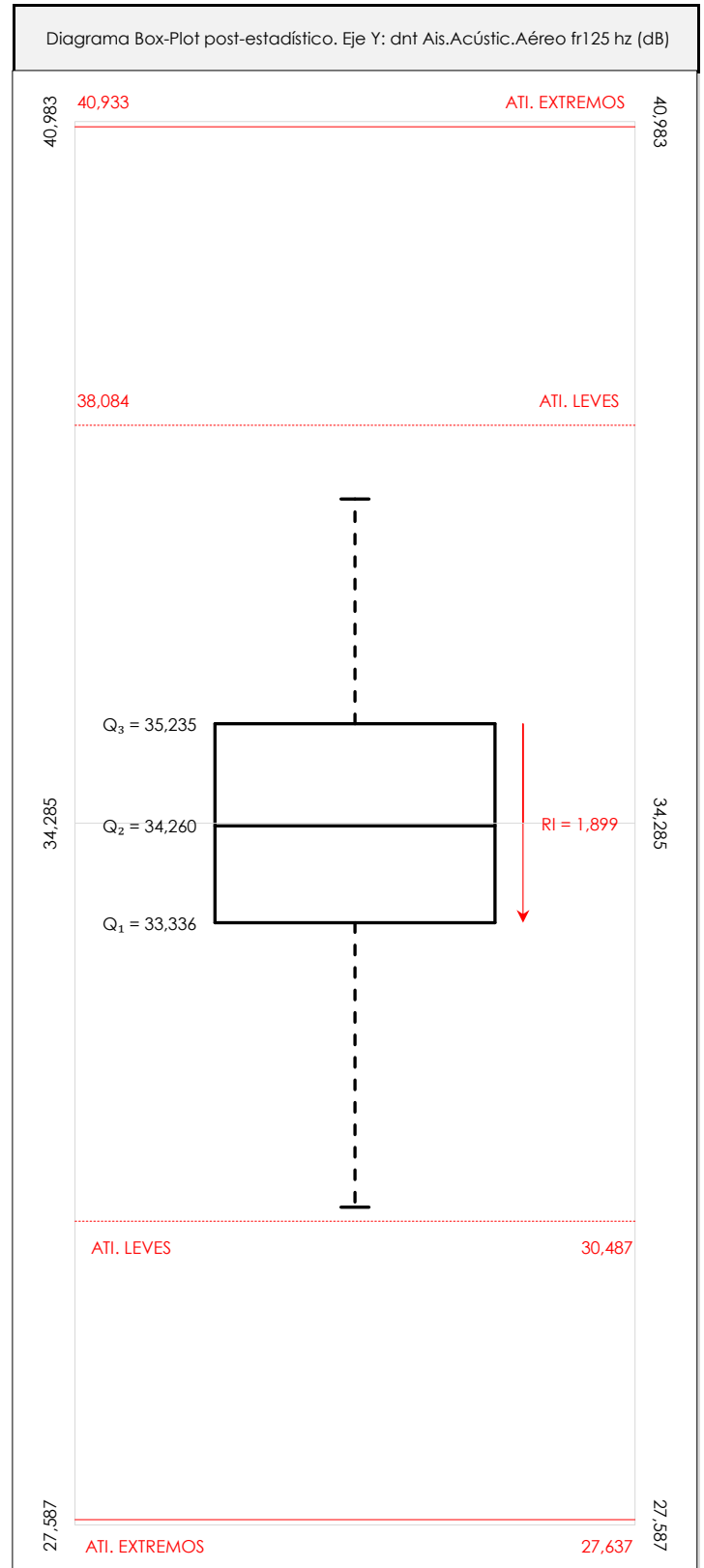
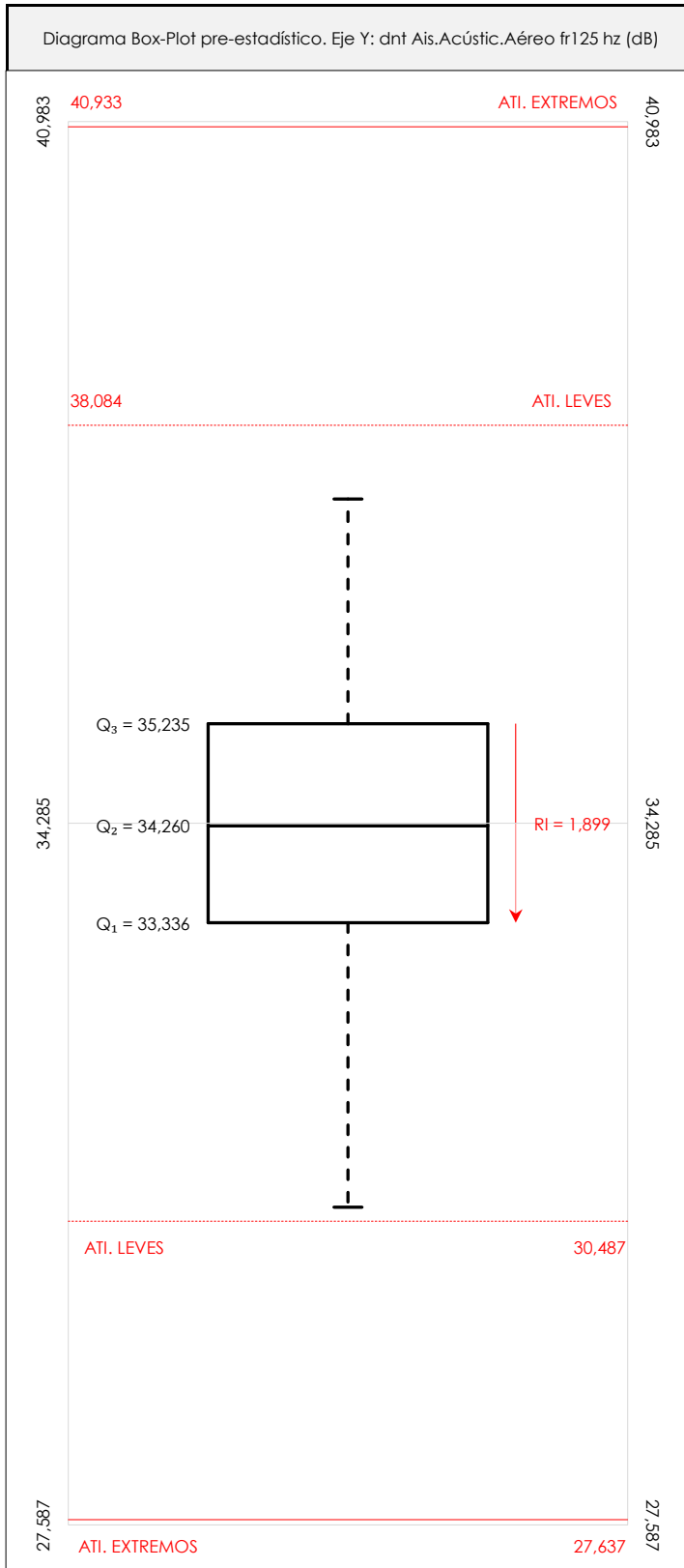
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>\*</sup> y f<sub>1</sub><sup>\*</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR125 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	37,10	38,70	37,80	36,40	37,00	37,38	37,10	38,70	37,80	36,40	37,00	37,38
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	31,10	29,97	30,50	30,80	29,90	30,62	31,10	29,97	30,50	30,80	29,90	30,62
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	34,03	34,31	33,51	34,59	34,29	34,15	34,03	34,31	33,51	34,59	34,29	34,15
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	2,05	2,86	2,54	1,85	2,27	2,09	2,05	2,86	2,54	1,85	2,27	2,09
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,06	0,08	0,08	0,05	0,07	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,07	0,06
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	1,386	3,263	4,081	5,466	6,481		1,386	3,263	4,081	5,466	6,481	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr160 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

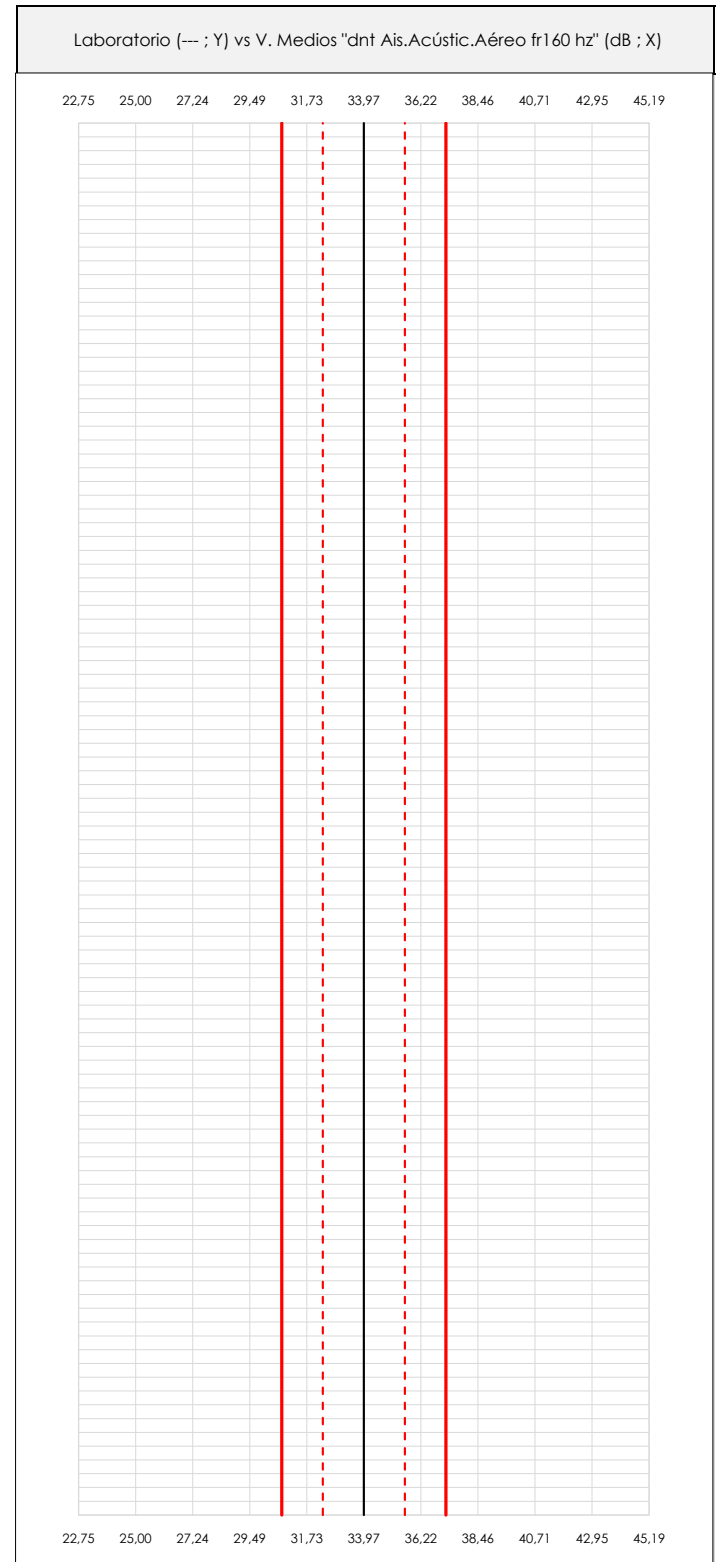
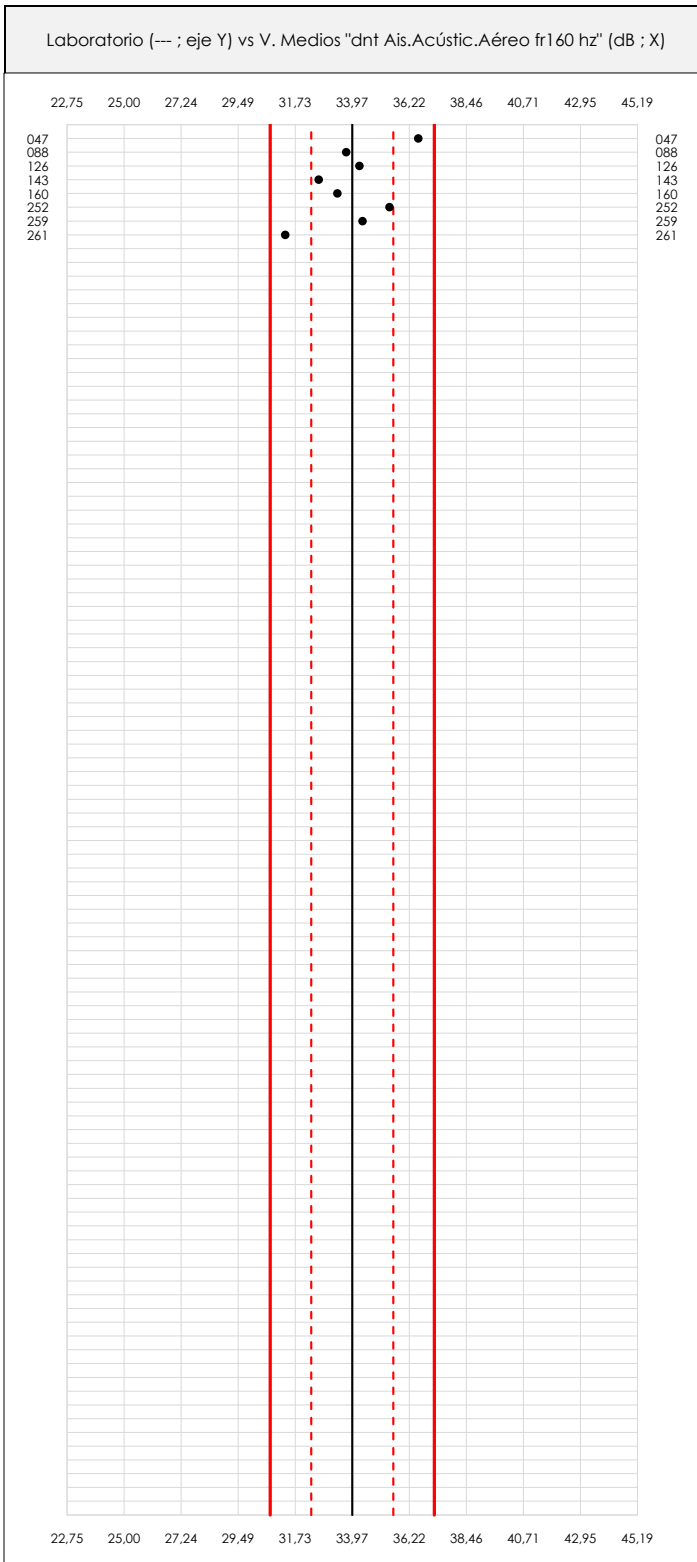
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

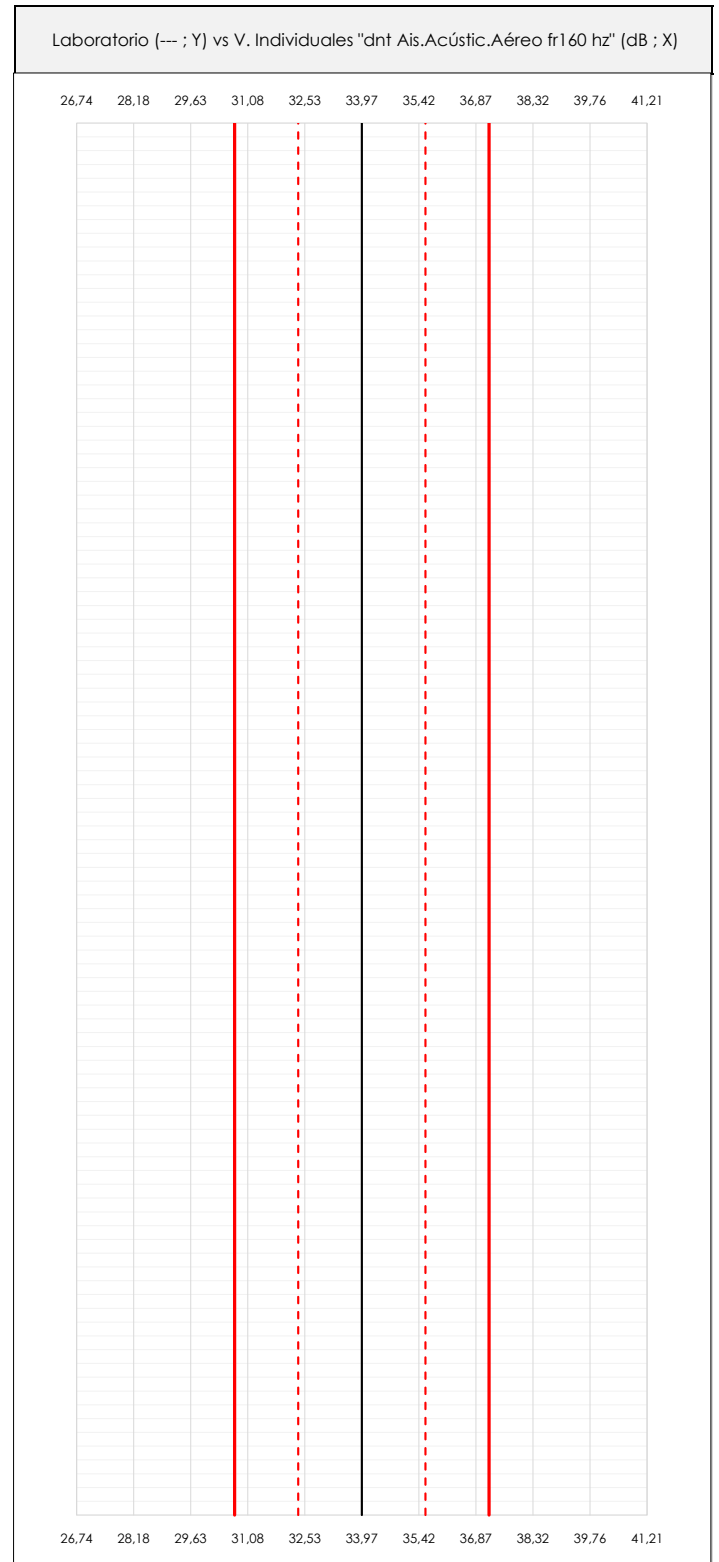
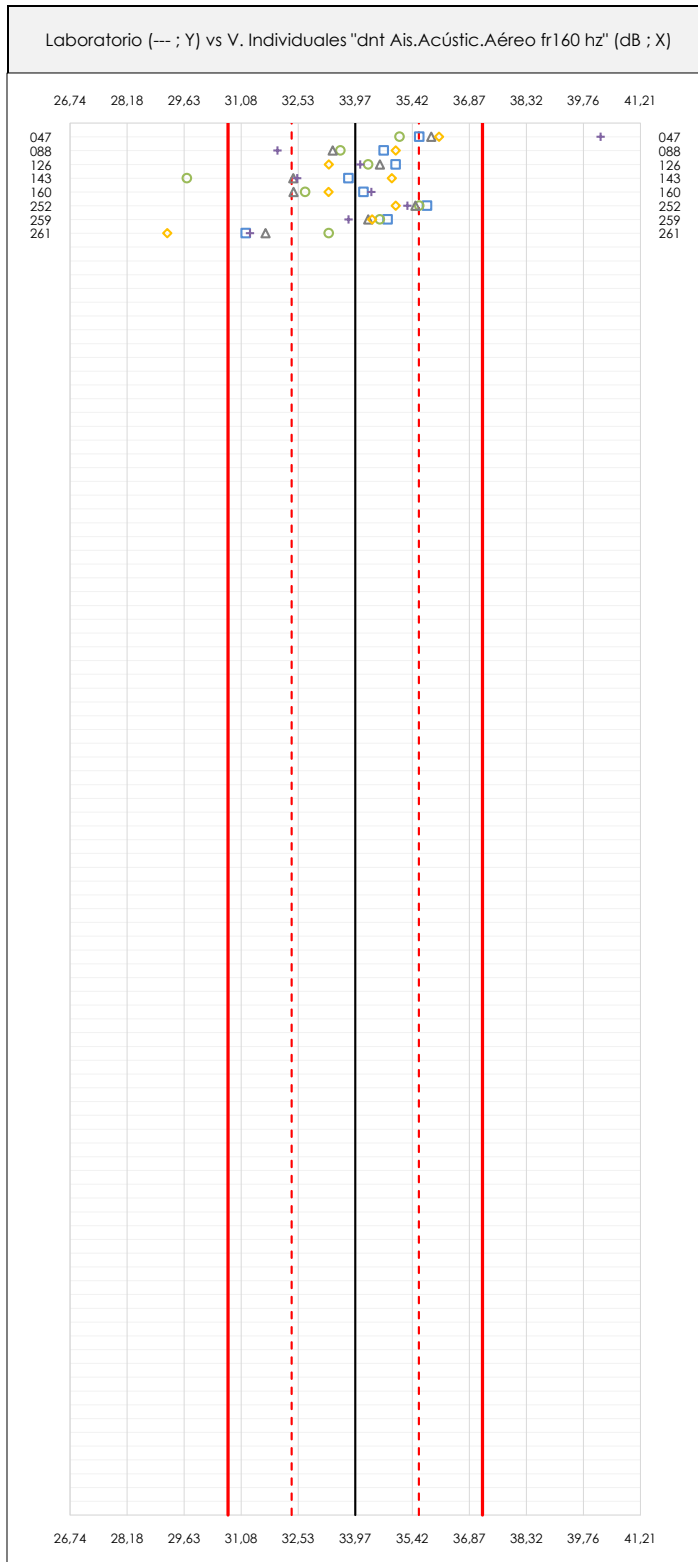
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,97 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,59/32,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,20/30,75 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (33,97 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,59/32,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,20/30,75 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
47	35,60	35,10	35,90	36,10	40,20	36,58	2,058	7,67	✓	
88	34,70	33,60	33,40	35,00	32,00	33,74	1,191	-0,69	✓	
126	35,00	34,30	34,60	33,30	34,10	34,26	0,635	0,84	✓	
143	33,80	29,70	32,40	34,90	32,50	32,66	1,948	-3,87	✓	
160	34,18	32,70	32,41	33,30	34,39	33,40	0,875	-1,70	✓	
252	35,80	35,60	35,50	35,00	35,30	35,44	0,305	4,31	✓	
259	34,80	34,60	34,30	34,40	33,80	34,38	0,377	1,19	✓	
261	31,20	33,30	31,70	29,20	31,30	31,34	1,464	-7,75	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

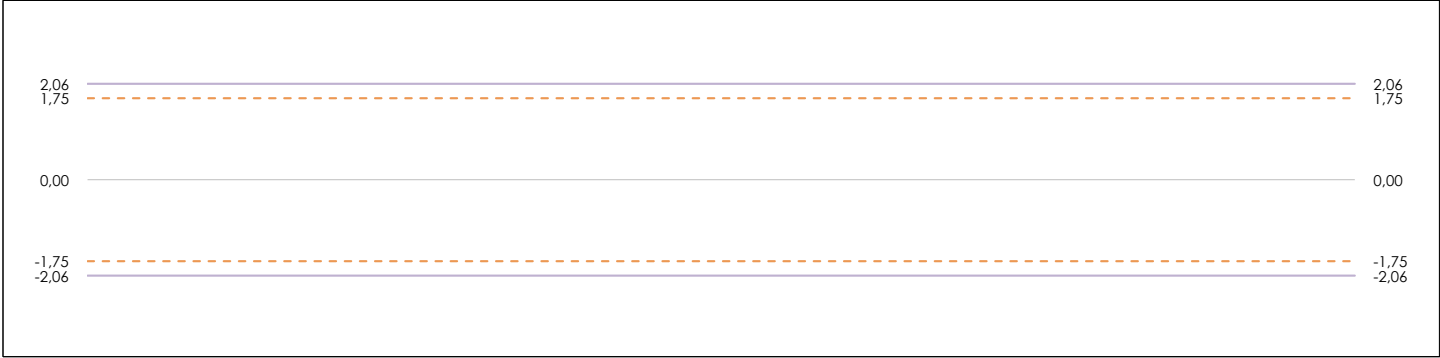
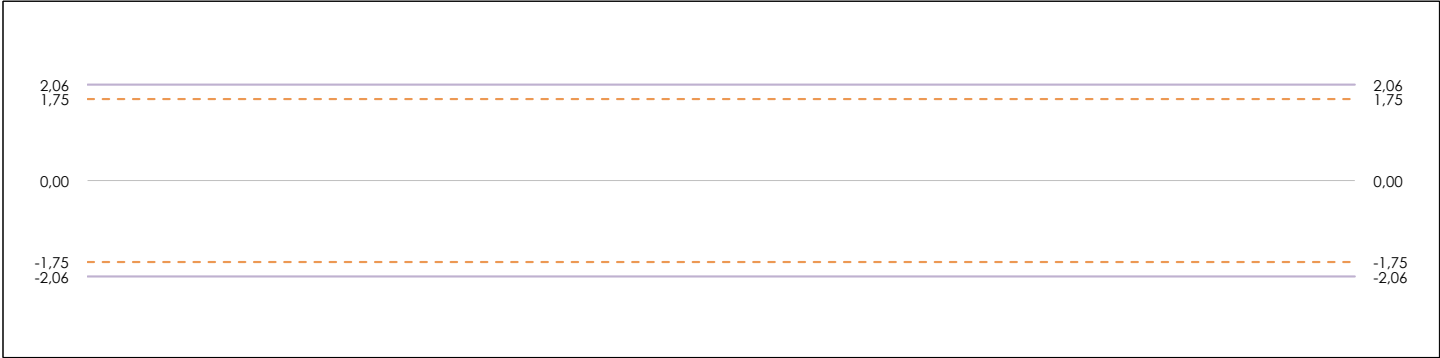
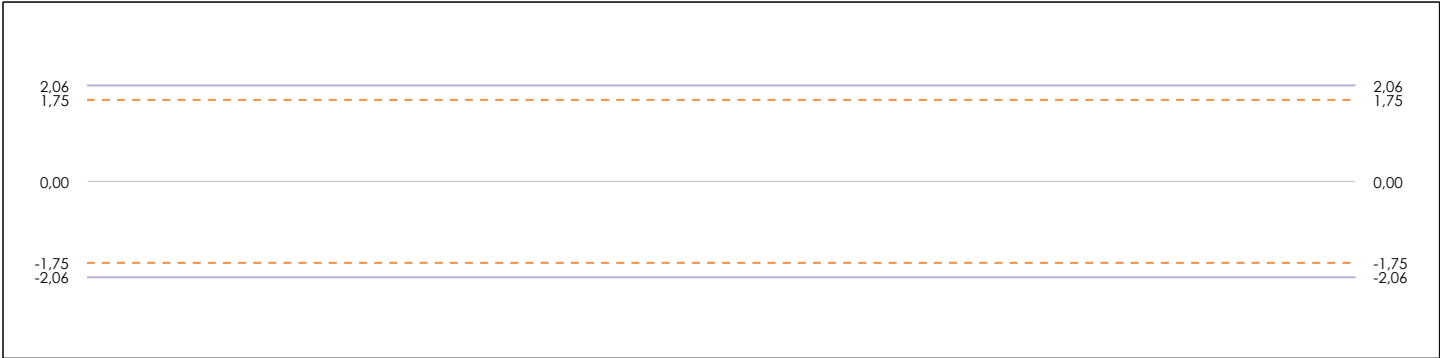
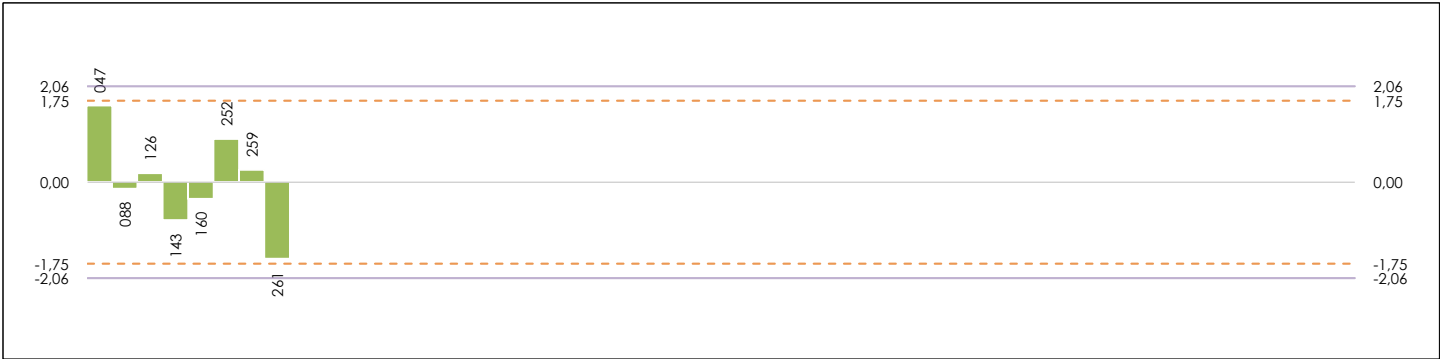
**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

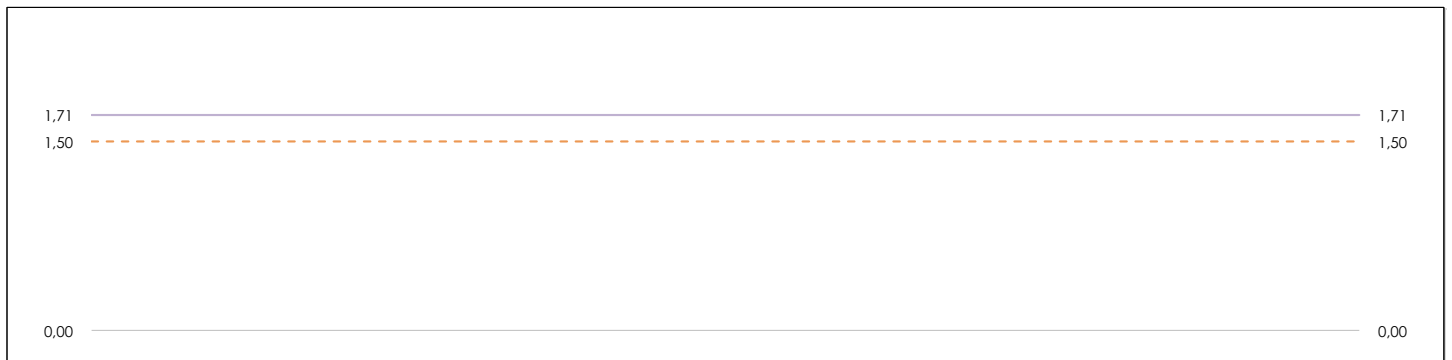
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	35,60	35,100	35,900	36,100	40,200	36,580	2,058	7,67	1,61	1,62*	0,326		1,614		0,3586	✓
88	34,70	33,600	33,400	35,000	32,000	33,740	1,191	-0,69	-0,15	0,93						✓
126	35,00	34,300	34,600	33,300	34,100	34,260	0,635	0,84	0,18	0,50						✓
143	33,80	29,700	32,400	34,900	32,500	32,660	1,948	-3,87	-0,81	1,53*	0,326			0,3823		✓
160	34,18	32,702	32,410	33,299	34,385	33,396	0,875	-1,70	-0,36	0,69						✓
252	35,80	35,600	35,500	35,000	35,300	35,440	0,305	4,31	0,91	0,24					0,3586	✓
259	34,80	34,600	34,300	34,400	33,800	34,380	0,377	1,19	0,25	0,30						✓
261	31,20	33,300	31,700	29,200	31,300	31,340	1,464	-7,75	-1,63	1,15		1,632		0,3823		✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

[máximo]

[mínimo]



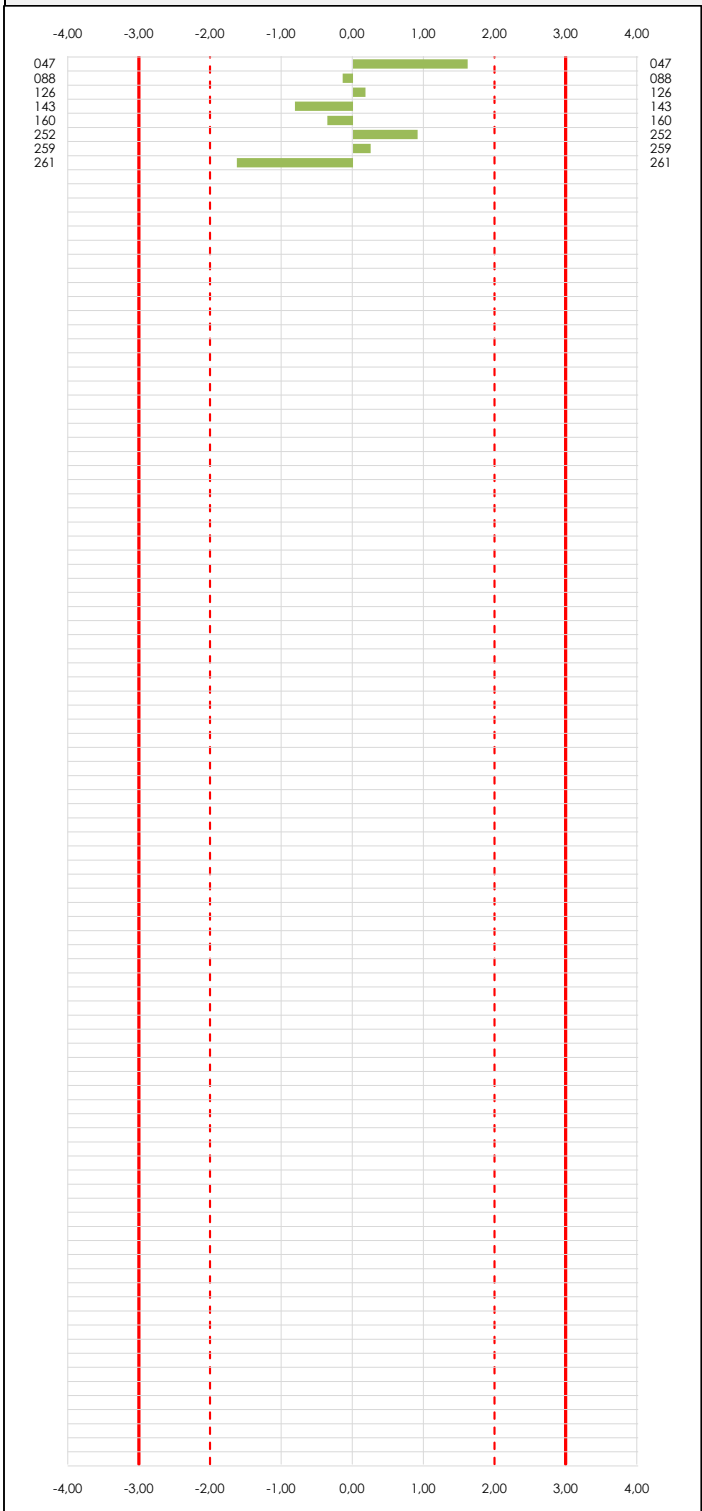


## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)

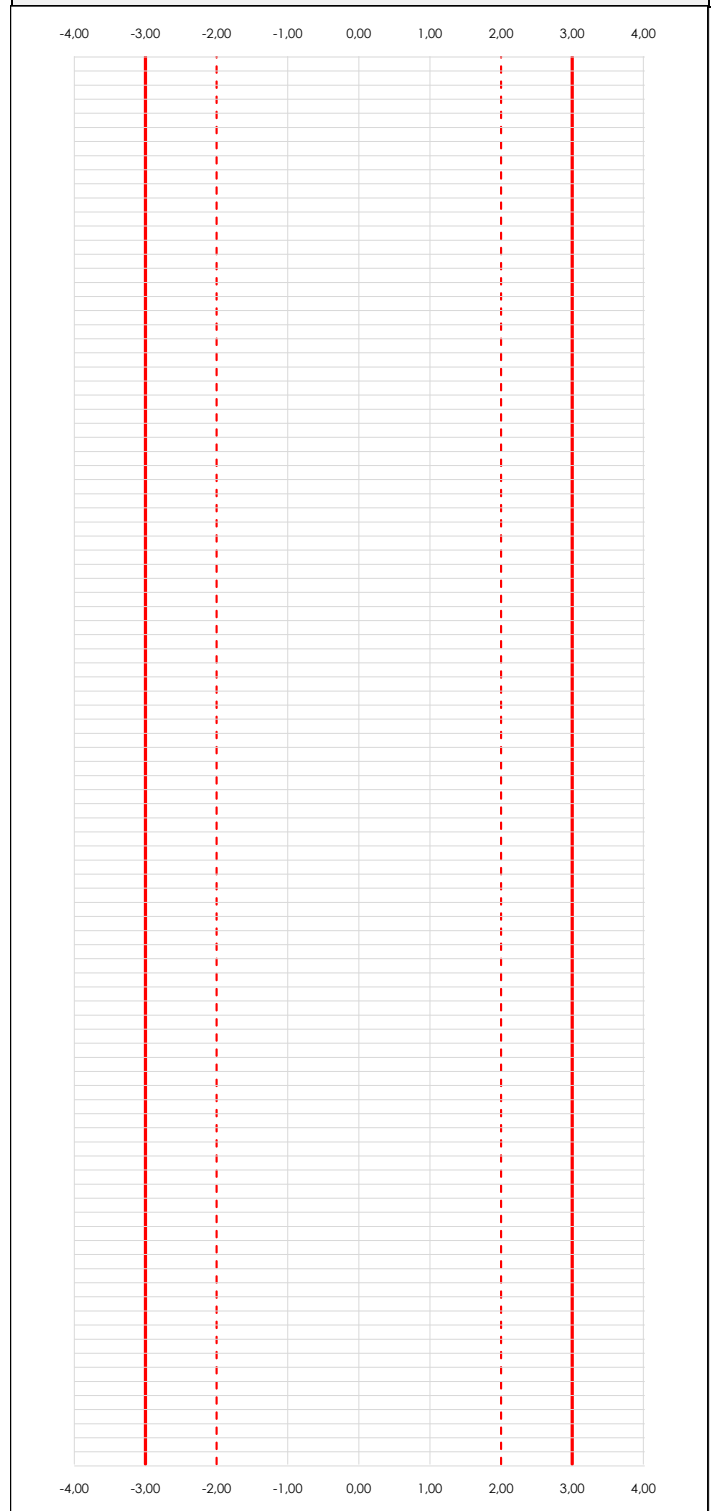
### Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr160 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	35,60	35,10	35,90	36,10	40,20	36,58	2,058	7,67	✓	✓	✓			1,614	S
88	34,70	33,60	33,40	35,00	32,00	33,74	1,191	-0,69	✓	✓	✓			-0,145	S
126	35,00	34,30	34,60	33,30	34,10	34,26	0,635	0,84	✓	✓	✓			0,177	S
143	33,80	29,70	32,40	34,90	32,50	32,66	1,948	-3,87	✓	✓	✓			-0,814	S
160	34,18	32,70	32,41	33,30	34,39	33,40	0,875	-1,70	✓	✓	✓			-0,359	S
252	35,80	35,60	35,50	35,00	35,30	35,44	0,305	4,31	✓	✓	✓			0,908	S
259	34,80	34,60	34,30	34,40	33,80	34,38	0,377	1,19	✓	✓	✓			0,251	S
261	31,20	33,30	31,70	29,20	31,30	31,34	1,464	-7,75	✓	✓	✓			-1,632	S

**NOTAS:**

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

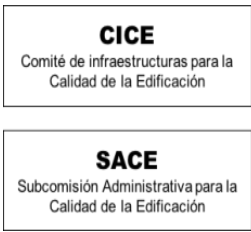
<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

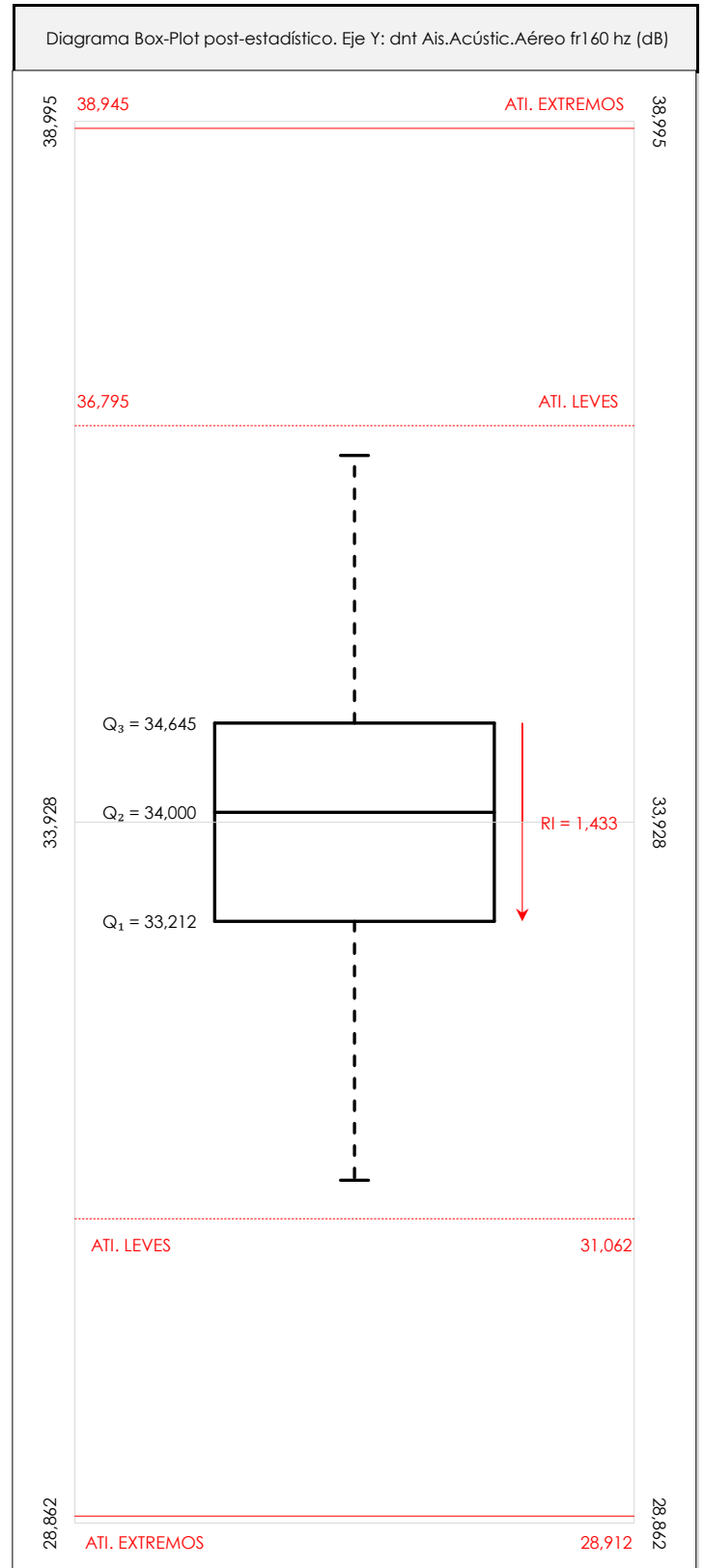
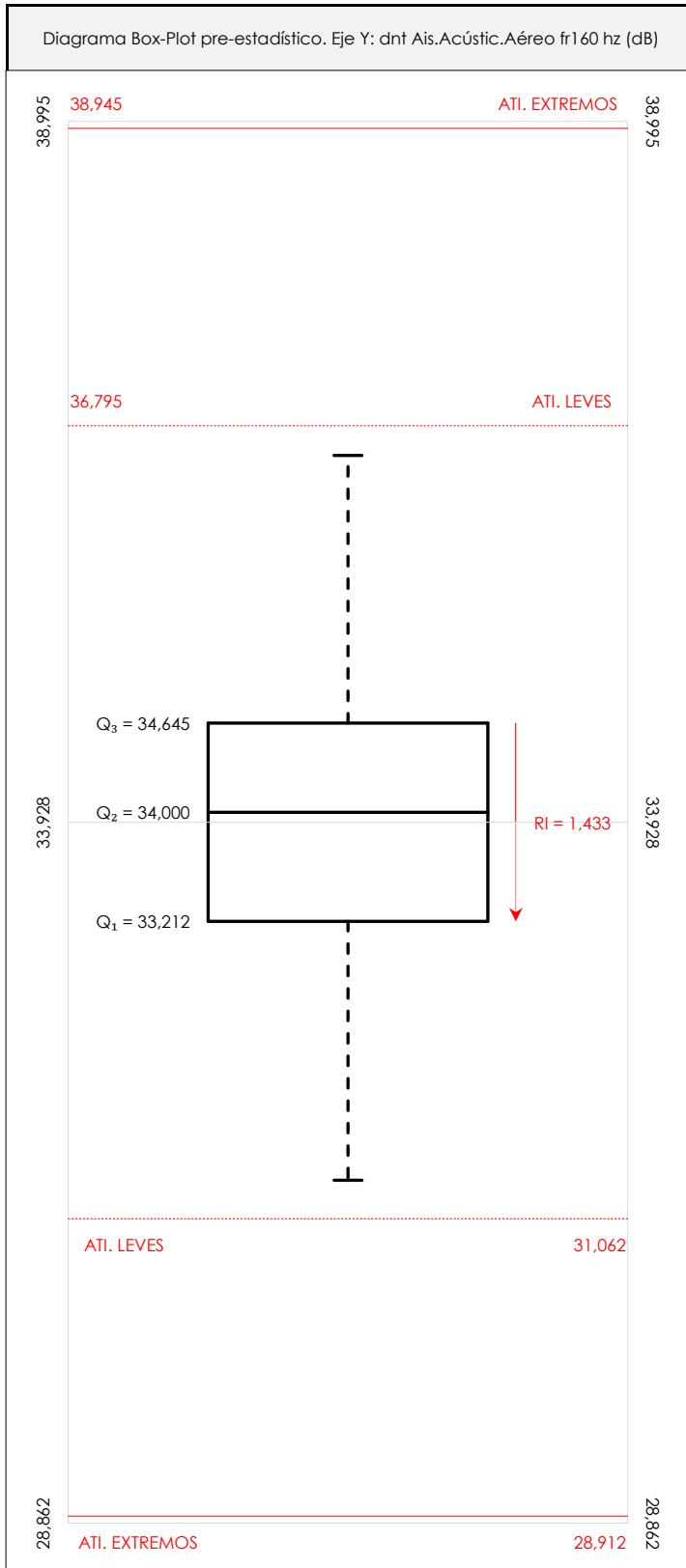
[dudoso]

[insatisfactorio]



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB) Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR160 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	35,80	35,60	35,90	36,10	40,20	36,58	35,80	35,60	35,90	36,10	40,20	36,58
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	31,20	29,70	31,70	29,20	31,30	31,34	31,20	29,70	31,70	29,20	31,30	31,34
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	34,39	33,61	33,78	33,90	34,20	33,97	34,39	33,61	33,78	33,90	34,20	33,97
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,45	1,85	1,54	2,12	2,77	1,61	1,45	1,85	1,54	2,12	2,77	1,61
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05	0,04	0,05	0,05	0,06	0,08	0,05
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	1,624	3,533	2,281	3,905	5,478		1,624	3,533	2,281	3,905	5,478	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr200 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

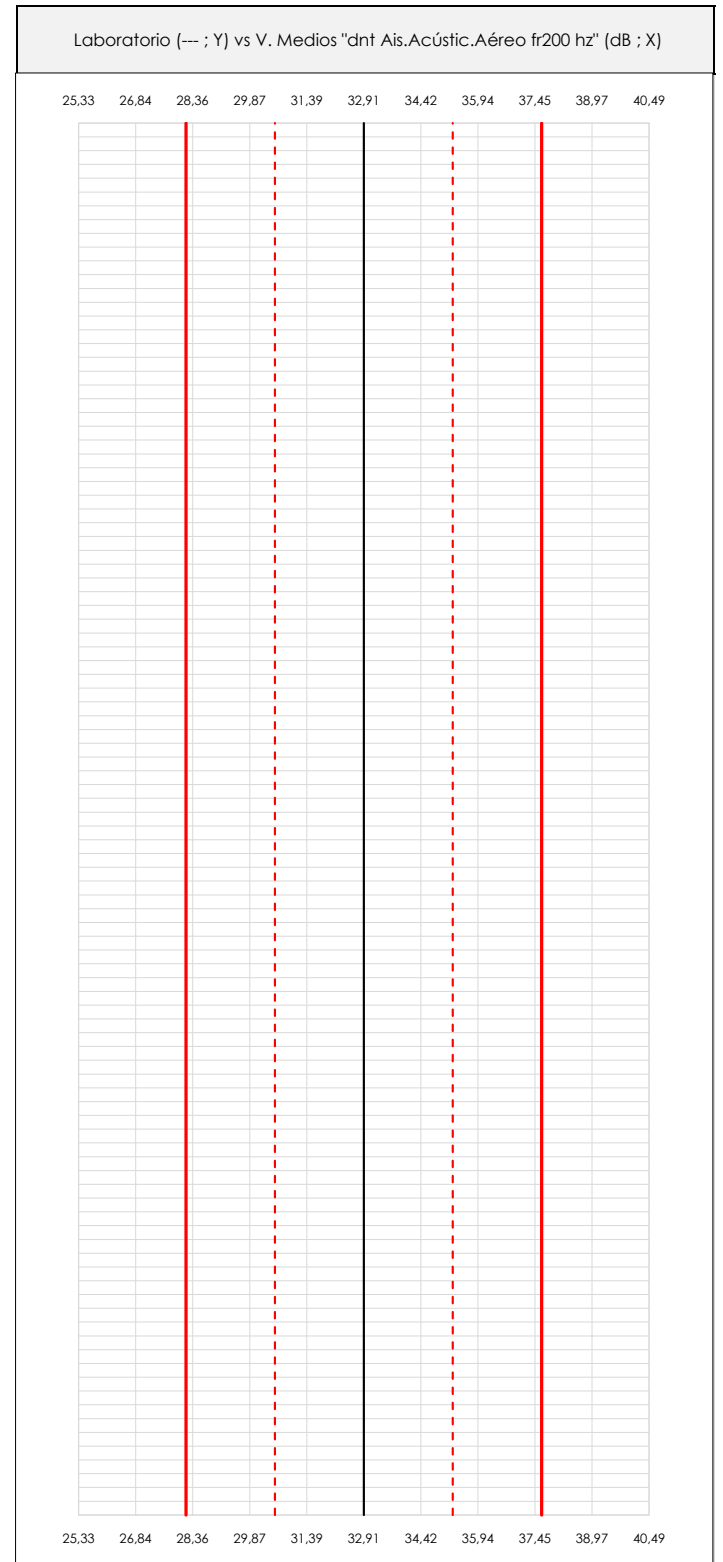
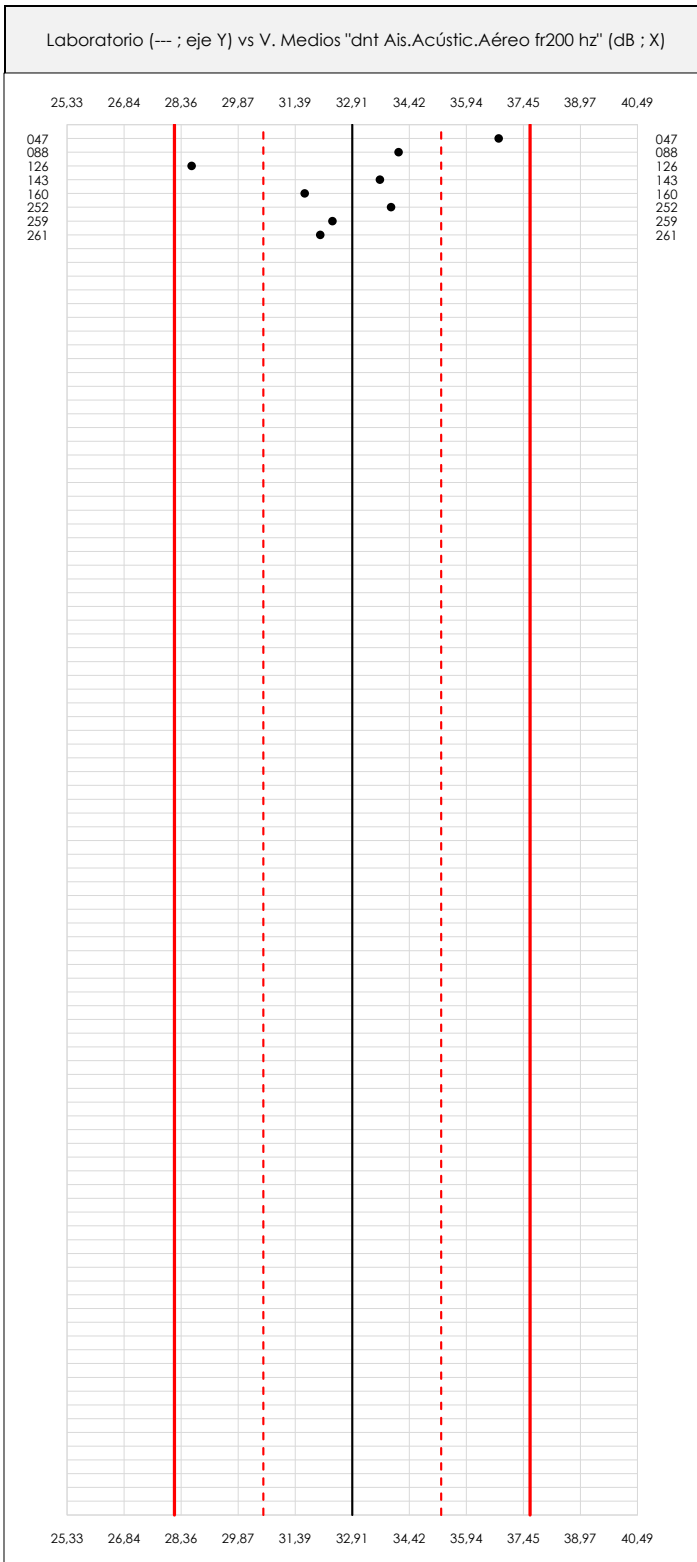
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

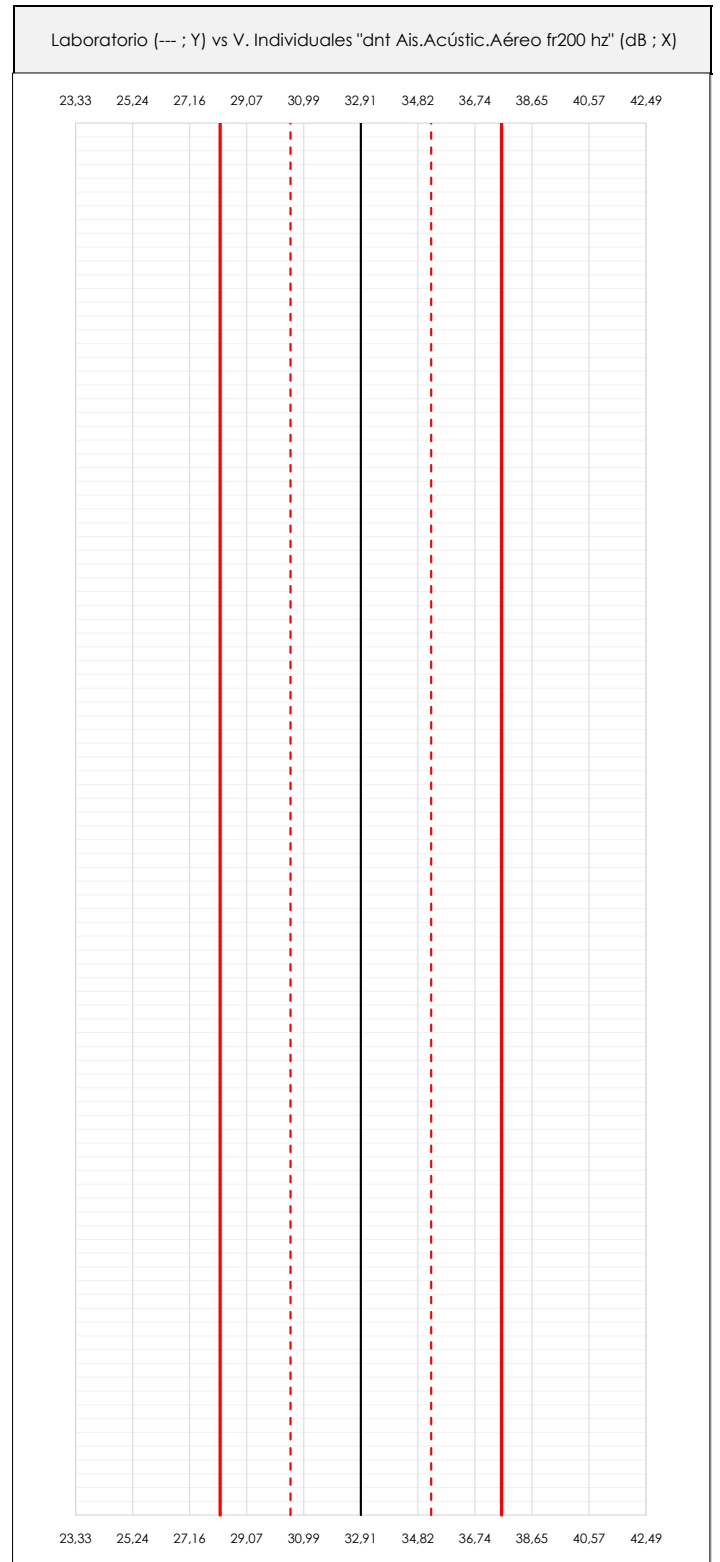
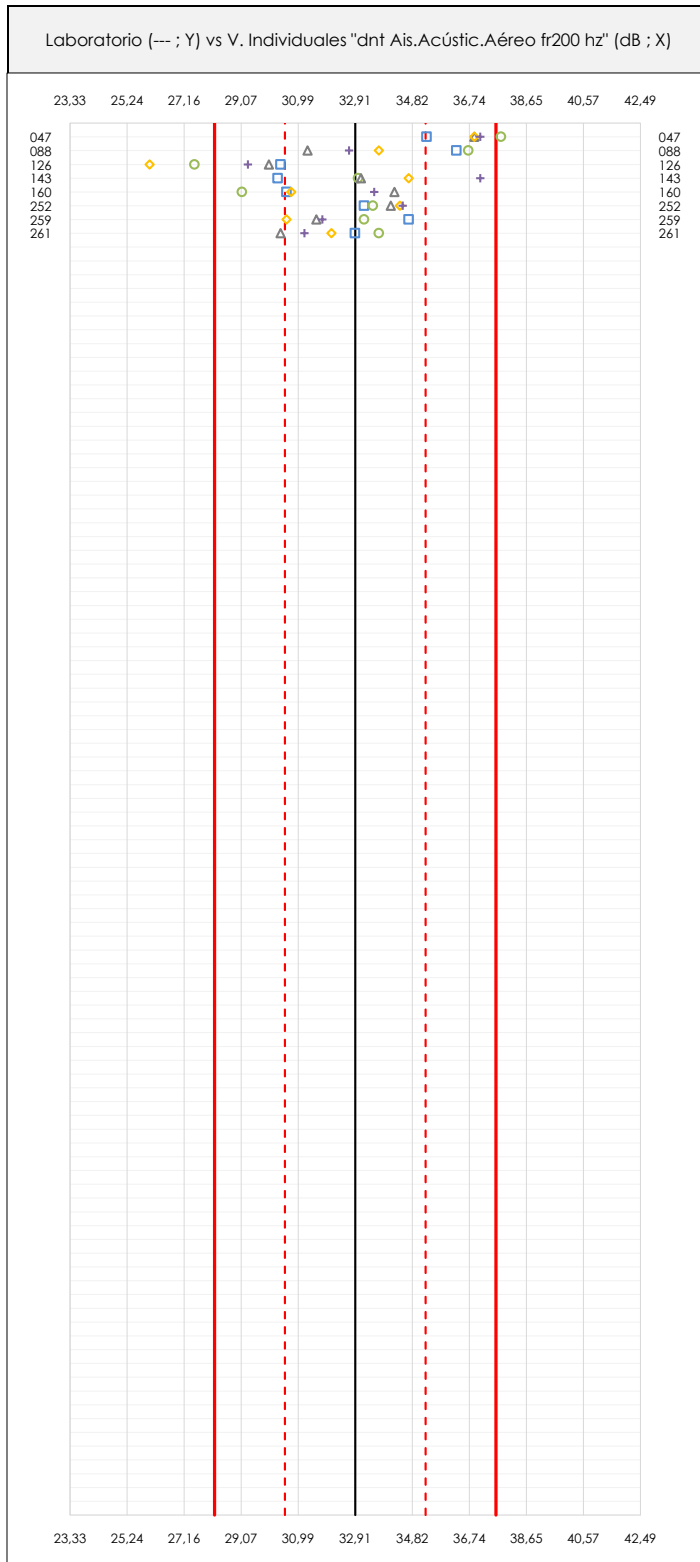
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (32,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,27/30,54 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,63/28,18 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (32,91 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,27/30,54 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,63/28,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.





# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	35,30	37,80	36,90	36,90	37,10	36,80	0,917	11,84	✓	
88	36,30	36,70	31,30	33,70	32,70	34,14	2,321	3,75	✓	
126	30,40	27,50	30,00	26,00	29,30	28,64	1,847	-12,96	✓	
143	30,30	33,00	33,10	34,70	37,10	33,64	2,498	2,23	✓	
160	30,60	29,10	34,22	30,76	33,54	31,64	2,155	-3,84	✓	
252	33,20	33,50	34,10	34,40	34,50	33,94	0,568	3,14	✓	
259	34,70	33,20	31,60	30,60	31,80	32,38	1,594	-1,60	✓	
261	32,90	33,70	30,40	32,10	31,20	32,06	1,313	-2,57	✓	

**NOTAS:**

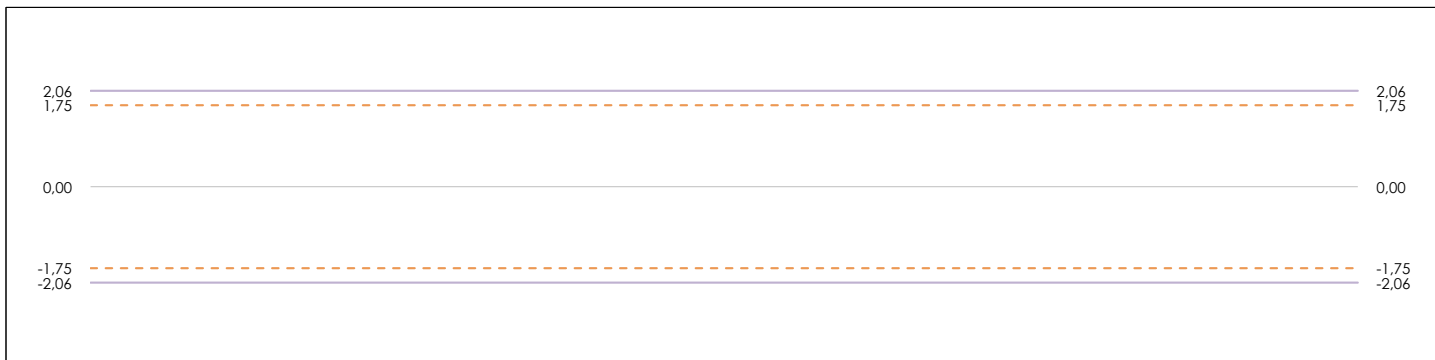
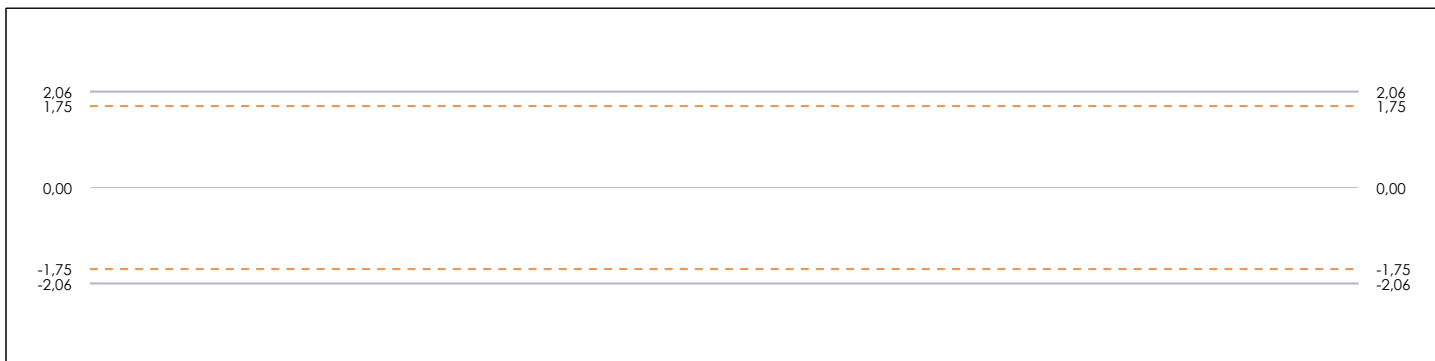
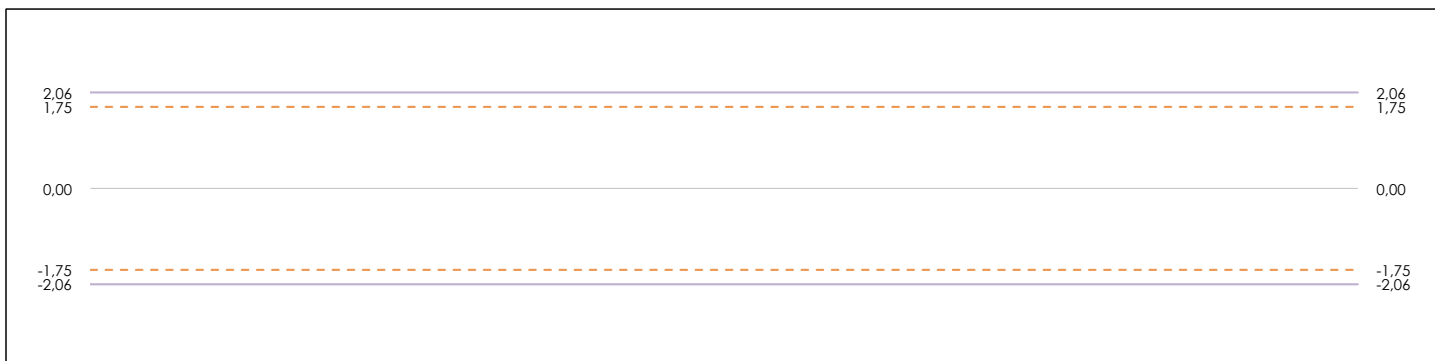
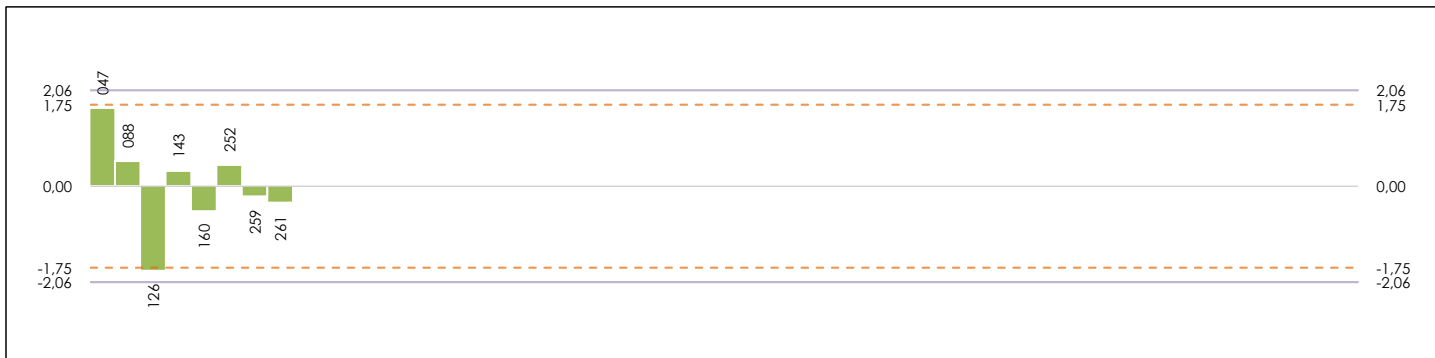
- <sup>01</sup> " $X_{ij}$ " con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



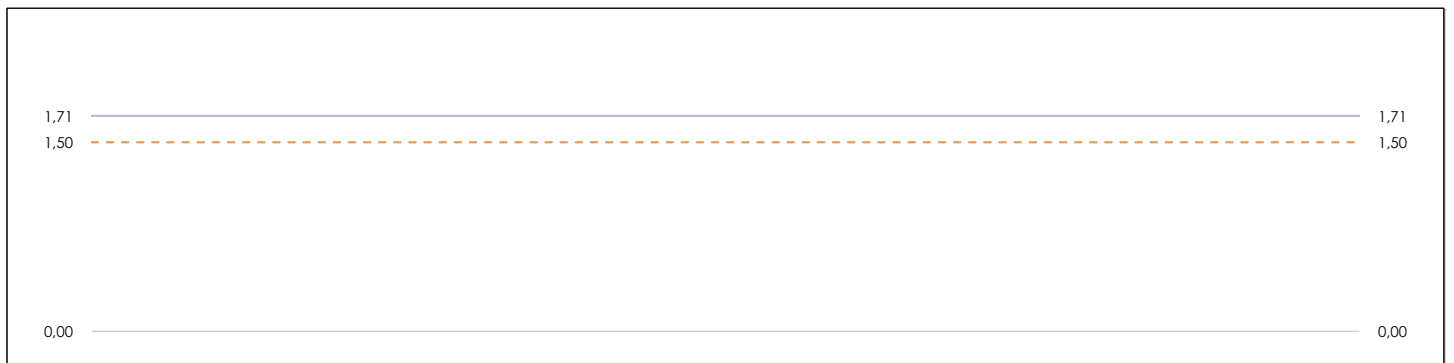
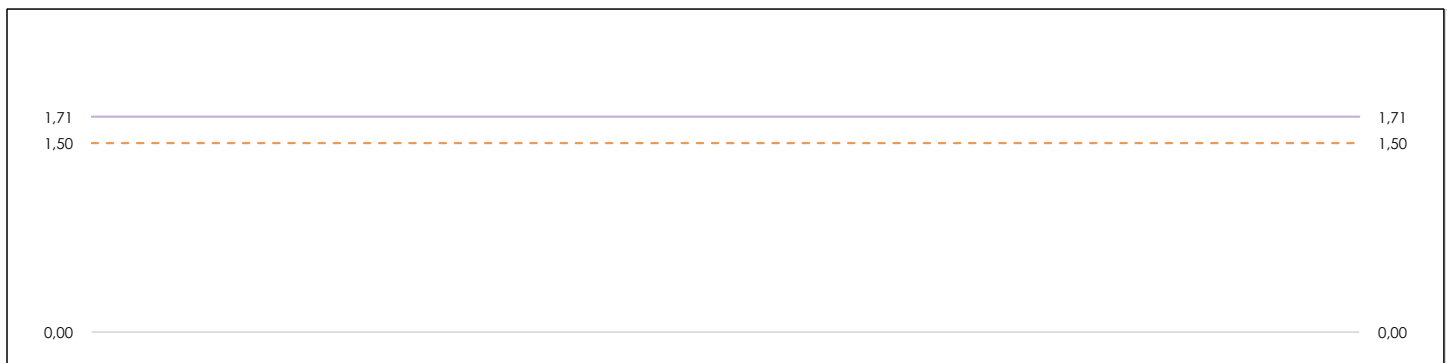
### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

**DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	35,30	37,800	36,900	36,900	37,100	36,800	0,917	11,84	1,65	0,52			1,648		0,4607	✓
88	36,30	36,700	31,300	33,700	32,700	34,140	2,321	3,75	0,52	1,31					0,4607	✓
126	30,40	27,500	30,000	26,000	29,300	28,640	1,847	-12,96	-1,81*	1,04	0,248	1,805		0,3633		✓
143	30,30	33,000	33,100	34,700	37,100	33,640	2,498	2,23	0,31	1,41						✓
160	30,60	29,098	34,220	30,755	33,537	31,642	2,155	-3,84	-0,53	1,22				0,3633		✓
252	33,20	33,500	34,100	34,400	34,500	33,940	0,568	3,14	0,44	0,32						✓
259	34,70	33,200	31,600	30,600	31,800	32,380	1,594	-1,60	-0,22	0,90						✓
261	32,90	33,700	30,400	32,100	31,200	32,060	1,313	-2,57	-0,36	0,74						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

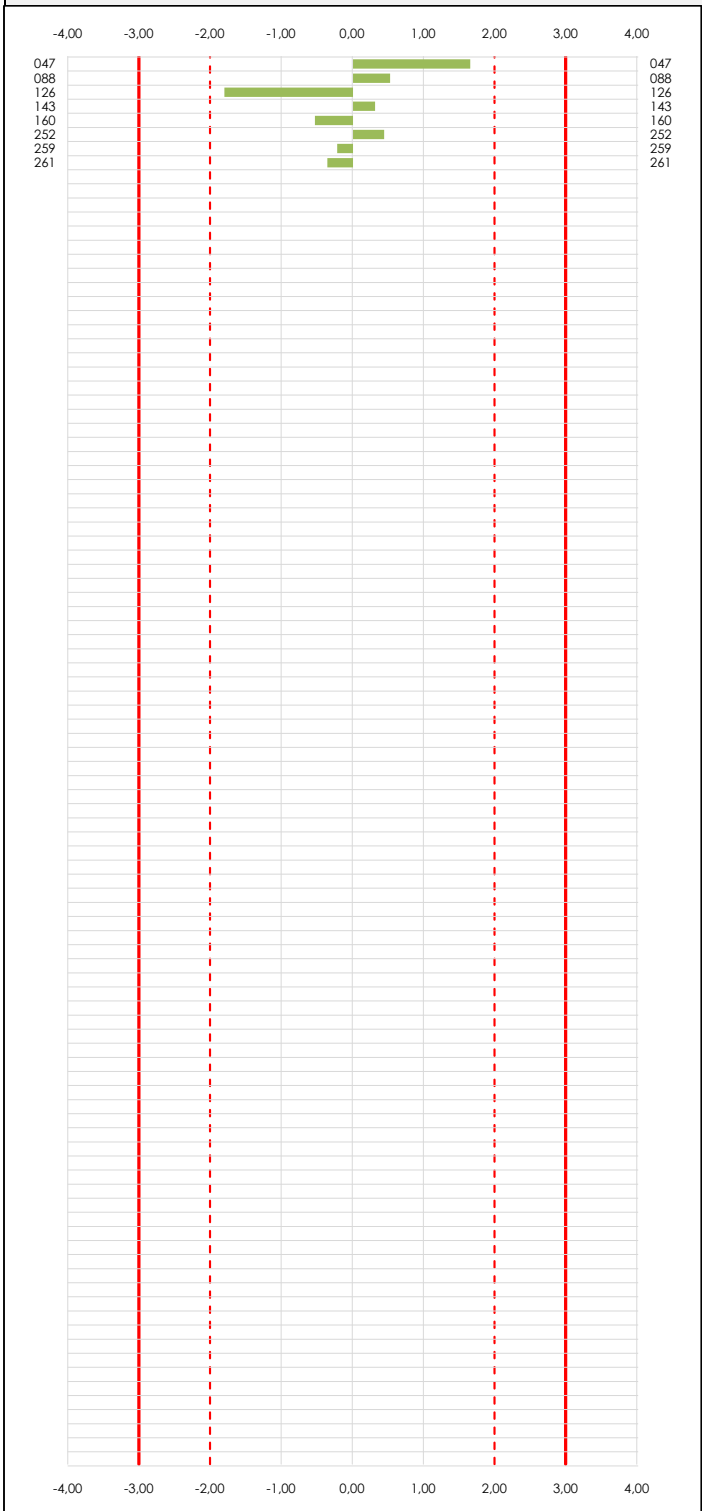


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)

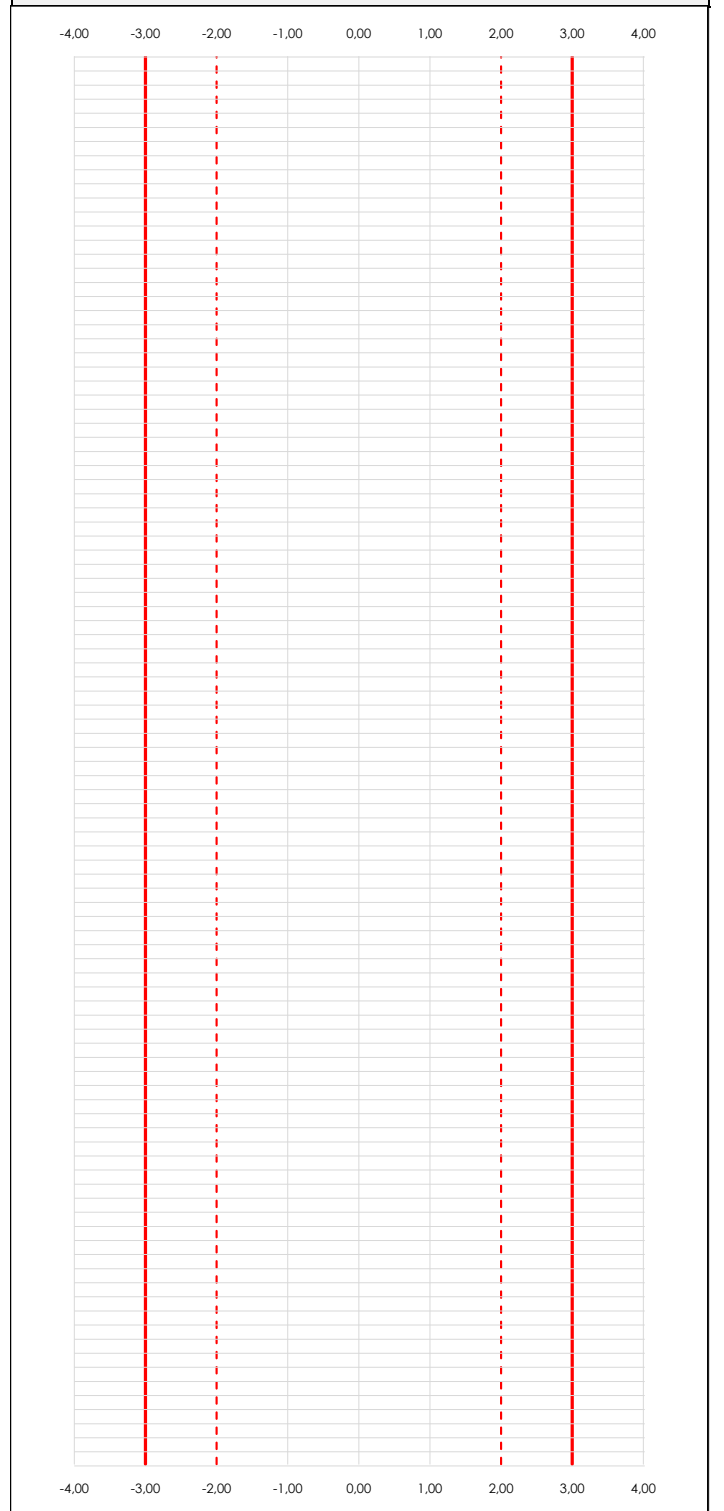
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr200 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	35,30	37,80	36,90	36,90	37,10	36,80	0,917	11,84	✓	✓	✓			1,648	S
88	36,30	36,70	31,30	33,70	32,70	34,14	2,321	3,75	✓	✓	✓			0,523	S
126	30,40	27,50	30,00	26,00	29,30	28,64	1,847	-12,96	✓	✓	✓			-1,805	S
143	30,30	33,00	33,10	34,70	37,10	33,64	2,498	2,23	✓	✓	✓			0,311	S
160	30,60	29,10	34,22	30,76	33,54	31,64	2,155	-3,84	✓	✓	✓			-0,535	S
252	33,20	33,50	34,10	34,40	34,50	33,94	0,568	3,14	✓	✓	✓			0,438	S
259	34,70	33,20	31,60	30,60	31,80	32,38	1,594	-1,60	✓	✓	✓			-0,222	S
261	32,90	33,70	30,40	32,10	31,20	32,06	1,313	-2,57	✓	✓	✓			-0,358	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

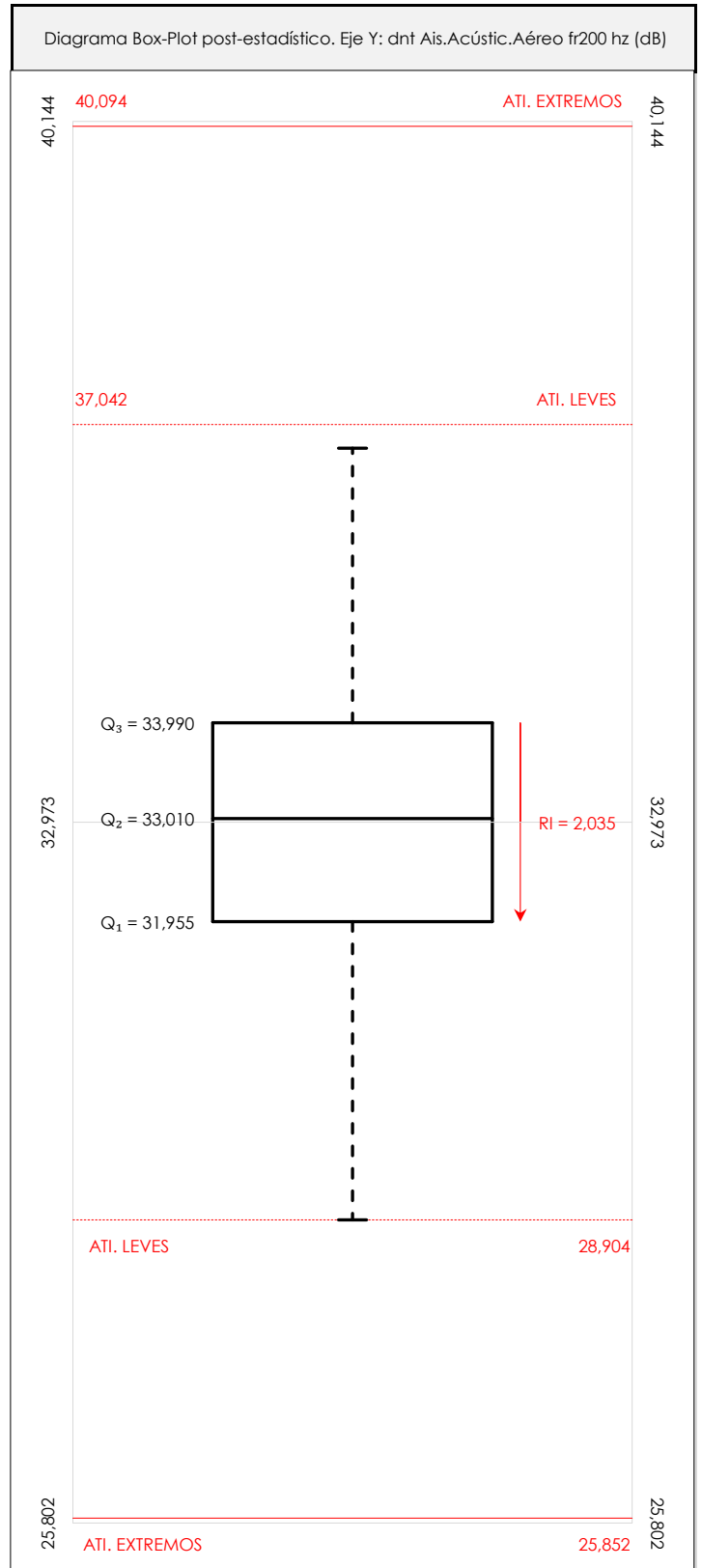
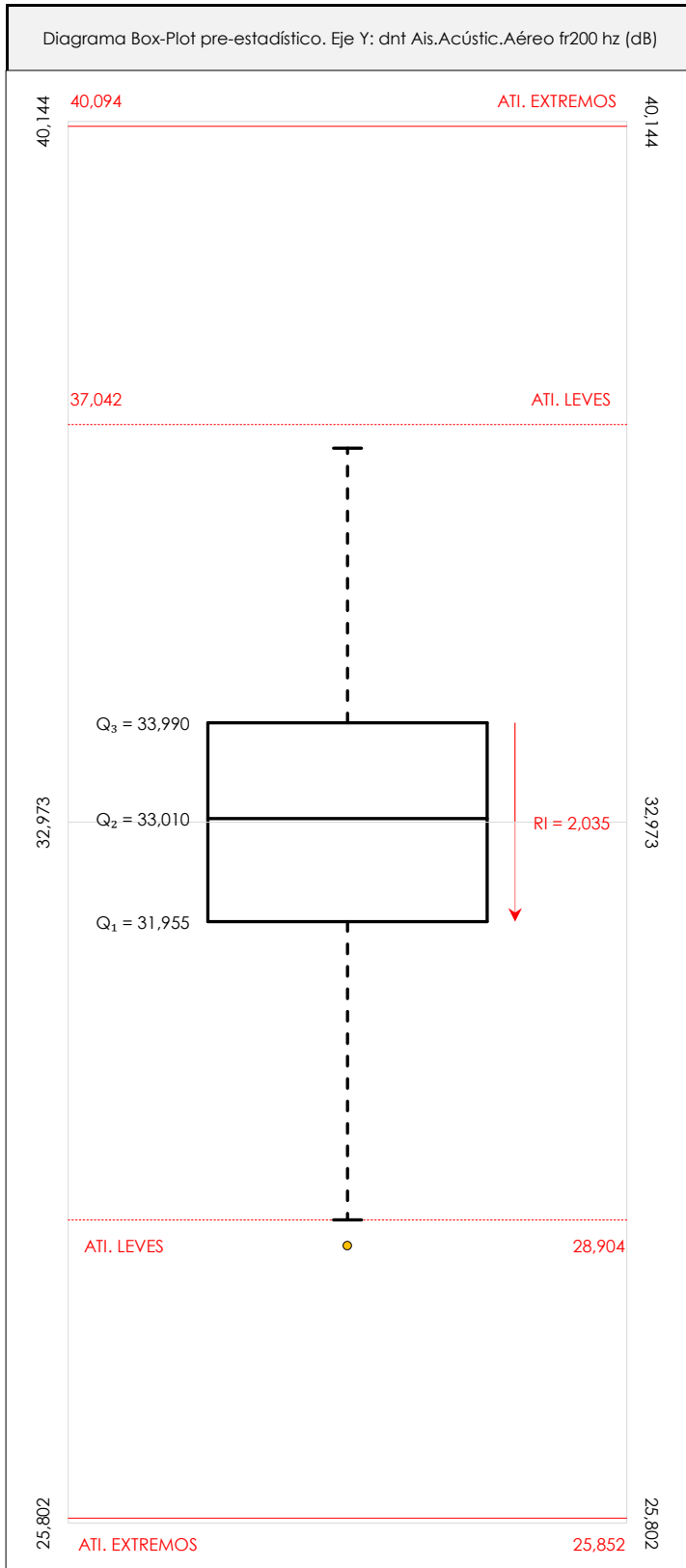
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)

### Análisis D. Estudios post-estadísticos

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



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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil ( $Q_1$ ; 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).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR200 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	36,30	37,80	36,90	36,90	37,10	36,80	36,30	37,80	36,90	36,90	37,10	36,80
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	30,30	27,50	30,00	26,00	29,30	28,64	30,30	27,50	30,00	26,00	29,30	28,64
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	32,96	33,06	32,70	32,39	33,40	32,91	32,96	33,06	32,70	32,39	33,40	32,91
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	2,36	3,44	2,32	3,34	2,76	2,36	2,36	3,44	2,32	3,34	2,76	2,36
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,07	0,10	0,07	0,10	0,08	0,07	0,07	0,10	0,07	0,10	0,08	0,07
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
<b>Valor Calculado</b>	3,139	4,911	4,955	8,095	7,886	3,139	4,911	4,955	8,095	7,886		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr250 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

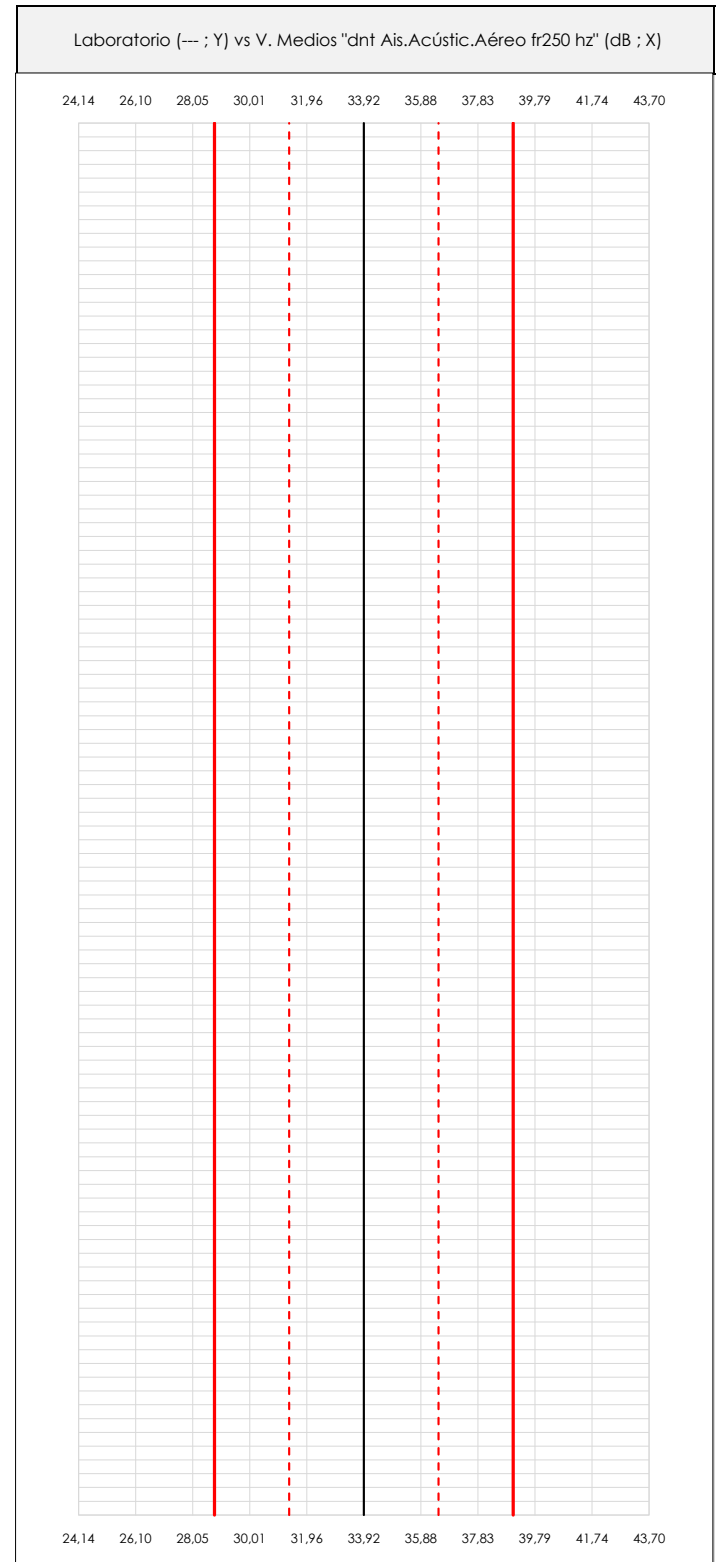
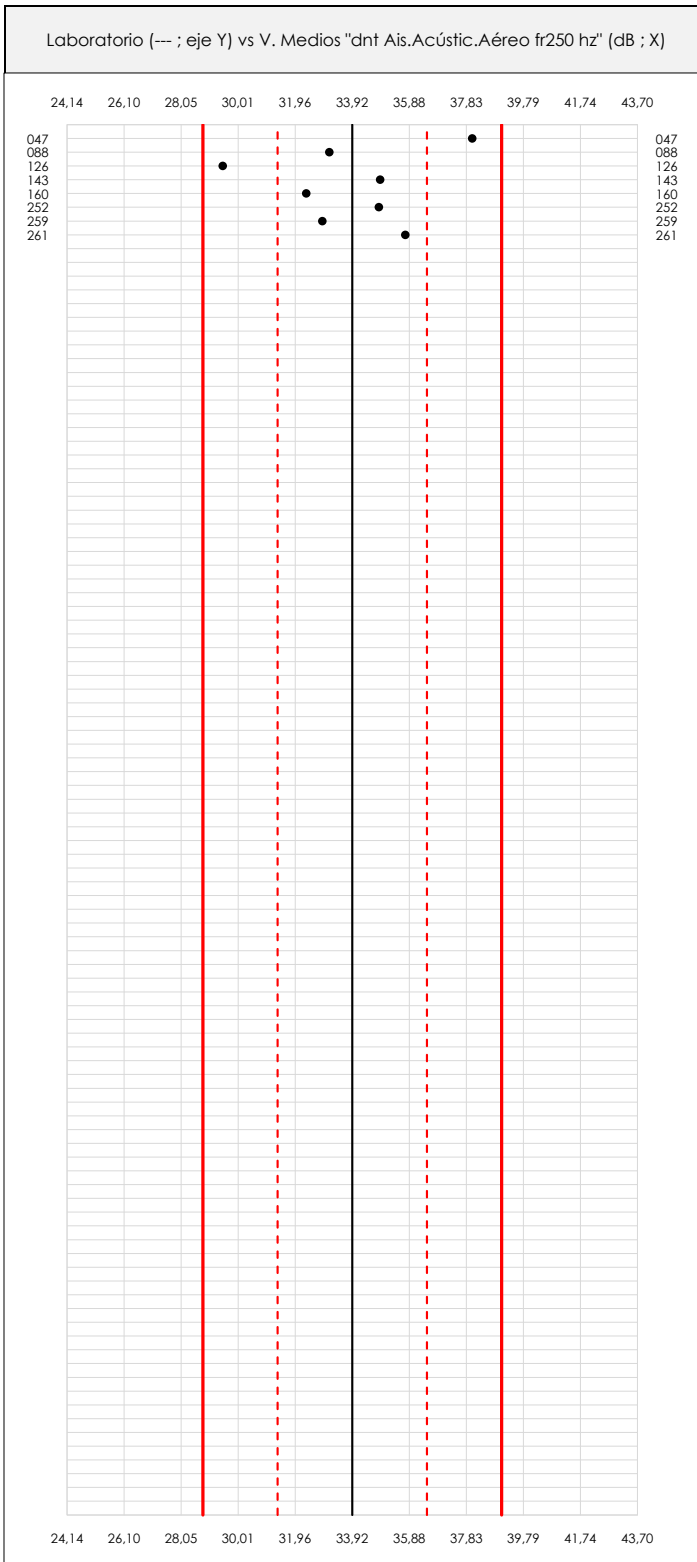
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

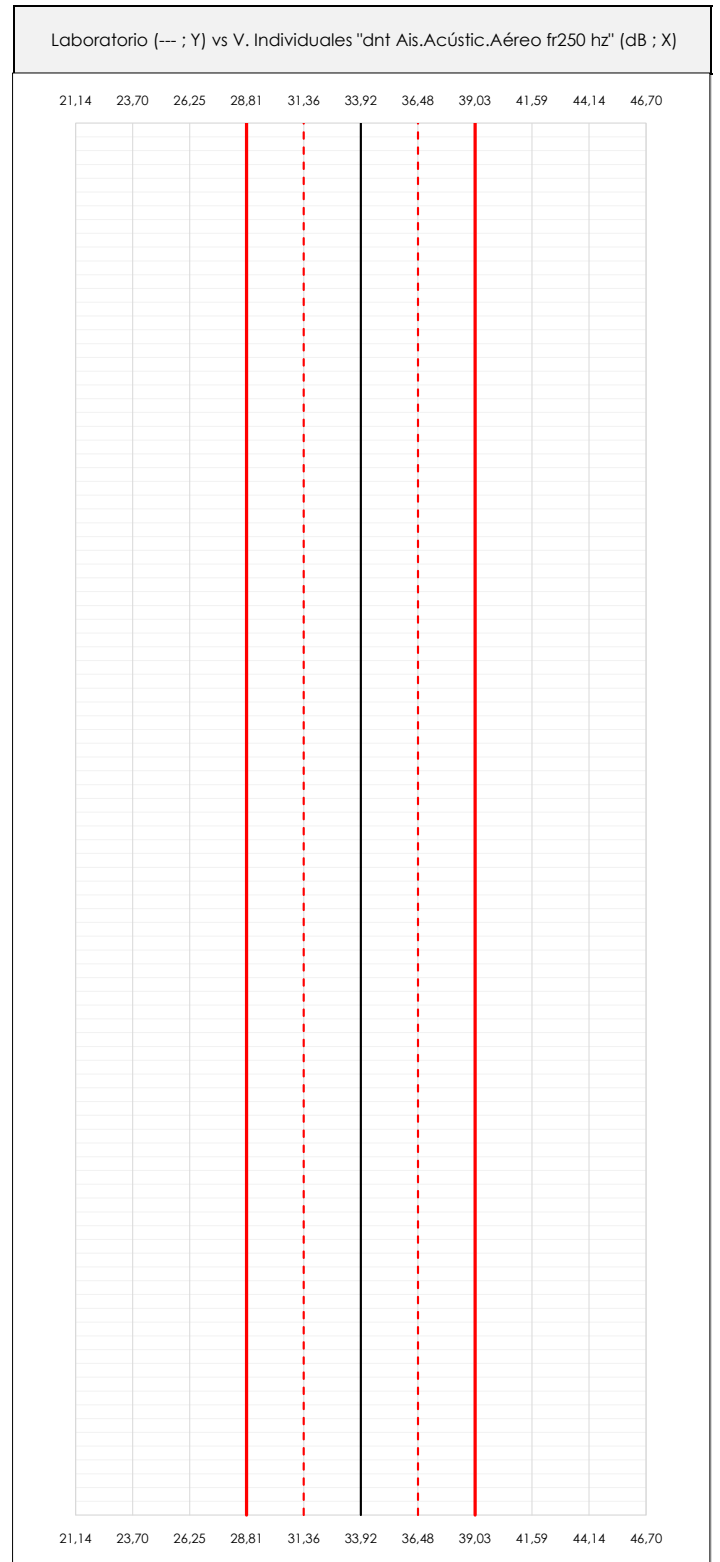
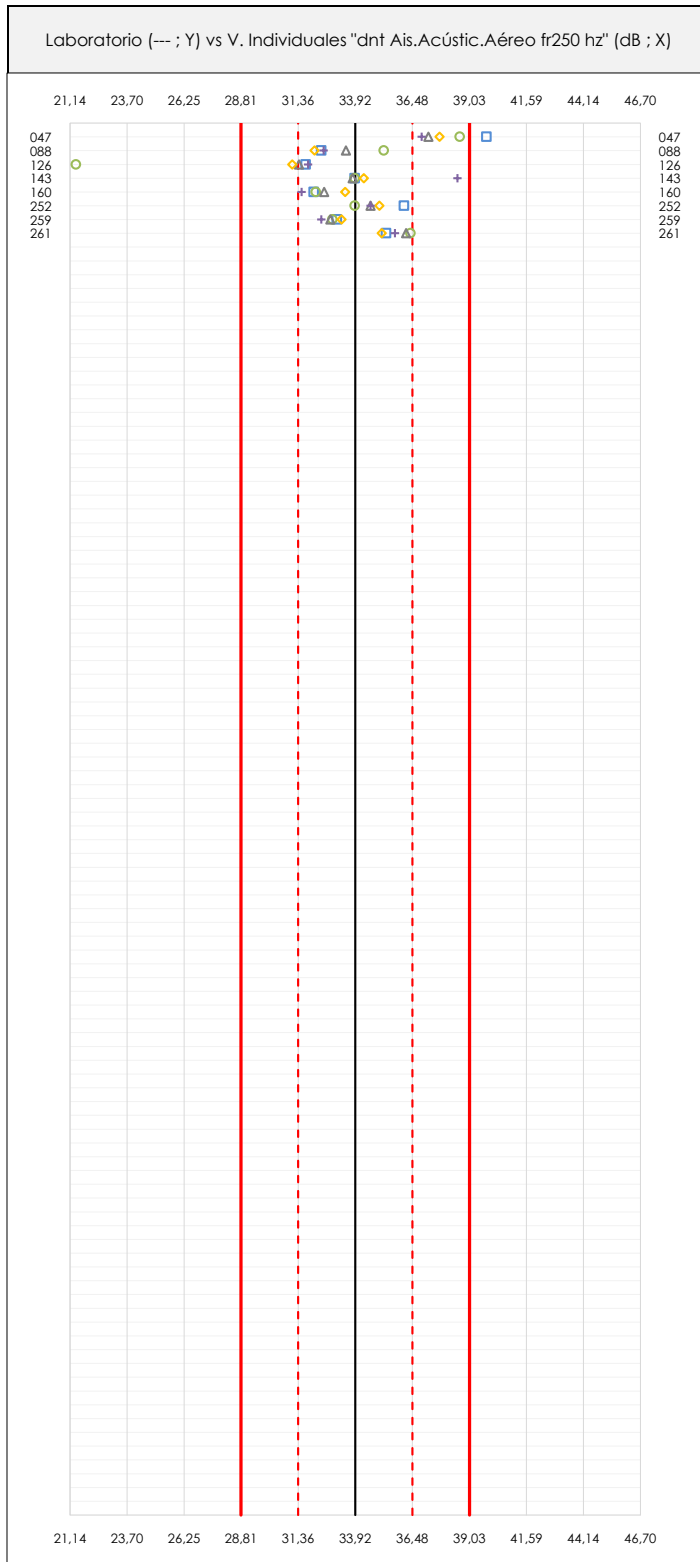
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,48/31,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,04/28,80 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (33,92 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,48/31,36 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,04/28,80 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
47	39,80	38,60	37,20	37,70	36,90	38,04	1,176	12,14	✓	
88	32,40	35,20	33,50	32,10	32,50	33,14	1,266	-2,30	✓	
126	31,70	21,40	31,40	31,10	31,80	29,48	4,525	-13,09	✓	
143	33,90	33,90	33,80	34,30	38,50	34,88	2,033	2,83	✓	
160	32,06	32,15	32,53	33,46	31,51	32,34	0,724	-4,65	✓	
252	36,10	33,90	34,60	35,00	34,60	34,84	0,808	2,71	✓	
259	33,10	32,90	32,80	33,30	32,40	32,90	0,339	-3,01	✓	
261	35,30	36,40	36,20	35,10	35,70	35,74	0,559	5,36	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

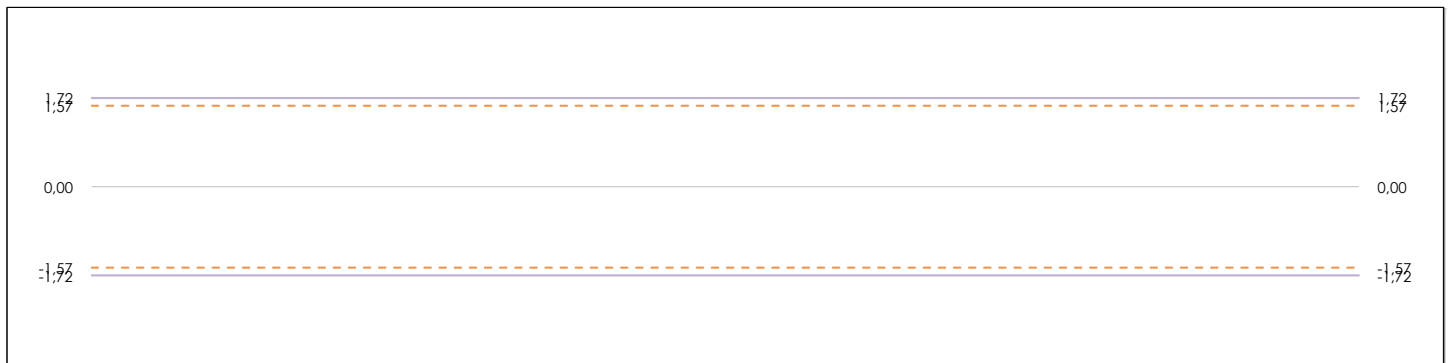
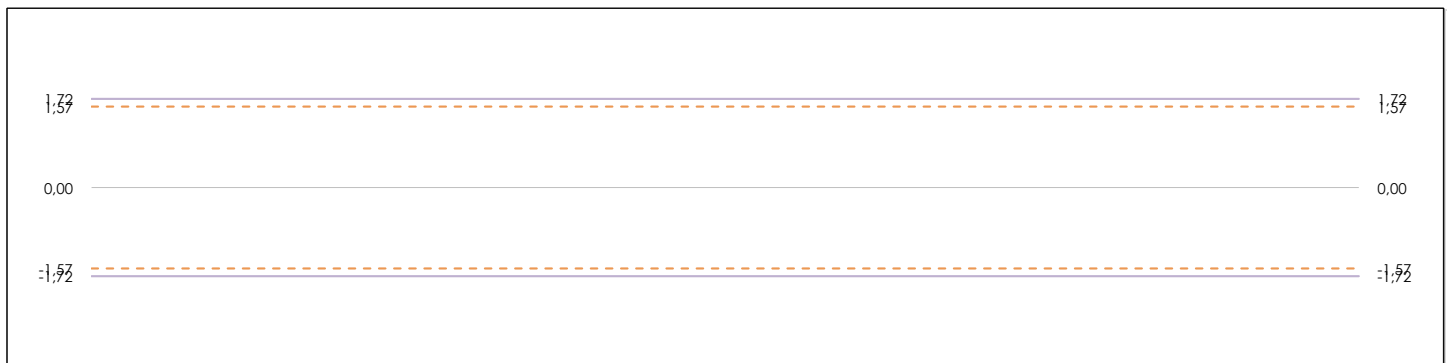
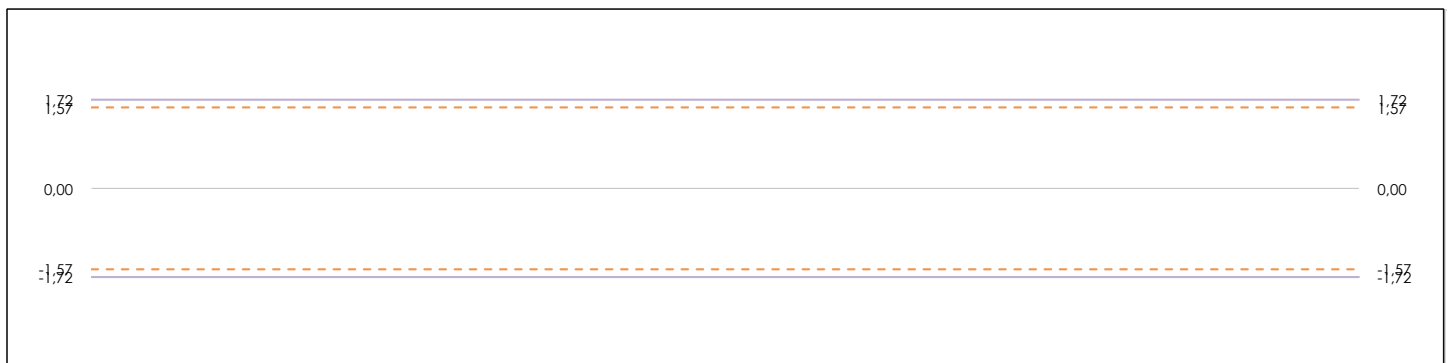
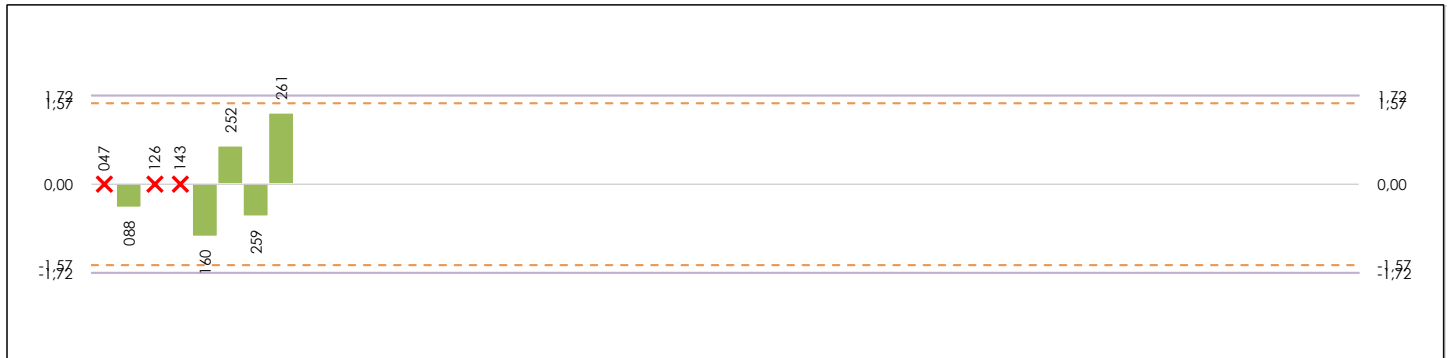
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

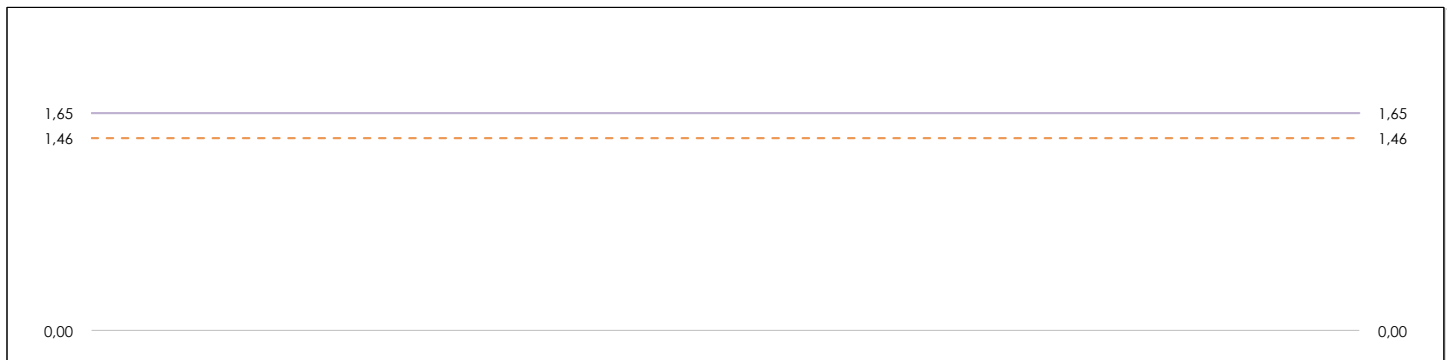
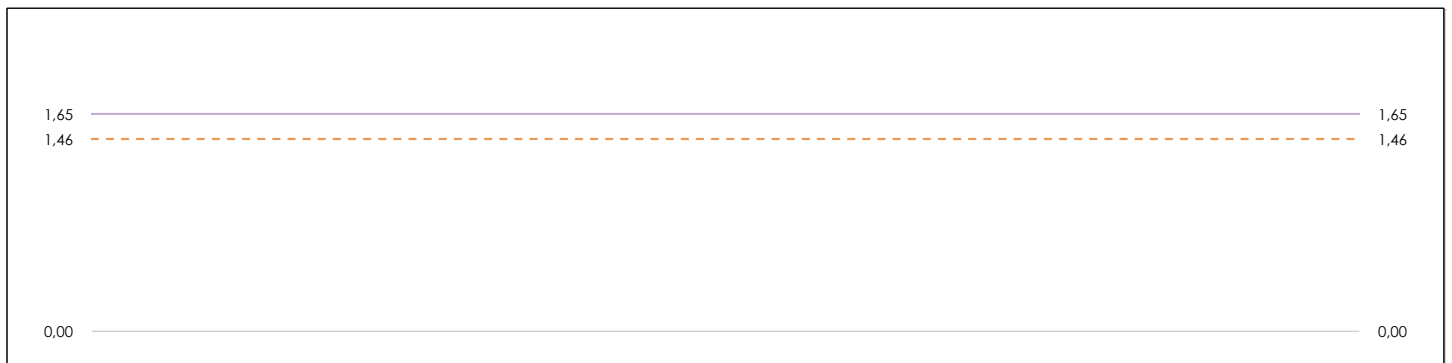
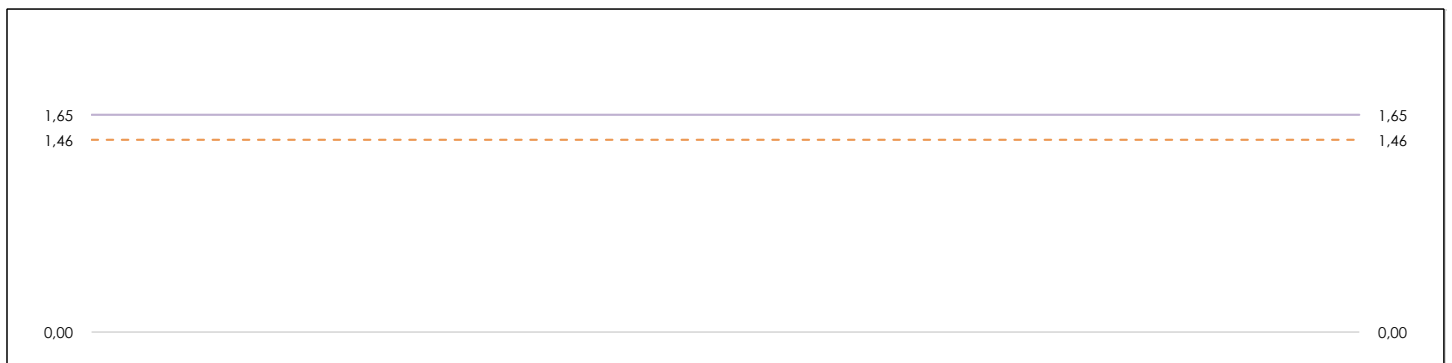
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	39,80	38,600	37,200	37,700	36,900	38,040	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	32,40	35,200	33,500	32,100	32,500	33,140	1,266	-1,93	-0,46	1,58*	0,500	---	---	---	---	---	✓
126	31,70	21,400	31,400	31,100	31,800	29,480	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
143	33,90	33,900	33,800	34,300	38,500	34,880	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
160	32,06	32,153	32,530	33,464	31,511	32,344	0,724	-4,29	-1,01	0,90	---	1,011	---	0,4247	---	---	✓
252	36,10	33,900	34,600	35,000	34,600	34,840	0,808	3,10	0,73	1,01	---	---	---	---	0,0406	---	✓
259	33,10	32,900	32,800	33,300	32,400	32,900	0,339	-2,64	-0,62	0,42	---	---	---	0,4247	---	---	✓
261	35,30	36,400	36,200	35,100	35,700	35,740	0,559	5,76	1,36	0,70	---	---	1,359	---	0,0406	---	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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



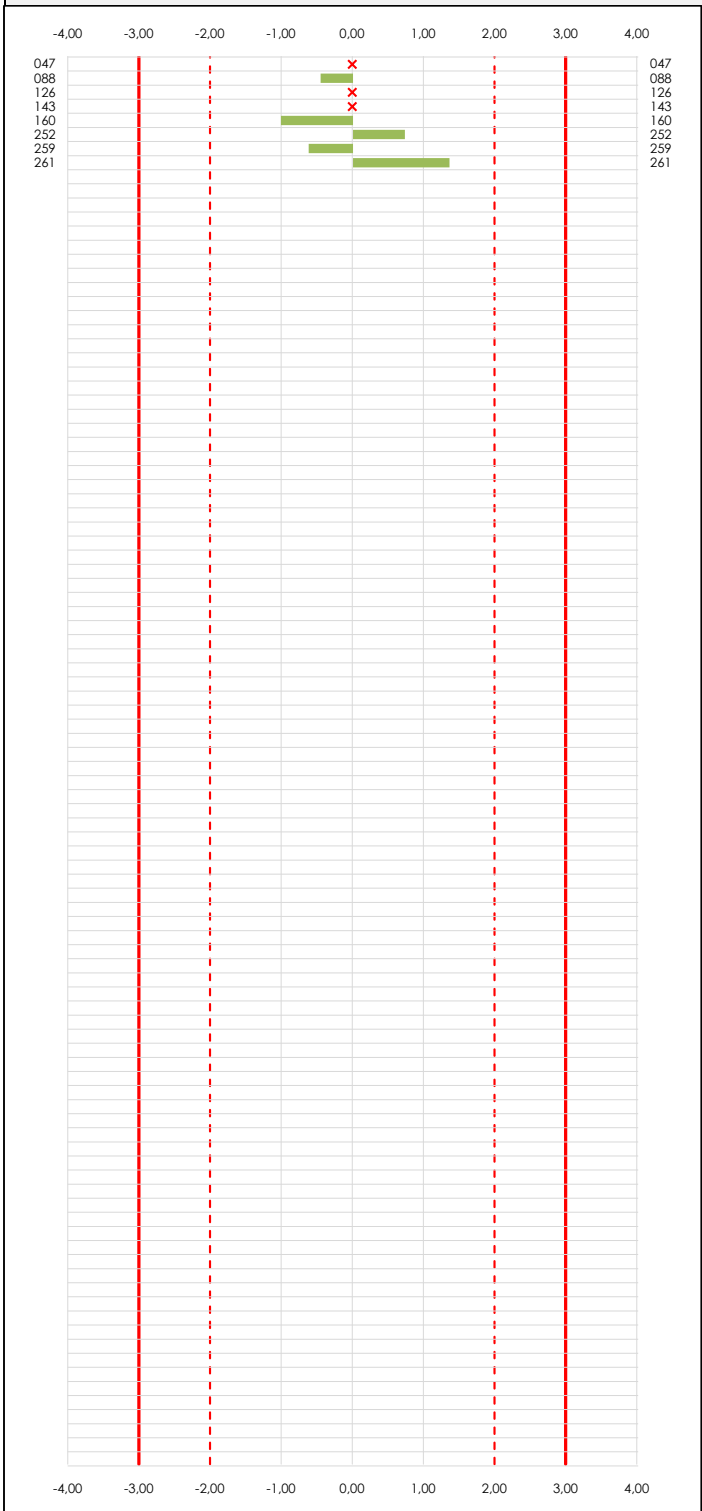


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)

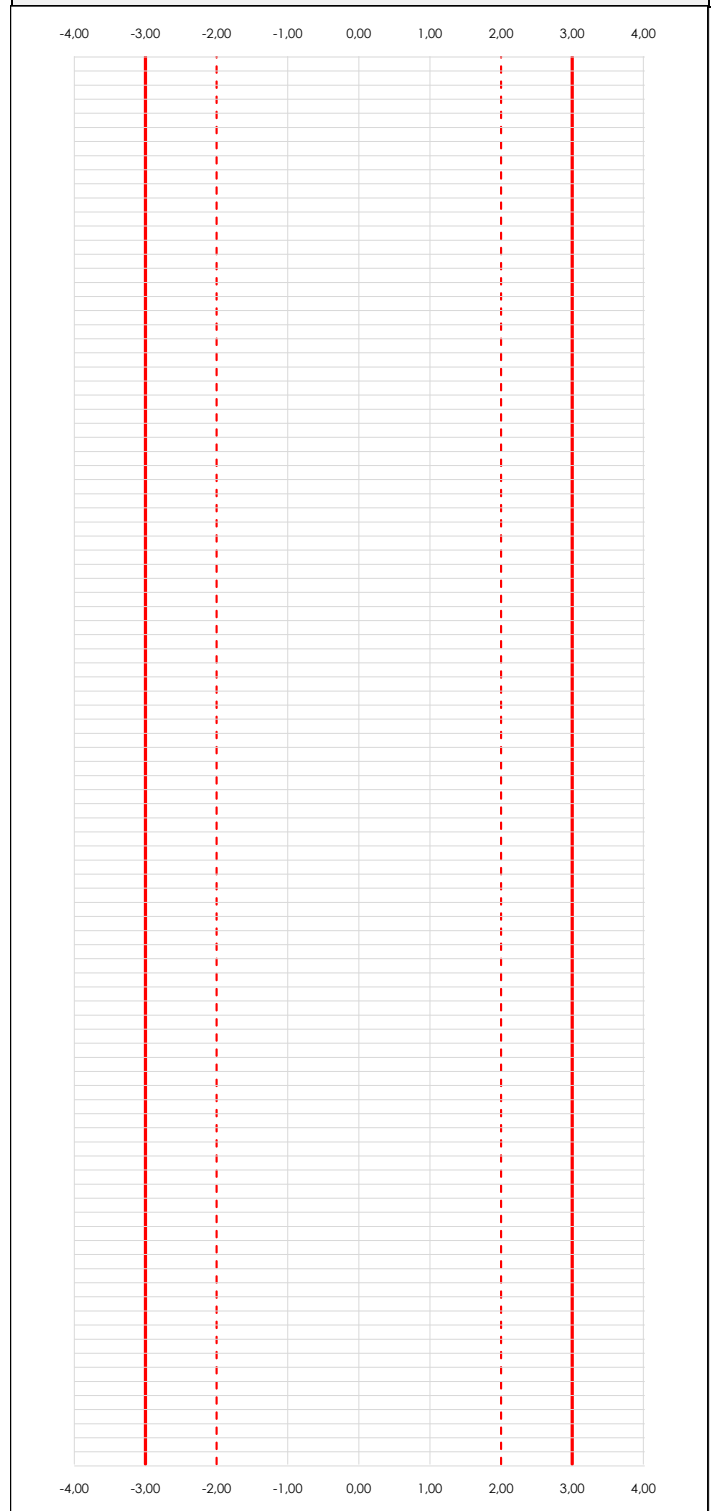
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr250 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>L1</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	39,80	38,60	37,20	37,70	36,90	38,04	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
88	32,40	35,20	33,50	32,10	32,50	33,14	1,266	-1,93	✓	✓	✓			-0,456	S
126	31,70	21,40	31,40	31,10	31,80	29,48	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
143	33,90	33,90	33,80	34,30	38,50	34,88	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
160	32,06	32,15	32,53	33,46	31,51	32,34	0,724	-4,29	✓	✓	✓			-1,011	S
252	36,10	33,90	34,60	35,00	34,60	34,84	0,808	3,10	✓	✓	✓			0,731	S
259	33,10	32,90	32,80	33,30	32,40	32,90	0,339	-2,64	✓	✓	✓			-0,623	S
261	35,30	36,40	36,20	35,10	35,70	35,74	0,559	5,76	✓	✓	✓			1,359	S

**NOTAS:**

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

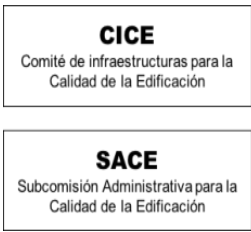
<sup>02</sup> "S<sub>L1</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

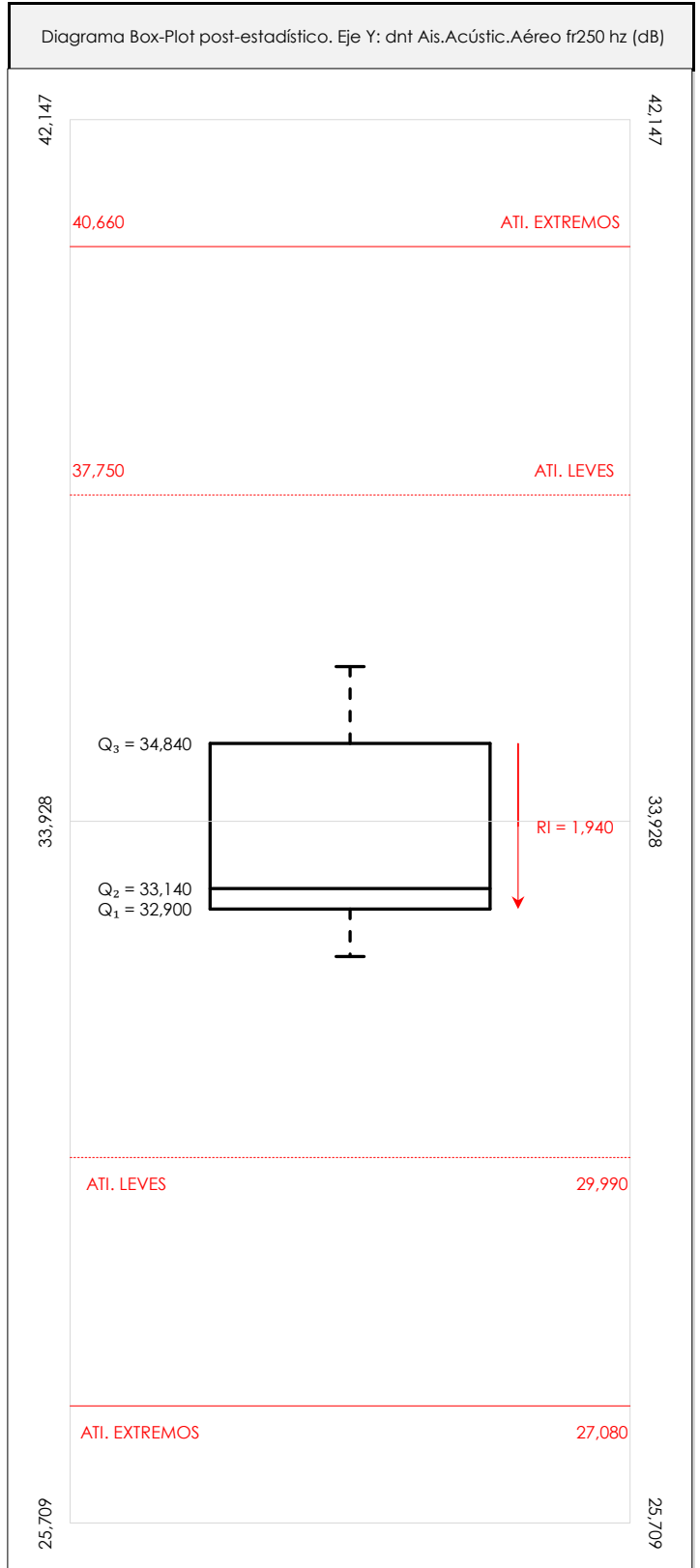
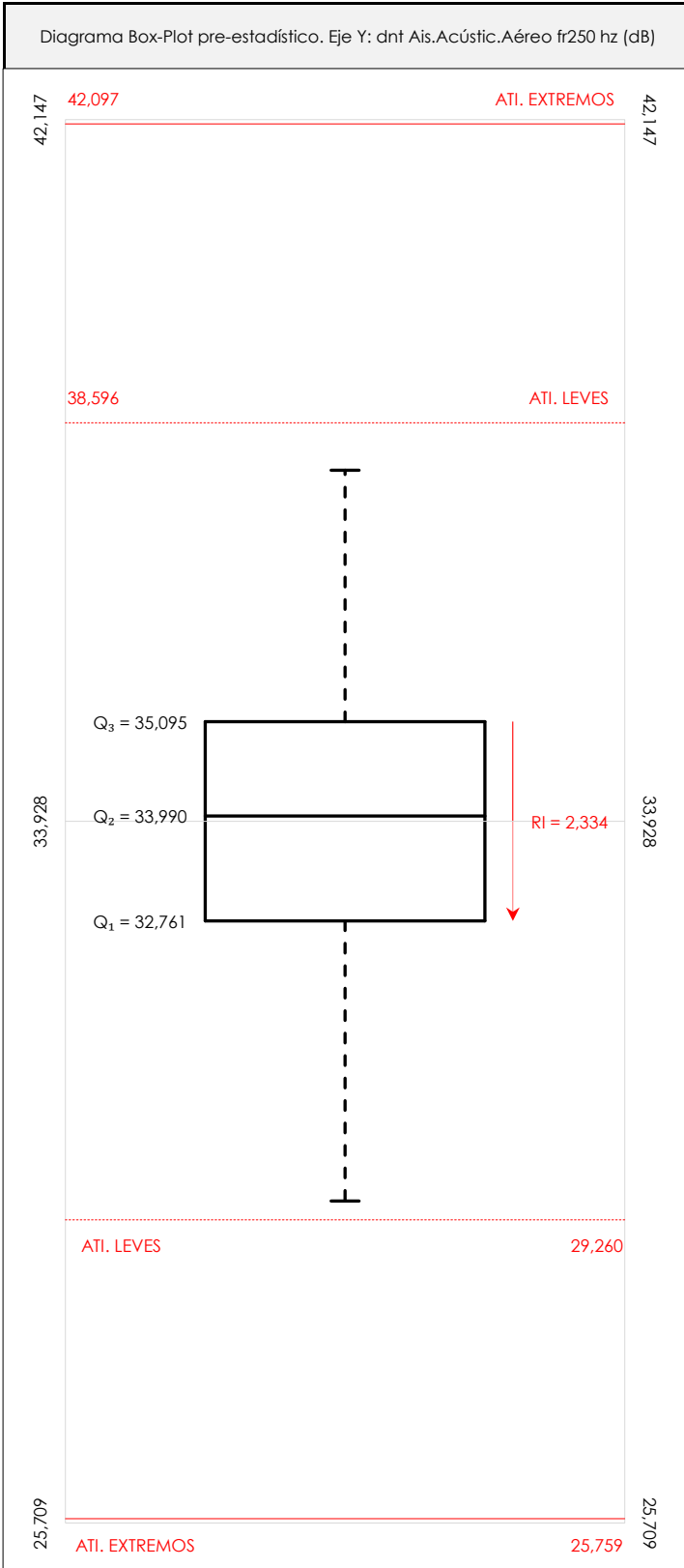
[insatisfactorio]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 DESPUES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR250 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	39,80	38,60	37,20	37,70	38,50	38,04	36,10	36,40	36,20	35,10	35,70	35,74
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	31,70	21,40	31,40	31,10	31,51	29,48	32,06	32,15	32,53	32,10	31,51	32,34
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	34,30	33,06	34,00	34,01	34,24	33,92	33,79	34,11	33,93	33,79	33,34	33,79
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	2,71	5,14	1,93	2,03	2,60	2,56	1,80	1,72	1,50	1,26	1,74	1,43
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,08	0,16	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,05	0,04	0,04	0,05	0,04
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	3,650	5,296	5,827	9,477	8,533		0,642	2,221	1,924	2,566	4,440	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,72	1,65	0,463	1,764	0,0018	1,72	1,65	0,633	1,764	0,0018
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,57	1,46	0,391	1,715	0,0090	1,57	1,46	0,544	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).

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr315 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

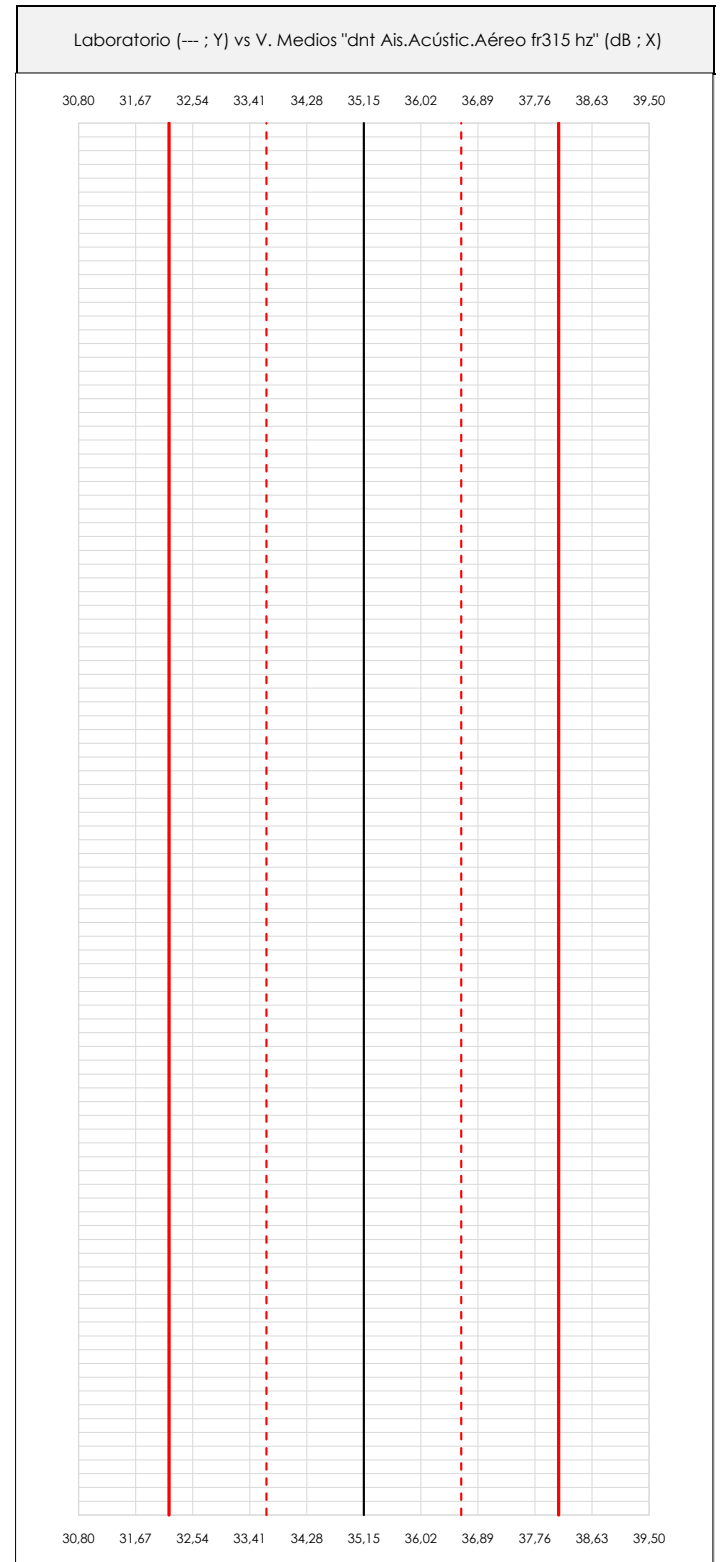
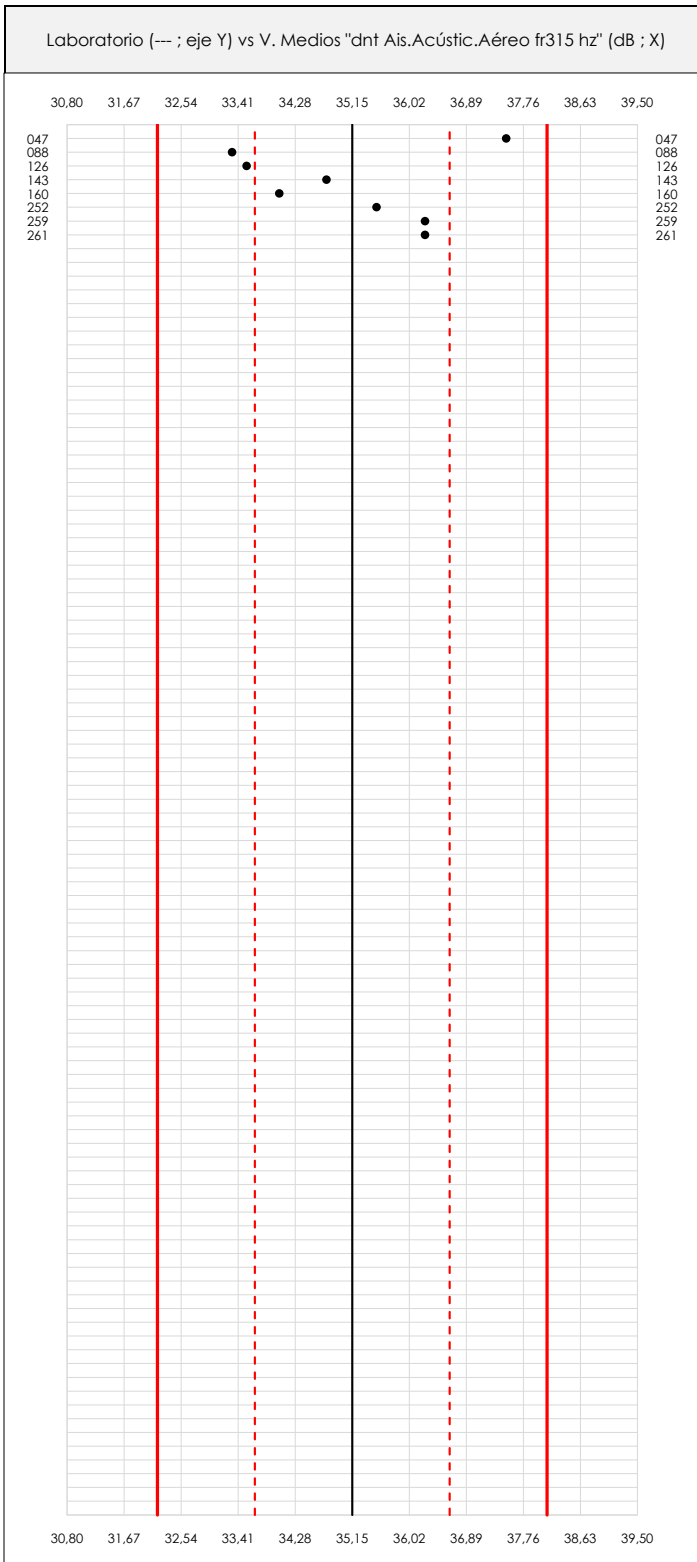
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

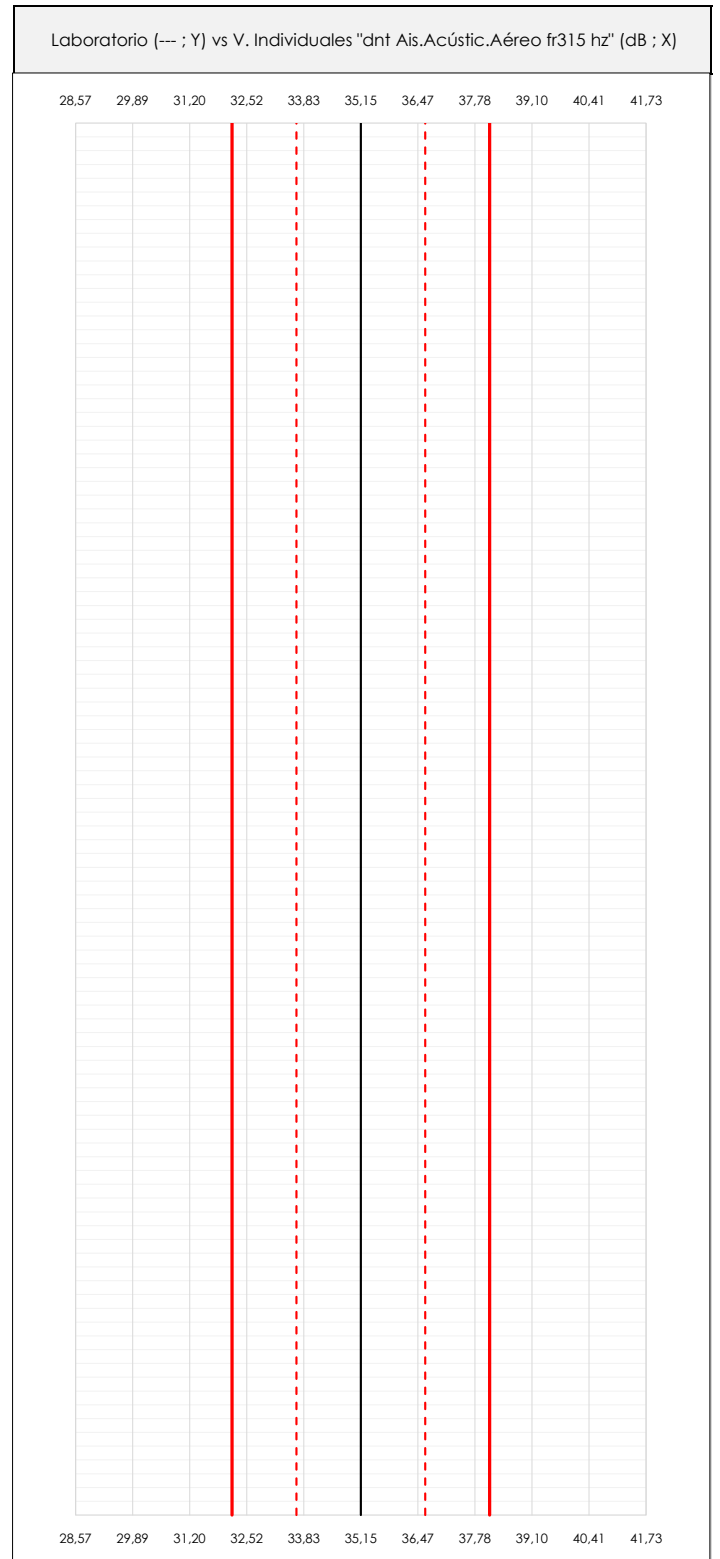
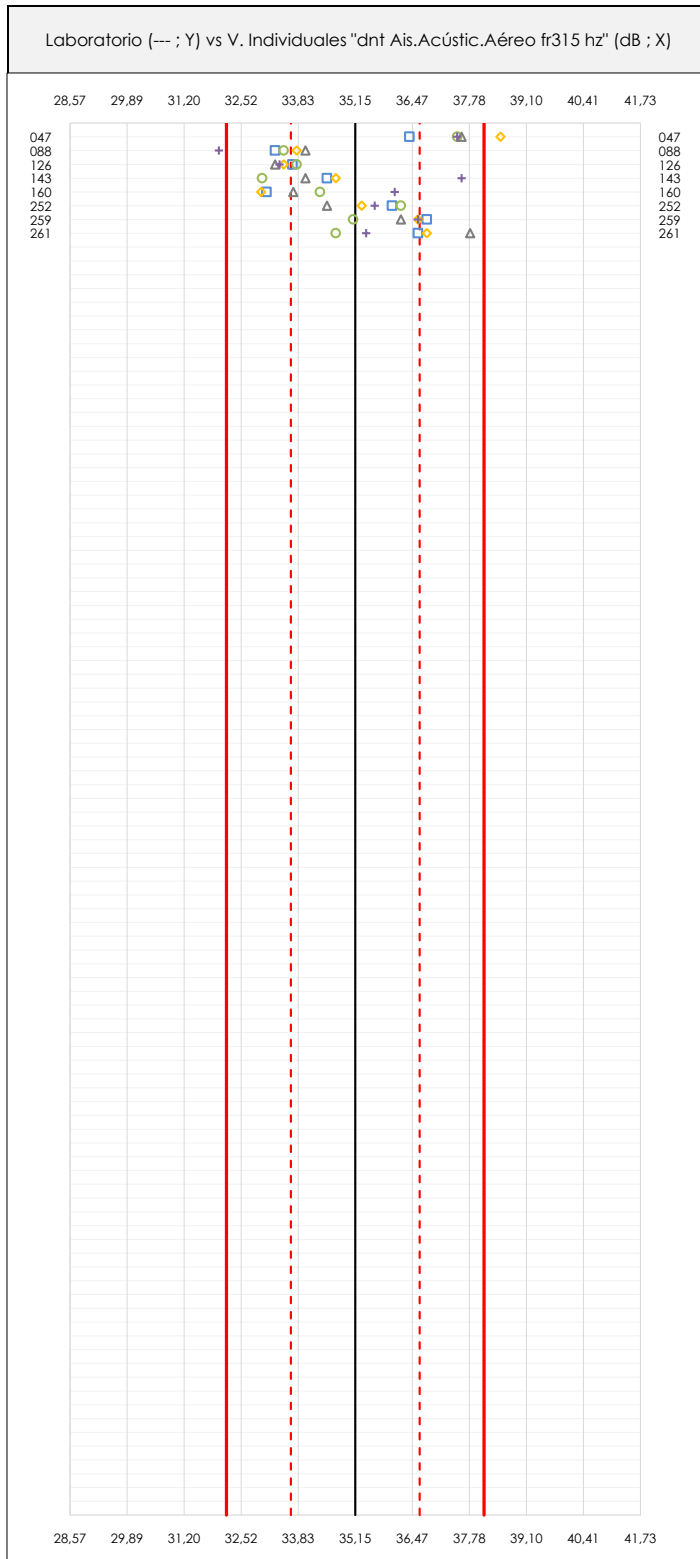
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,15 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,64/33,66 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,12/32,18 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (35,15 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,64/33,66 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,12/32,18 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.



**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
47	36,40	37,50	37,60	38,50	37,50	37,50	0,745	6,69	✓	
88	33,30	33,50	34,00	33,80	32,00	33,32	0,785	-5,21	✓	
126	33,70	33,80	33,30	33,50	33,40	33,54	0,207	-4,58	✓	
143	34,50	33,00	34,00	34,70	37,60	34,76	1,718	-1,11	✓	
160	33,10	34,34	33,72	32,98	36,06	34,04	1,254	-3,16	✓	
252	36,00	36,20	34,50	35,30	35,60	35,52	0,669	1,05	✓	
259	36,80	35,10	36,20	36,60	36,60	36,26	0,684	3,16	✓	
261	36,60	34,70	37,80	36,80	35,40	36,26	1,220	3,16	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

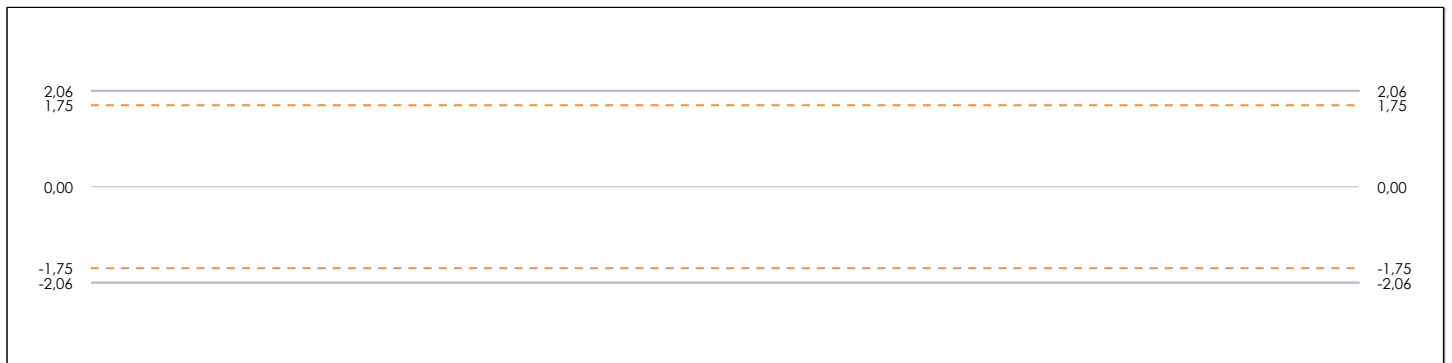
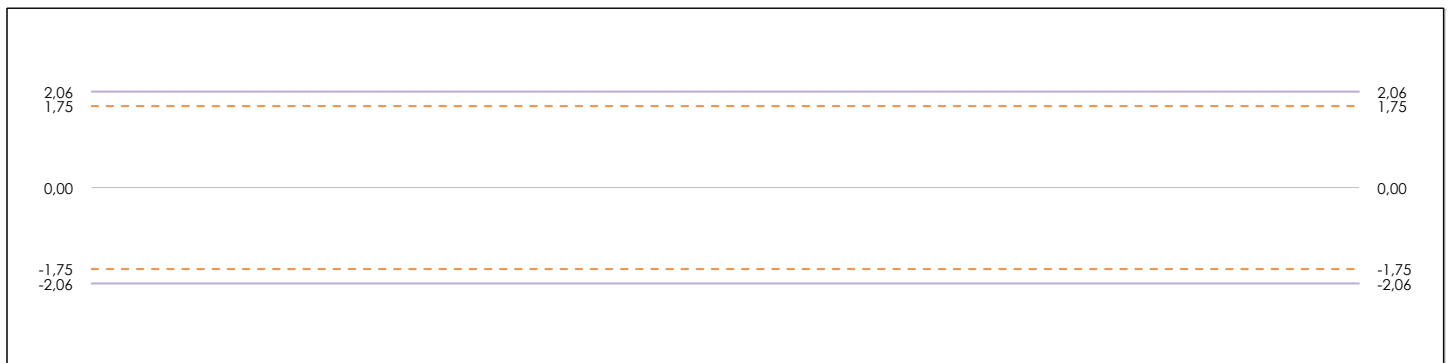
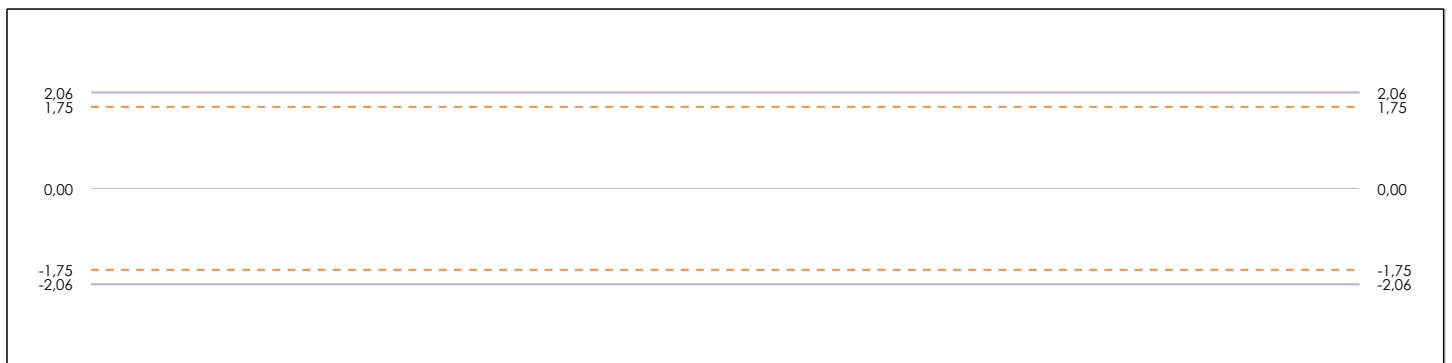
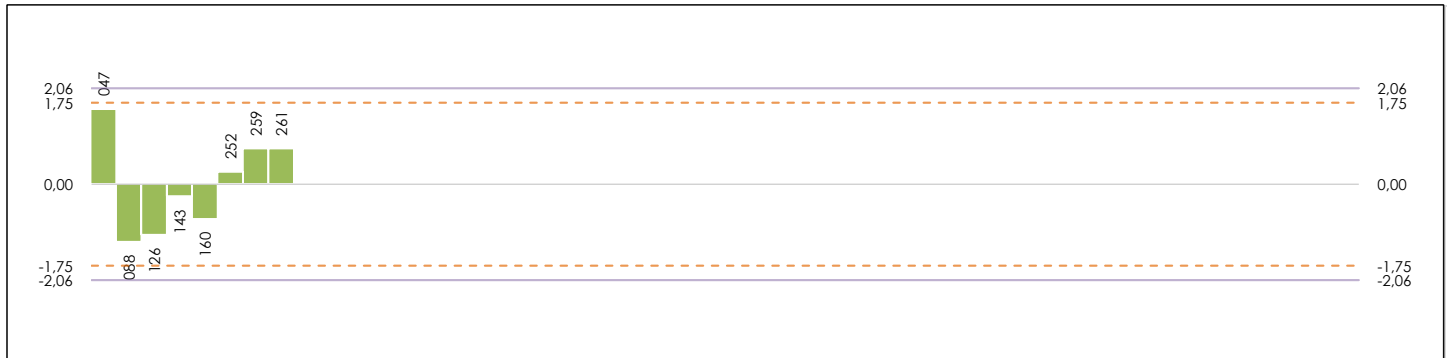
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

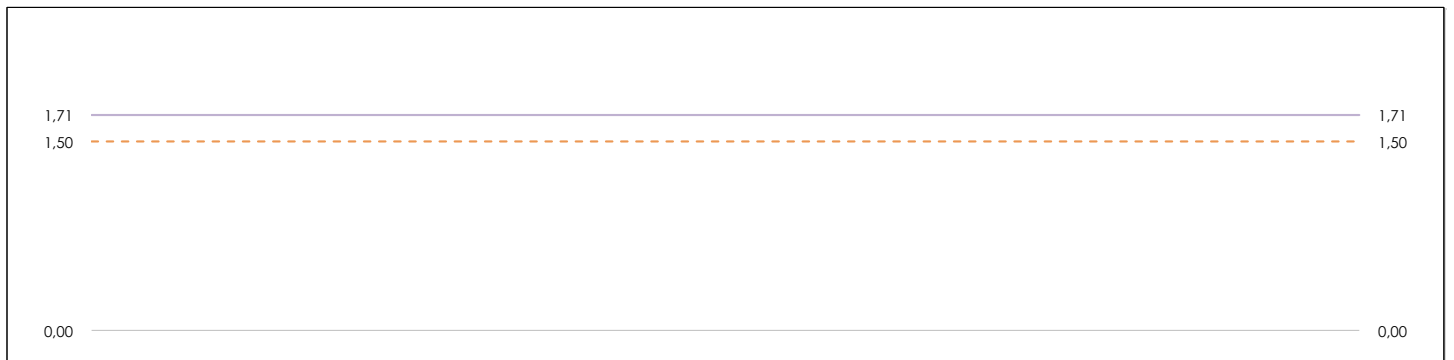
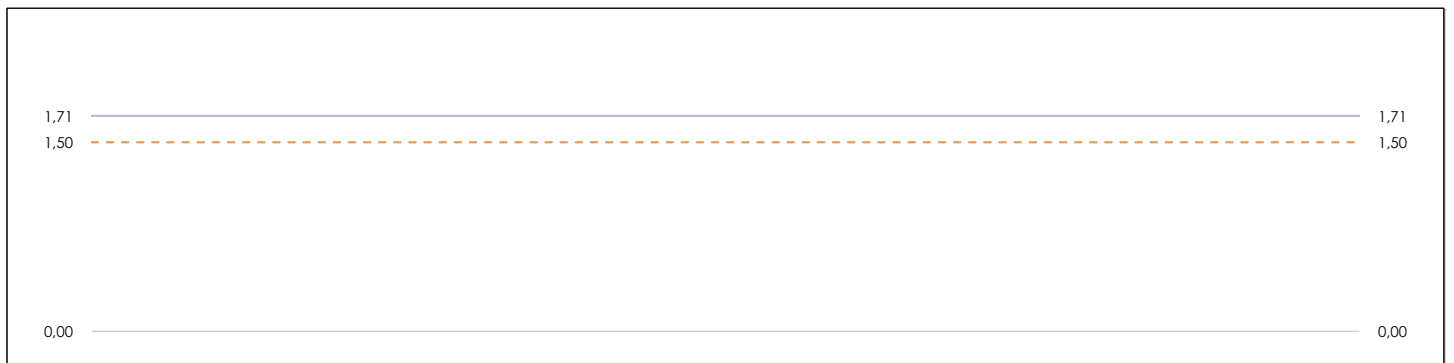
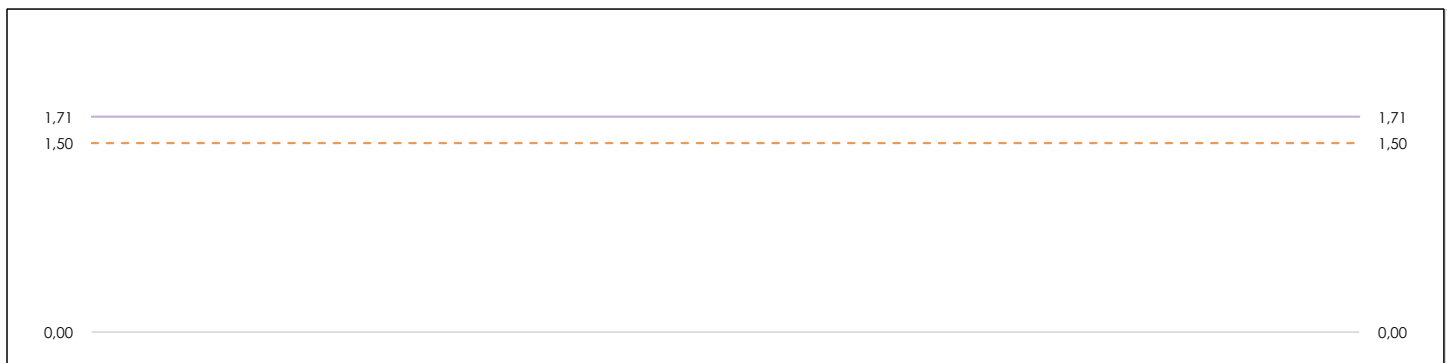
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	36,40	37,500	37,600	38,500	37,500	37,500	0,745	6,69	1,58	0,74			1,582		0,4336	✓
88	33,30	33,500	34,000	33,800	32,000	33,320	0,785	-5,21	-1,23	0,78		1,232		0,4878		✓
126	33,70	33,800	33,300	33,500	33,400	33,540	0,207	-4,58	-1,08	0,21				0,4878		✓
143	34,50	33,000	34,000	34,700	37,600	34,760	1,718	-1,11	-0,26	1,70*	0,363					✓
160	33,10	34,337	33,720	32,978	36,062	34,040	1,254	-3,16	-0,75	1,24						✓
252	36,00	36,200	34,500	35,300	35,600	35,520	0,669	1,05	0,25	0,66						✓
259	36,80	35,100	36,200	36,600	36,600	36,260	0,684	3,16	0,75	0,68					0,4336	✓
261	36,60	34,700	37,800	36,800	35,400	36,260	1,220	3,16	0,75	1,21					0,4336	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

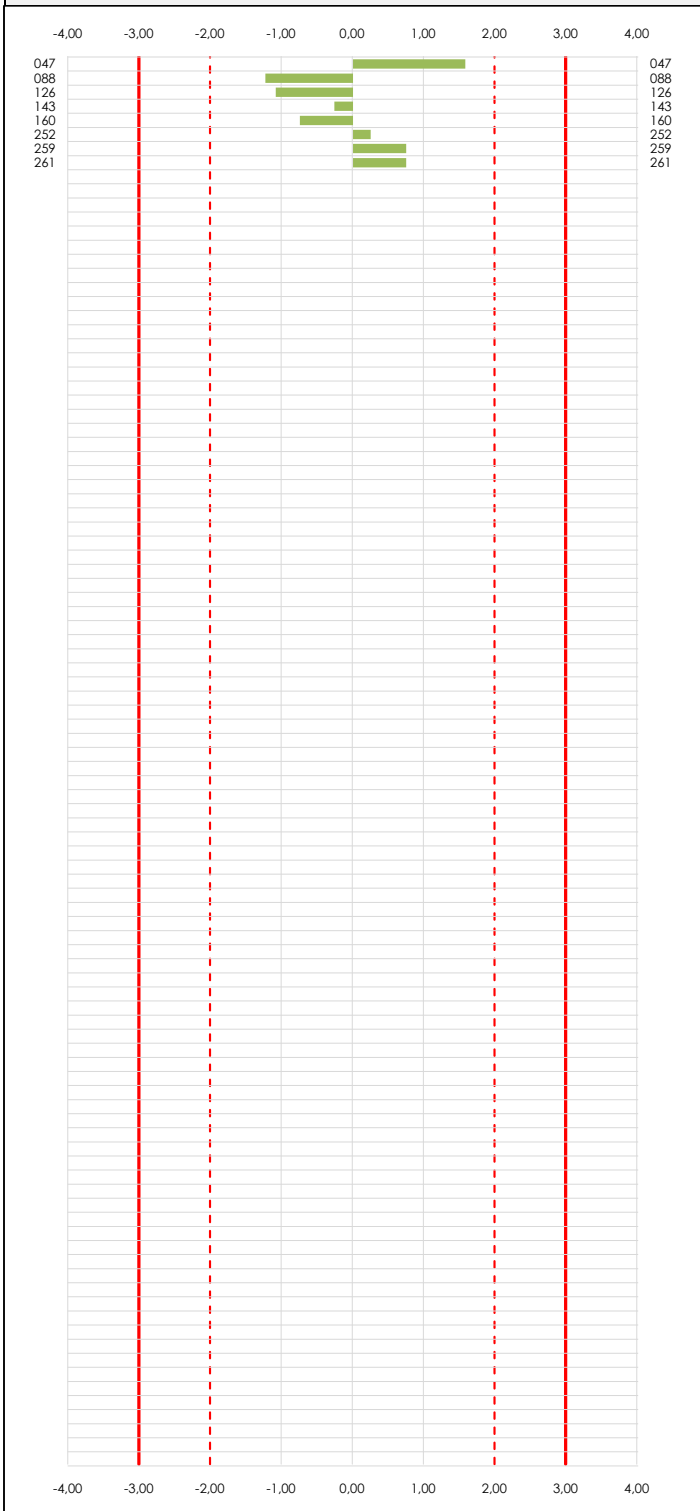


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)

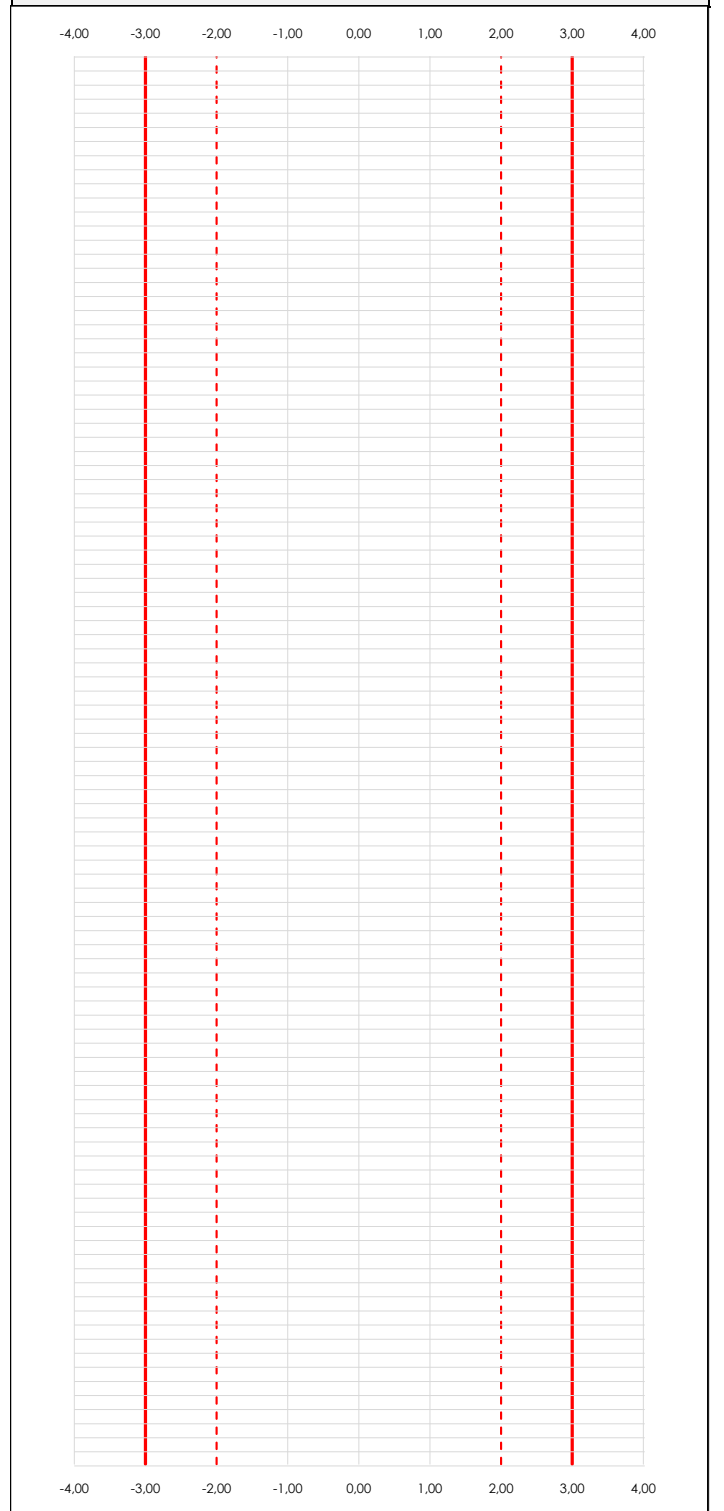
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr315 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr315 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	36,40	37,50	37,60	38,50	37,50	37,50	0,745	6,69	✓	✓	✓			1,582	S
88	33,30	33,50	34,00	33,80	32,00	33,32	0,785	-5,21	✓	✓	✓			-1,232	S
126	33,70	33,80	33,30	33,50	33,40	33,54	0,207	-4,58	✓	✓	✓			-1,084	S
143	34,50	33,00	34,00	34,70	37,60	34,76	1,718	-1,11	✓	✓	✓			-0,263	S
160	33,10	34,34	33,72	32,98	36,06	34,04	1,254	-3,16	✓	✓	✓			-0,747	S
252	36,00	36,20	34,50	35,30	35,60	35,52	0,669	1,05	✓	✓	✓			0,249	S
259	36,80	35,10	36,20	36,60	36,60	36,26	0,684	3,16	✓	✓	✓			0,747	S
261	36,60	34,70	37,80	36,80	35,40	36,26	1,220	3,16	✓	✓	✓			0,747	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

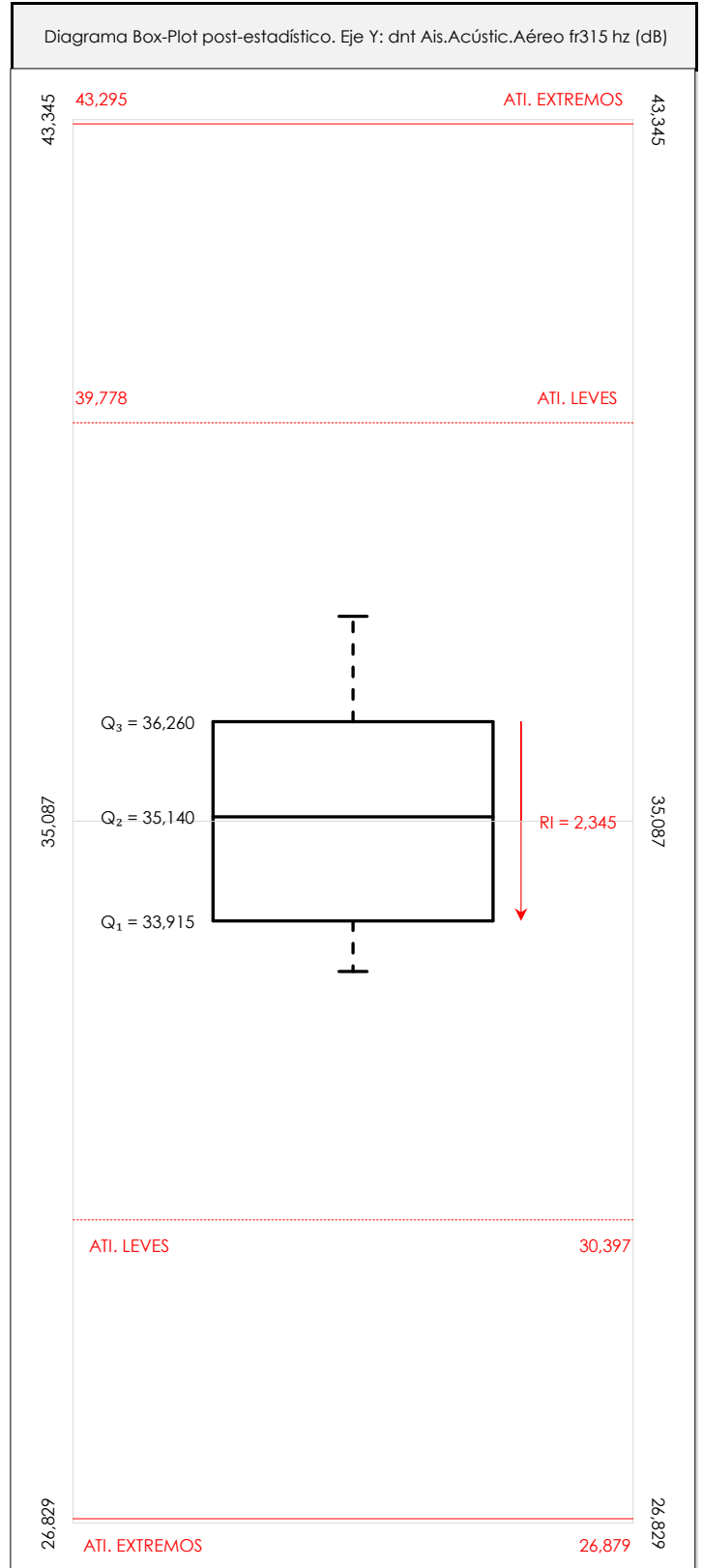
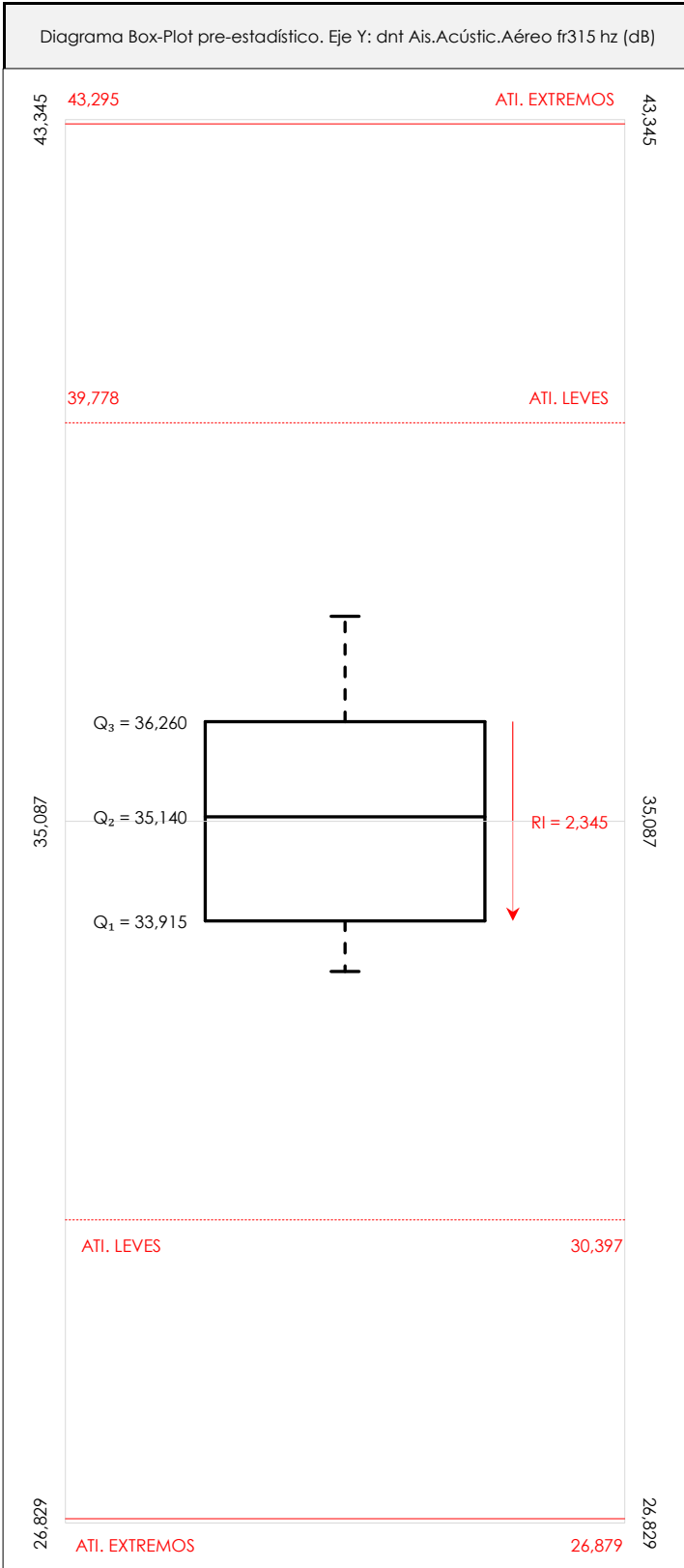
[insatisfactorio]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>\*</sup> y f<sub>1</sub><sup>\*</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR315 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	36,80	37,50	37,80	38,50	37,60	37,50	36,80	37,50	37,80	38,50	37,60	37,50
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	33,10	33,00	33,30	32,98	32,00	33,32	33,10	33,00	33,30	32,98	32,00	33,32
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	35,05	34,77	35,14	35,27	35,52	35,15	35,05	34,77	35,14	35,27	35,52	35,15
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,57	1,49	1,80	1,91	1,95	1,49	1,57	1,49	1,80	1,91	1,95	1,49
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,04
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
<b>Valor Calculado</b>	1,018	2,796	2,003	3,021	4,818	1,018	2,796	2,003	3,021	4,818		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr400 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

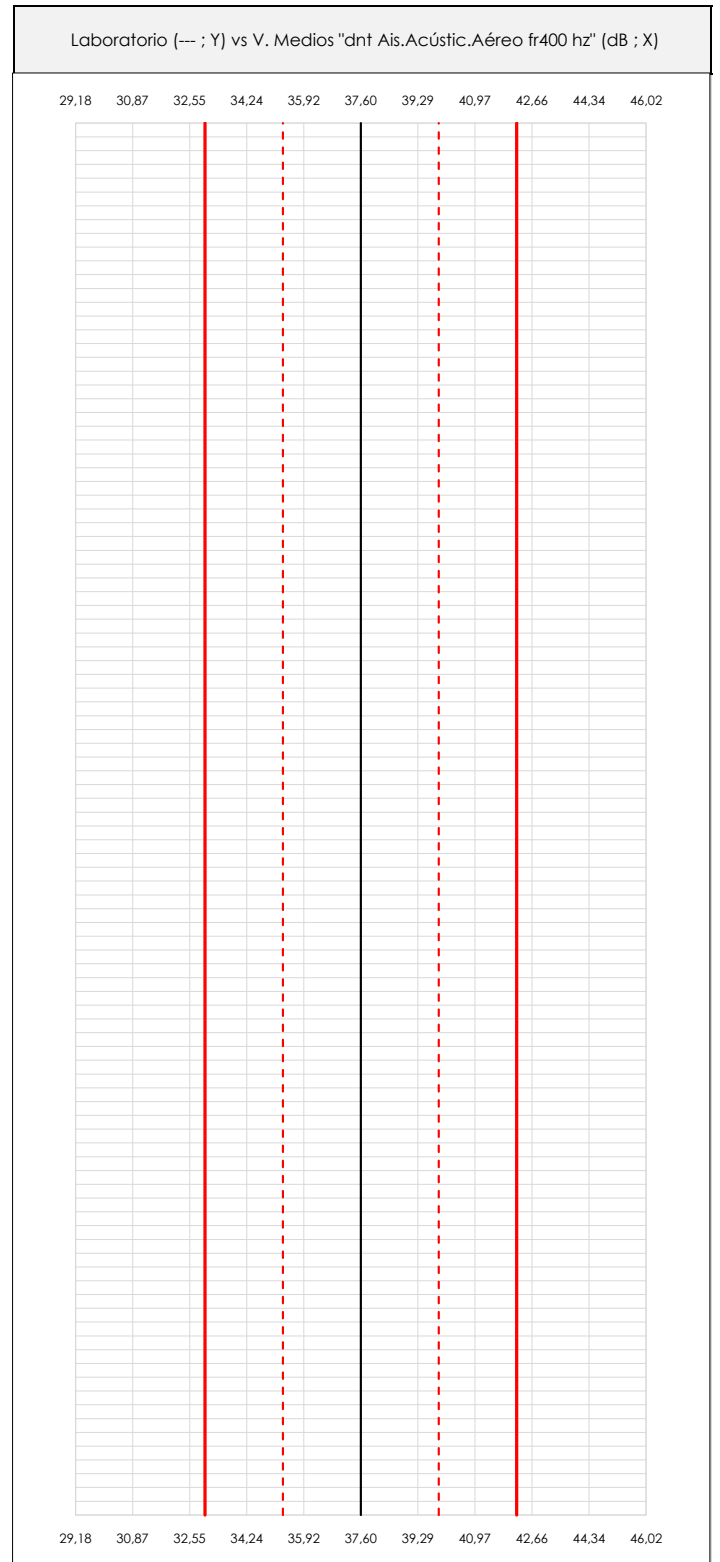
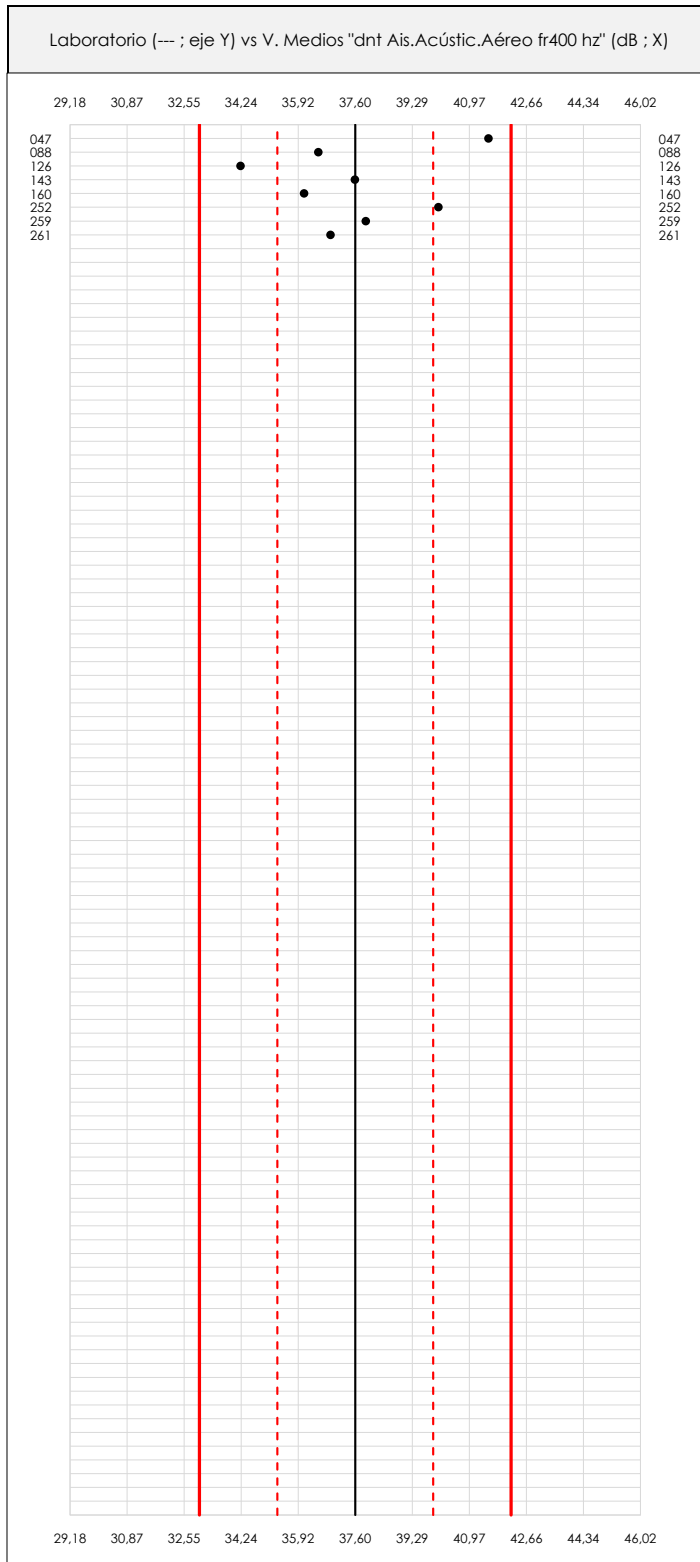
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (37,60 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,91/35,30 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,21/33,00 ; líneas rojas de trazo continuo).

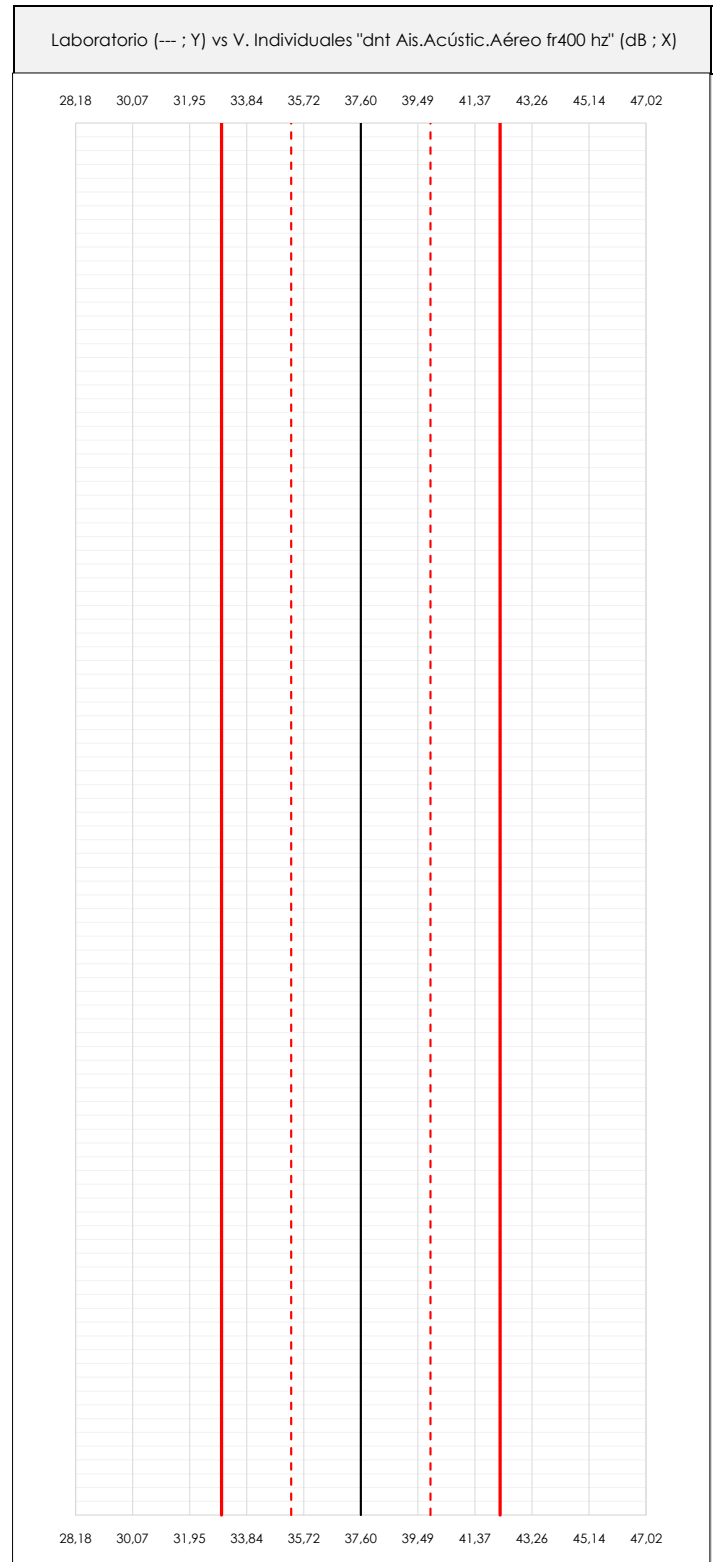
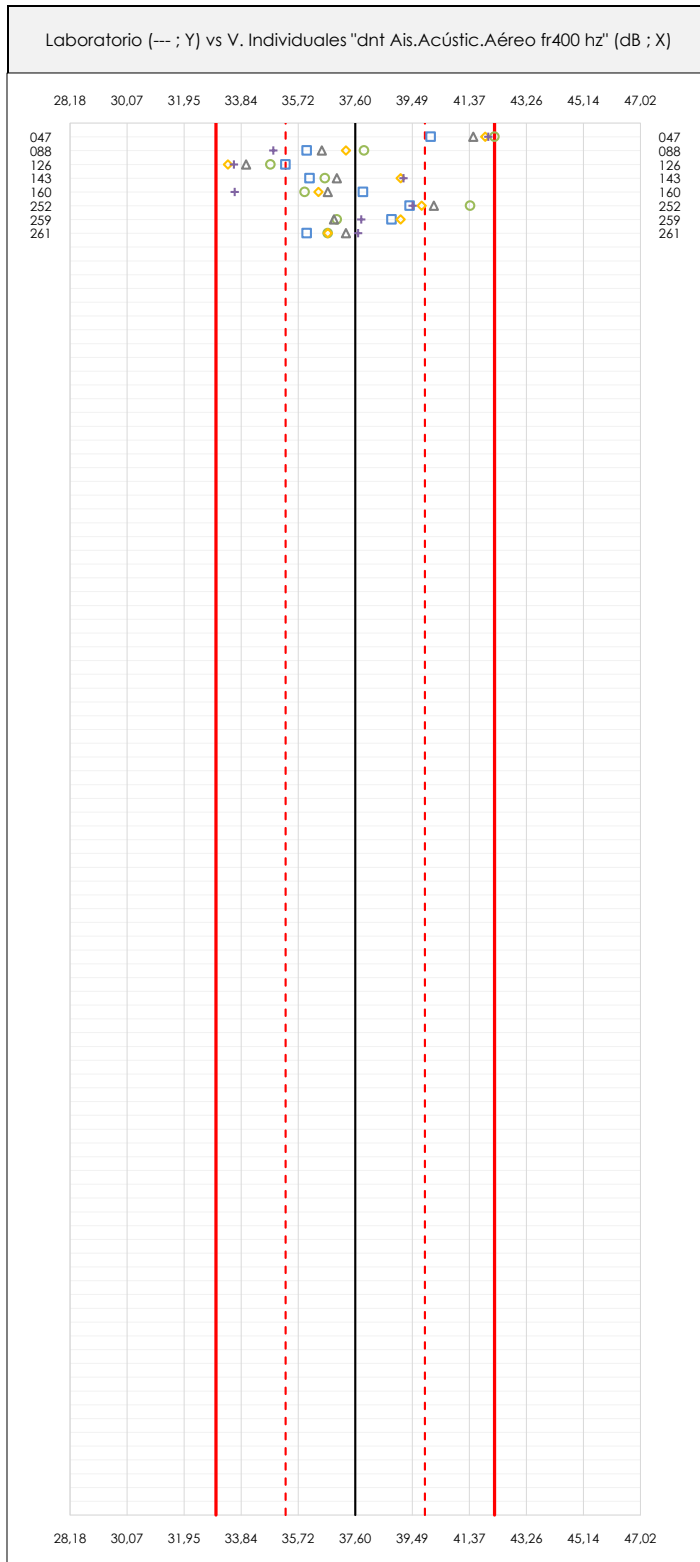
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (37,60 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,91/35,30 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,21/33,00 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	40,10	42,20	41,50	41,90	42,00	41,54	0,844	10,46	✓	
88	36,00	37,90	36,50	37,30	34,90	36,52	1,163	-2,89	✓	
126	35,30	34,80	34,00	33,40	33,60	34,22	0,807	-9,00	✓	
143	36,10	36,60	37,00	39,10	39,20	37,60	1,451	-0,01	✓	
160	37,86	35,93	36,70	36,38	33,62	36,10	1,560	-4,00	✓	
252	39,40	41,40	40,20	39,80	39,50	40,06	0,811	6,53	✓	
259	38,80	37,00	36,90	39,10	37,80	37,92	1,008	0,84	✓	
261	36,00	36,70	37,30	36,70	37,70	36,88	0,650	-1,93	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

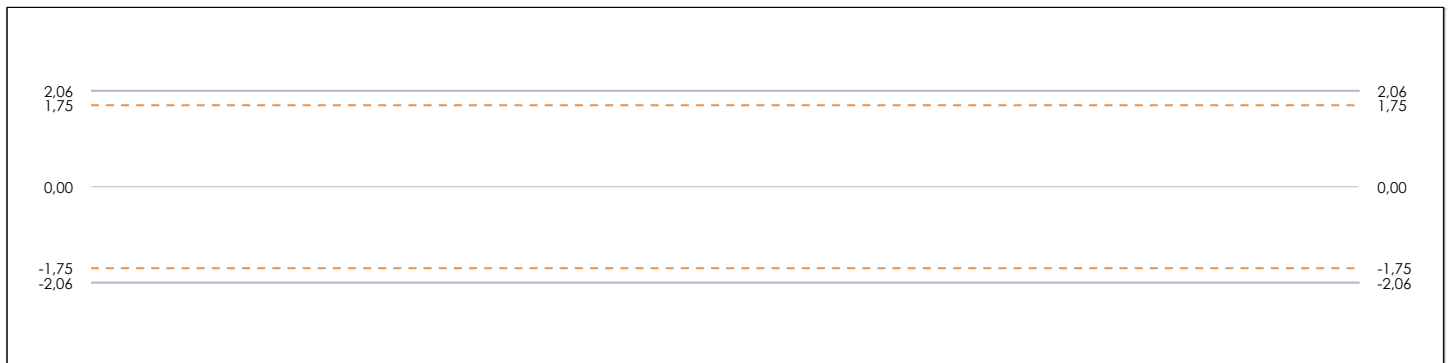
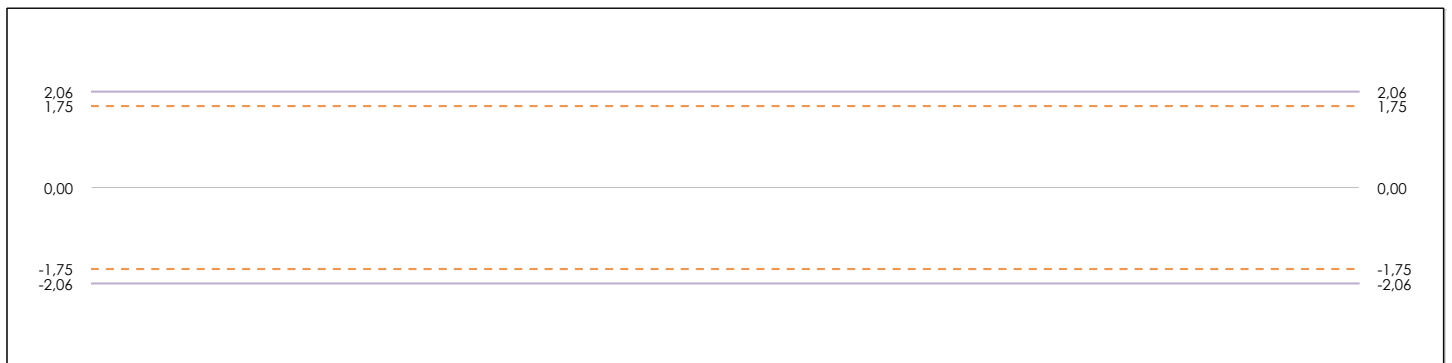
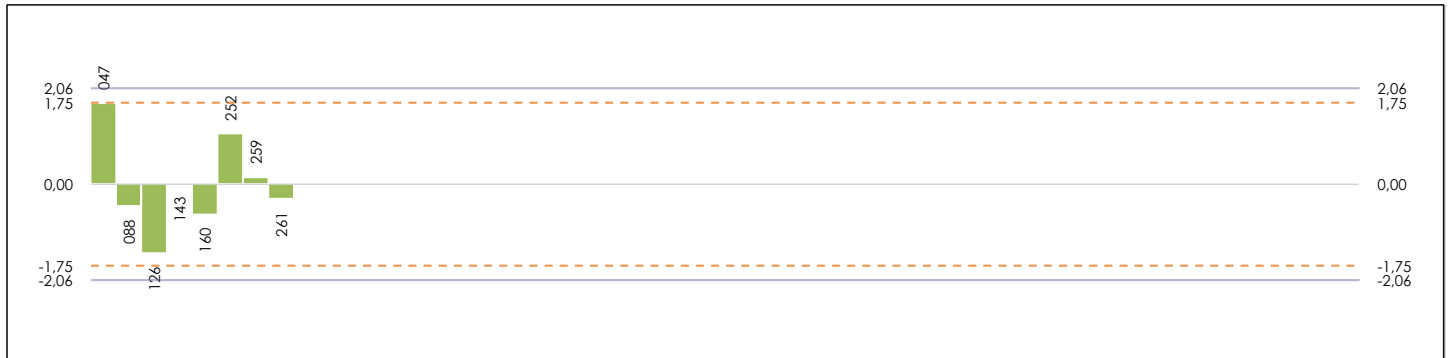
**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

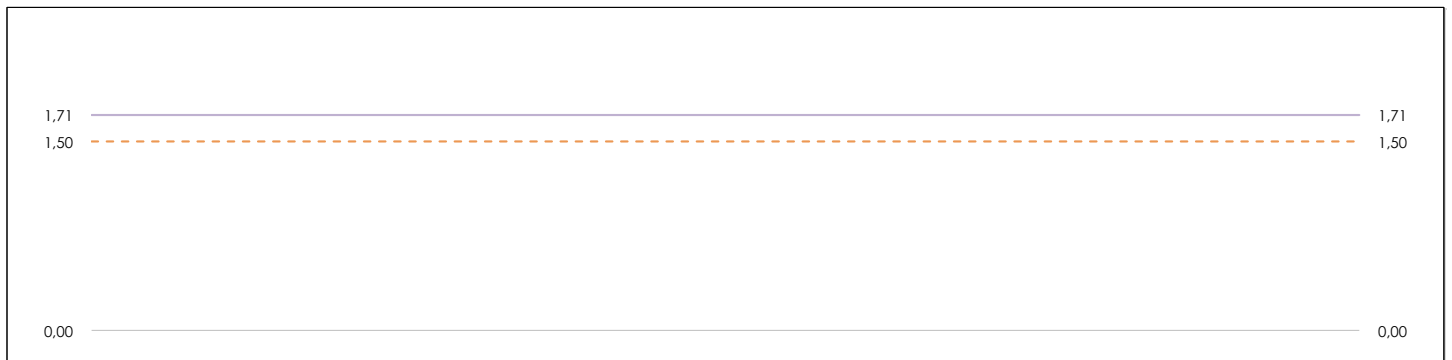
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	40,10	42,200	41,500	41,900	42,000	41,540	0,844	10,46	1,71	0,78			1,711		0,2354	✓
88	36,00	37,900	36,500	37,300	34,900	36,520	1,163	-2,89	-0,47	1,08						✓
126	35,30	34,800	34,000	33,400	33,600	34,220	0,807	-9,00	-1,47	0,75		1,472		0,5219		✓
143	36,10	36,600	37,000	39,100	39,200	37,600	1,451	-0,01	0,00	1,34						✓
160	37,86	35,933	36,700	36,384	33,619	36,100	1,560	-4,00	-0,65	1,44				0,5219		✓
252	39,40	41,400	40,200	39,800	39,500	40,060	0,811	6,53	1,07	0,75					0,2354	✓
259	38,80	37,000	36,900	39,100	37,800	37,920	1,008	0,84	0,14	0,93						✓
261	36,00	36,700	37,300	36,700	37,700	36,880	0,650	-1,93	-0,32	0,60						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

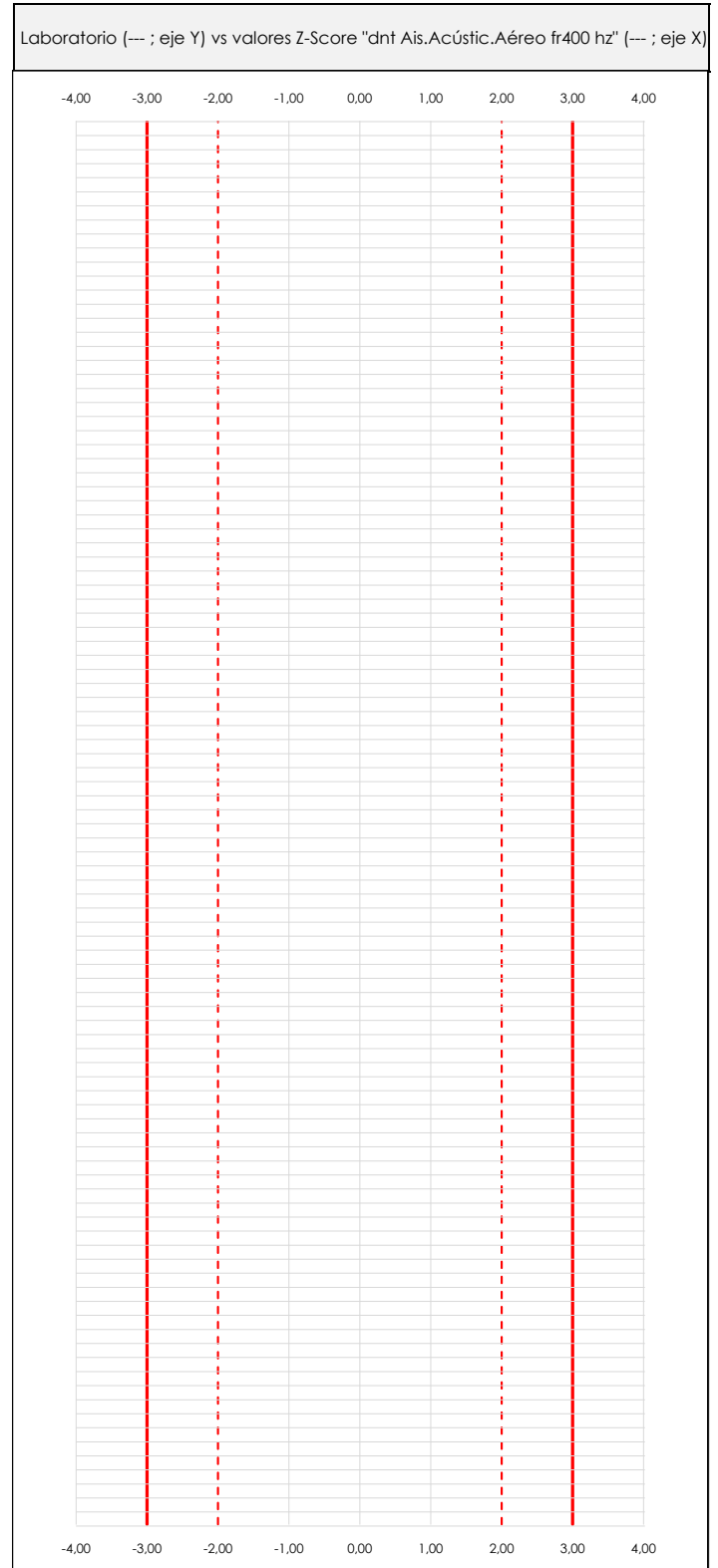
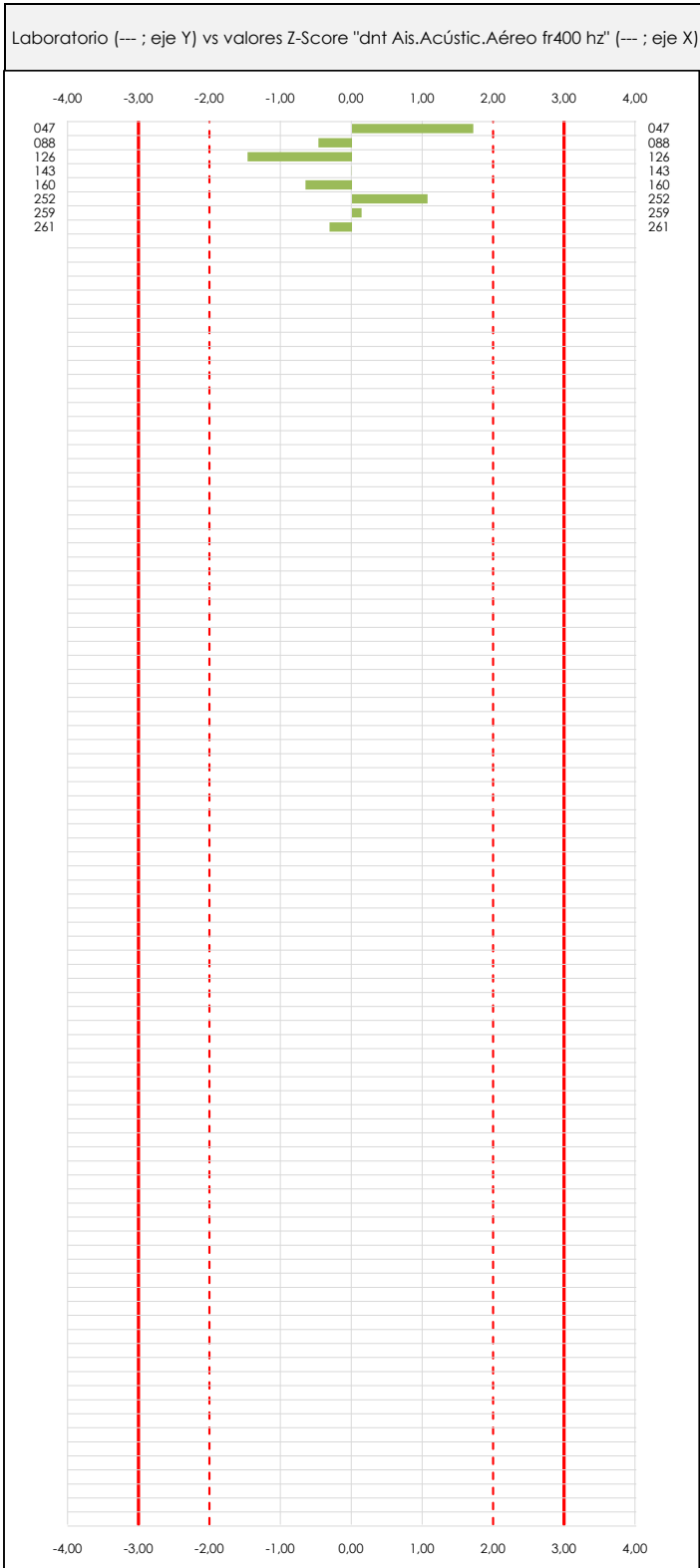




## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	40,10	42,20	41,50	41,90	42,00	41,54	0,844	10,46	✓	✓	✓			1,711	S
88	36,00	37,90	36,50	37,30	34,90	36,52	1,163	-2,89	✓	✓	✓			-0,472	S
126	35,30	34,80	34,00	33,40	33,60	34,22	0,807	-9,00	✓	✓	✓			-1,472	S
143	36,10	36,60	37,00	39,10	39,20	37,60	1,451	-0,01	✓	✓	✓			-0,002	S
160	37,86	35,93	36,70	36,38	33,62	36,10	1,560	-4,00	✓	✓	✓			-0,654	S
252	39,40	41,40	40,20	39,80	39,50	40,06	0,811	6,53	✓	✓	✓			1,067	S
259	38,80	37,00	36,90	39,10	37,80	37,92	1,008	0,84	✓	✓	✓			0,137	S
261	36,00	36,70	37,30	36,70	37,70	36,88	0,650	-1,93	✓	✓	✓			-0,315	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

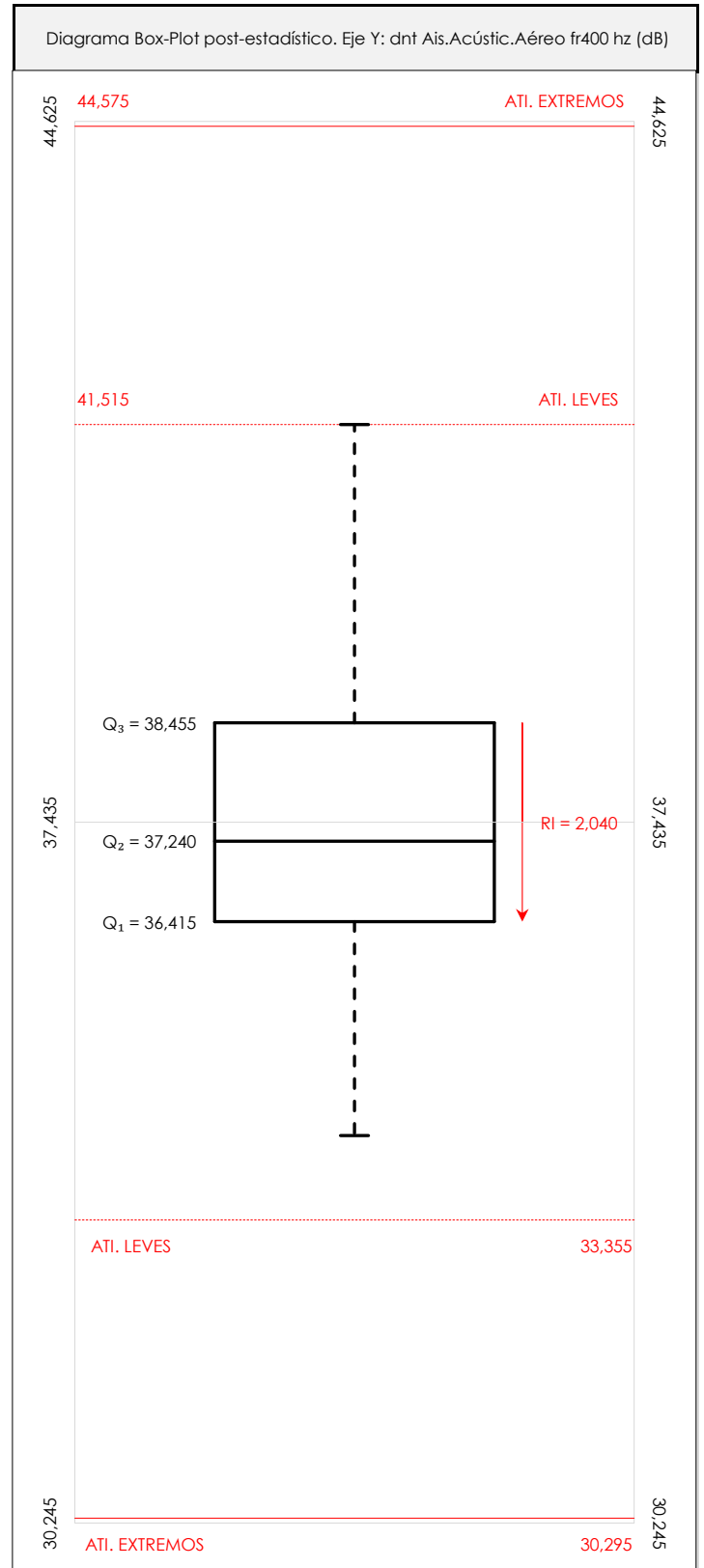
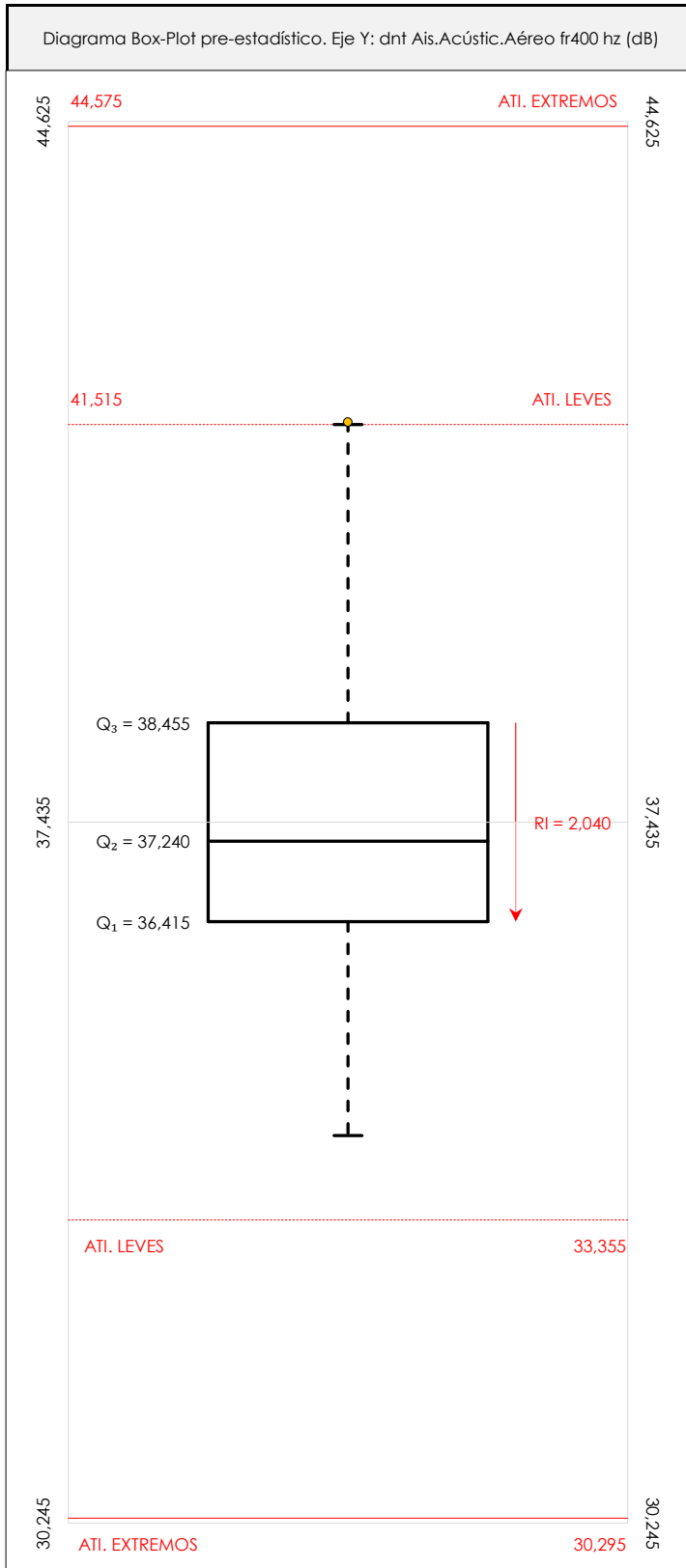
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>\*</sup> y f<sub>1</sub><sup>\*</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR400 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	40,10	42,20	41,50	41,90	42,00	41,54	40,10	42,20	41,50	41,90	42,00	41,54
Valor Mínimo (min ; %)	35,30	34,80	34,00	33,40	33,60	34,22	35,30	34,80	34,00	33,40	33,60	34,22
Valor Promedio (M ; %)	37,45	37,82	37,51	37,96	37,29	37,60	37,45	37,82	37,51	37,96	37,29	37,60
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,83	2,62	2,32	2,59	3,02	2,30	1,83	2,62	2,32	2,59	3,02	2,30
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,07	0,06	0,07	0,08	0,06	0,05	0,07	0,06	0,07	0,08	0,06
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
Valor Calculado	1,169	2,997	5,057	6,226	6,916	1,169	2,997	5,057	6,226	6,916		
Valor Referencia												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
Nivel de Significación 1%	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
Nivel de Significación 5%	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr500 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

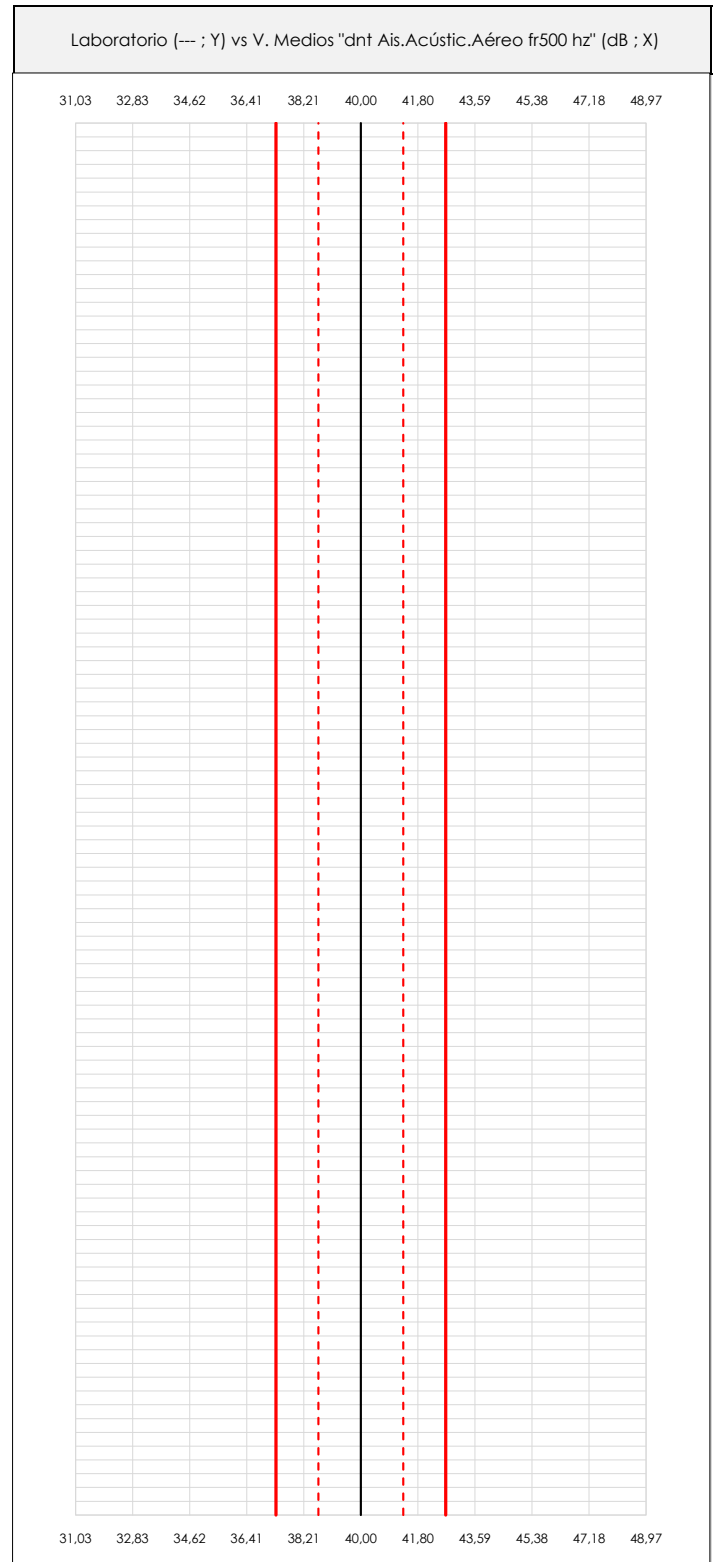
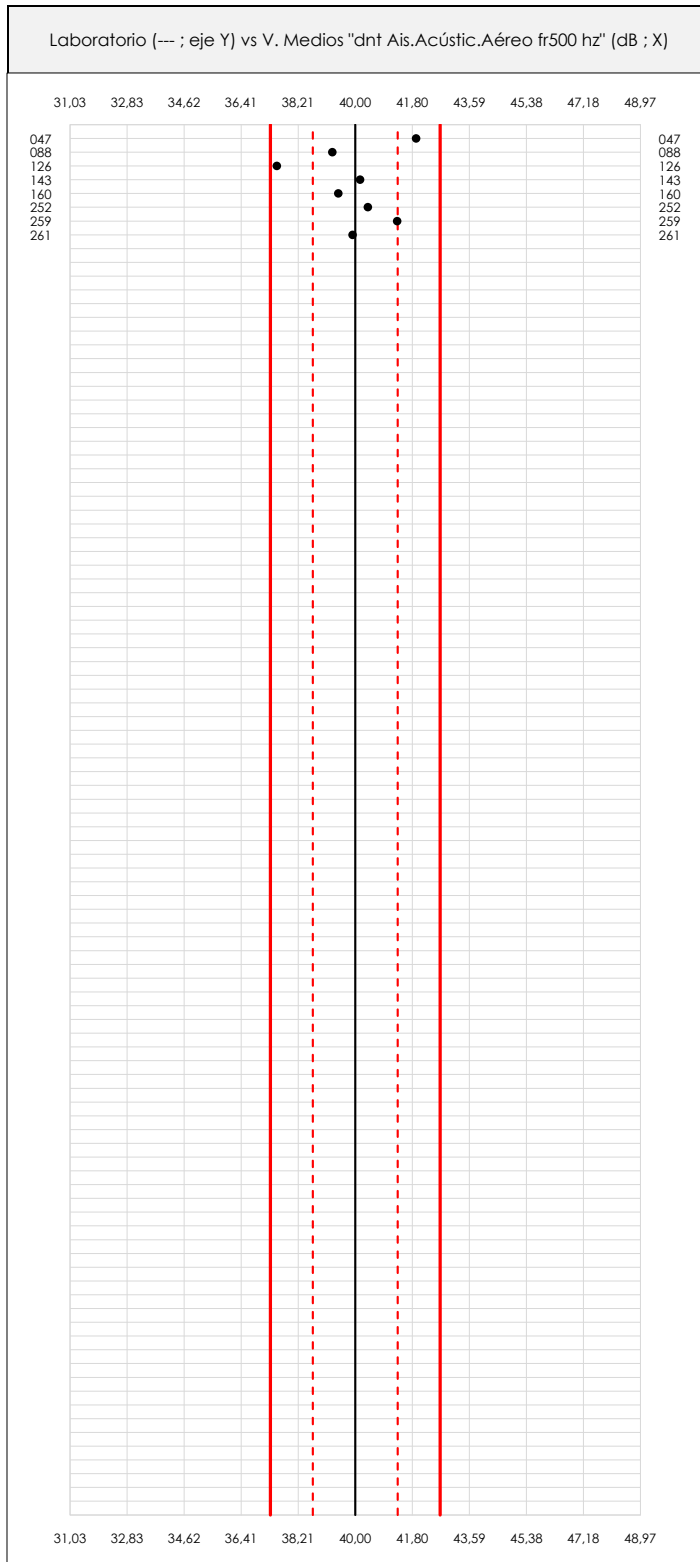
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

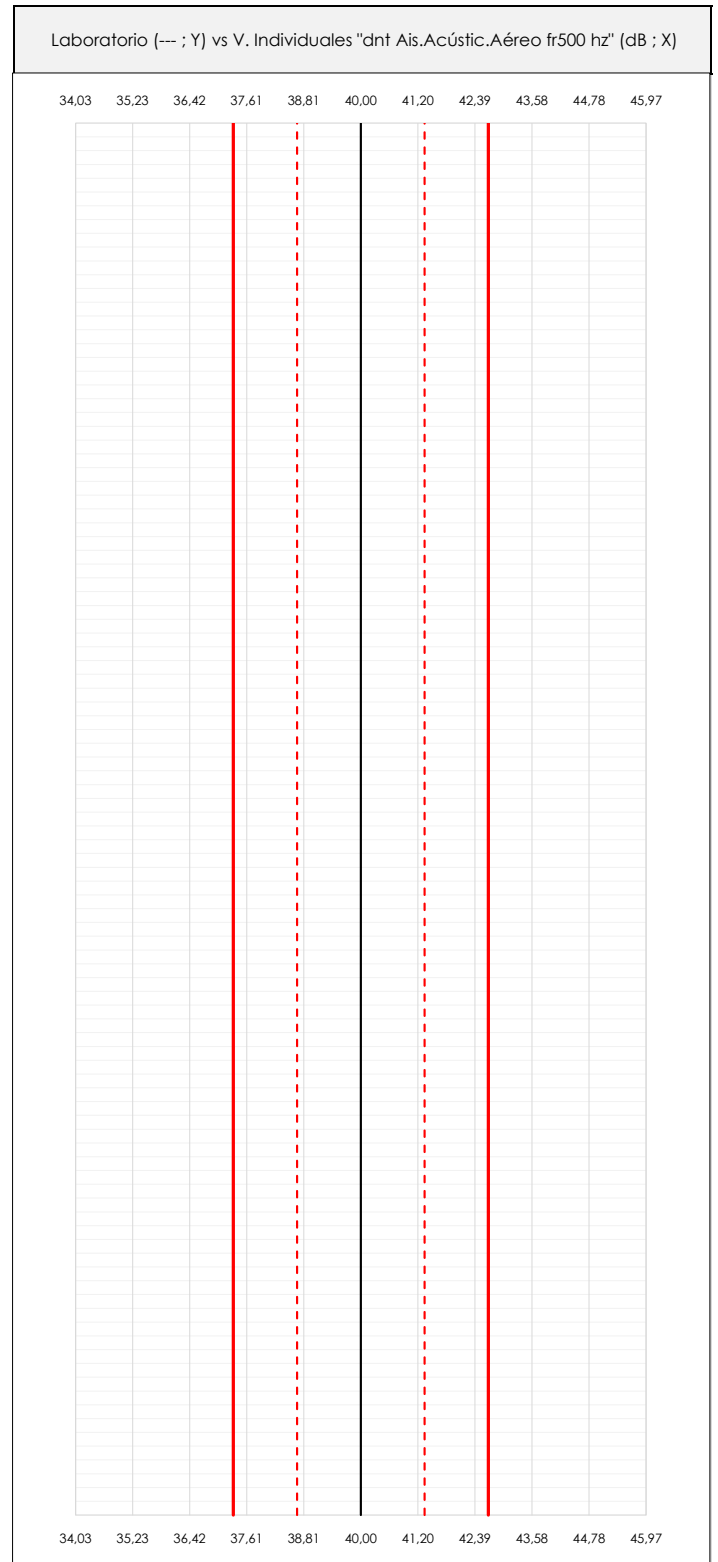
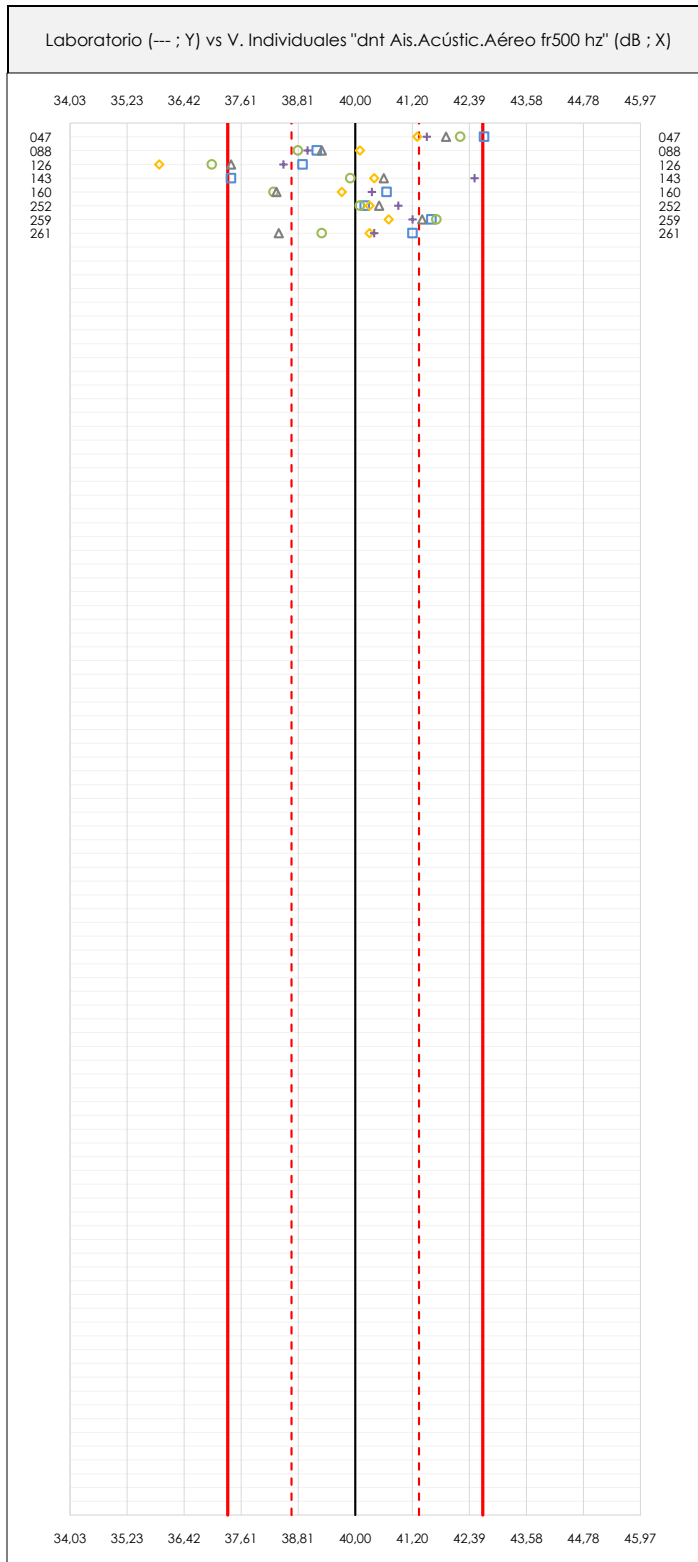
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,34/38,67 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,67/37,33 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (40,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,34/38,67 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,67/37,33 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.





# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

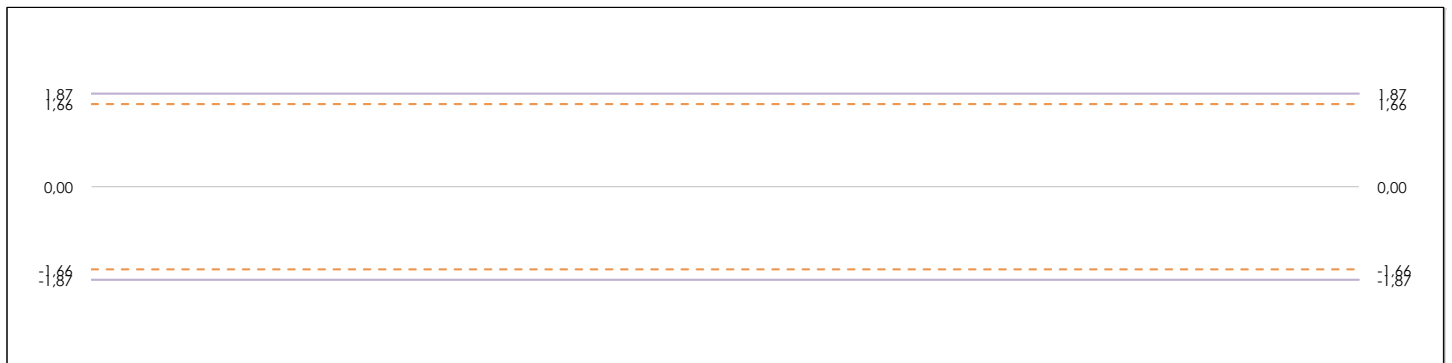
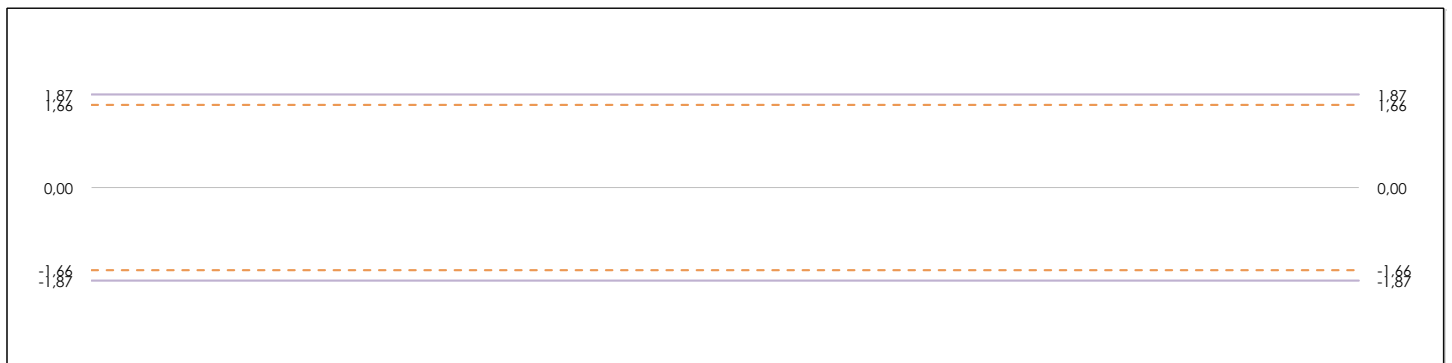
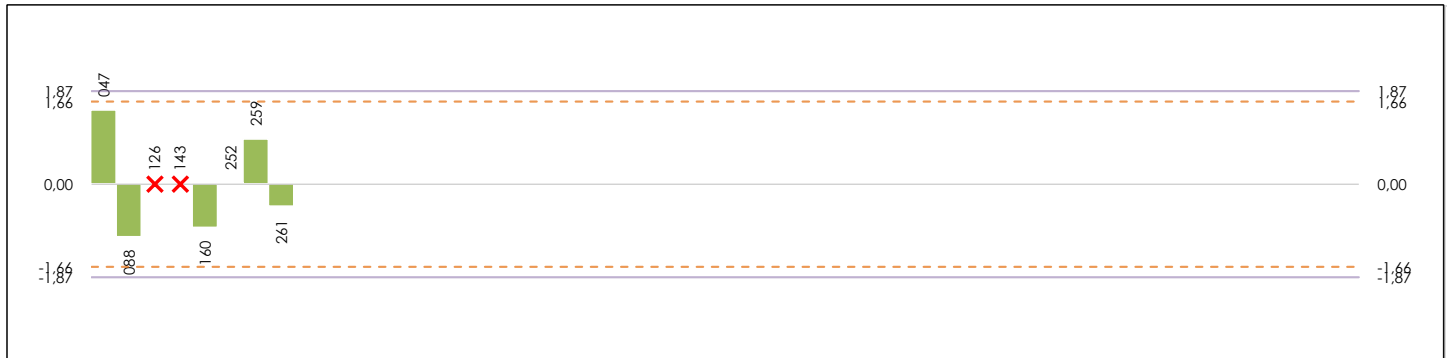
Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	42,70	42,20	41,90	41,30	41,50	41,92	0,559	4,80	✓	
88	39,20	38,80	39,30	40,10	39,00	39,28	0,497	-1,80	✓	
126	38,90	37,00	37,40	35,90	38,50	37,54	1,201	-6,15	✓	
143	37,40	39,90	40,60	40,40	42,50	40,16	1,831	0,40	✓	
160	40,66	38,29	38,35	39,72	40,35	39,47	1,106	-1,32	✓	
252	40,20	40,10	40,50	40,30	40,90	40,40	0,316	1,00	✓	
259	41,60	41,70	41,40	40,70	41,20	41,32	0,396	3,30	✓	
261	41,20	39,30	38,40	40,30	40,40	39,92	1,085	-0,20	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

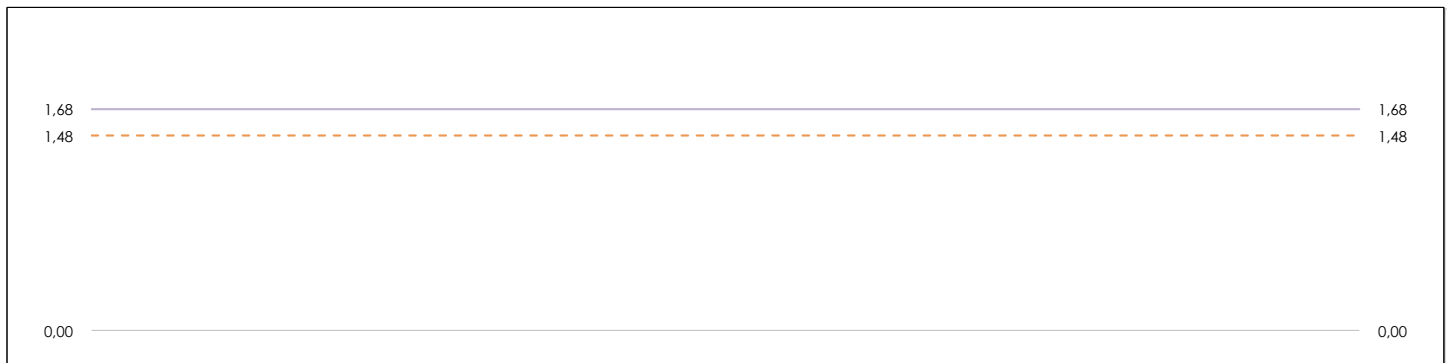
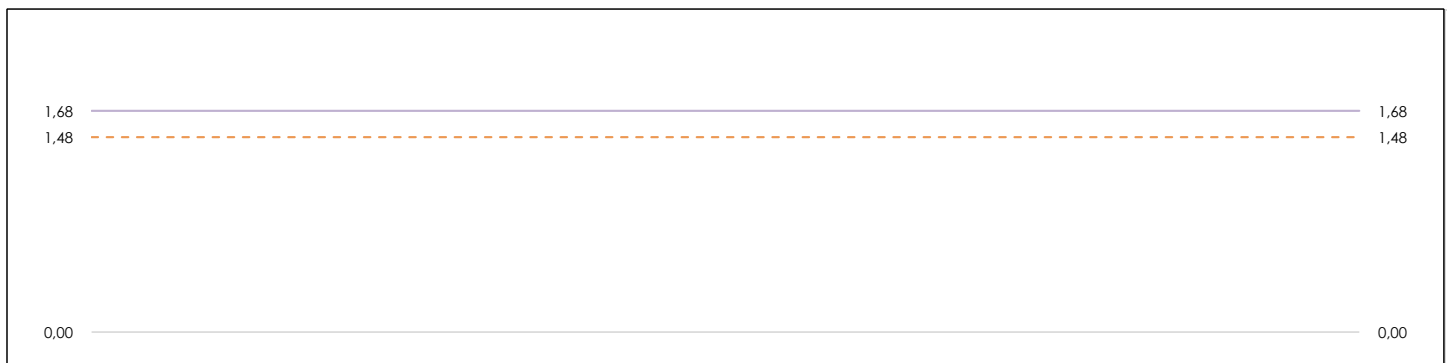
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	42,70	42,200	41,900	41,300	41,500	41,920	0,559	3,80	1,46	0,76			1,463		0,1360	✓
88	39,20	38,800	39,300	40,100	39,000	39,280	0,497	-2,74	-1,05	0,68		1,054		0,4413		✓
126	38,90	37,000	37,400	35,900	38,500	37,540	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
143	37,40	39,900	40,600	40,400	42,500	40,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
160	40,66	38,290	38,350	39,717	40,347	39,473	1,106	-2,26	-0,87	1,51*	0,380			0,4413		✓
252	40,20	40,100	40,500	40,300	40,900	40,400	0,316	0,04	0,01	0,43						✓
259	41,60	41,700	41,400	40,700	41,200	41,320	0,396	2,31	0,89	0,54					0,1360	✓
261	41,20	39,300	38,400	40,300	40,400	39,920	1,085	-1,15	-0,44	1,48*	0,380					✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

[máximo]

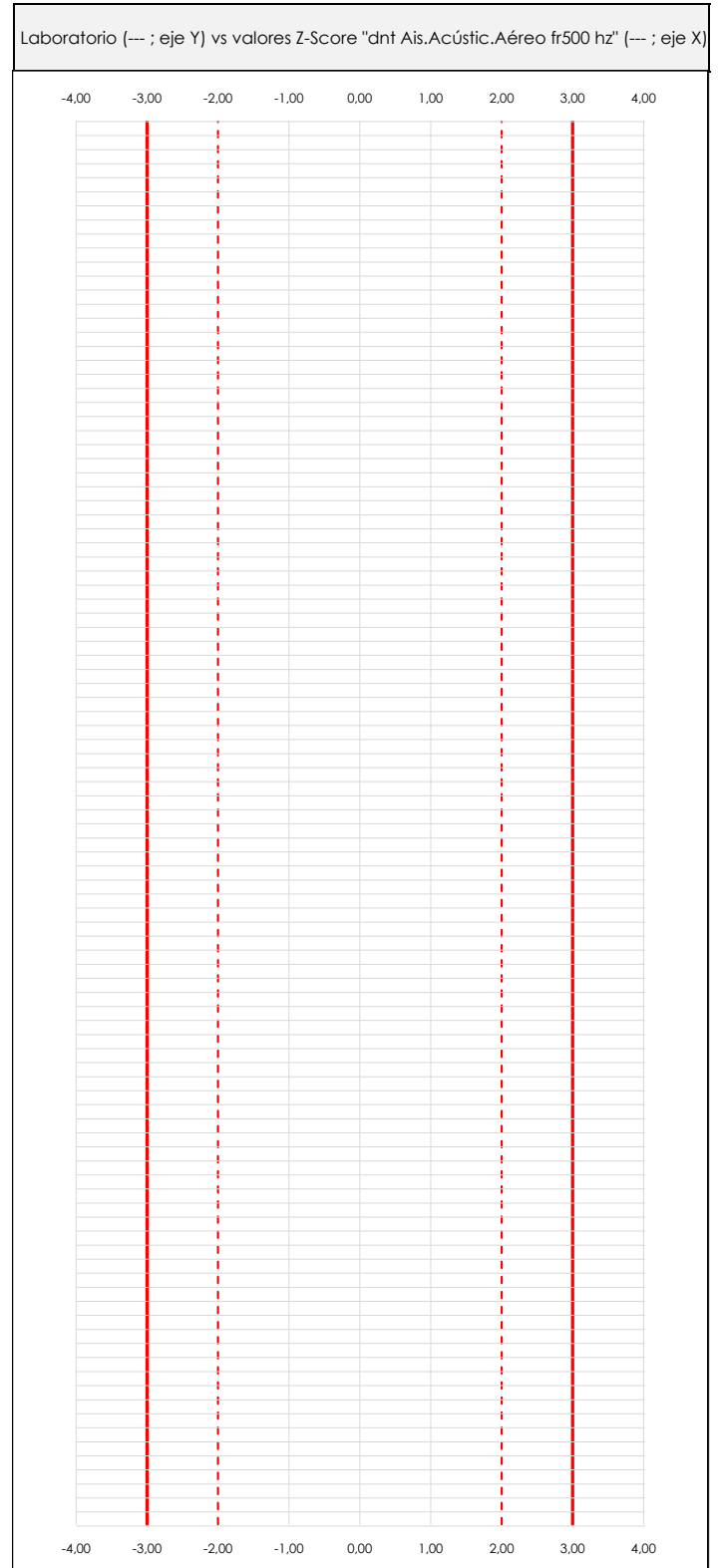
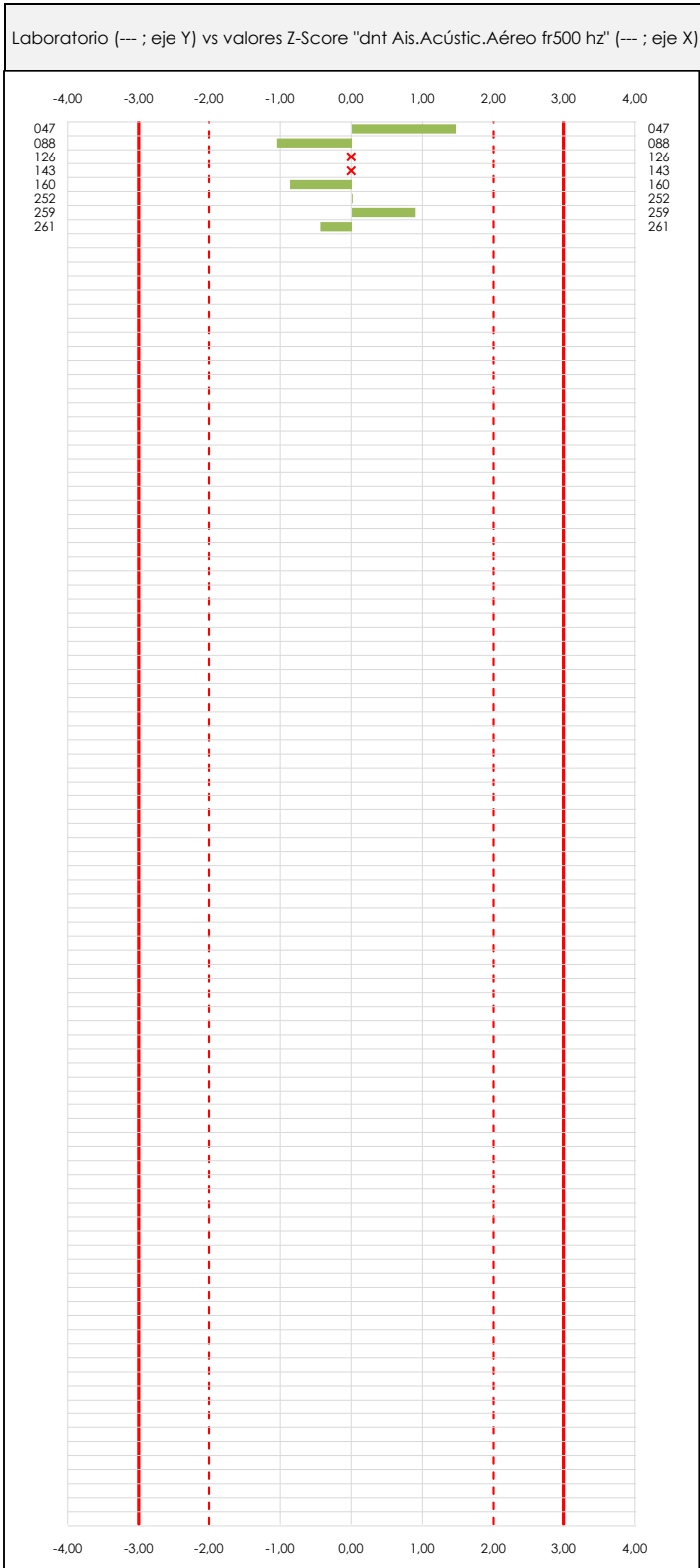
[mínimo]



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	42,70	42,20	41,90	41,30	41,50	41,92	0,559	3,80	✓	✓	✓			1,463	S
88	39,20	38,80	39,30	40,10	39,00	39,28	0,497	-2,74	✓	✓	✓			-1,054	S
126	38,90	37,00	37,40	35,90	38,50	37,54	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
143	37,40	39,90	40,60	40,40	42,50	40,16	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
160	40,66	38,29	38,35	39,72	40,35	39,47	1,106	-2,26	✓	✓	✓			-0,870	S
252	40,20	40,10	40,50	40,30	40,90	40,40	0,316	0,04	✓	✓	✓			0,014	S
259	41,60	41,70	41,40	40,70	41,20	41,32	0,396	2,31	✓	✓	✓			0,891	S
261	41,20	39,30	38,40	40,30	40,40	39,92	1,085	-1,15	✓	✓	✓			-0,444	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

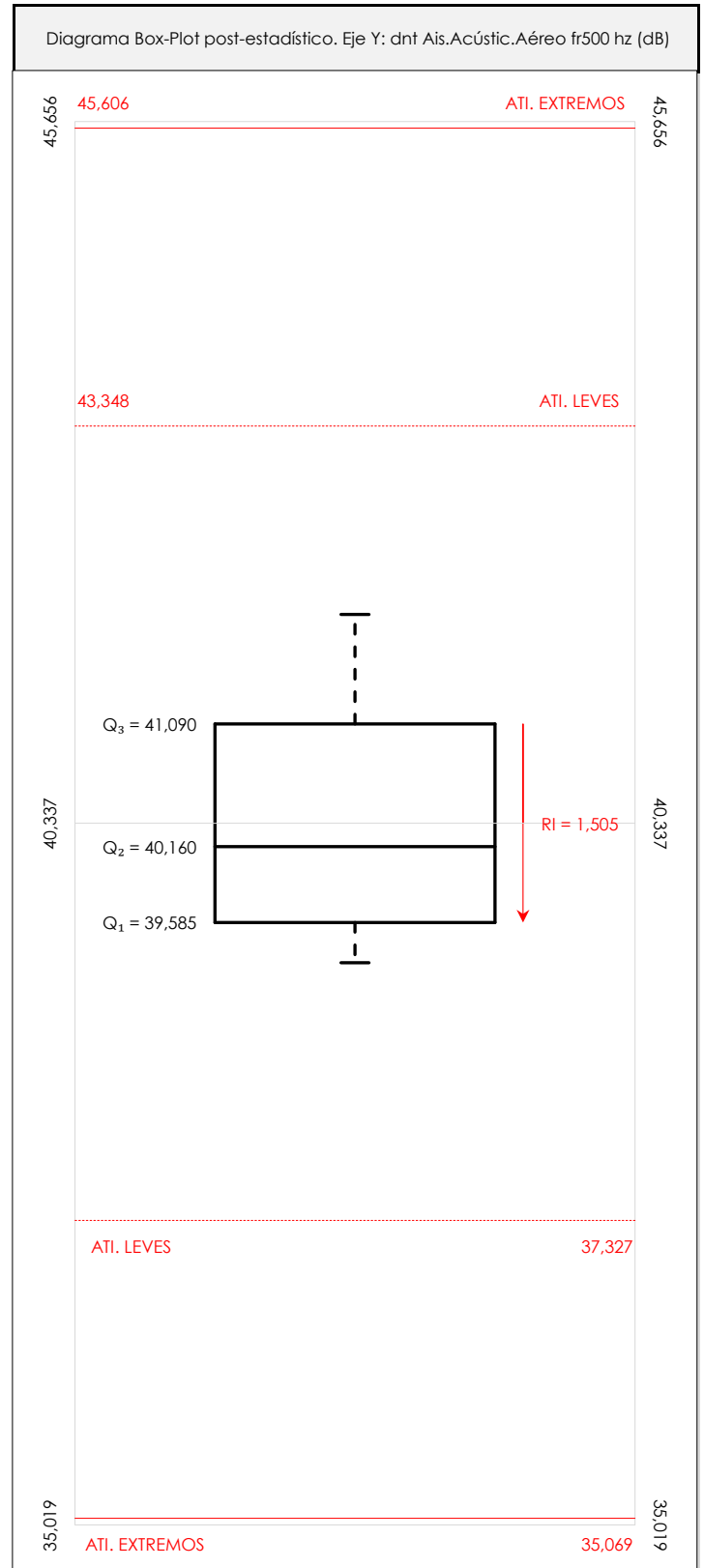
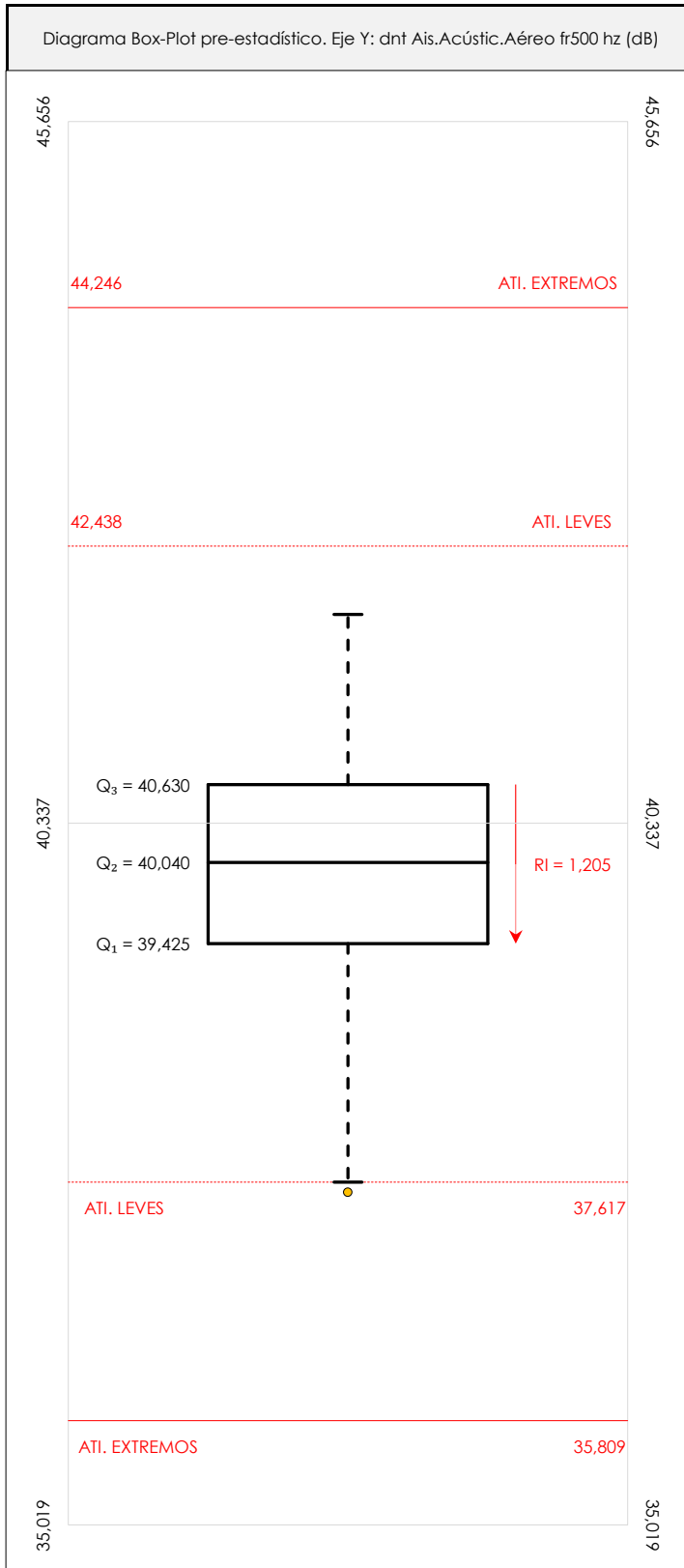
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)****Análisis D. Estudios post-estadísticos**

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

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

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR500 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO								
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$			
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	42,70	42,20	41,90	41,30	42,50	41,92	42,70	42,20	41,90	41,30	41,50	41,92			
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	37,40	37,00	37,40	35,90	38,50	37,54	39,20	38,29	38,35	39,72	39,00	39,28			
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	40,23	39,66	39,73	39,84	40,54	40,00	40,93	40,07	39,98	40,40	40,56	40,39			
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,69	1,72	1,61	1,66	1,30	1,33	1,20	1,59	1,52	0,54	0,88	1,05			
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,03			
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R
<b>Valor Calculado</b>	1,002	2,774	1,581	2,582	4,454	0,536	2,029	0,993	1,529	3,427					
<b>Valor Referencia</b>															

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,87	1,68	0,463	1,973	0,0116	1,87	1,68	0,564	1,973	0,0116
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,66	1,48	0,391	1,887	0,0349	1,66	1,48	0,480	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).

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr630 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

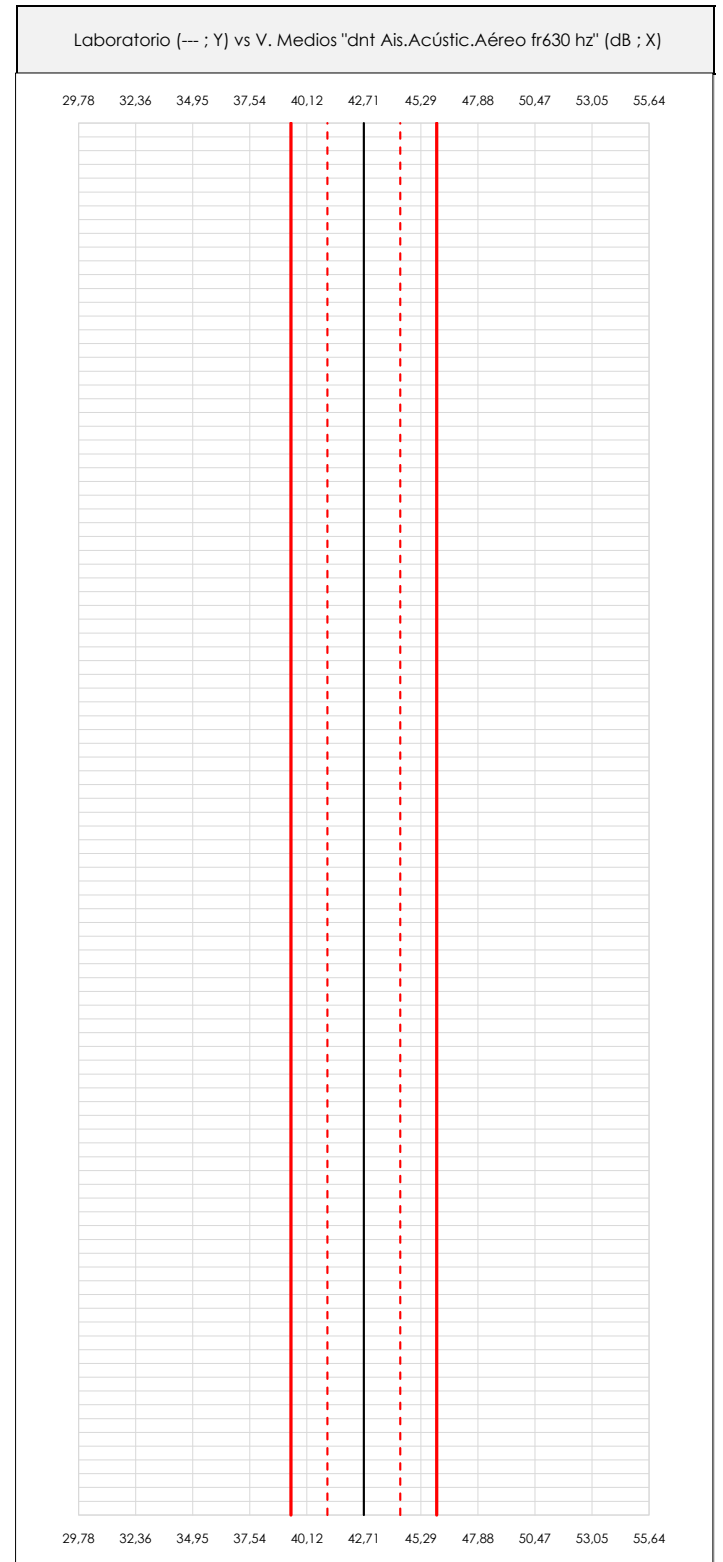
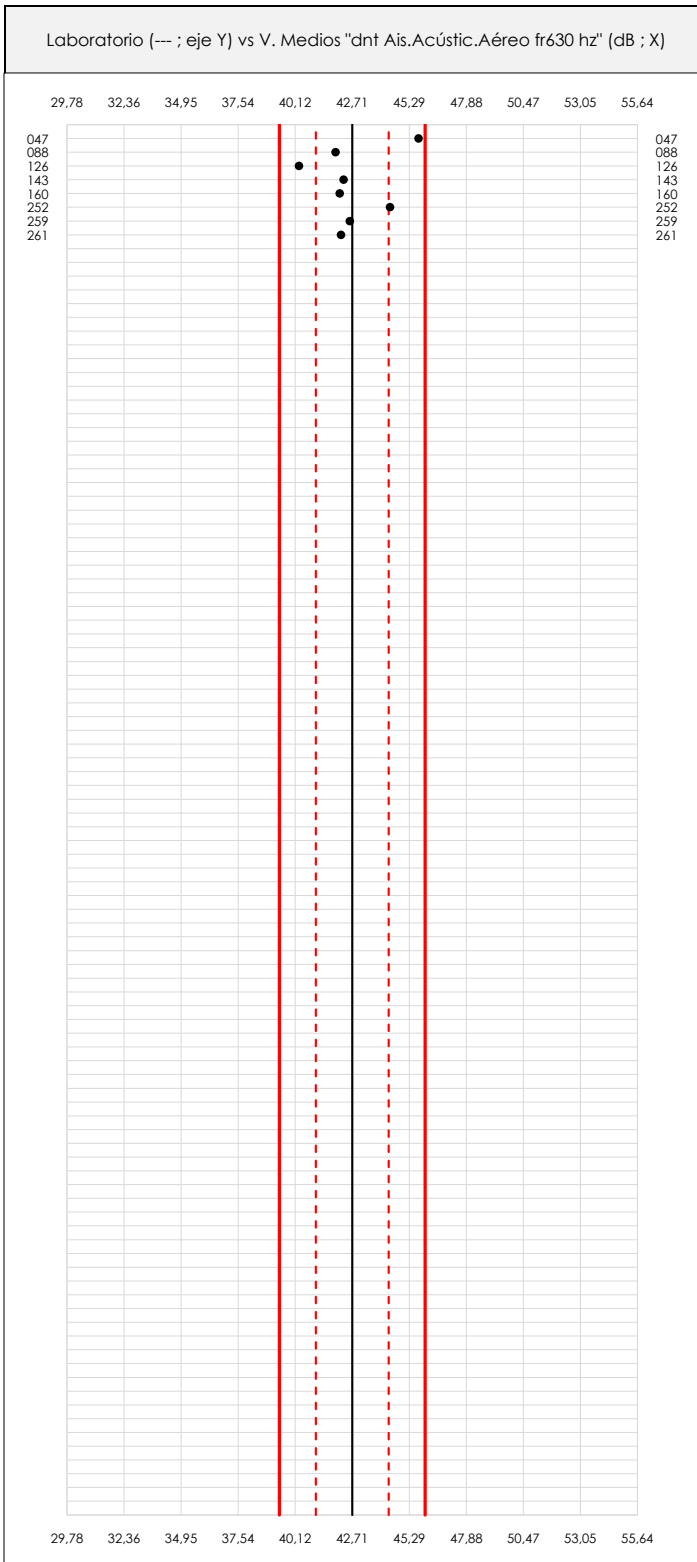
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

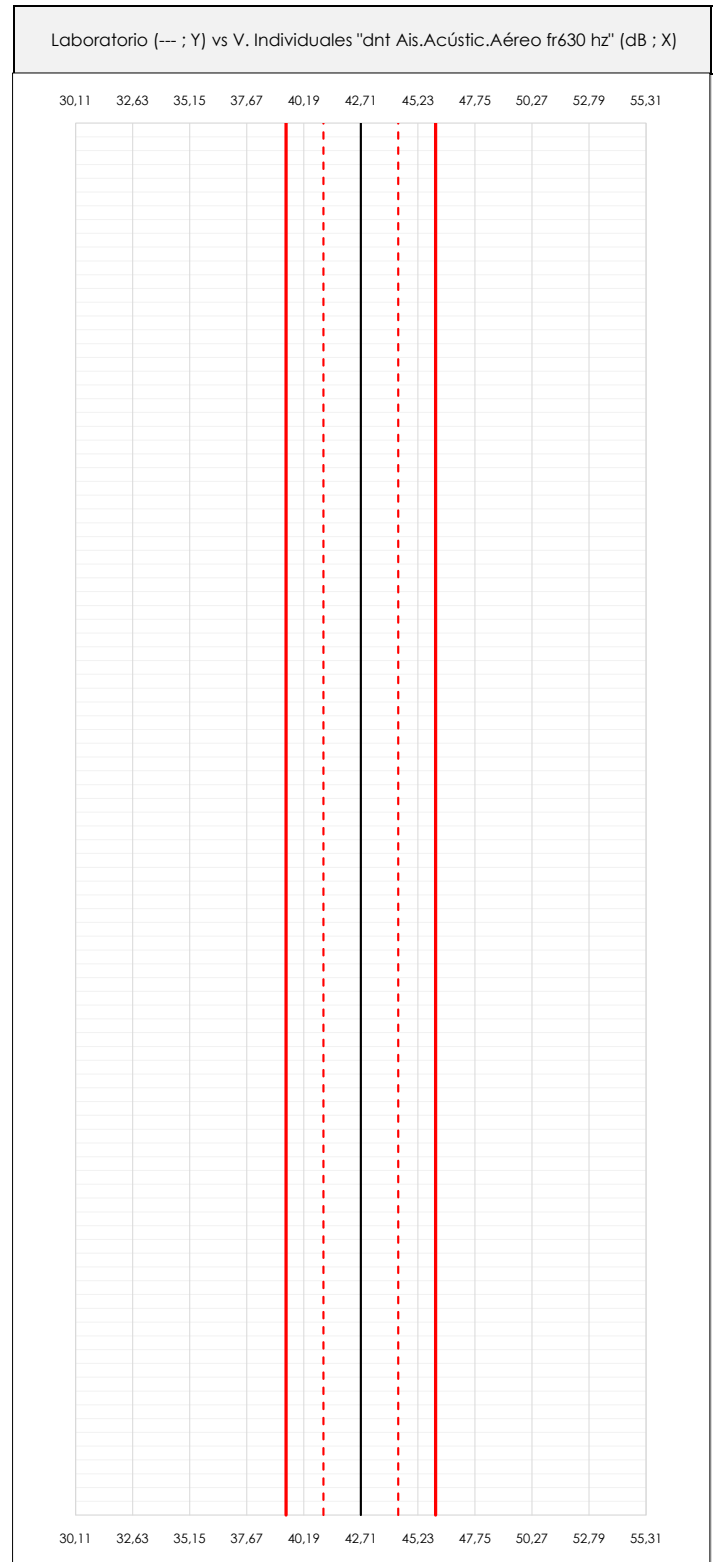
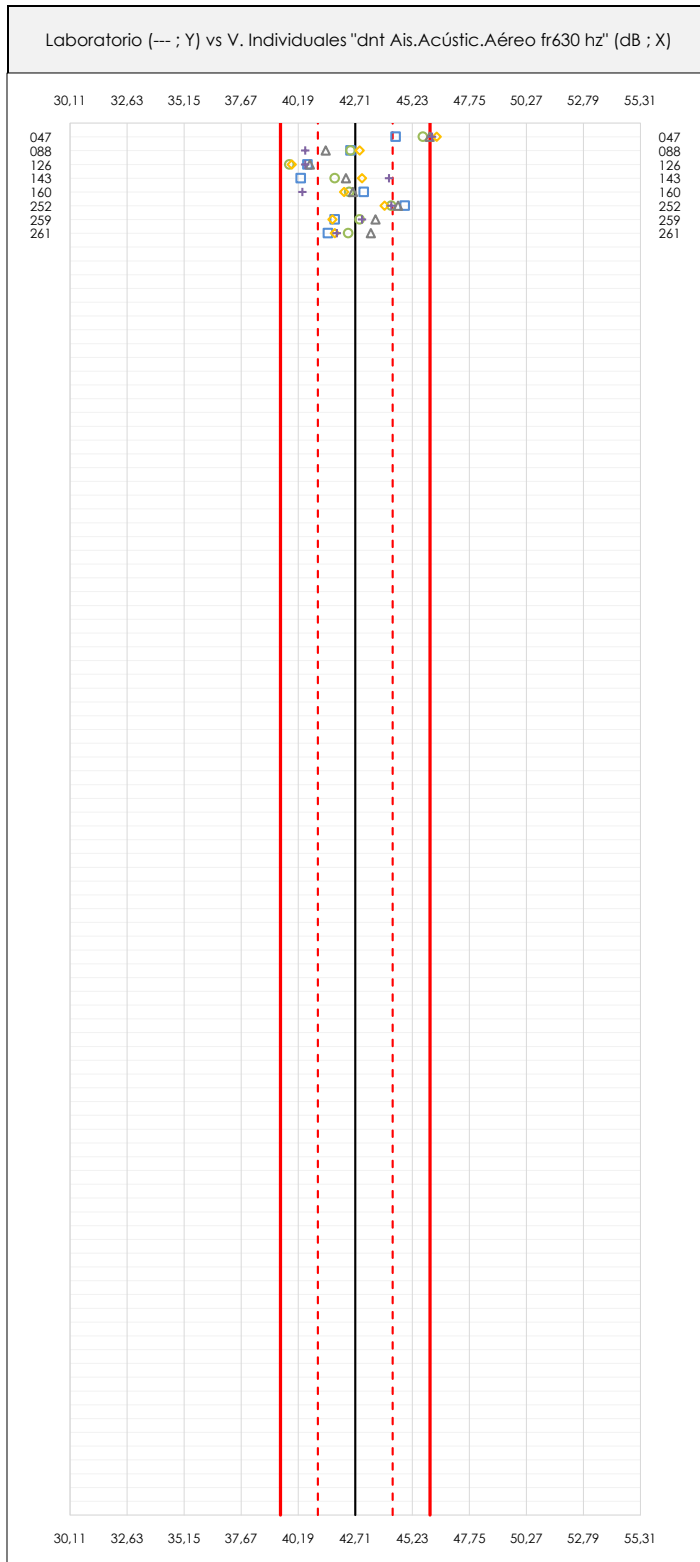
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,36/41,06 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,01/39,40 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (42,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,36/41,06 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,01/39,40 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	44,50	45,70	46,00	46,30	46,10	45,72	0,716	7,05	✓	
88	42,50	42,50	41,40	42,90	40,50	41,96	0,989	-1,75	✓	
126	40,60	39,80	40,70	39,90	40,50	40,30	0,418	-5,64	✓	SOSPECHOSO: se corrige 3º rep. 407 dB a 40.7
143	40,30	41,80	42,30	43,00	44,20	42,32	1,445	-0,91	✓	
160	43,09	42,44	42,61	42,21	40,37	42,15	1,041	-1,32	✓	
252	44,90	44,30	44,60	44,00	44,30	44,42	0,342	4,01	✓	
259	41,80	42,90	43,60	41,70	43,00	42,60	0,822	-0,25	✓	
261	41,50	42,40	43,40	41,80	41,90	42,20	0,745	-1,19	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

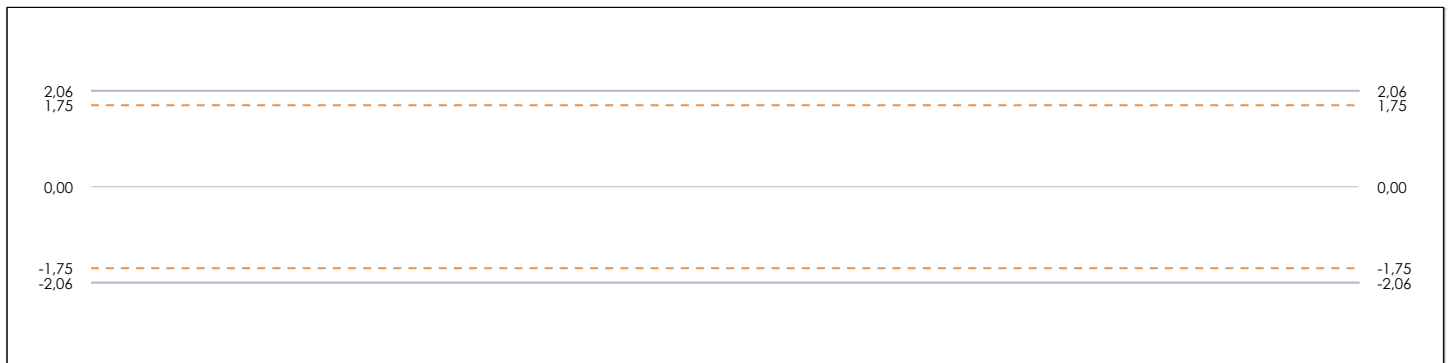
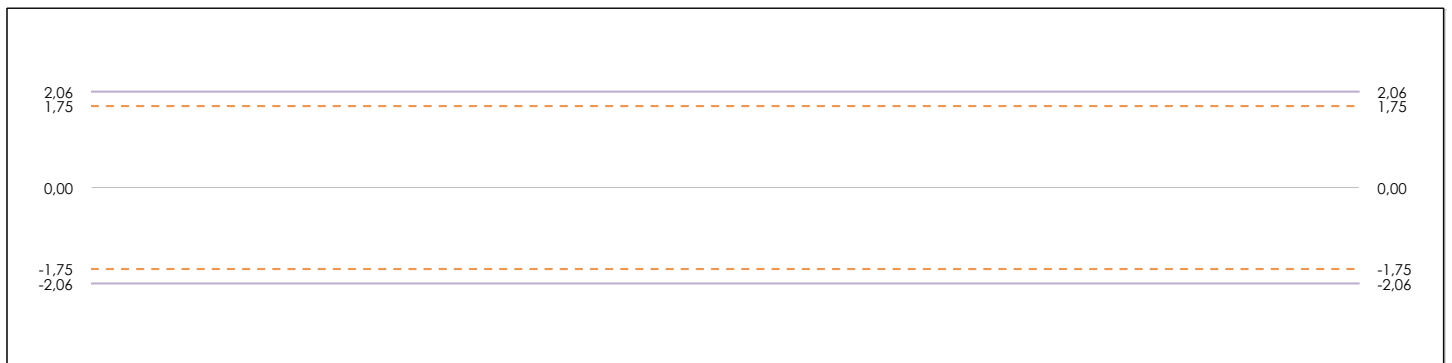
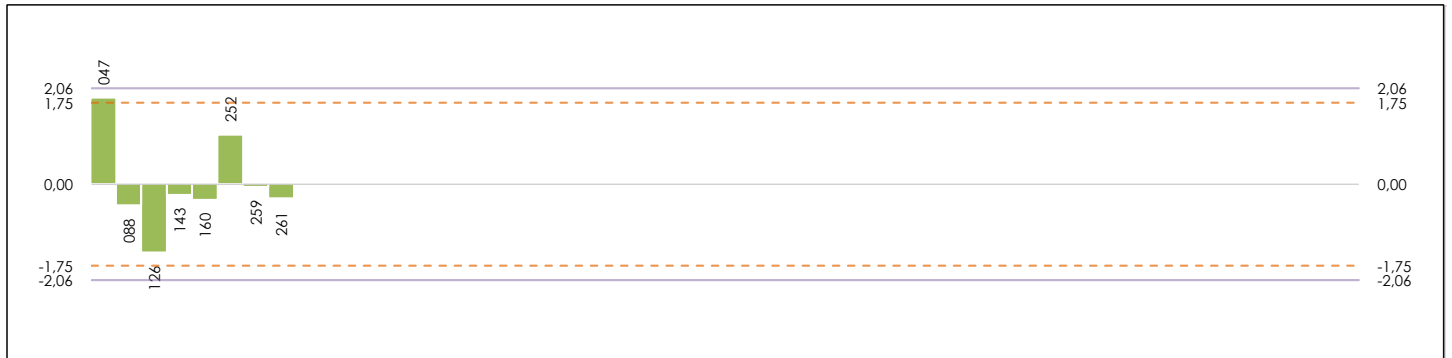
**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

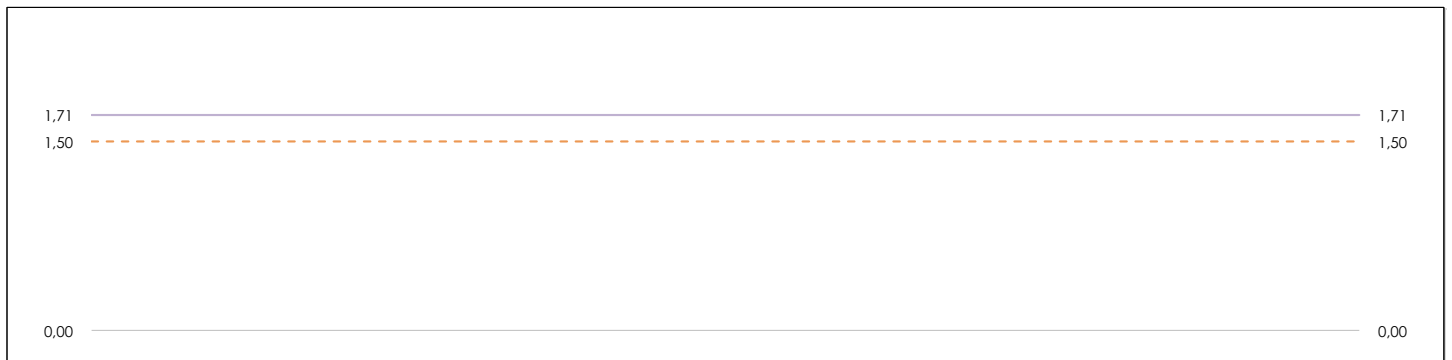
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	44,50	45,700	46,000	46,300	46,100	45,720	0,716	7,05	1,82*	0,81	0,338		1,823		0,1769	✓
88	42,50	42,500	41,400	42,900	40,500	41,960	0,989	-1,75	-0,45	1,12				0,5801		✓
126	40,60	39,800	40,700	39,900	40,500	40,300	0,418	-5,64	-1,46	0,48		1,458		0,5801		✓
143	40,30	41,800	42,300	43,000	44,200	42,320	1,445	-0,91	-0,24	1,64*	0,338					✓
160	43,09	42,443	42,610	42,211	40,374	42,146	1,041	-1,32	-0,34	1,18						✓
252	44,90	44,300	44,600	44,000	44,300	44,420	0,342	4,01	1,04	0,39				0,1769		✓
259	41,80	42,900	43,600	41,700	43,000	42,600	0,822	-0,25	-0,07	0,93						✓
261	41,50	42,400	43,400	41,800	41,900	42,200	0,745	-1,19	-0,31	0,85						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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



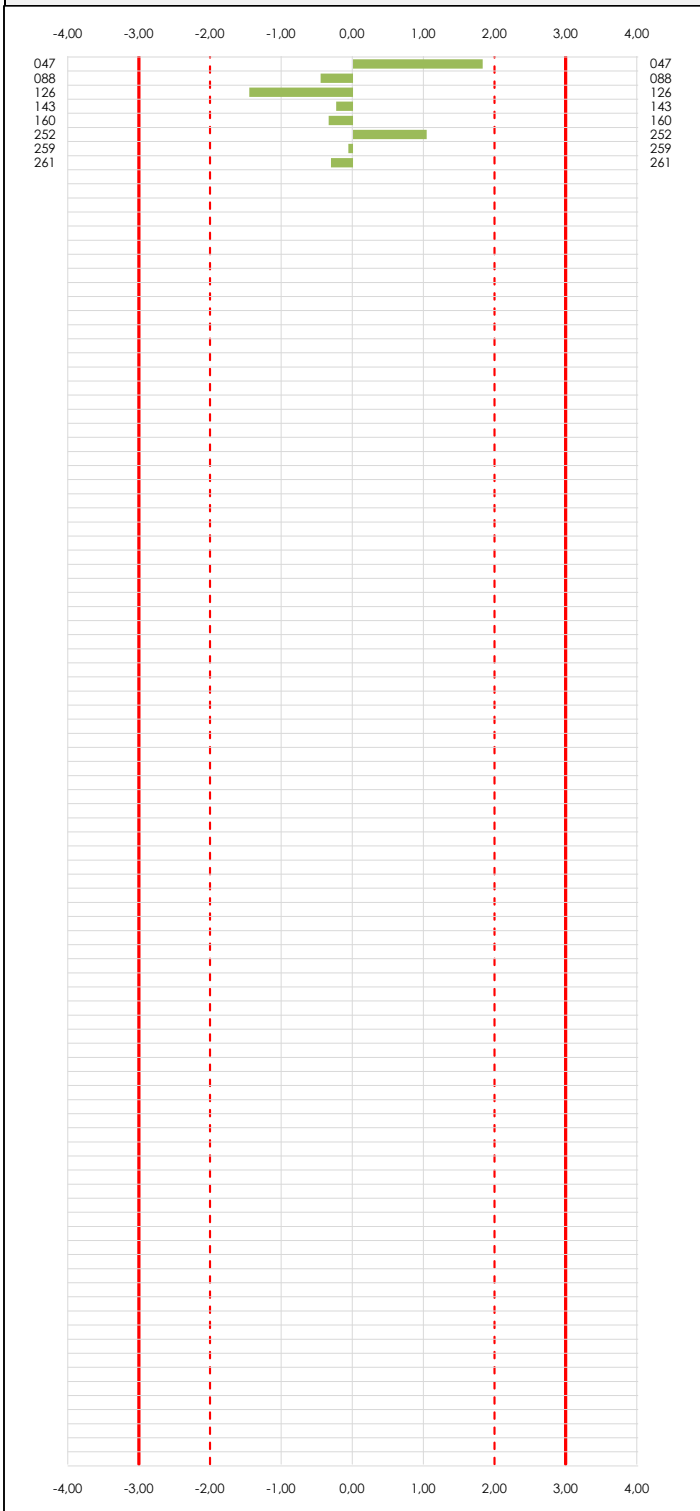


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB)

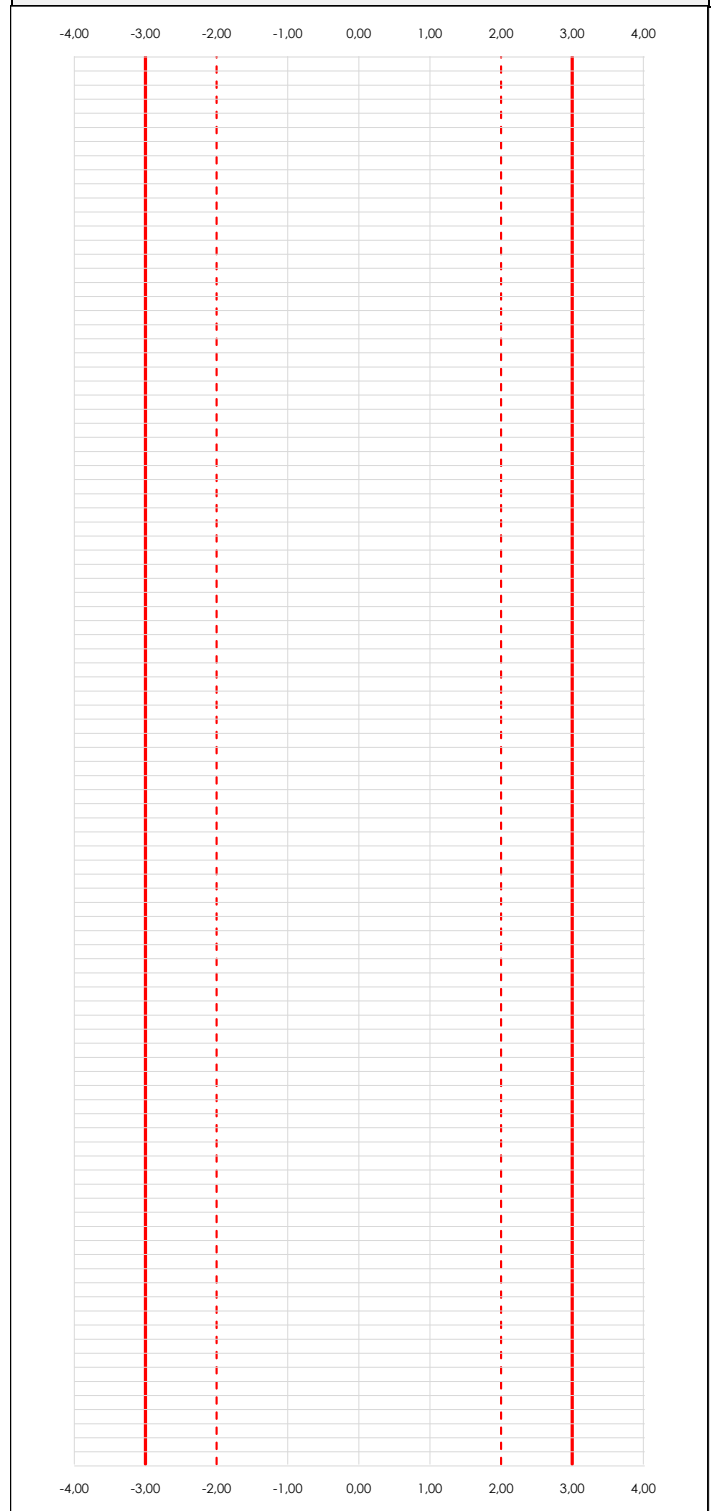
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr630 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	44,50	45,70	46,00	46,30	46,10	45,72	0,716	7,05	✓	✓	✓			1,823	S
88	42,50	42,50	41,40	42,90	40,50	41,96	0,989	-1,75	✓	✓	✓			-0,453	S
126	40,60	39,80	40,70	39,90	40,50	40,30	0,418	-5,64	✓	✓	✓			-1,458	S
143	40,30	41,80	42,30	43,00	44,20	42,32	1,445	-0,91	✓	✓	✓			-0,235	S
160	43,09	42,44	42,61	42,21	40,37	42,15	1,041	-1,32	✓	✓	✓			-0,341	S
252	44,90	44,30	44,60	44,00	44,30	44,42	0,342	4,01	✓	✓	✓			1,036	S
259	41,80	42,90	43,60	41,70	43,00	42,60	0,822	-0,25	✓	✓	✓			-0,066	S
261	41,50	42,40	43,40	41,80	41,90	42,20	0,745	-1,19	✓	✓	✓			-0,308	S

**NOTAS:**

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

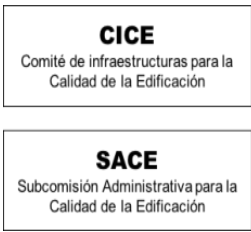
<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

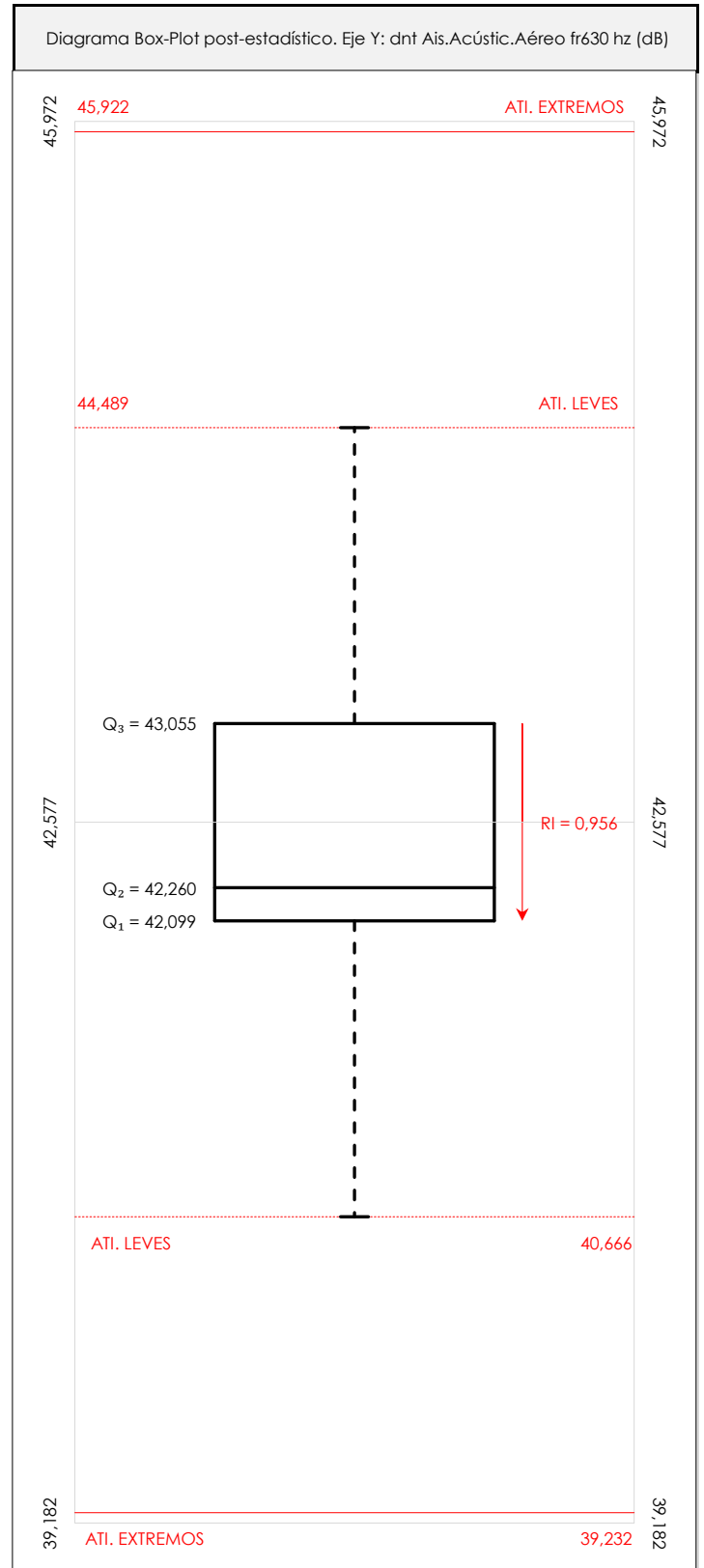
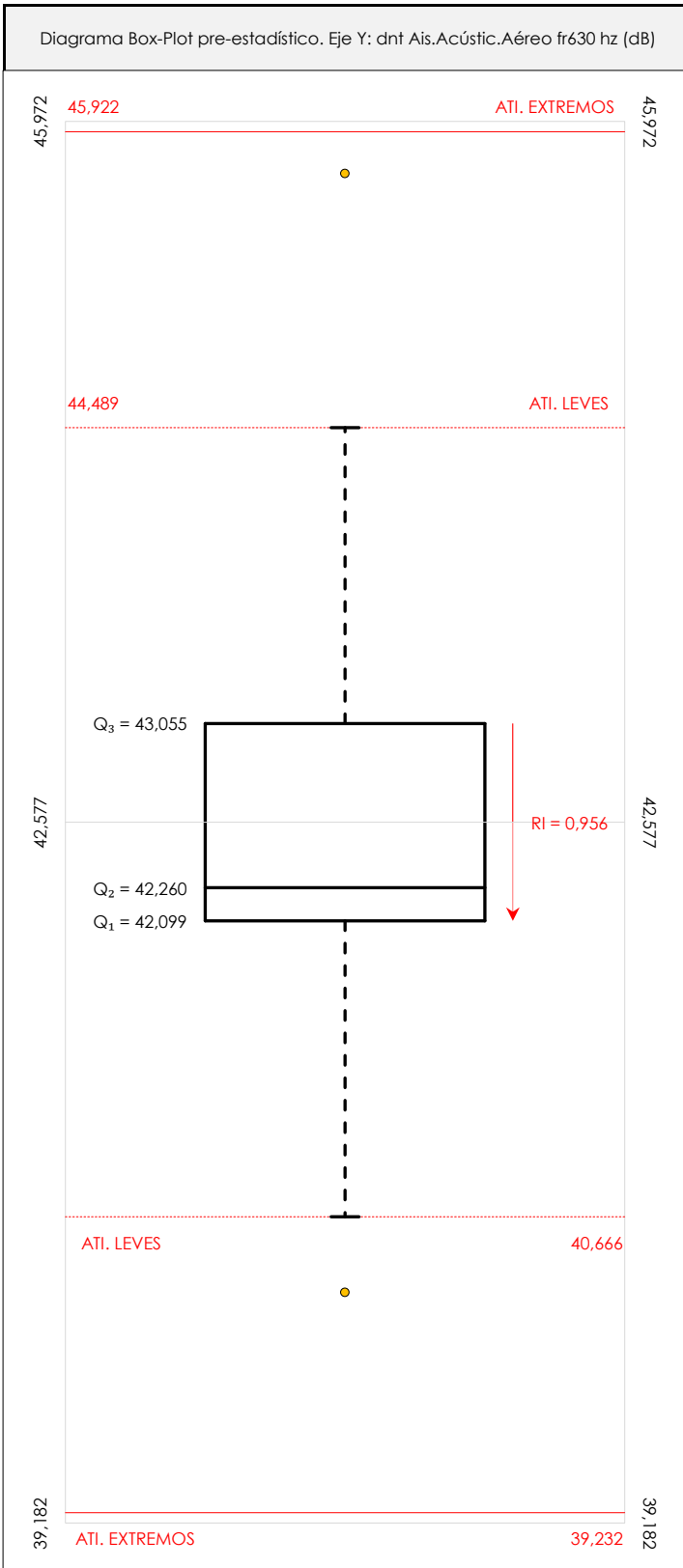
[insatisfactorio]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR630 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	44,90	45,70	46,00	46,30	46,10	45,72	44,90	45,70	46,00	46,30	46,10	45,72
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	40,30	39,80	40,70	39,90	40,37	40,30	40,30	39,80	40,70	39,90	40,37	40,30
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	42,40	42,73	43,08	42,73	42,61	42,71	42,40	42,73	43,08	42,73	42,61	42,71
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,69	1,73	1,71	1,88	2,14	1,65	1,69	1,73	1,71	1,88	2,14	1,65
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,04
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,773	2,437	2,574	3,347	5,071		0,773	2,437	2,574	3,347	5,071	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr800 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

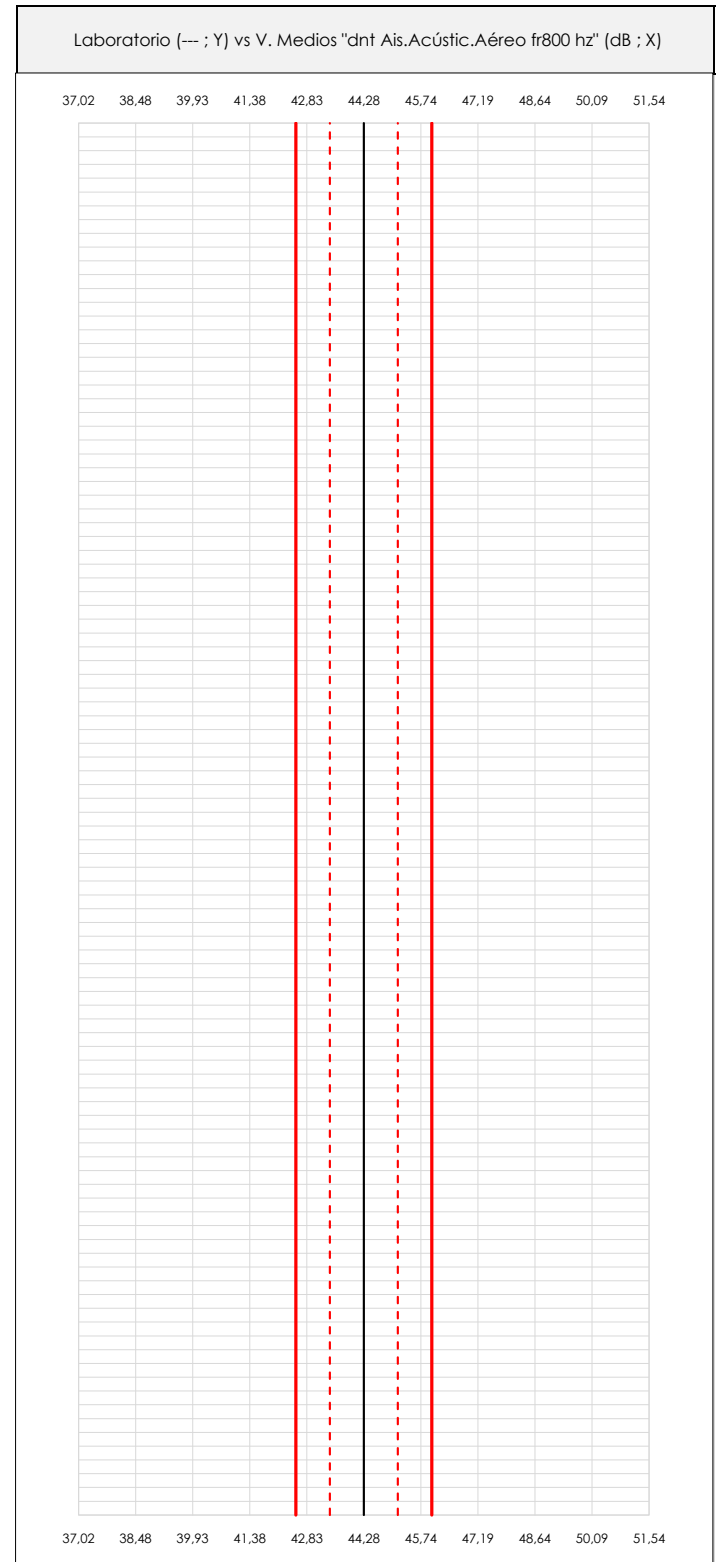
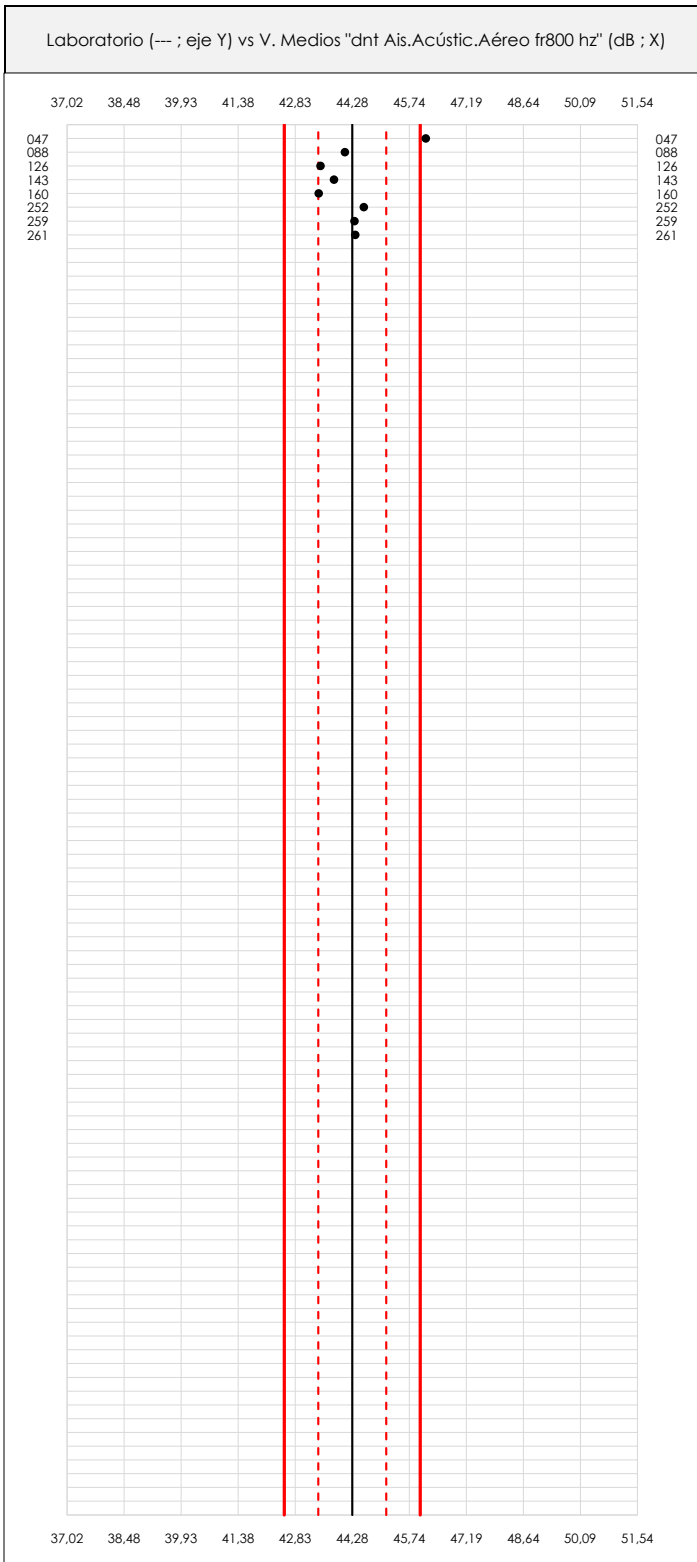
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

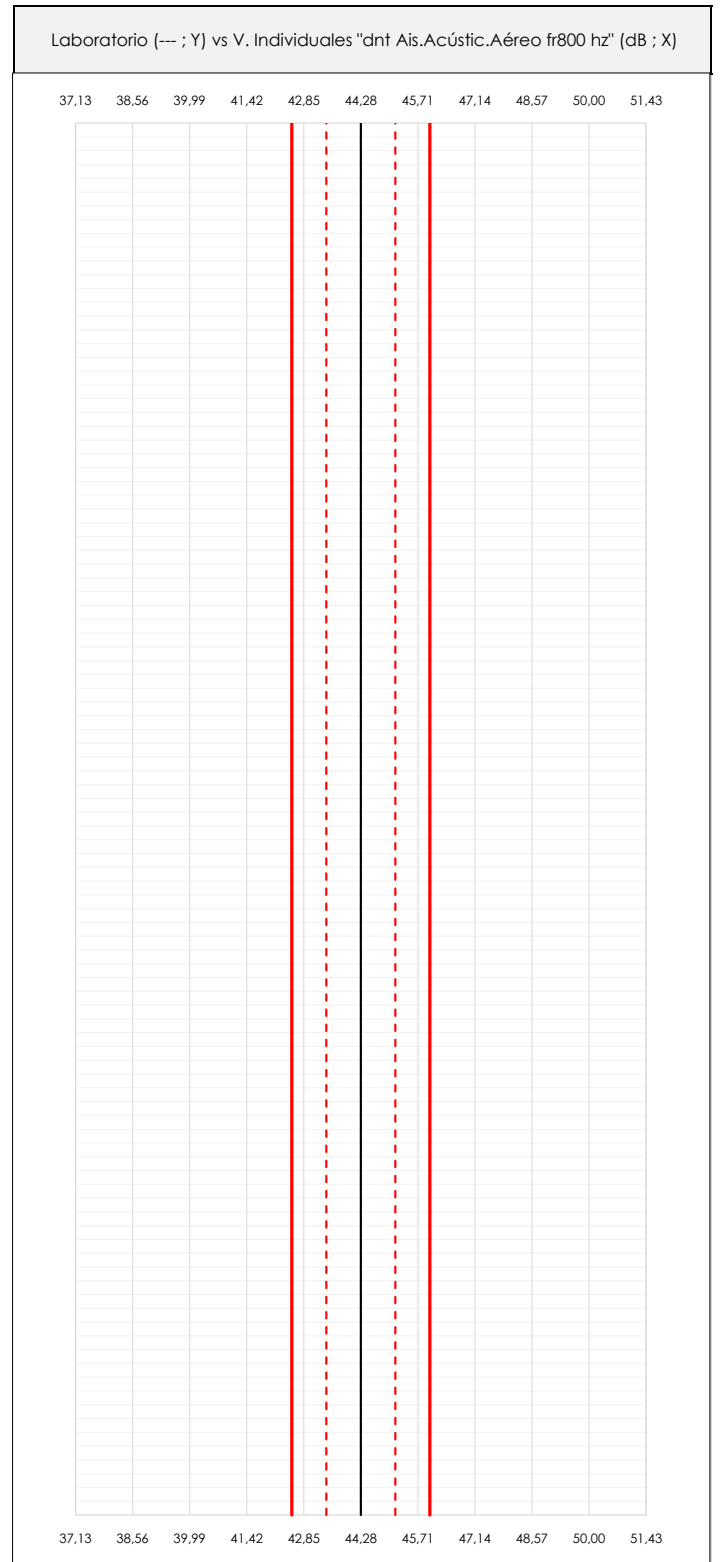
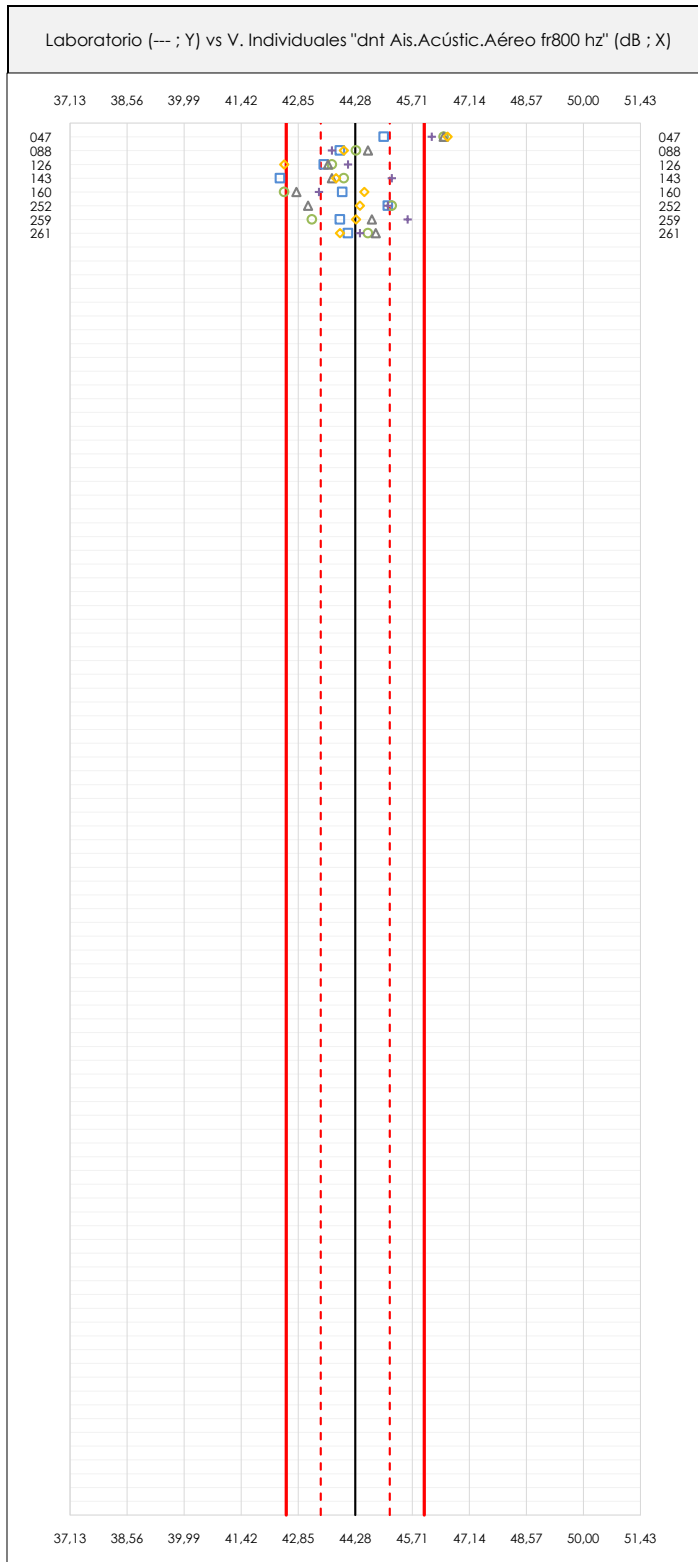
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,28 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,15/43,42 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,01/42,55 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (44,28 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,15/43,42 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,01/42,55 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.





# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	45,00	46,50	46,50	46,60	46,20	46,16	0,666	4,24	✓	
88	43,90	44,30	44,60	44,00	43,70	44,10	0,354	-0,42	✓	
126	43,50	43,70	43,60	42,50	44,10	43,48	0,593	-1,82	✓	
143	42,40	44,00	43,70	43,80	45,20	43,82	0,996	-1,05	✓	
160	43,96	42,50	42,81	44,51	43,38	43,43	0,820	-1,93	✓	
252	45,10	45,20	43,10	44,40	45,10	44,58	0,887	0,67	✓	
259	43,90	43,20	44,70	44,30	45,60	44,34	0,896	0,13	✓	
261	44,10	44,60	44,80	43,90	44,40	44,36	0,365	0,17	✓	

**NOTAS:**

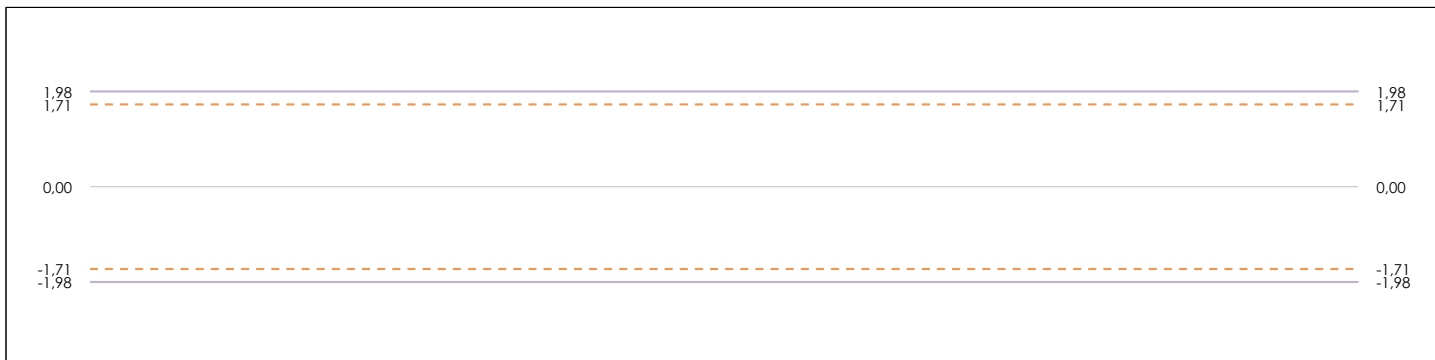
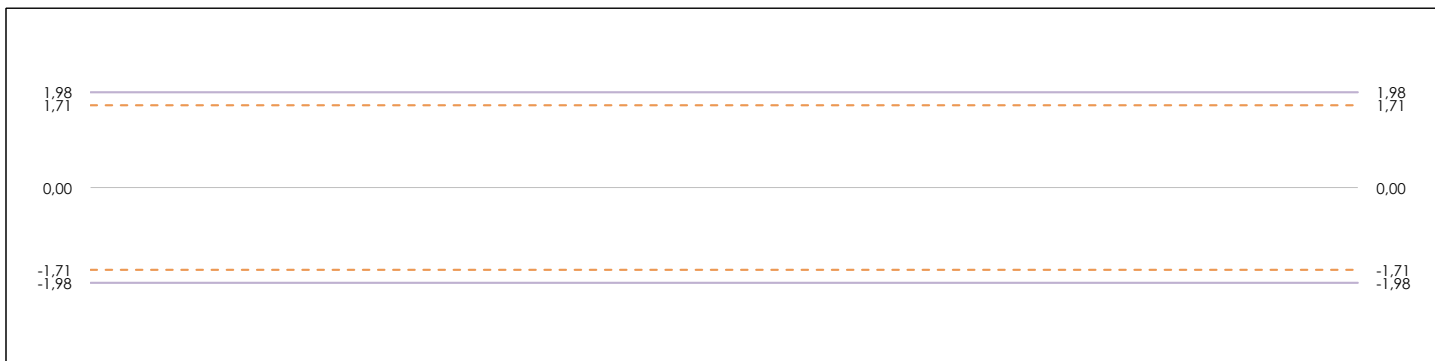
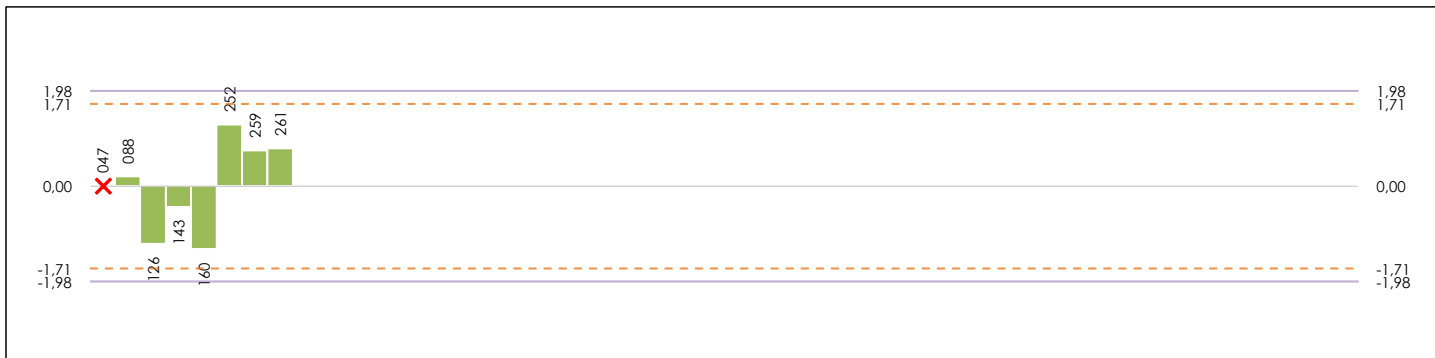
- <sup>01</sup> " $X_{ij}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i\text{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

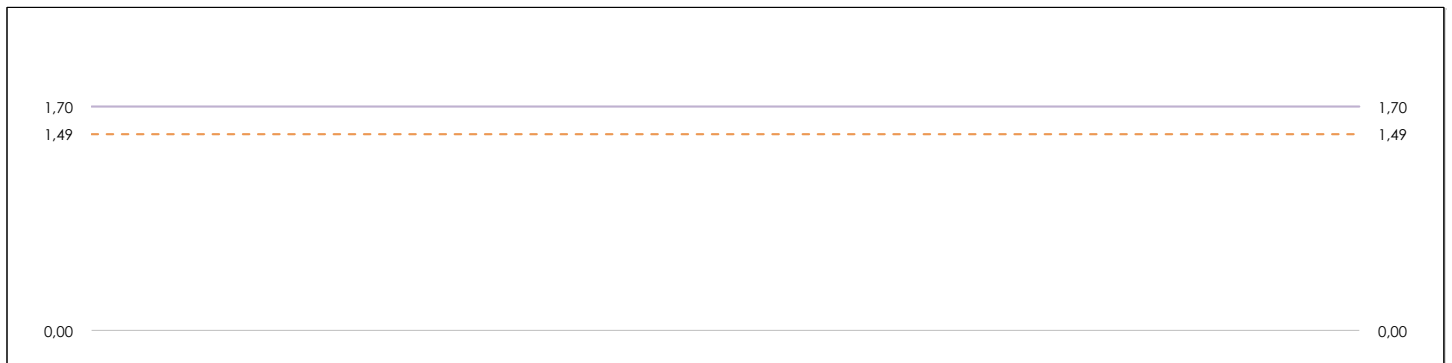
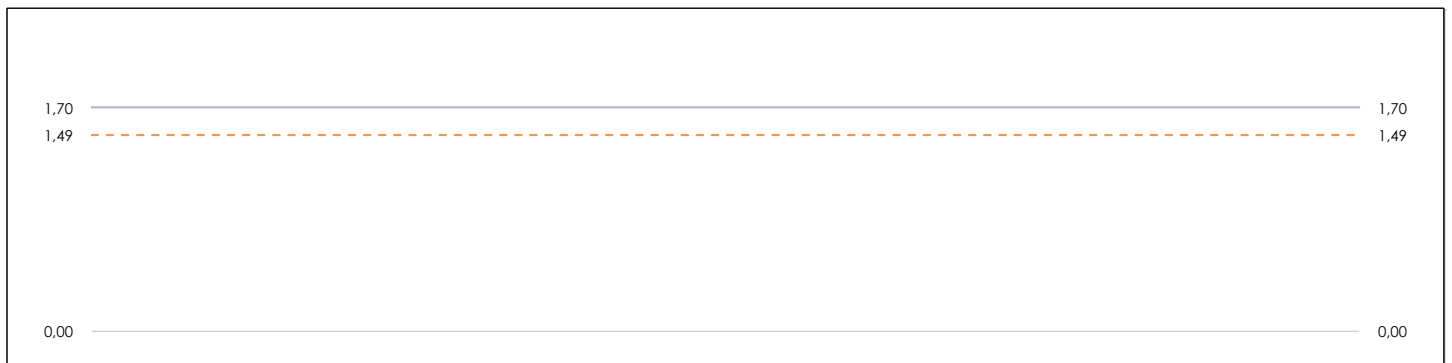
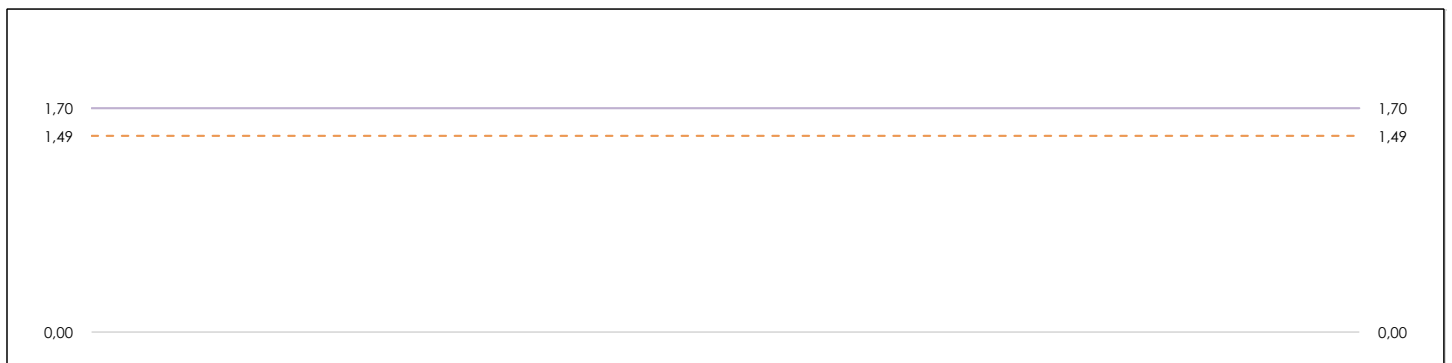
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	45,00	46,500	46,500	46,600	46,200	46,160	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	43,90	44,300	44,600	44,000	43,700	44,100	0,354	0,19	0,19	0,48							✓
126	43,50	43,700	43,600	42,500	44,100	43,480	0,593	-1,22	-1,19	0,80				0,2763			✓
143	42,40	44,000	43,700	43,800	45,200	43,820	0,996	-0,45	-0,44	1,34							✓
160	43,96	42,504	42,810	44,510	43,376	43,431	0,820	-1,33	-1,30	1,10		1,299		0,2763			✓
252	45,10	45,200	43,100	44,400	45,100	44,580	0,887	1,28	1,25	1,19			1,253		0,5053		✓
259	43,90	43,200	44,700	44,300	45,600	44,340	0,896	0,74	0,72	1,21							✓
261	44,10	44,600	44,800	43,900	44,400	44,360	0,365	0,78	0,76	0,49					0,5053		✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[aberrante]

[anómalo]

[máximo]

[mínimo]

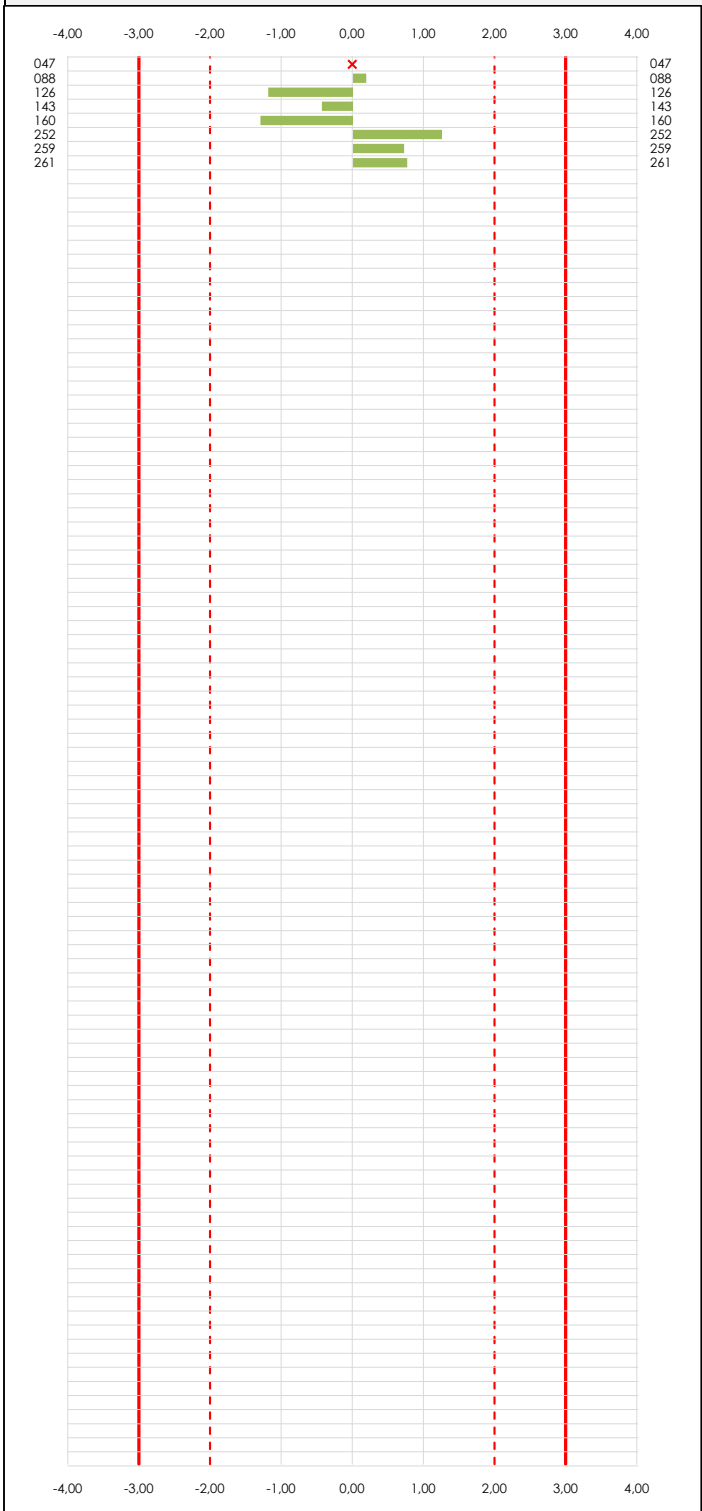


# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)

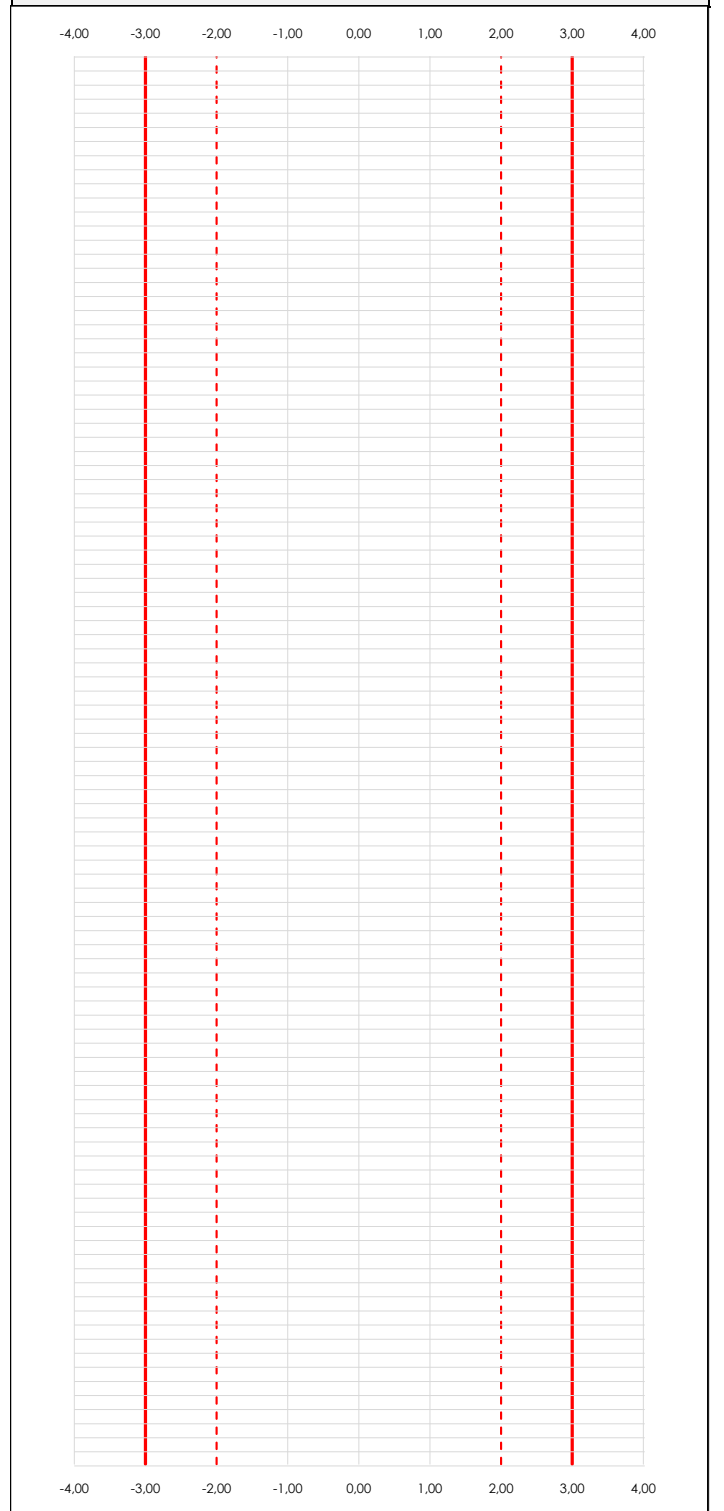
## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score

Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr800 hz" (---; eje X)



Laboratorio (---; eje Y) vs valores Z-Score "dnt Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	45,00	46,50	46,50	46,60	46,20	46,16	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
88	43,90	44,30	44,60	44,00	43,70	44,10	0,354	0,19	✓	✓	✓			0,187	S
126	43,50	43,70	43,60	42,50	44,10	43,48	0,593	-1,22	✓	✓	✓			-1,190	S
143	42,40	44,00	43,70	43,80	45,20	43,82	0,996	-0,45	✓	✓	✓			-0,435	S
160	43,96	42,50	42,81	44,51	43,38	43,43	0,820	-1,33	✓	✓	✓			-1,299	S
252	45,10	45,20	43,10	44,40	45,10	44,58	0,887	1,28	✓	✓	✓			1,253	S
259	43,90	43,20	44,70	44,30	45,60	44,34	0,896	0,74	✓	✓	✓			0,720	S
261	44,10	44,60	44,80	43,90	44,40	44,36	0,365	0,78	✓	✓	✓			0,764	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

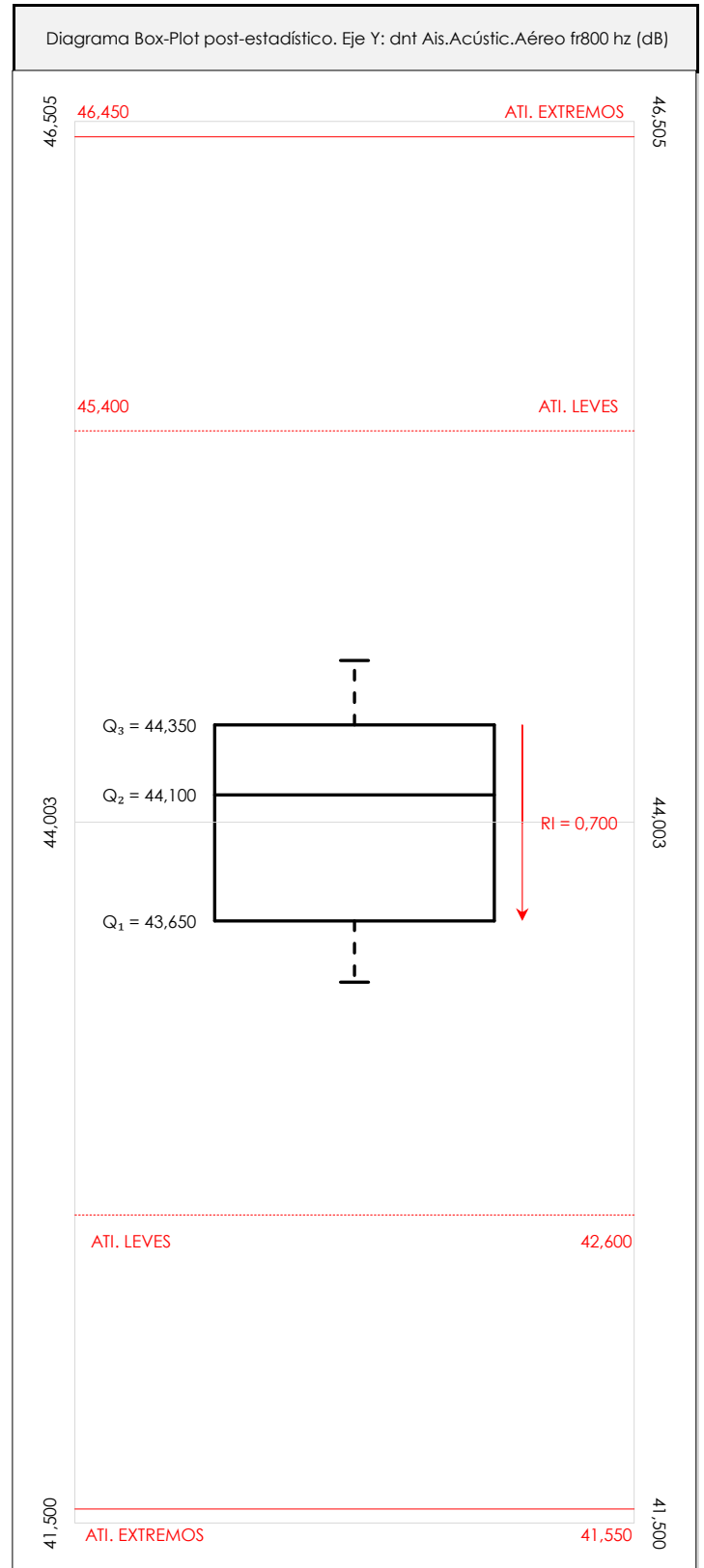
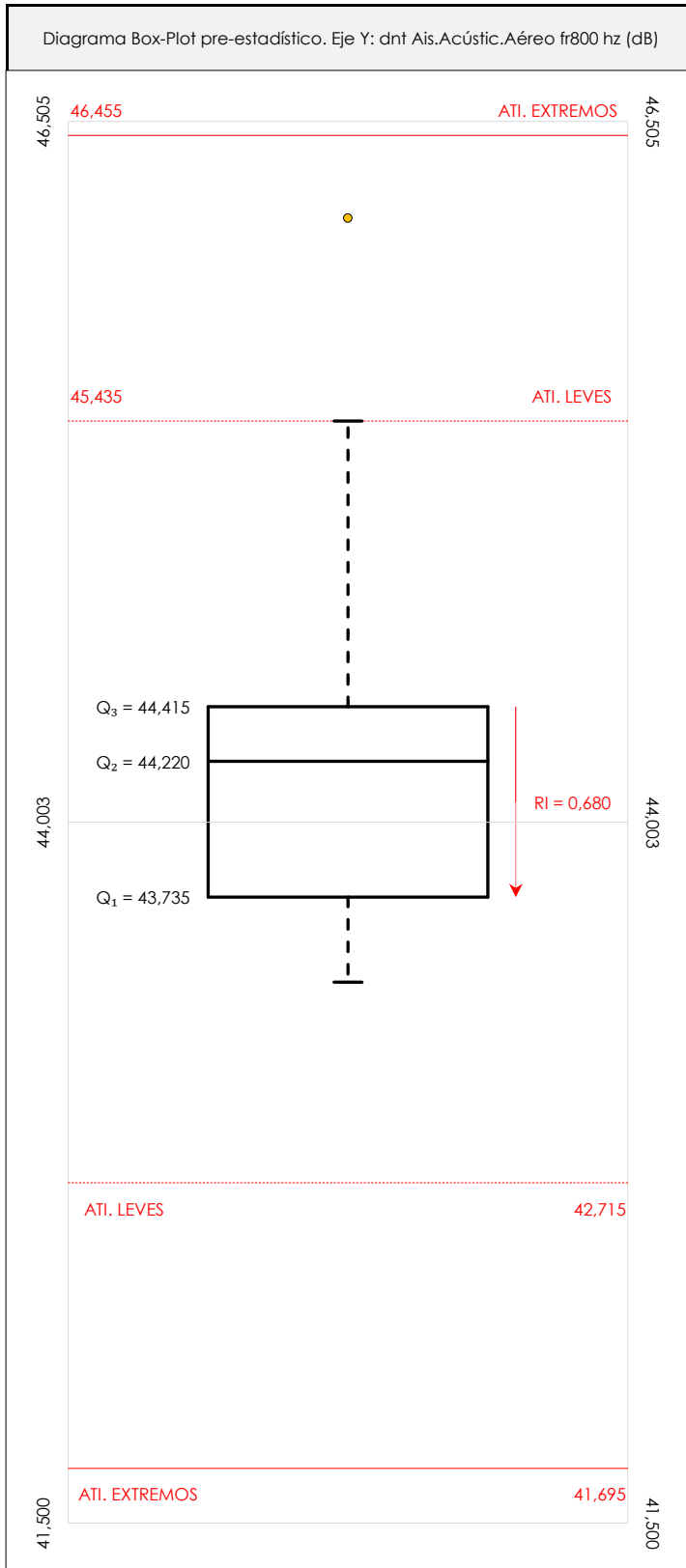
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR800 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	45,10	46,50	46,50	46,60	46,20	46,16	45,10	45,20	44,80	44,51	45,60	44,58
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	42,40	42,50	42,81	42,50	43,38	43,43	42,40	42,50	42,81	42,50	43,38	43,43
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	43,98	44,25	44,23	44,25	44,71	44,28	43,84	43,93	43,90	43,92	44,50	44,02
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,85	1,23	1,18	1,14	0,98	0,87	0,80	0,90	0,81	0,68	0,83	0,45
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,03	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,538	2,034	0,641	1,179	3,010		0,552	2,059	0,092	0,644	2,225	
<b>Valor Referencia</b>												

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 " $G_{\text{sim}}$  y  $G_{\text{Dob}}$ " de Grubbs, todos ellos adimensionales, obtenidos de las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número de laboratorios y del número de ensayos efectuados por cada uno de ellos:

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$	h	k	C	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,463	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,391	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr1000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

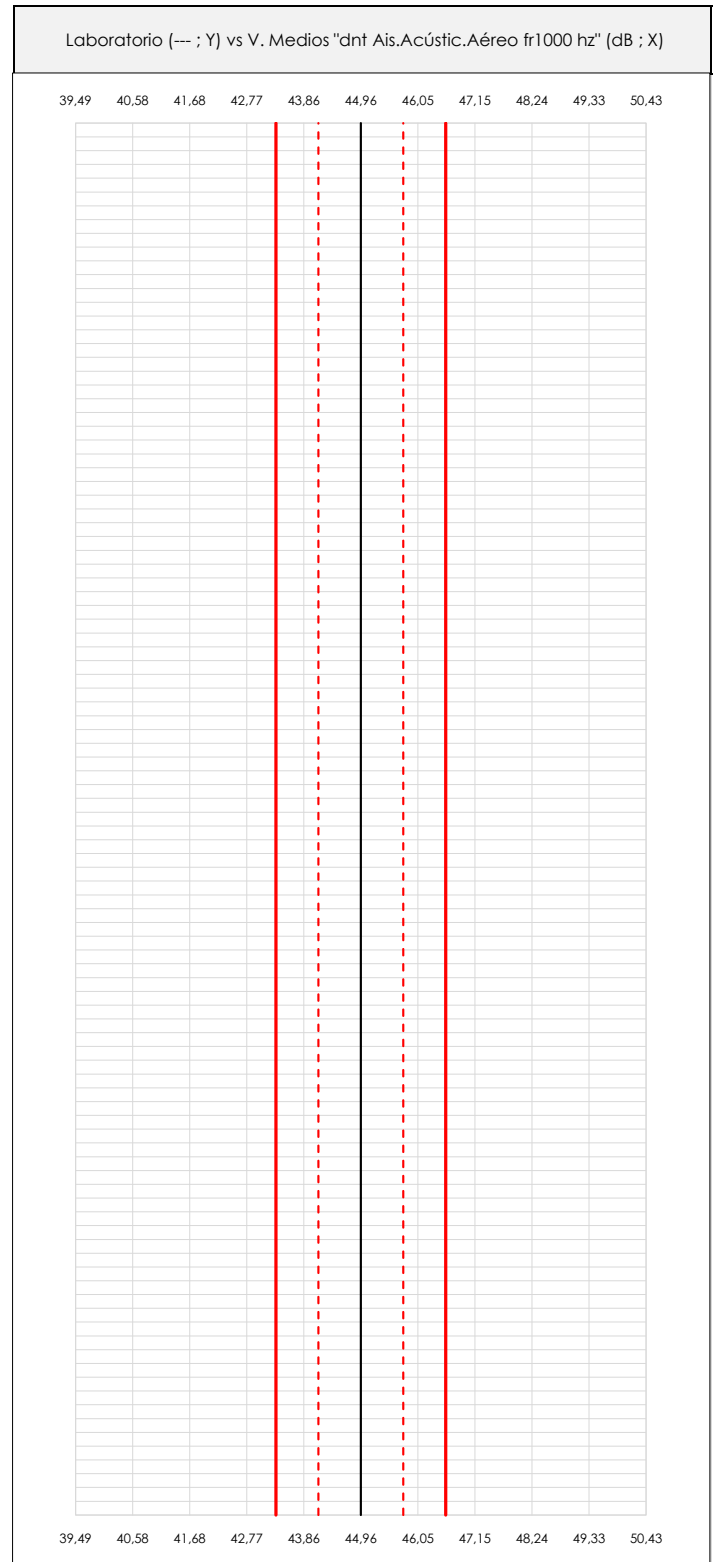
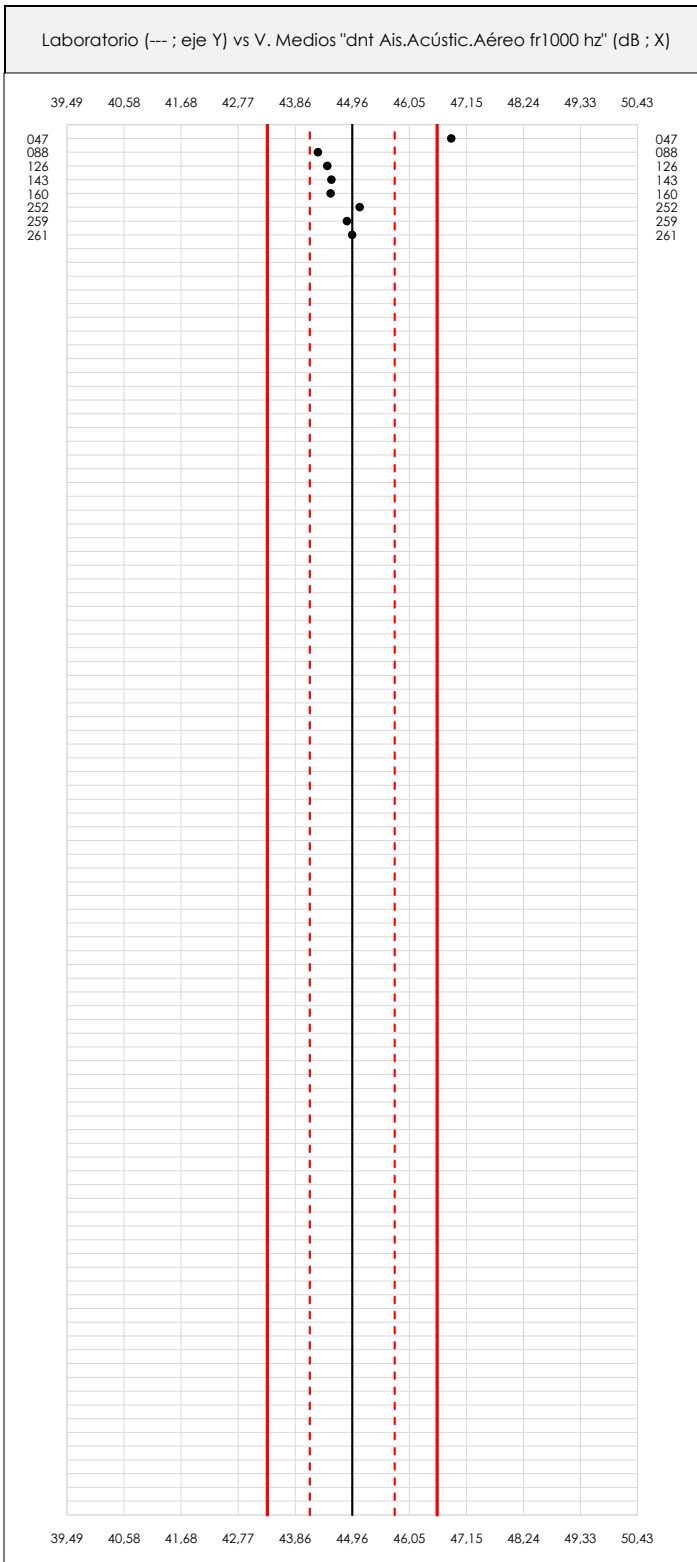
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

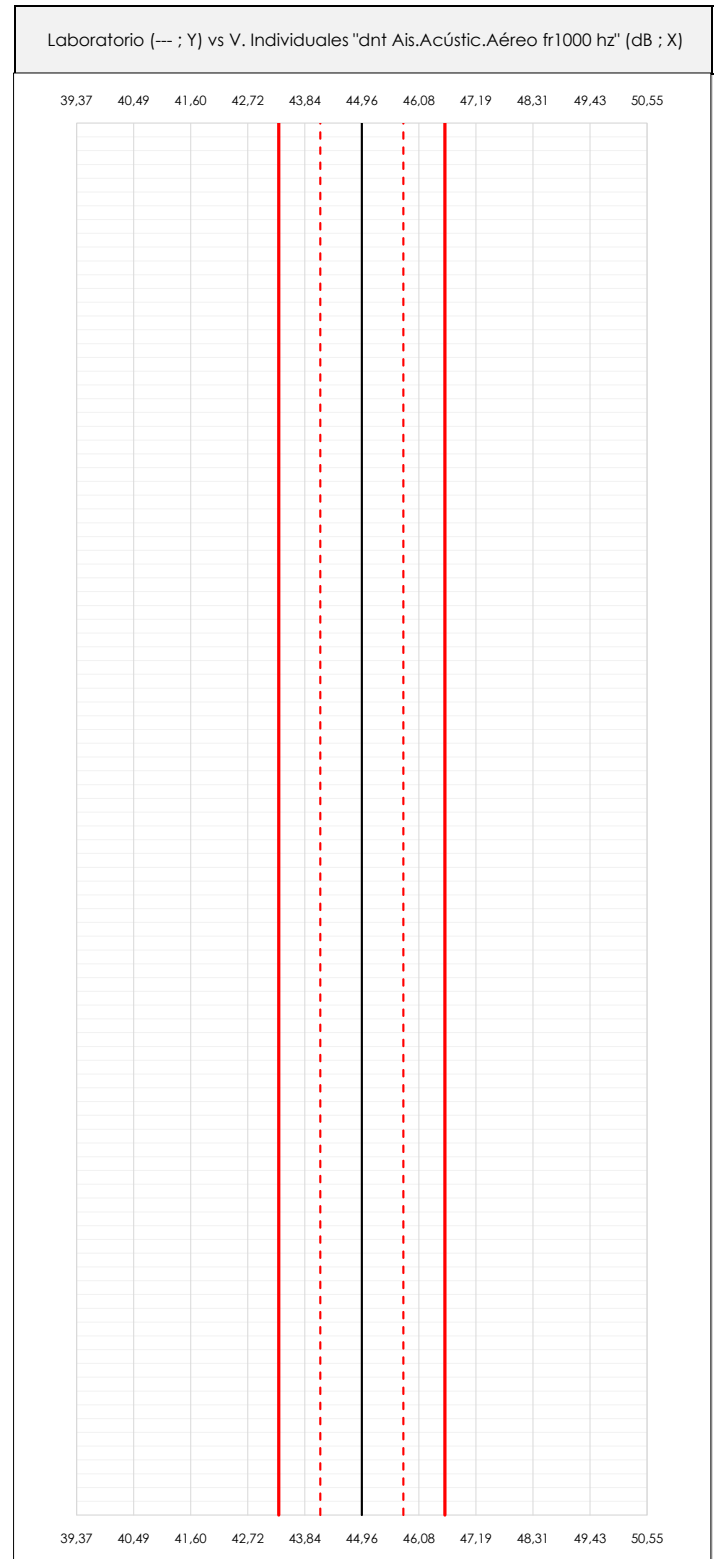
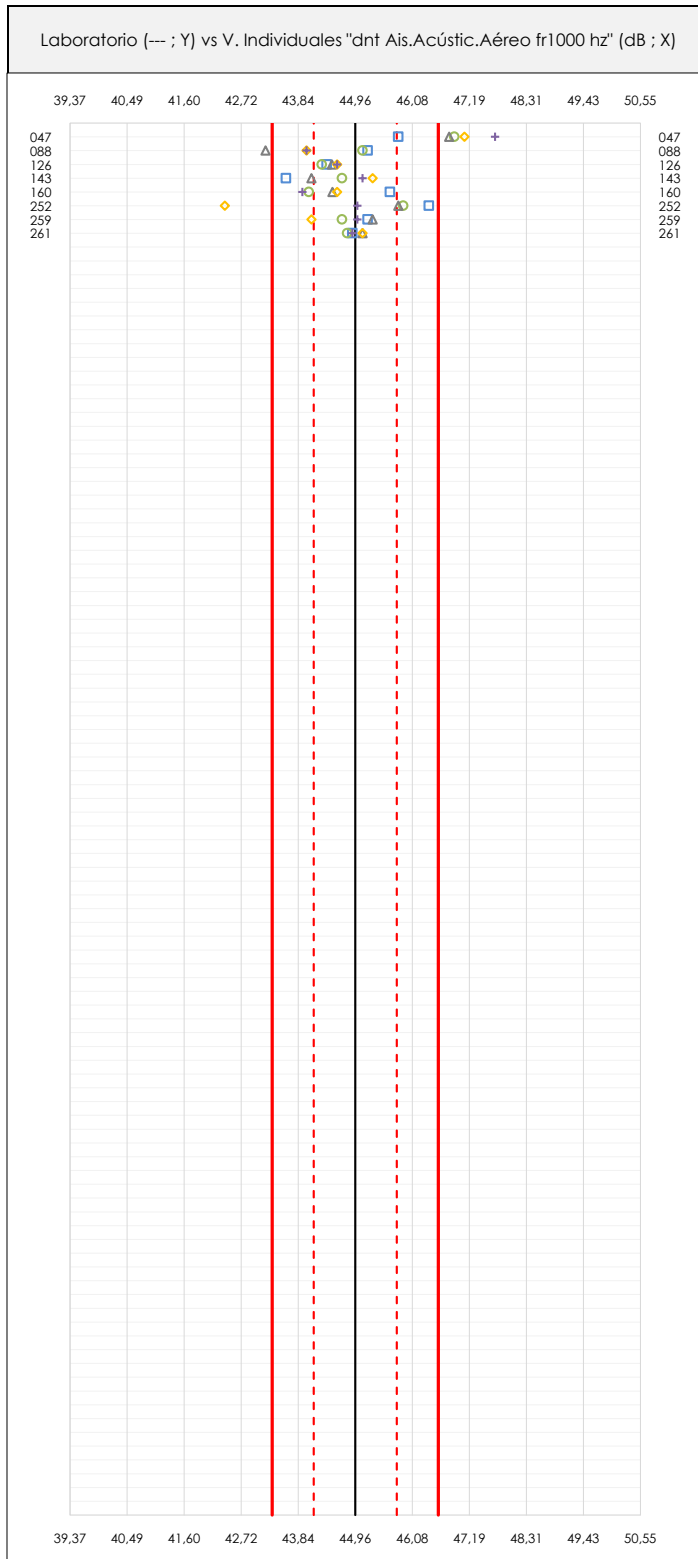
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,96 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,77/44,14 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,59/43,33 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (44,96 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,77/44,14 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,59/43,33 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i_1}$	$X_{i_2}$	$X_{i_3}$	$X_{i_4}$	$X_{i_5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
47	45,80	46,90	46,80	47,10	47,70	46,86	0,688	4,23	✓	
88	45,20	45,10	43,20	44,00	44,00	44,30	0,843	-1,46	✓	
126	44,40	44,30	44,50	44,60	44,60	44,48	0,130	-1,06	✓	
143	43,60	44,70	44,10	45,30	45,10	44,56	0,706	-0,89	✓	
160	45,64	44,05	44,51	44,60	43,92	44,54	0,677	-0,92	✓	
252	46,40	45,90	45,80	42,40	45,00	45,10	1,591	0,32	✓	
259	45,20	44,70	45,30	44,10	45,00	44,86	0,483	-0,22	✓	
261	44,90	44,80	45,10	45,10	44,90	44,96	0,134	0,00	✓	

**NOTAS:**

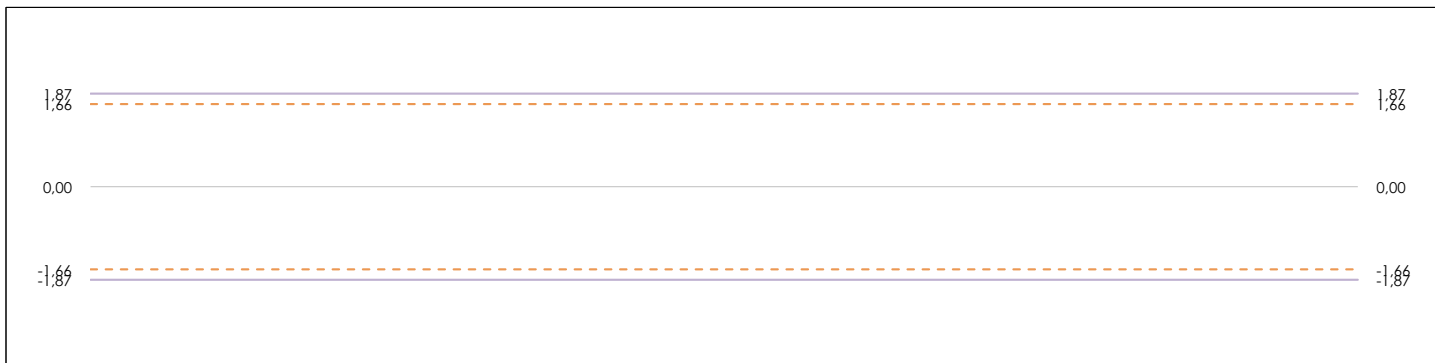
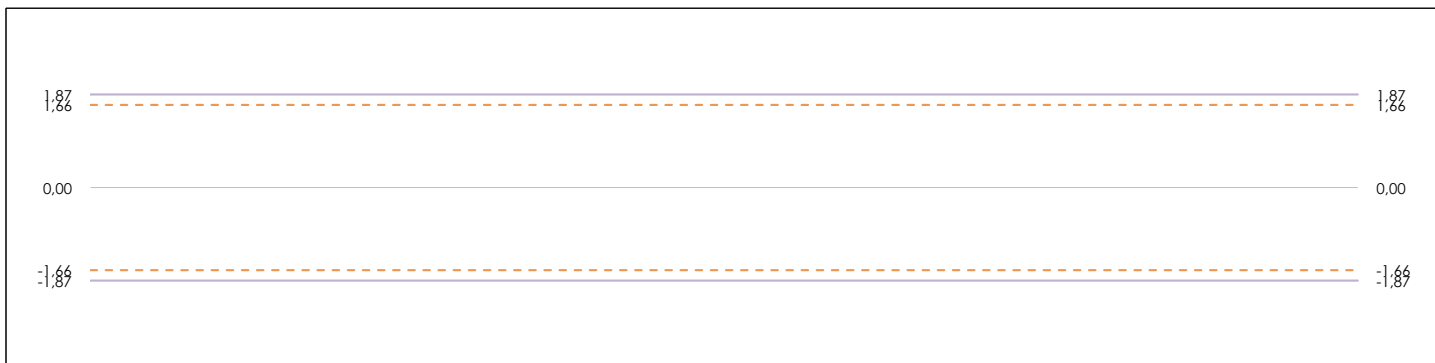
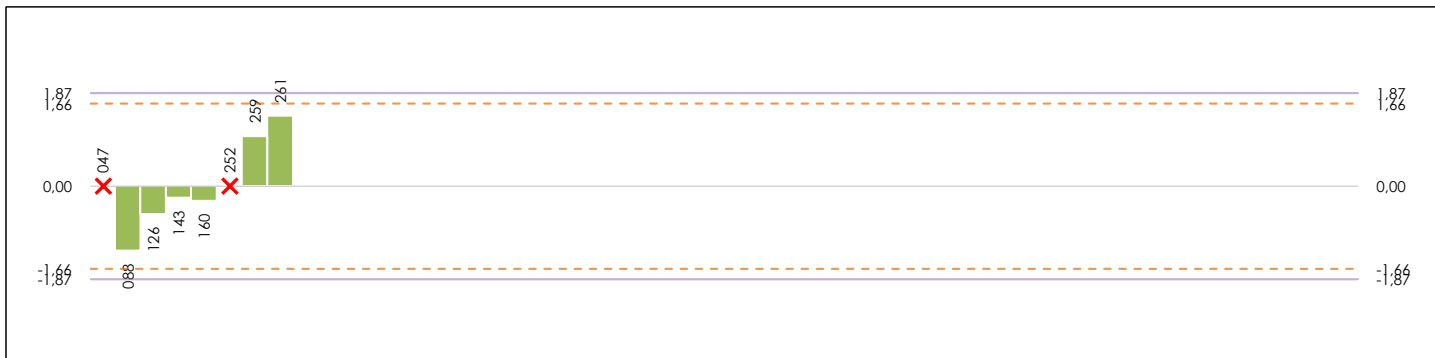
- <sup>01</sup> " $X_{i_j}$  con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i \text{ arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i \text{ arit}} \%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

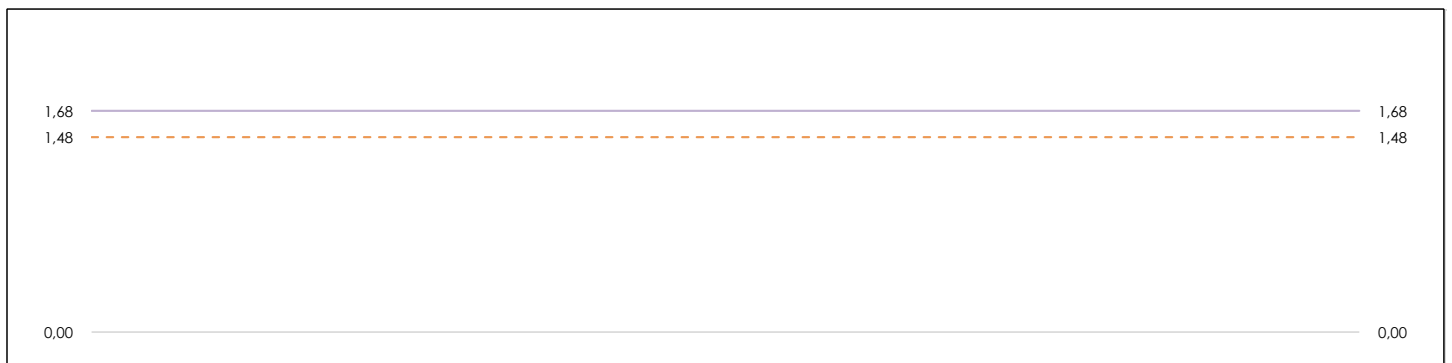
Análisis gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel. En él se representan las medias aritméticas inter-laboratorios y los indicadores estadísticos para un 1% y un 5% de significación (valores obtenidos de la tabla 6 norma UNE 82009-2:1999 o mediante ecuación matemática, en función del número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

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

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B		
47	45,80	46,900	46,800	47,100	47,700	46,860	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
88	45,20	45,100	43,200	44,000	44,000	44,300	0,843	-0,71	-1,29	1,48*	0,367	1,286		0,4373			✓	
126	44,40	44,300	44,500	44,600	44,600	44,480	0,130	-0,31	-0,56	0,23				0,4373			✓	
143	43,60	44,700	44,100	45,300	45,100	44,560	0,706	-0,13	-0,23	1,24							✓	
160	45,64	44,049	44,510	44,602	43,923	44,544	0,677	-0,16	-0,30	1,19							✓	
252	46,40	45,900	45,800	42,400	45,000	45,100	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
259	45,20	44,700	45,300	44,100	45,000	44,860	0,483	0,54	0,98	0,85					0,1400		✓	
261	44,90	44,800	45,100	45,100	44,900	44,960	0,134	0,77	1,39	0,24			1,388		0,1400		✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

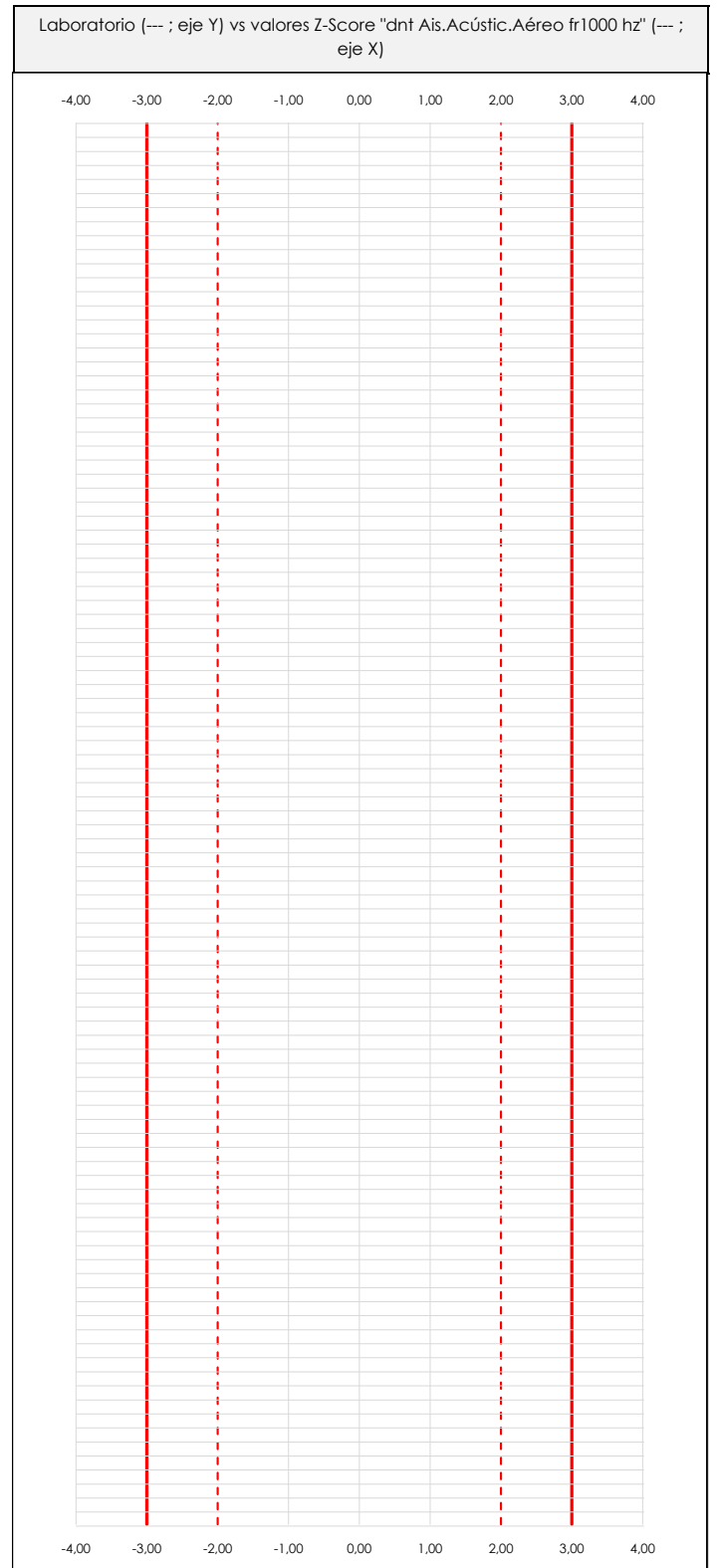
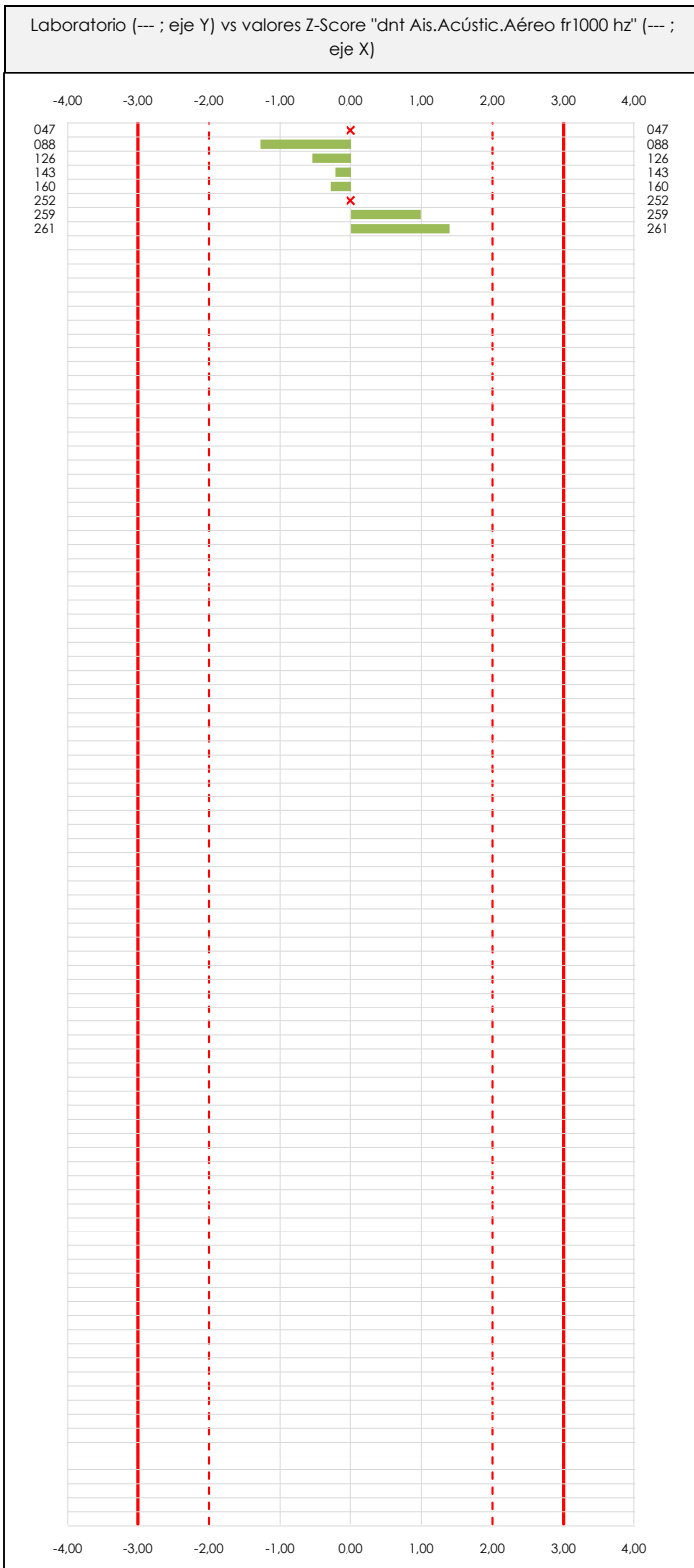




# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	45,80	46,90	46,80	47,10	47,70	46,86	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
88	45,20	45,10	43,20	44,00	44,00	44,30	0,843	-0,71	✓	✓	✓			-1,286	S
126	44,40	44,30	44,50	44,60	44,60	44,48	0,130	-0,31	✓	✓	✓			-0,557	S
143	43,60	44,70	44,10	45,30	45,10	44,56	0,706	-0,13	✓	✓	✓			-0,233	S
160	45,64	44,05	44,51	44,60	43,92	44,54	0,677	-0,16	✓	✓	✓			-0,296	S
252	46,40	45,90	45,80	42,40	45,00	45,10	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
259	45,20	44,70	45,30	44,10	45,00	44,86	0,483	0,54	✓	✓	✓			0,983	S
261	44,90	44,80	45,10	45,10	44,90	44,96	0,134	0,77	✓	✓	✓			1,388	S

**NOTAS:**

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

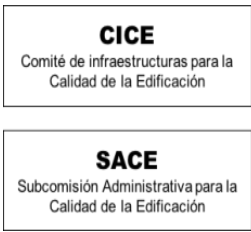
<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

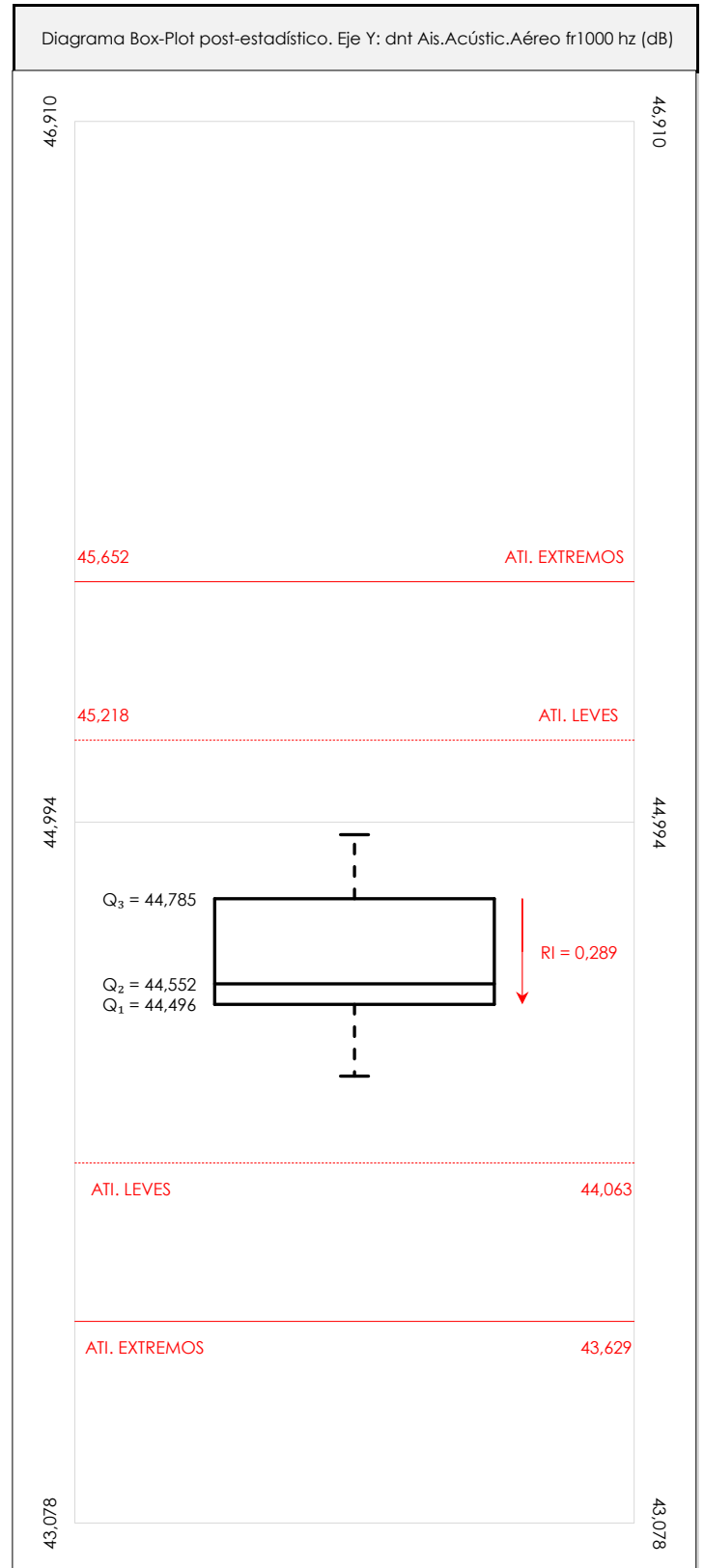
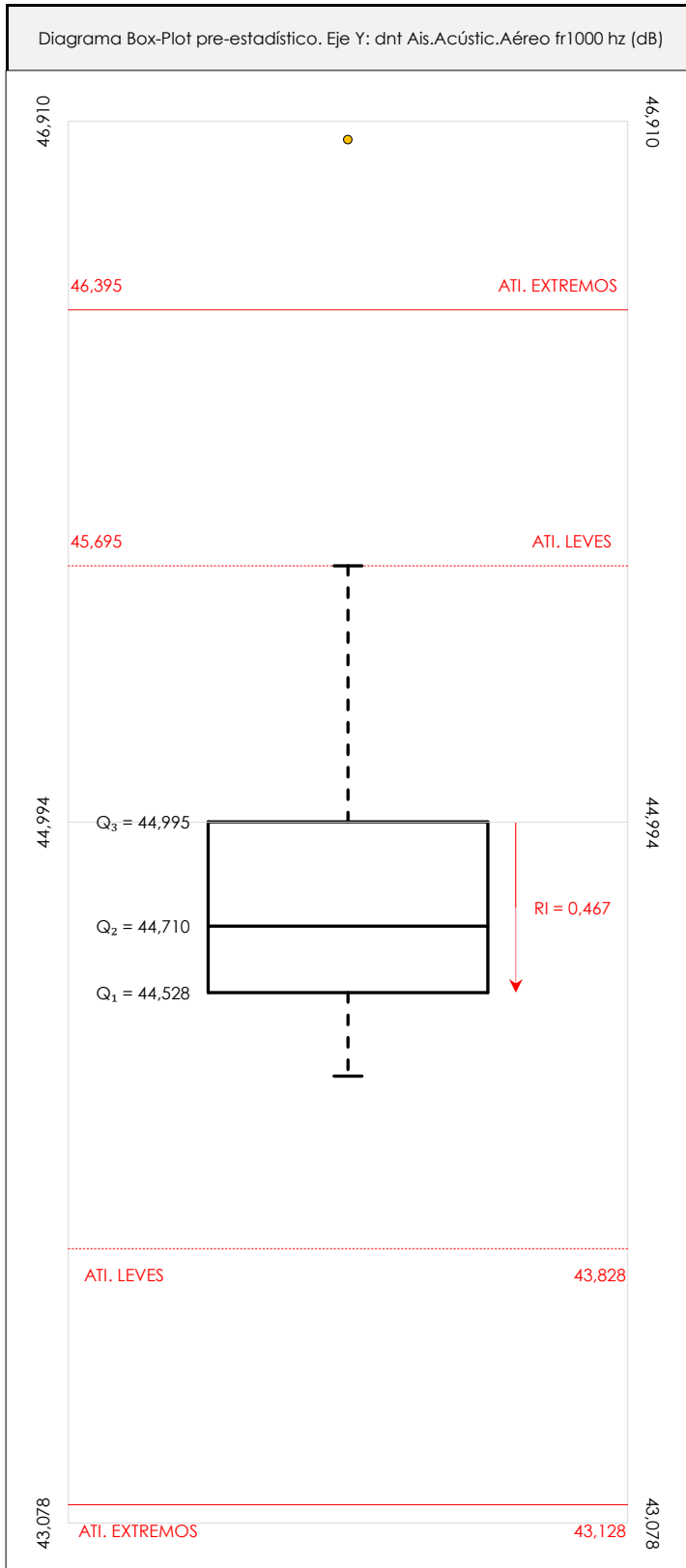
[insatisfactorio]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 DESPUES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

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

En ambos se han representado: el primer cuartil (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1000 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	46,40	46,90	46,80	47,10	47,70	46,86	45,64	45,10	45,30	45,30	45,10	44,96
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	43,60	44,05	43,20	42,40	43,92	44,30	43,60	44,05	43,20	44,00	43,92	44,30
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	45,14	45,06	44,91	44,65	45,03	44,96	44,82	44,61	44,45	44,62	44,59	44,62
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,87	0,93	1,10	1,33	1,17	0,81	0,73	0,37	0,75	0,52	0,51	0,25
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,617	2,177	0,539	1,156	2,981		0,322	1,574	-0,004	0,319	1,565	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,87	1,68	0,463	1,973	0,0116	1,87	1,68	0,564	1,973	0,0116
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,66	1,48	0,391	1,887	0,0349	1,66	1,48	0,480	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).

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr1250 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

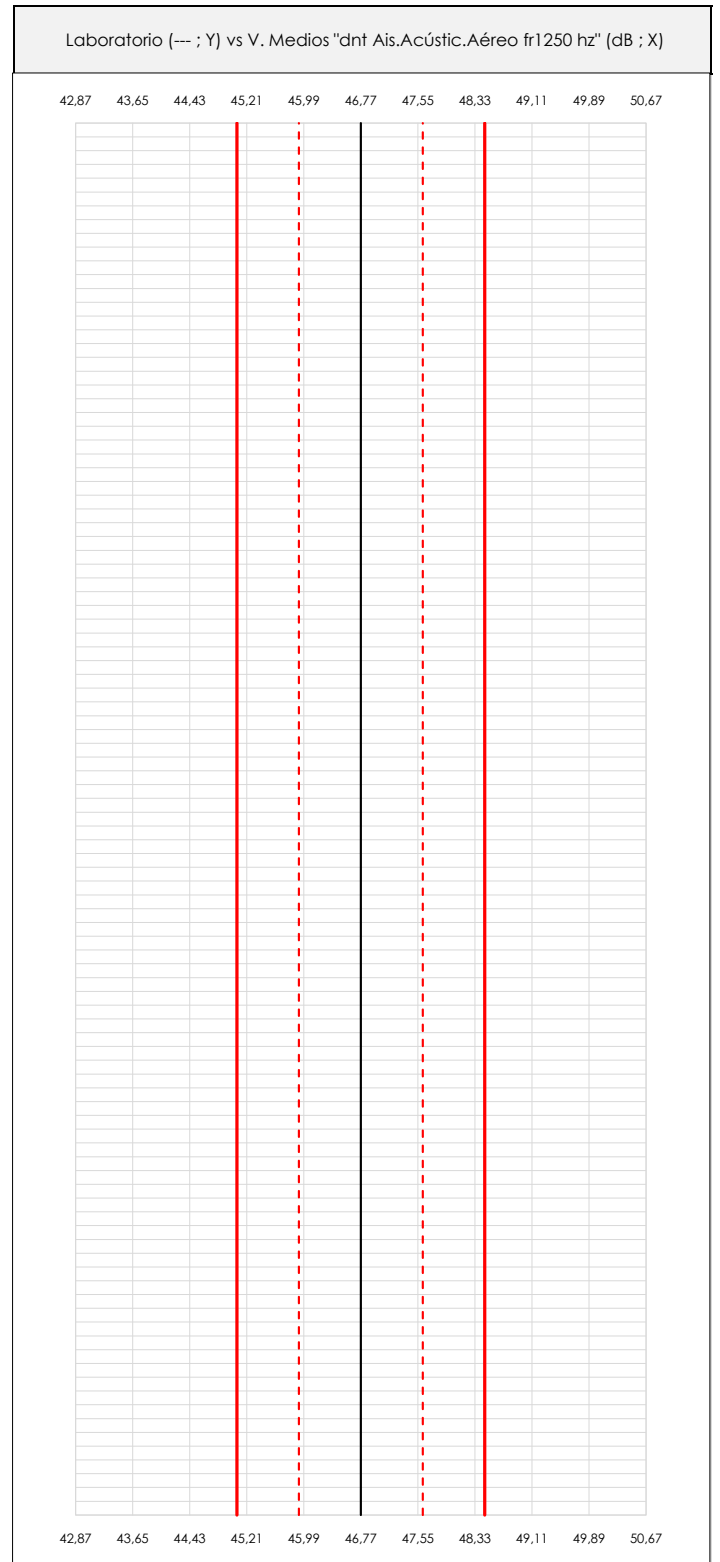
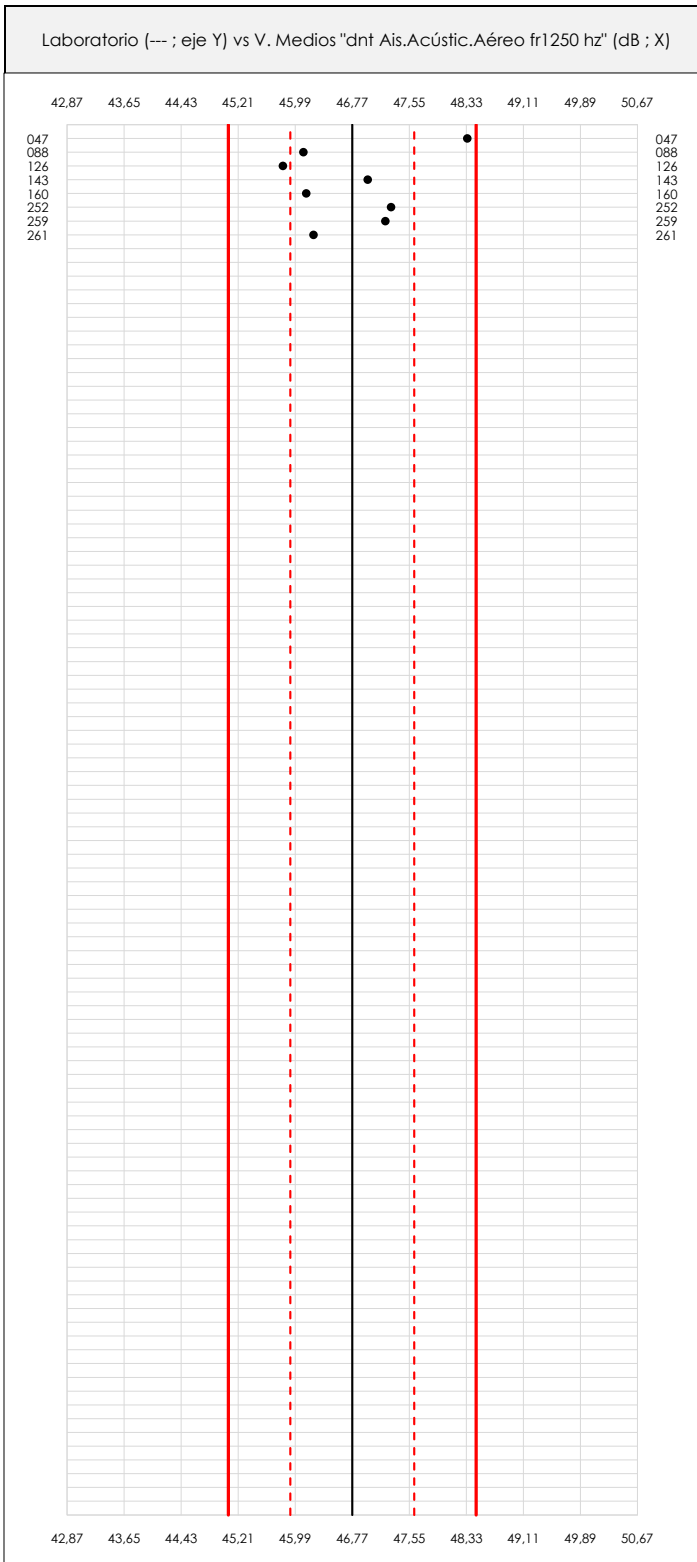
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

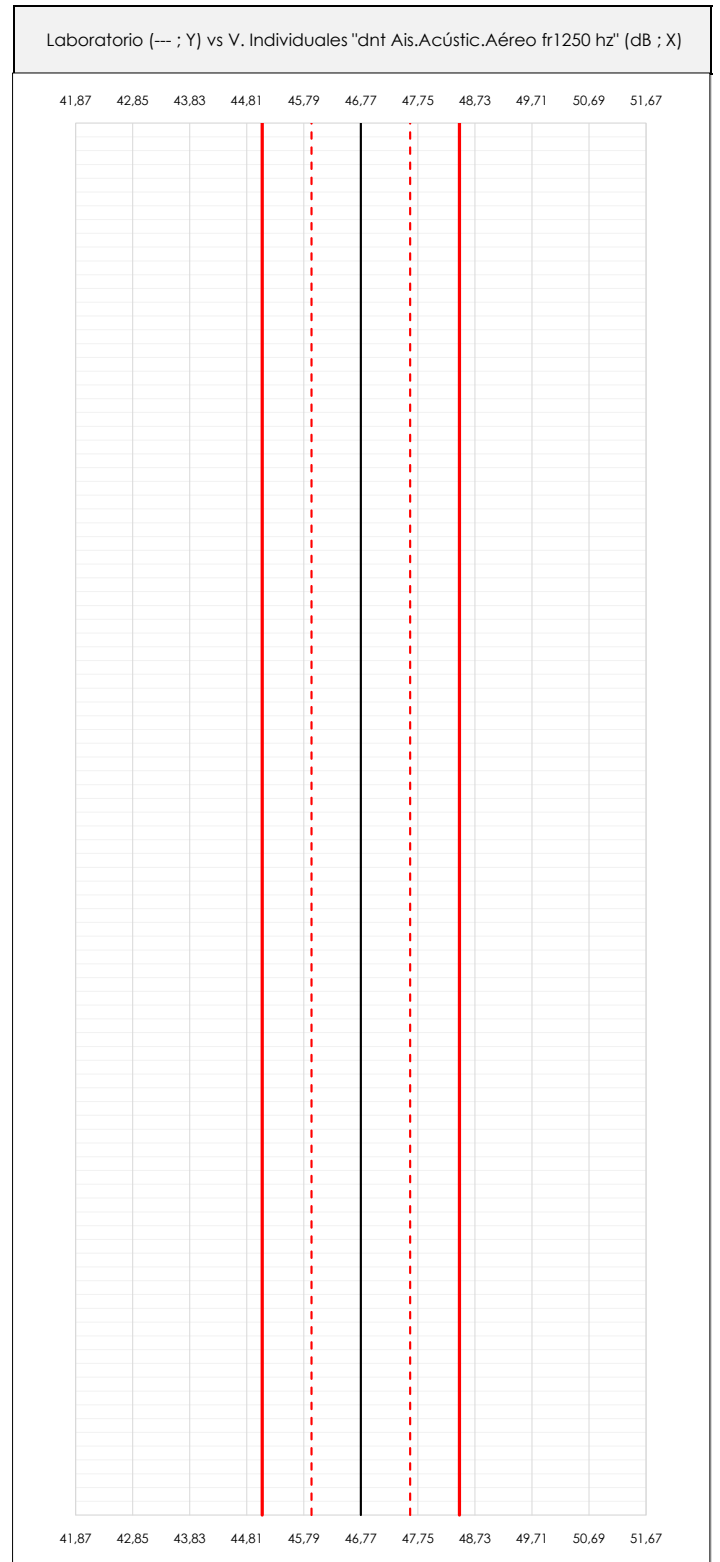
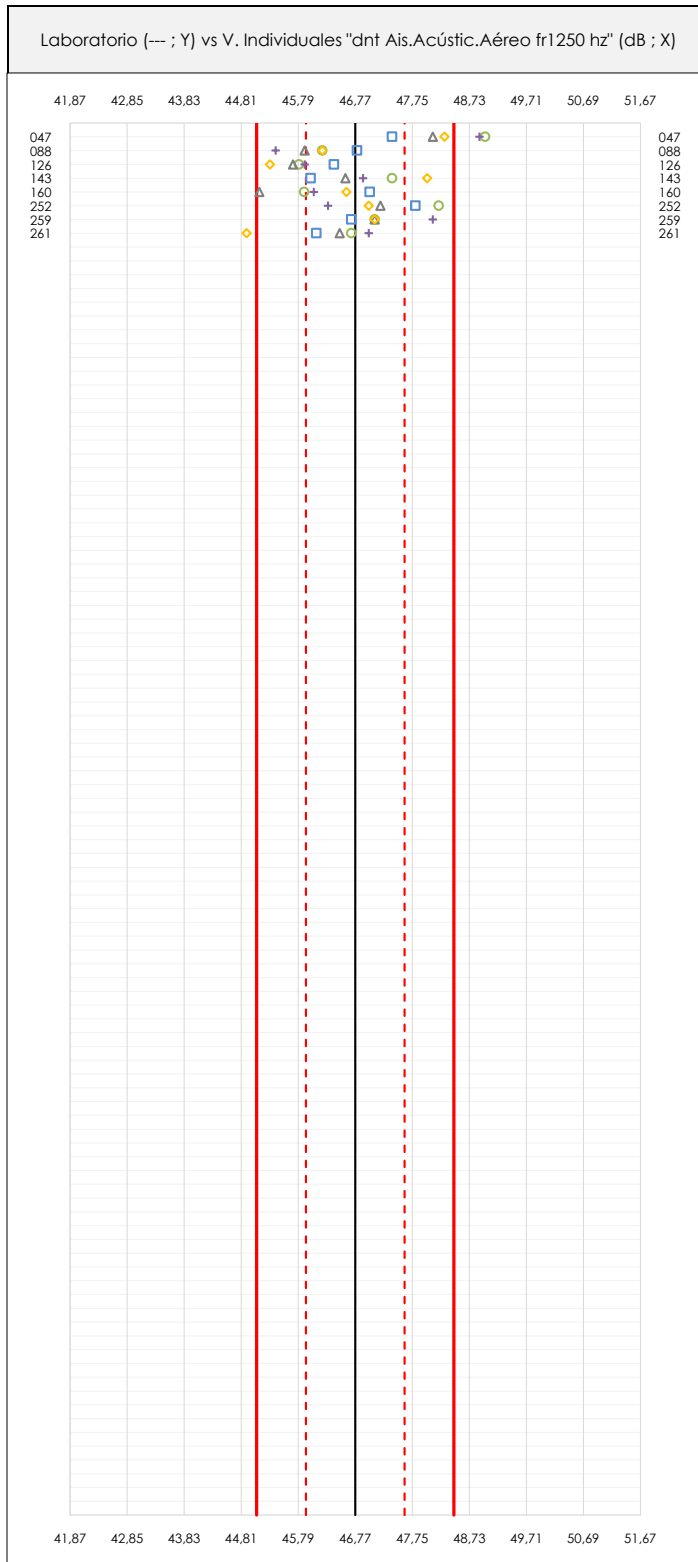
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,61/45,92 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,46/45,07 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (46,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,61/45,92 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,46/45,07 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.





# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	47,40	49,00	48,10	48,30	48,90	48,34	0,650	3,36	✓	
88	46,80	46,20	45,90	46,20	45,40	46,10	0,510	-1,43	✓	
126	46,40	45,80	45,70	45,30	45,90	45,82	0,396	-2,03	✓	
143	46,00	47,40	46,60	48,00	46,90	46,98	0,763	0,45	✓	
160	47,02	45,89	45,12	46,61	46,05	46,14	0,725	-1,34	✓	
252	47,80	48,20	47,20	47,00	46,30	47,30	0,735	1,14	✓	
259	46,70	47,10	47,10	47,10	48,10	47,22	0,522	0,97	✓	
261	46,10	46,70	46,50	44,90	47,00	46,24	0,817	-1,13	✓	

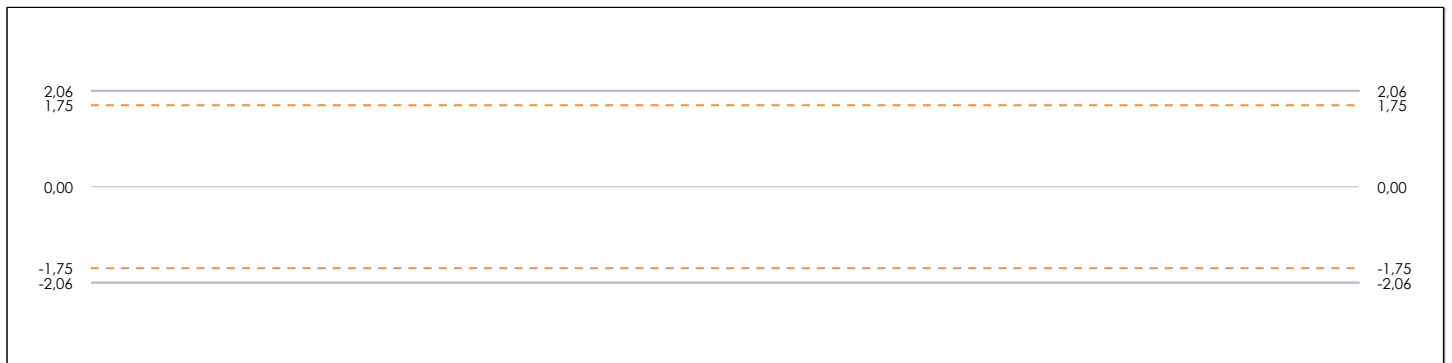
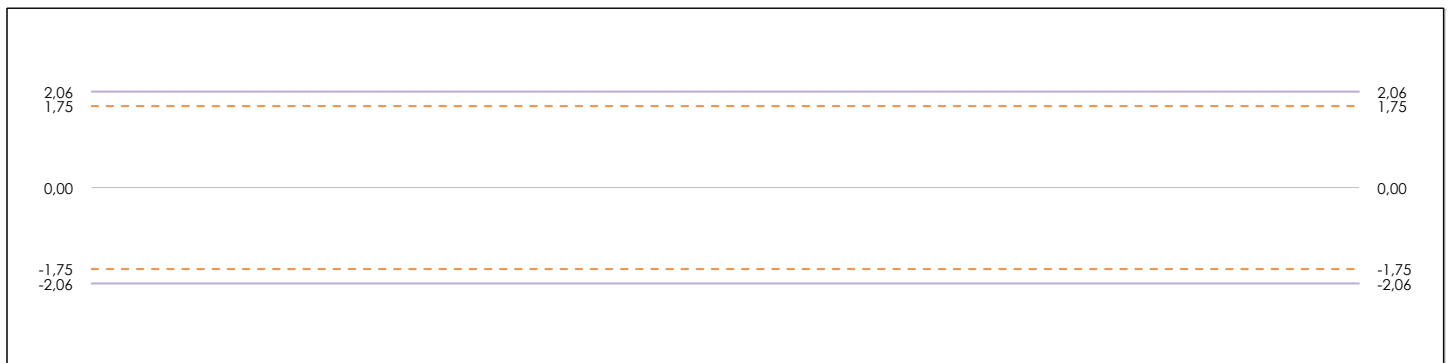
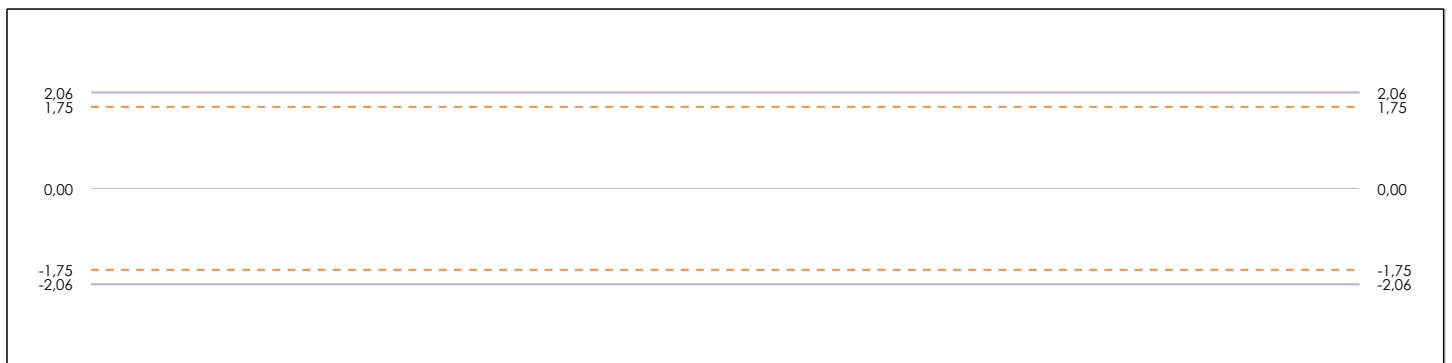
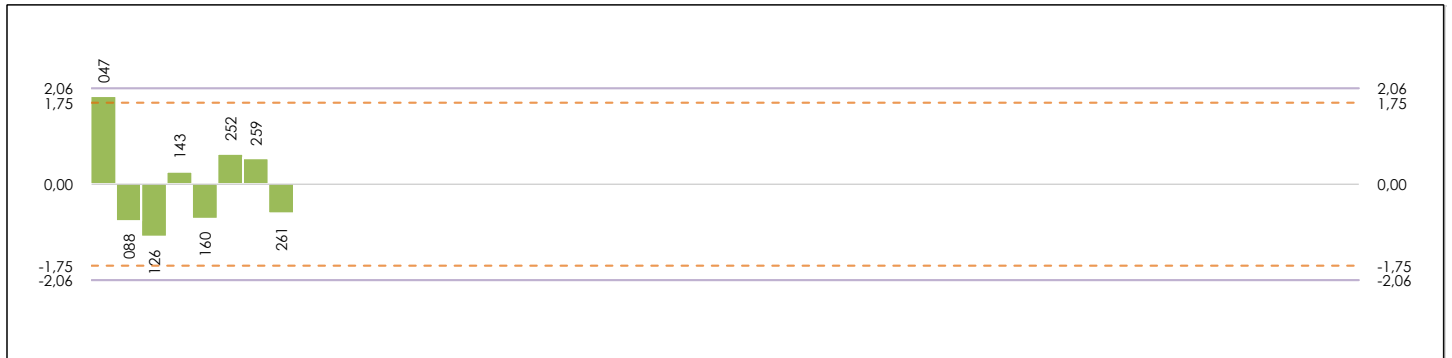
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$ " con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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



## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	$h_i$	$k_i$	$C_i$	$G_{\text{sim Inf}}$	$G_{\text{sim Sup}}$	$G_{\text{Dob Inf}}$	$G_{\text{Dob Sup}}$	Pasa B
47	47,40	49,000	48,100	48,300	48,900	48,340	0,650	3,36	1,86*	0,99	0,195		1,856		0,3041	✓
88	46,80	46,200	45,900	46,200	45,400	46,100	0,510	-1,43	-0,79	0,78				0,6462		✓
126	46,40	45,800	45,700	45,300	45,900	45,820	0,396	-2,03	-1,12	0,61		1,118		0,6462		✓
143	46,00	47,400	46,600	48,000	46,900	46,980	0,763	0,45	0,25	1,17						✓
160	47,02	45,891	45,120	46,614	46,052	46,139	0,725	-1,34	-0,74	1,11						✓
252	47,80	48,200	47,200	47,000	46,300	47,300	0,735	1,14	0,63	1,12					0,3041	✓
259	46,70	47,100	47,100	47,100	48,100	47,220	0,522	0,97	0,53	0,80						✓
261	46,10	46,700	46,500	44,900	47,000	46,240	0,817	-1,13	-0,62	1,25						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

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

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

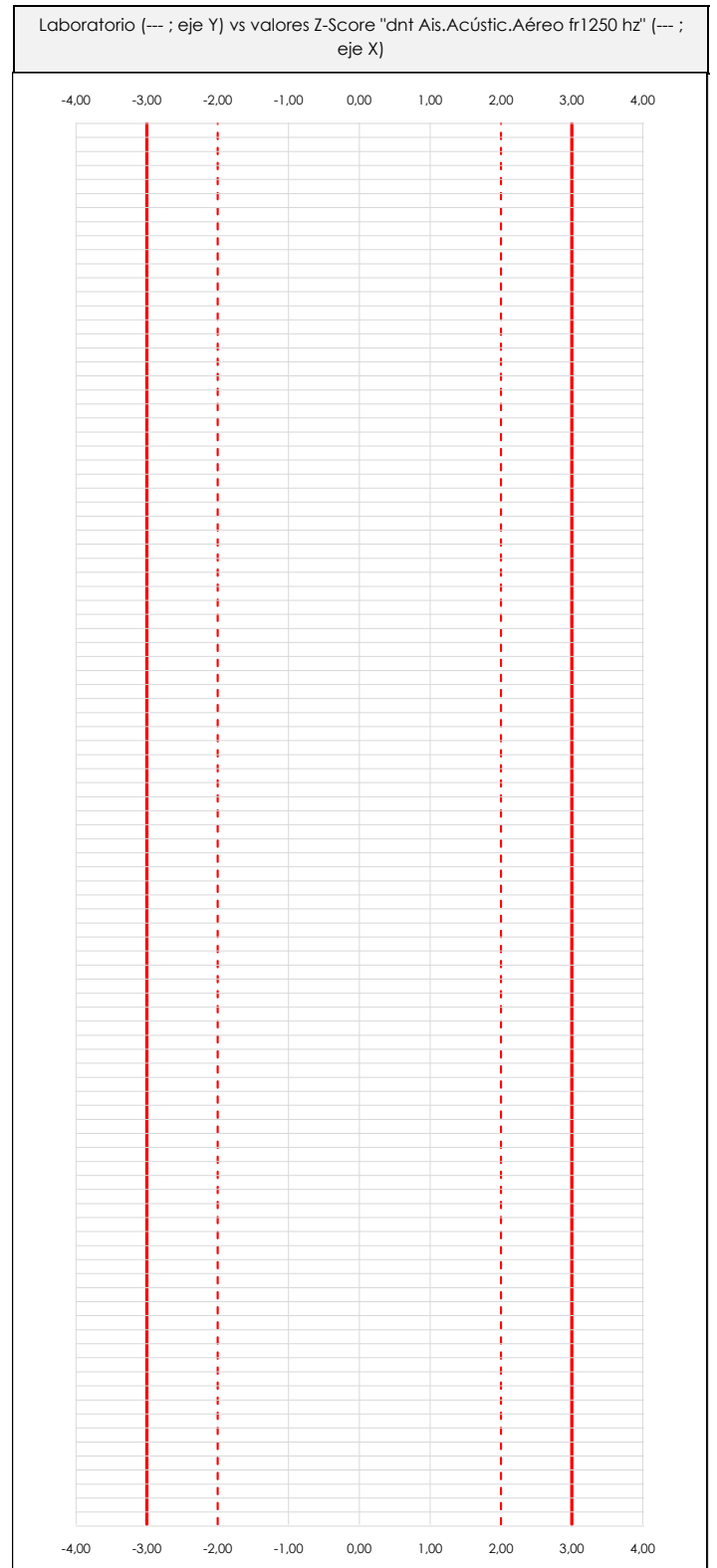
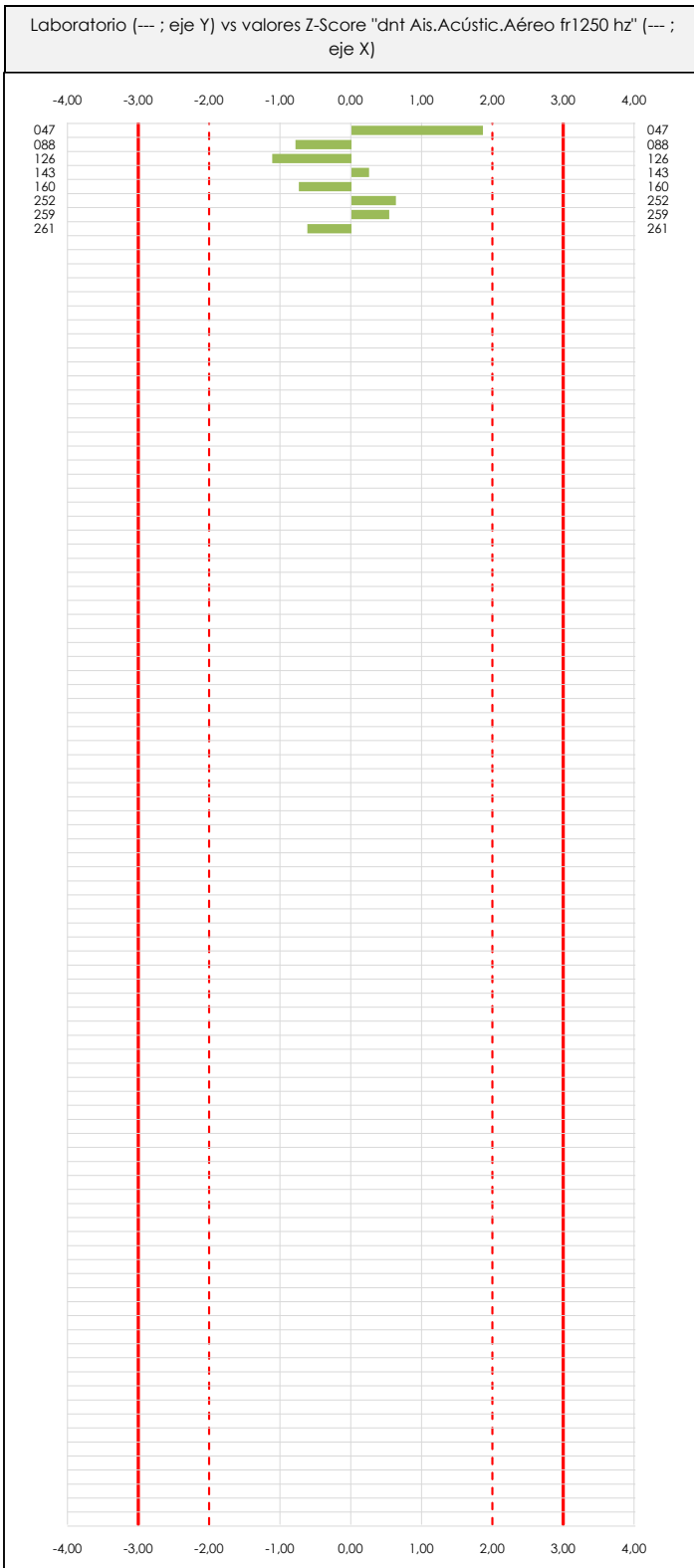
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	47,40	49,00	48,10	48,30	48,90	48,34	0,650	3,36	✓	✓	✓			1,856	S
88	46,80	46,20	45,90	46,20	45,40	46,10	0,510	-1,43	✓	✓	✓			-0,788	S
126	46,40	45,80	45,70	45,30	45,90	45,82	0,396	-2,03	✓	✓	✓			-1,118	S
143	46,00	47,40	46,60	48,00	46,90	46,98	0,763	0,45	✓	✓	✓			0,251	S
160	47,02	45,89	45,12	46,61	46,05	46,14	0,725	-1,34	✓	✓	✓			-0,742	S
252	47,80	48,20	47,20	47,00	46,30	47,30	0,735	1,14	✓	✓	✓			0,629	S
259	46,70	47,10	47,10	47,10	48,10	47,22	0,522	0,97	✓	✓	✓			0,534	S
261	46,10	46,70	46,50	44,90	47,00	46,24	0,817	-1,13	✓	✓	✓			-0,623	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

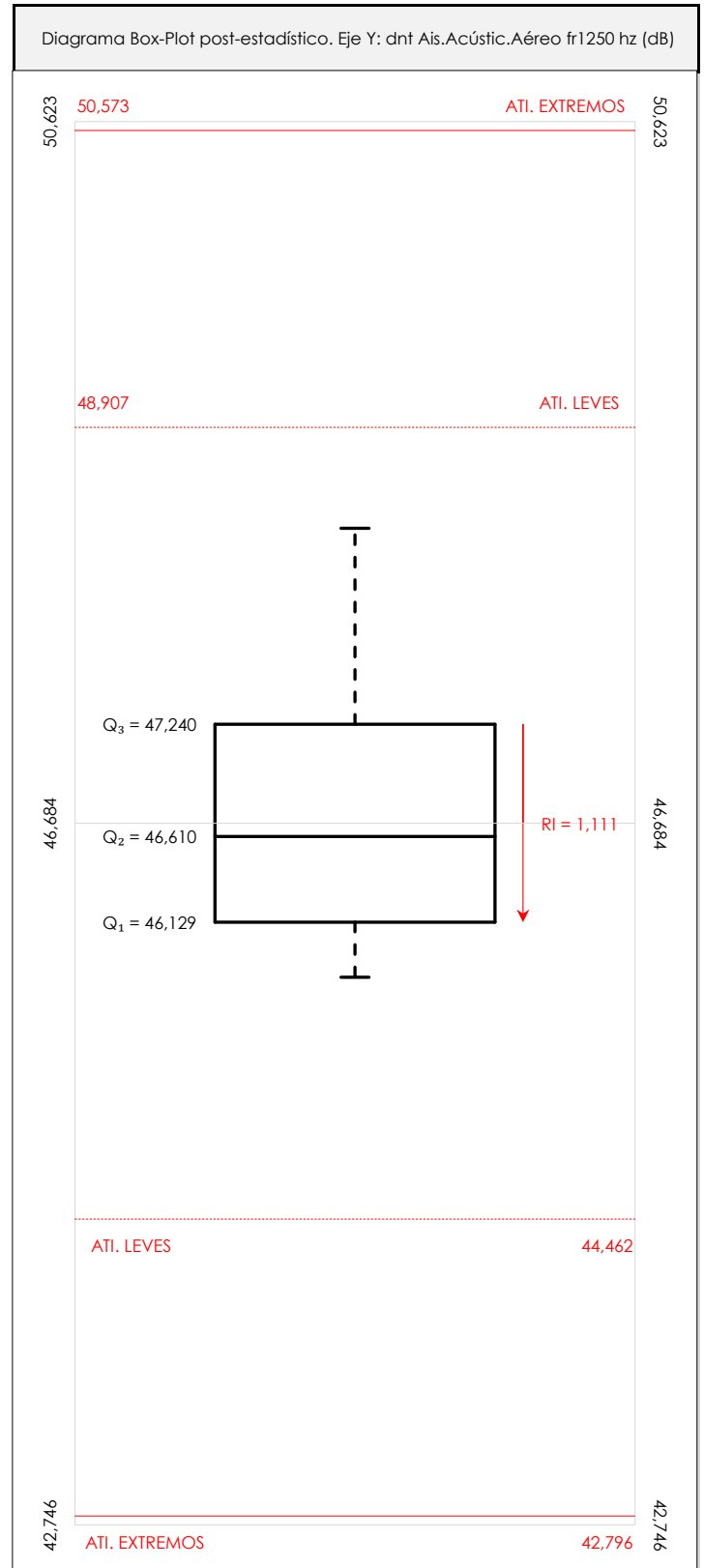
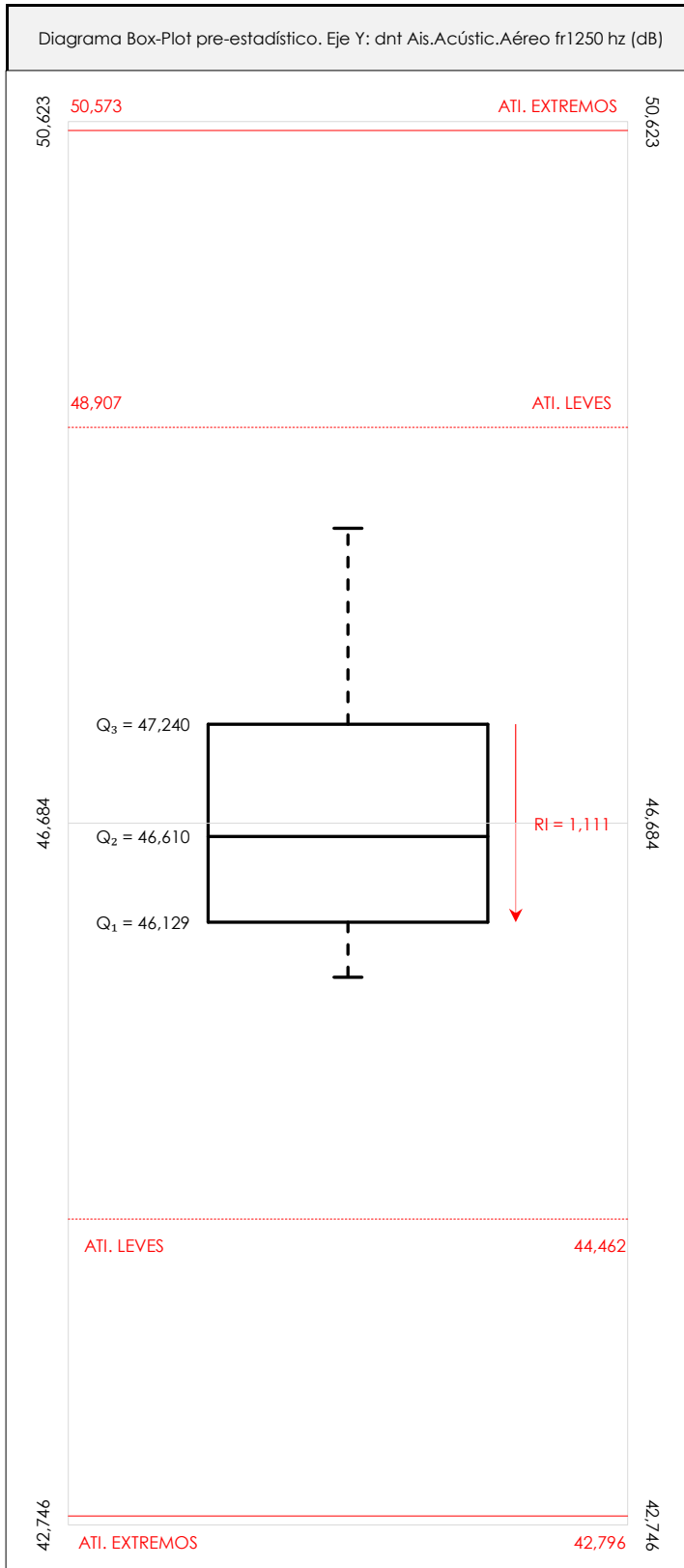
[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

## DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>\*</sup> y f<sub>1</sub><sup>\*</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1250 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO								
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$			
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	47,80	49,00	48,10	48,30	48,90	48,34	47,80	49,00	48,10	48,30	48,90	48,34			
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	46,00	45,80	45,12	44,90	45,40	45,82	46,00	45,80	45,12	44,90	45,40	45,82			
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	46,78	47,04	46,53	46,68	46,82	46,77	46,78	47,04	46,53	46,68	46,82	46,77			
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,62	1,13	0,95	1,19	1,18	0,85	0,62	1,13	0,95	1,19	1,18	0,85			
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,01	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02			
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R
<b>Valor Calculado</b>	0,428	1,814	0,632	1,060	2,854	0,428	1,814	0,632	1,060	2,854	0,428	1,814	0,632	1,060	2,854
<b>Valor Referencia</b>															

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr1600 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

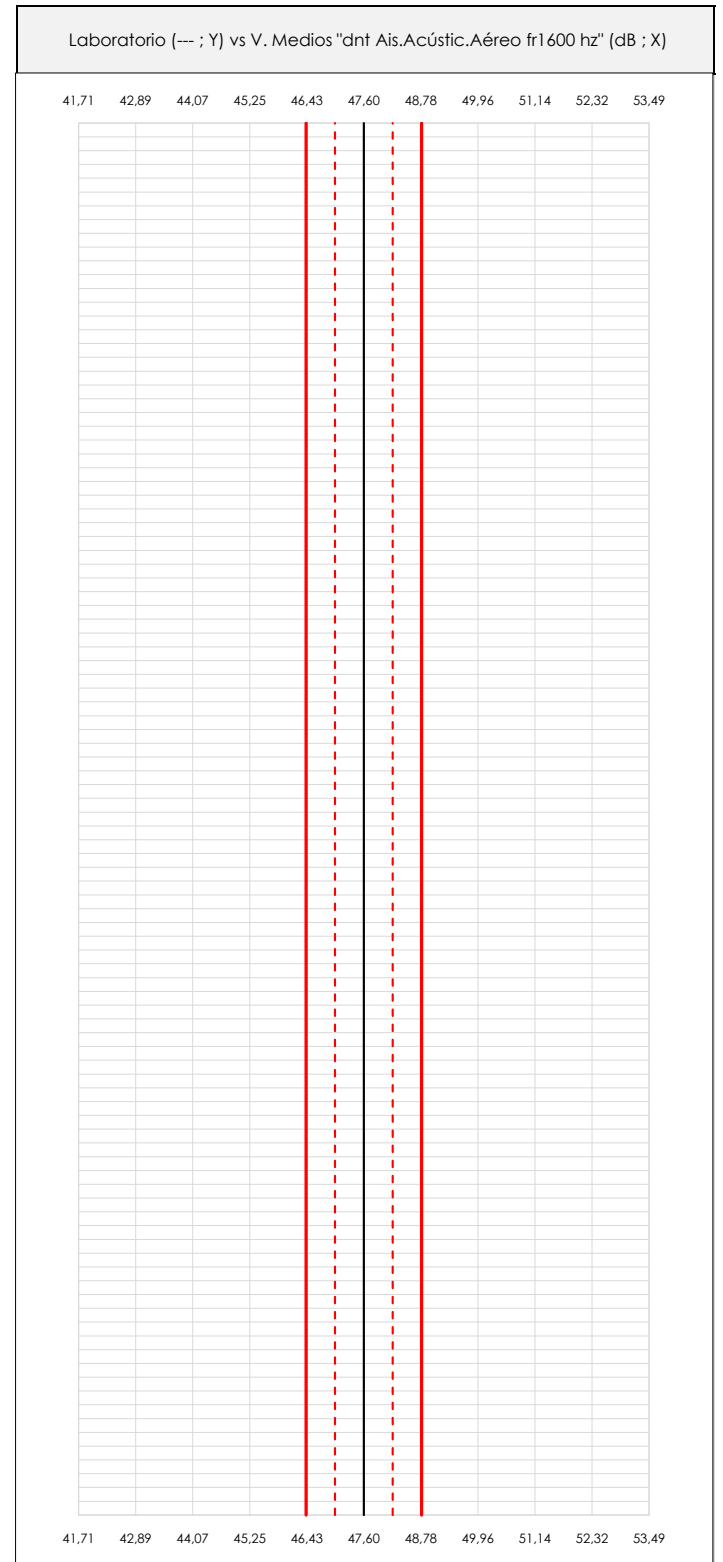
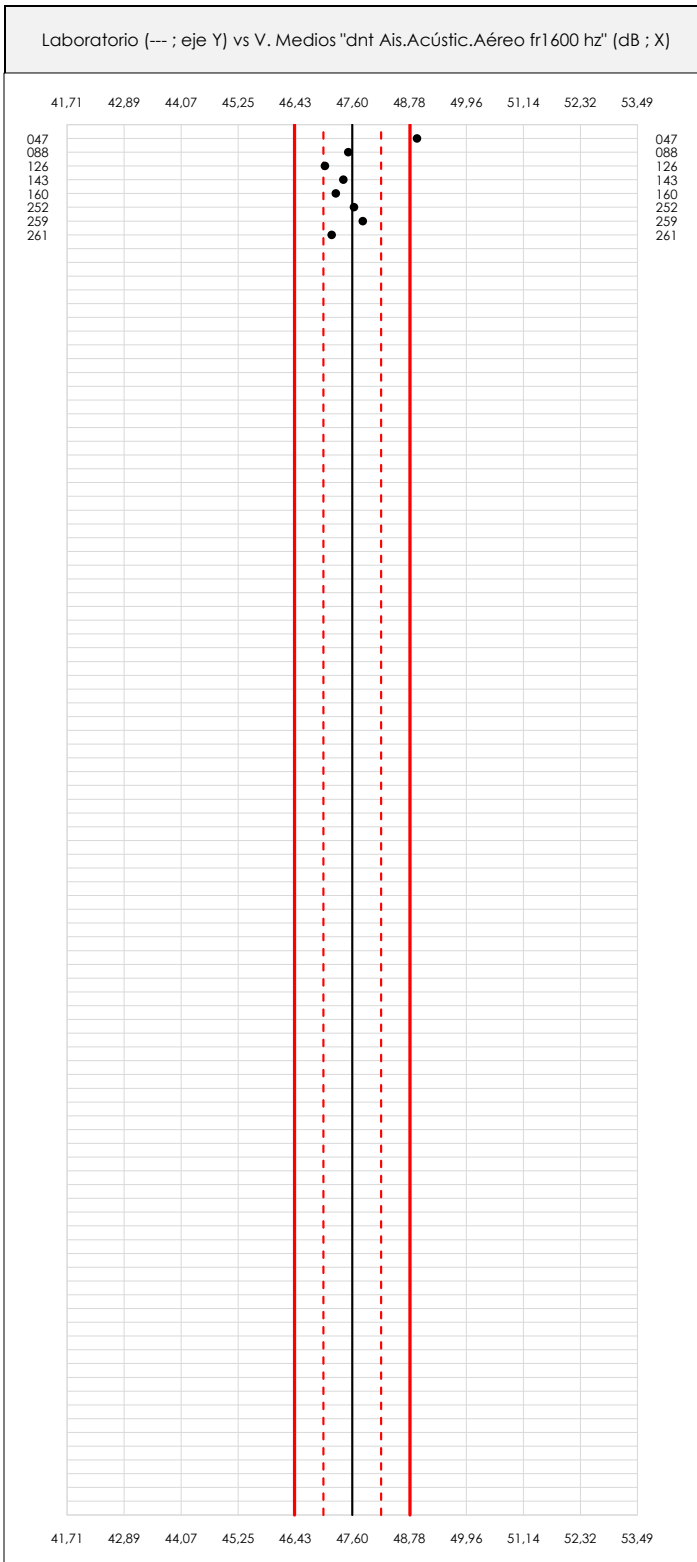
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

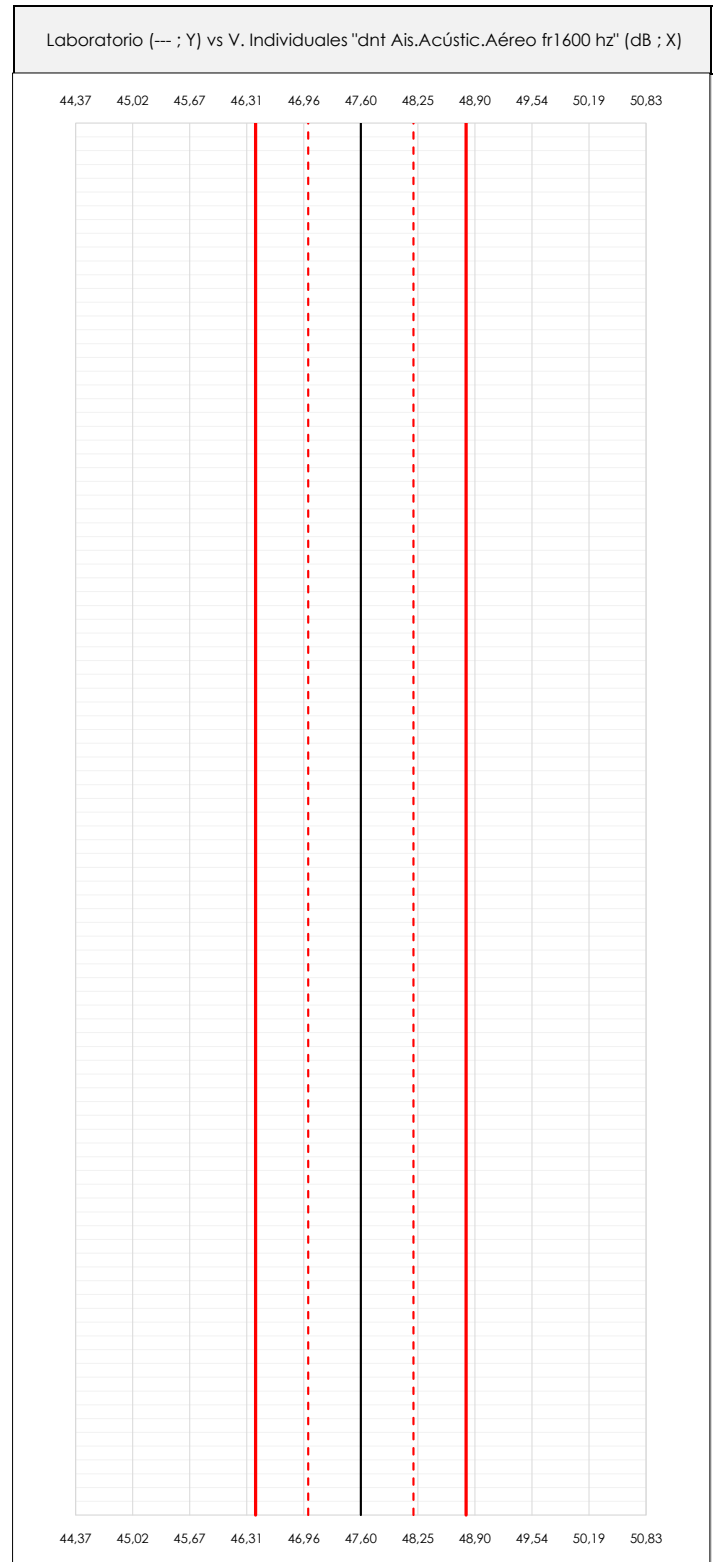
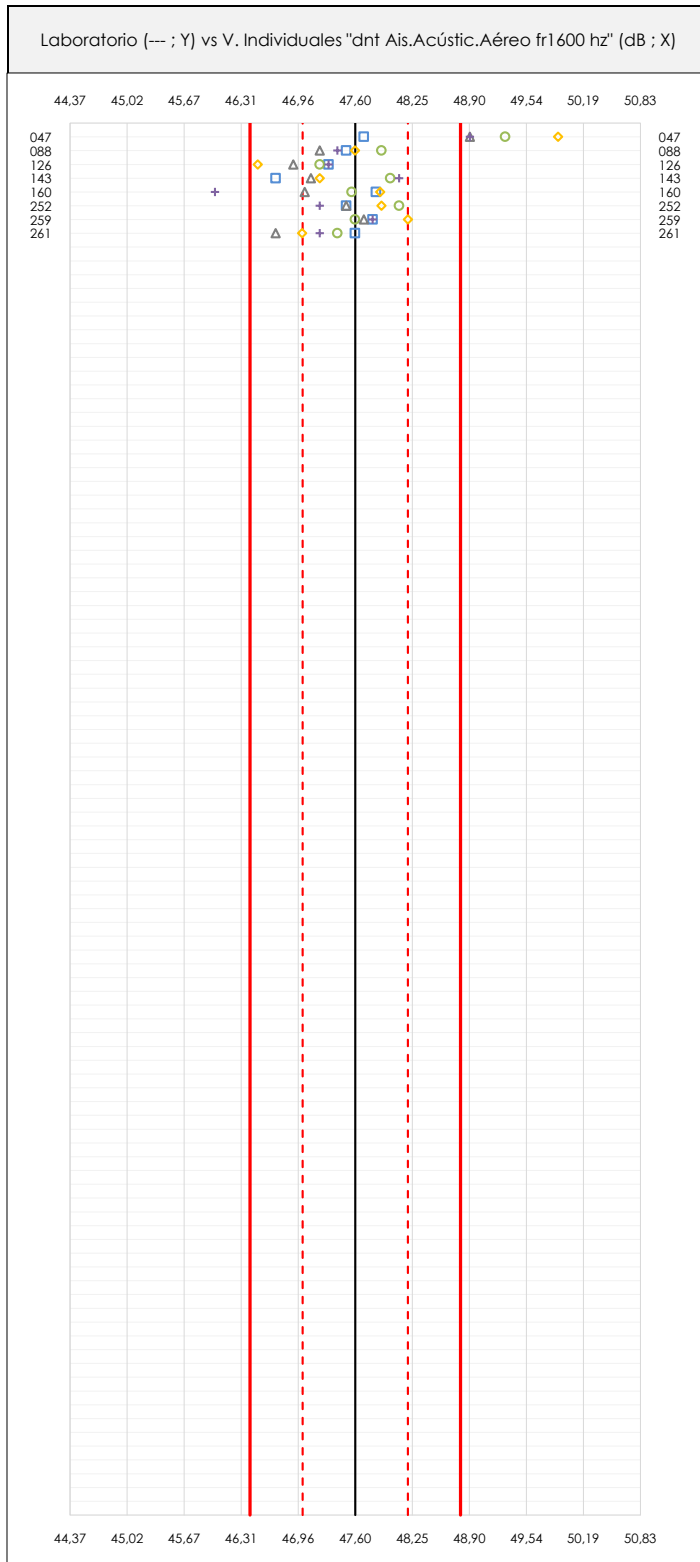
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,60 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,20/47,01 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,80/46,41 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,60 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,20/47,01 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,80/46,41 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	47,70	49,30	48,90	49,90	48,90	48,94	0,805	2,81	✓	
88	47,50	47,90	47,20	47,60	47,40	47,52	0,259	-0,17	✓	
126	47,30	47,20	46,90	46,50	47,30	47,04	0,344	-1,18	✓	
143	46,70	48,00	47,10	47,20	48,10	47,42	0,606	-0,38	✓	
160	47,84	47,56	47,03	47,88	46,01	47,27	0,778	-0,71	✓	
252	47,50	48,10	47,50	47,90	47,20	47,64	0,358	0,08	✓	
259	47,80	47,60	47,70	48,20	47,80	47,82	0,228	0,46	✓	
261	47,60	47,40	46,70	47,00	47,20	47,18	0,349	-0,89	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

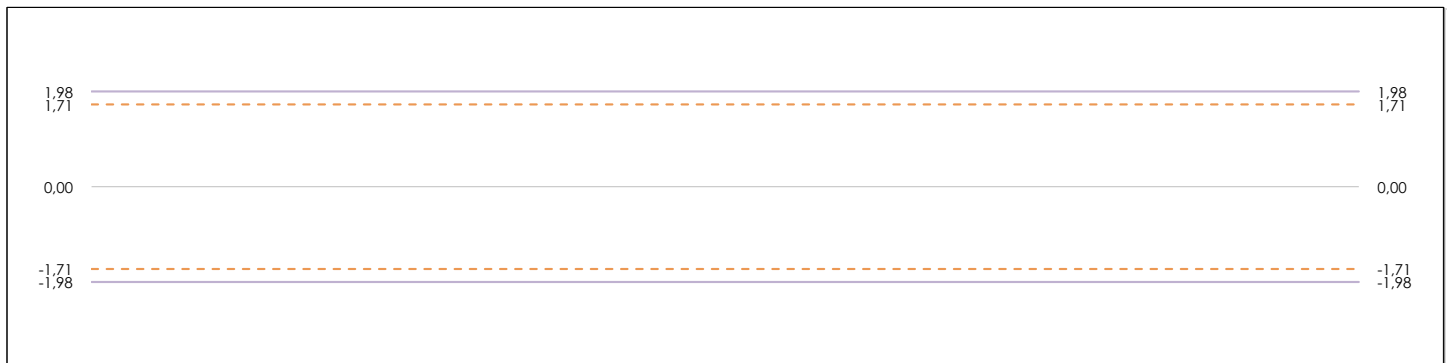
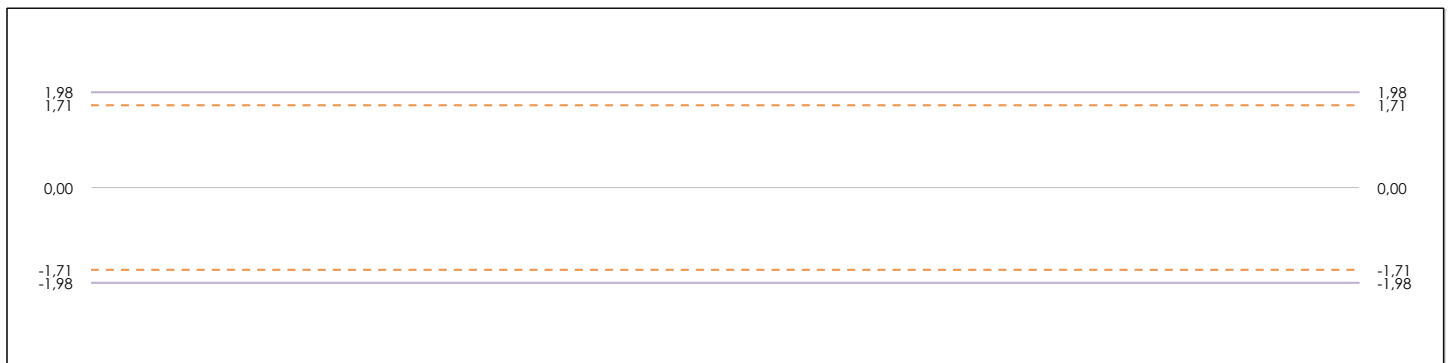
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

**DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	47,70	49,300	48,900	49,900	48,900	48,940	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	47,50	47,900	47,200	47,600	47,400	47,520	0,259	0,23	0,40	0,57							✓
126	47,30	47,200	46,900	46,500	47,300	47,040	0,344	-0,78	-1,37	0,75		1,368		0,4021			✓
143	46,70	48,000	47,100	47,200	48,100	47,420	0,606	0,02	0,03	1,33							✓
160	47,84	47,561	47,030	47,884	46,013	47,265	0,778	-0,31	-0,54	1,70**	0,415						✓
252	47,50	48,100	47,500	47,900	47,200	47,640	0,358	0,48	0,84	0,78					0,3264		✓
259	47,80	47,600	47,700	48,200	47,800	47,820	0,228	0,86	1,50	0,50			1,499		0,3264		✓
261	47,60	47,400	46,700	47,000	47,200	47,180	0,349	-0,49	-0,85	0,76				0,4021			✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

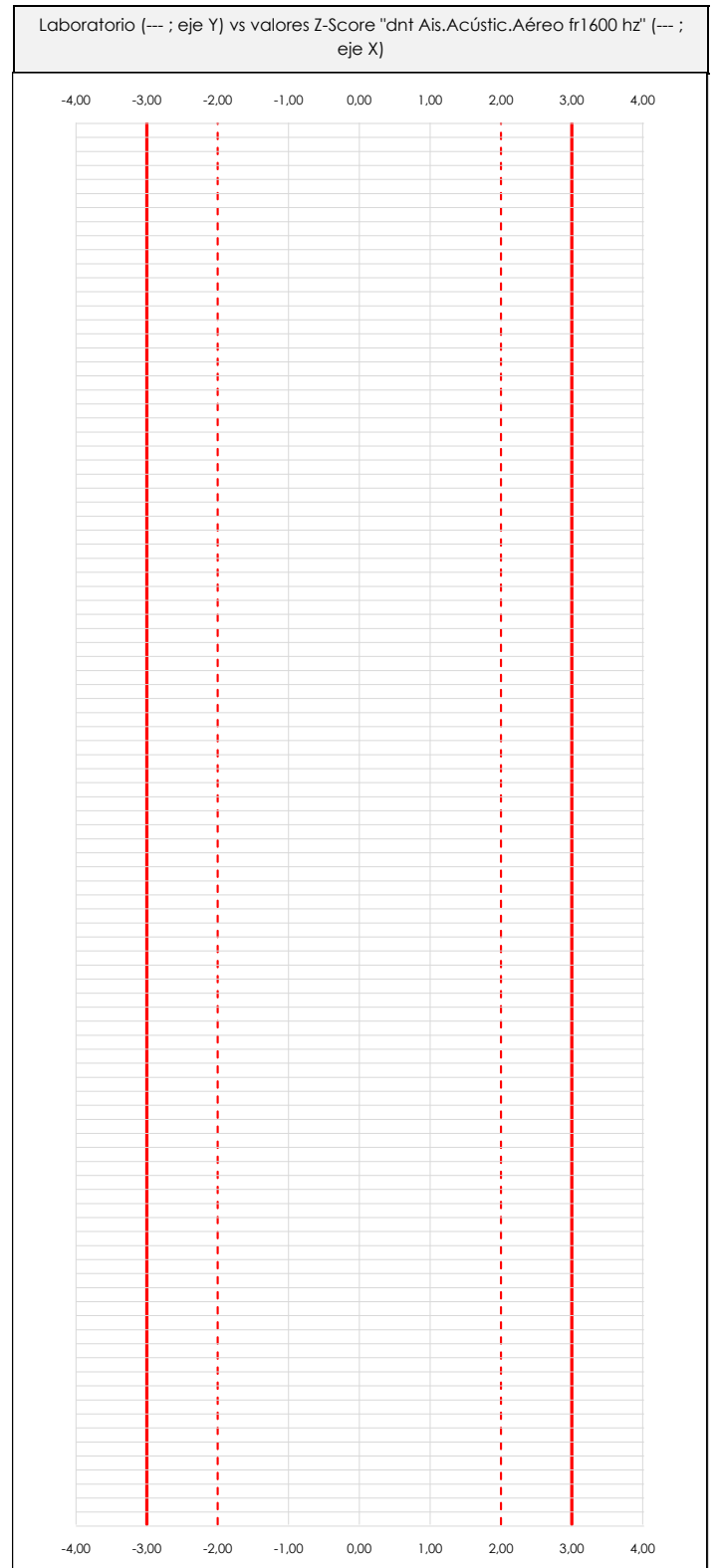
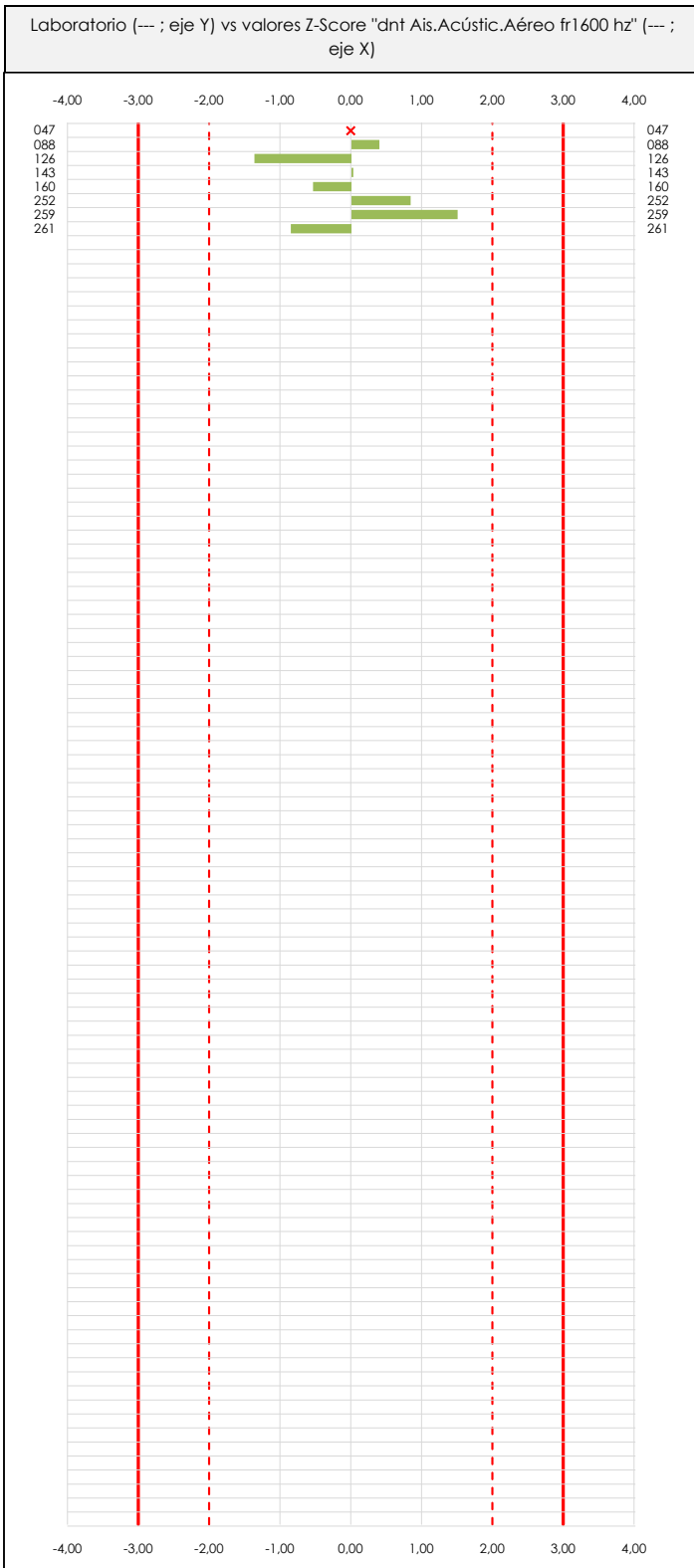




# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	47,70	49,30	48,90	49,90	48,90	48,94	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
88	47,50	47,90	47,20	47,60	47,40	47,52	0,259	0,23	✓	✓	✓			0,396	S
126	47,30	47,20	46,90	46,50	47,30	47,04	0,344	-0,78	✓	✓	✓			-1,368	S
143	46,70	48,00	47,10	47,20	48,10	47,42	0,606	0,02	✓	✓	✓			0,029	S
160	47,84	47,56	47,03	47,88	46,01	47,27	0,778	-0,31	✓	✓	✓			-0,540	S
252	47,50	48,10	47,50	47,90	47,20	47,64	0,358	0,48	✓	✓	✓			0,838	S
259	47,80	47,60	47,70	48,20	47,80	47,82	0,228	0,86	✓	✓	✓			1,499	S
261	47,60	47,40	46,70	47,00	47,20	47,18	0,349	-0,49	✓	✓	✓			-0,854	S

**NOTAS:**

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

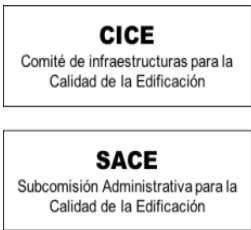
<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit %</sub>" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

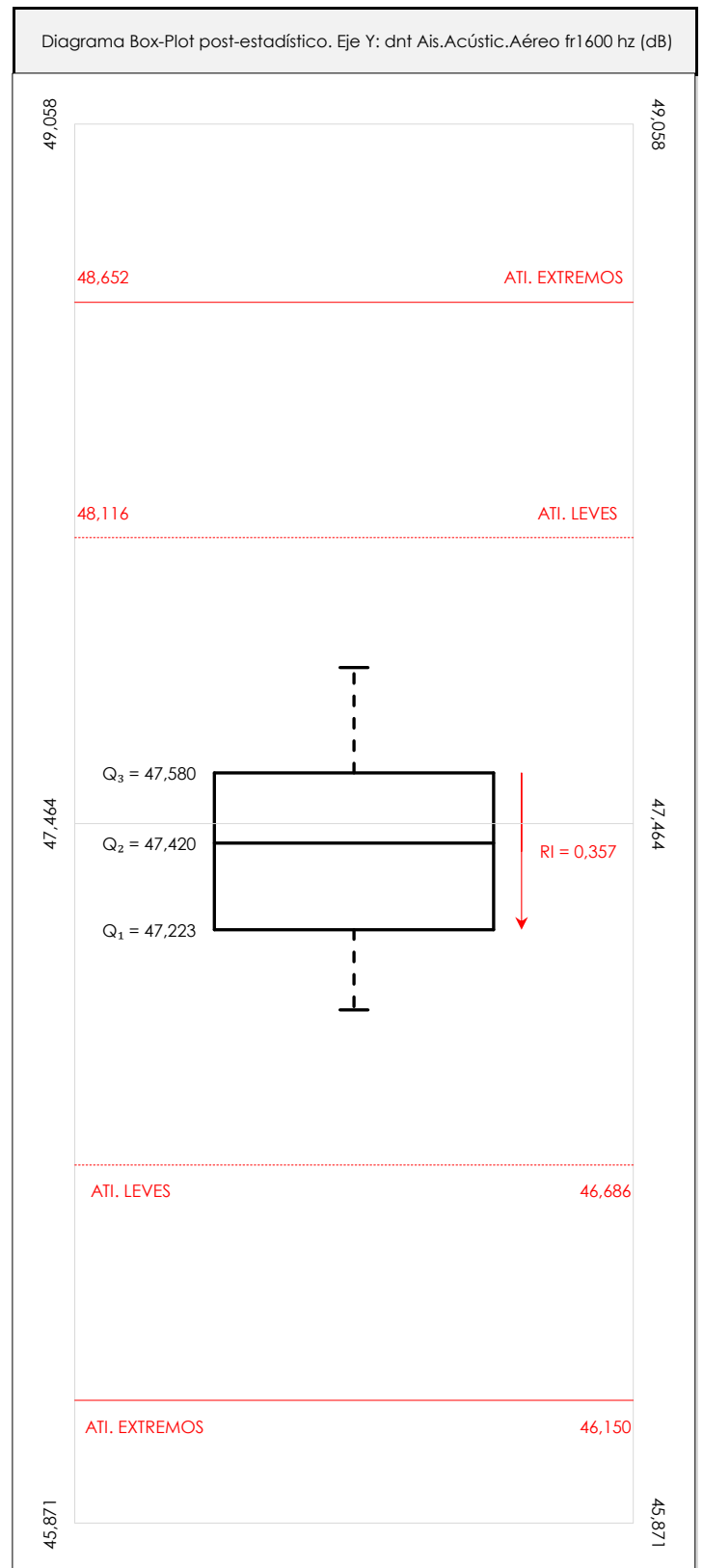
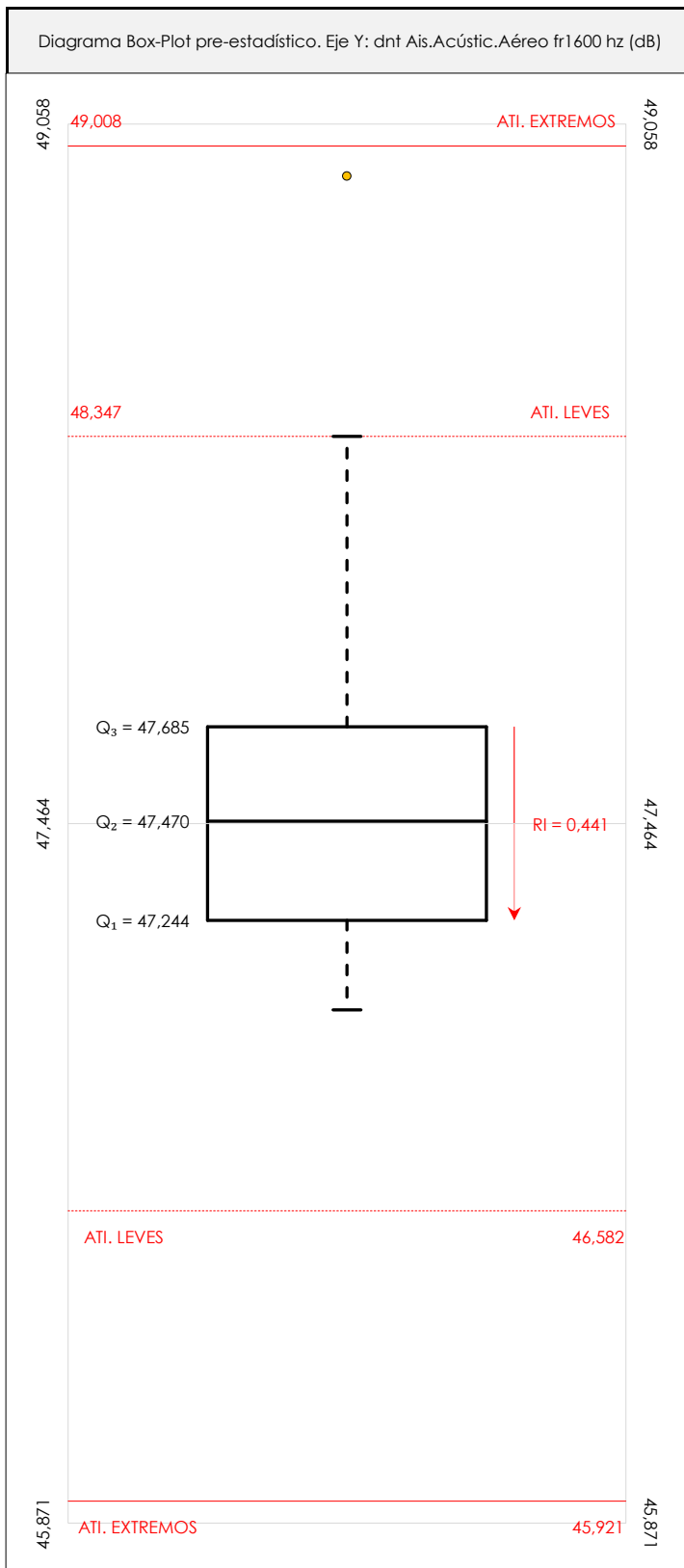
[insatisfactorio]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR1600 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	47,84	49,30	48,90	49,90	48,90	48,94	47,84	48,10	47,70	48,20	48,10	47,82
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	46,70	47,20	46,70	46,50	46,01	47,04	46,70	47,20	46,70	46,50	46,01	47,04
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	47,49	47,88	47,38	47,77	47,49	47,60	47,46	47,68	47,16	47,47	47,29	47,41
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,37	0,65	0,69	1,02	0,83	0,60	0,38	0,33	0,34	0,60	0,66	0,27
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
<b>Valor Calculado</b>	0,263	1,423	0,303	0,566	2,085	0,208	1,266	0,032	0,241	1,360		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,463	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,391	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr2000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

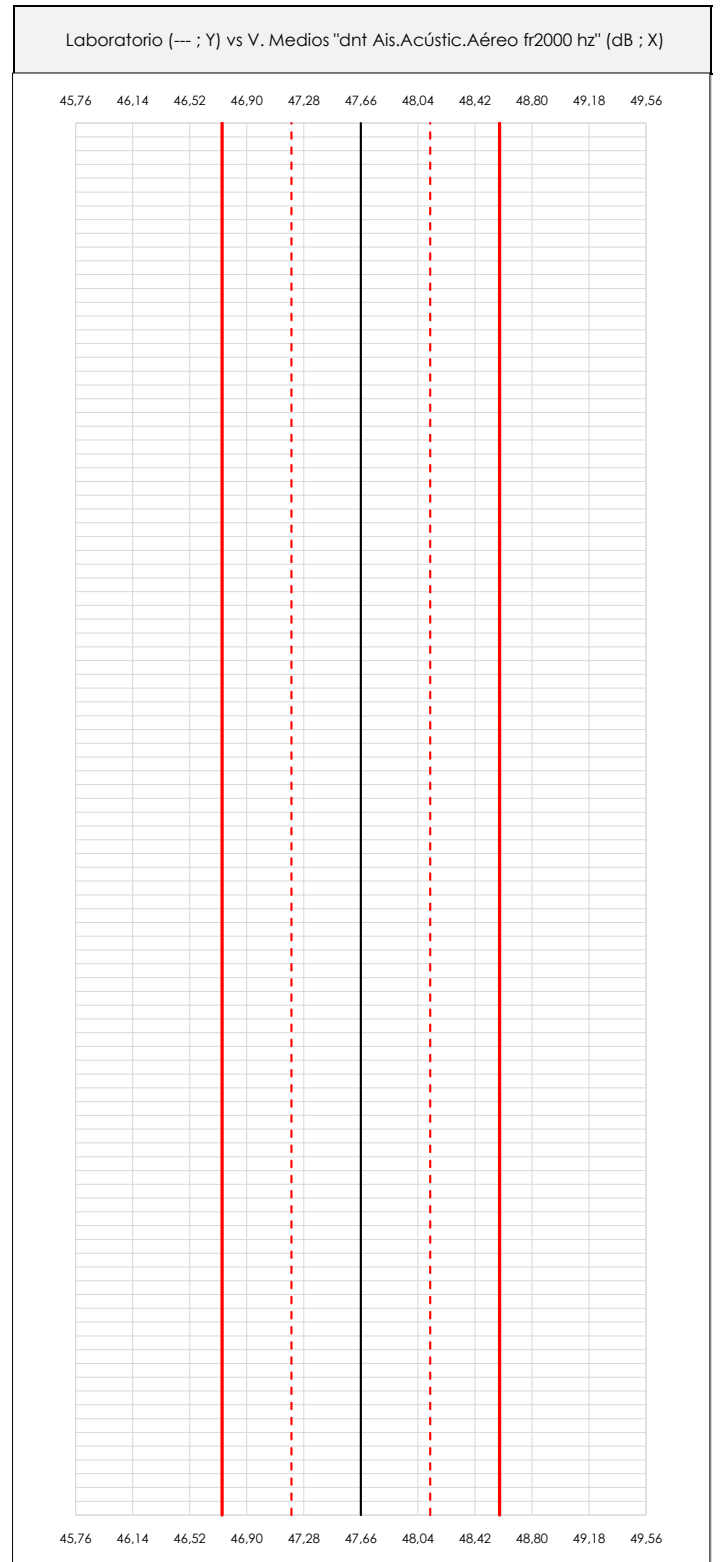
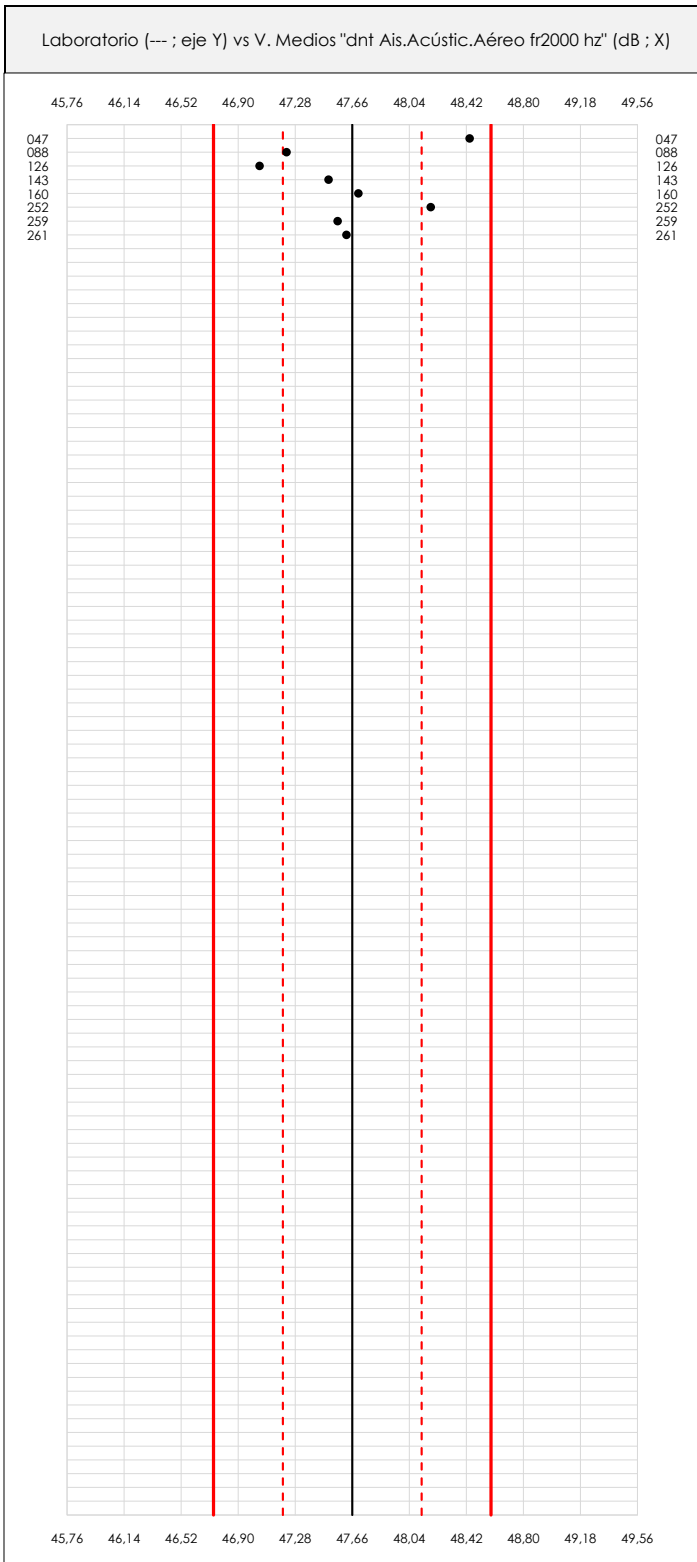
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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)

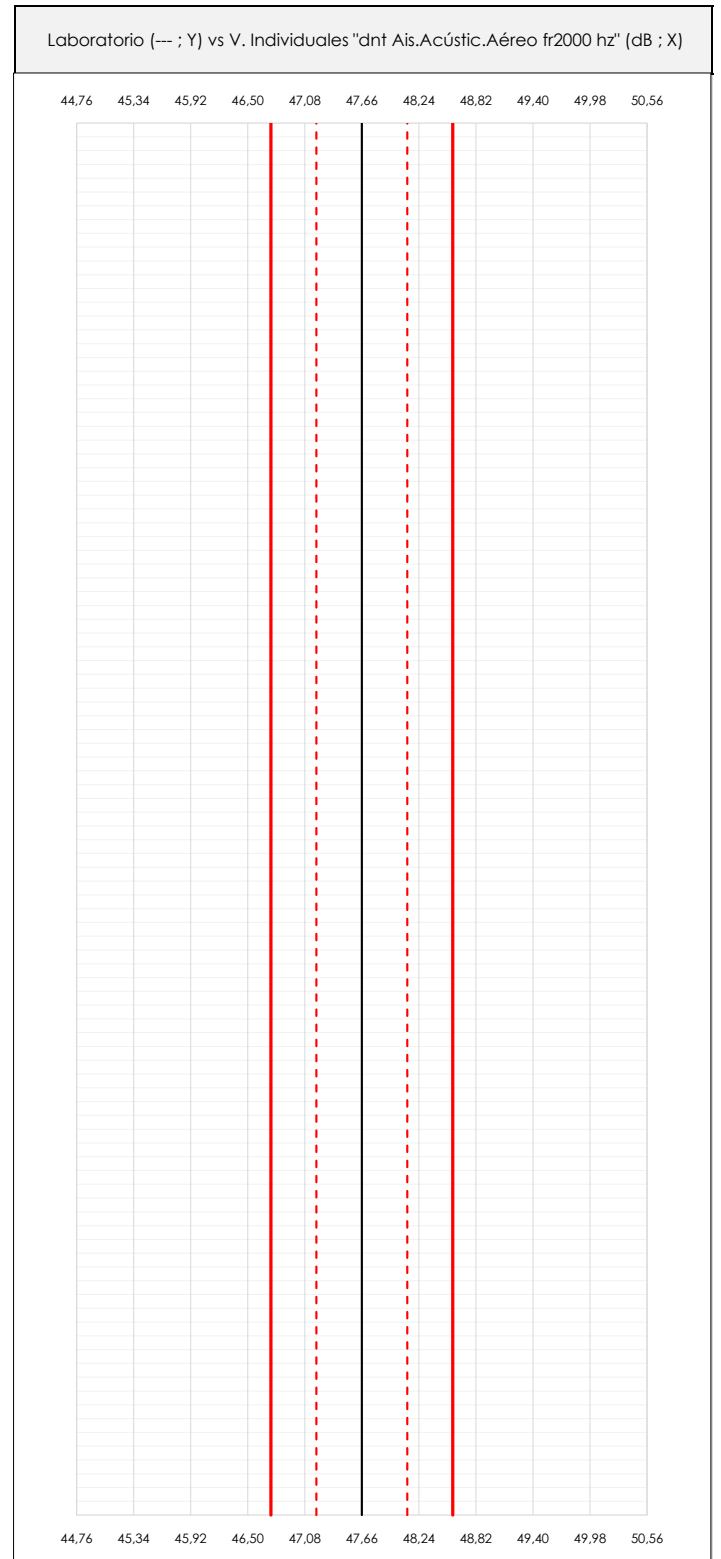
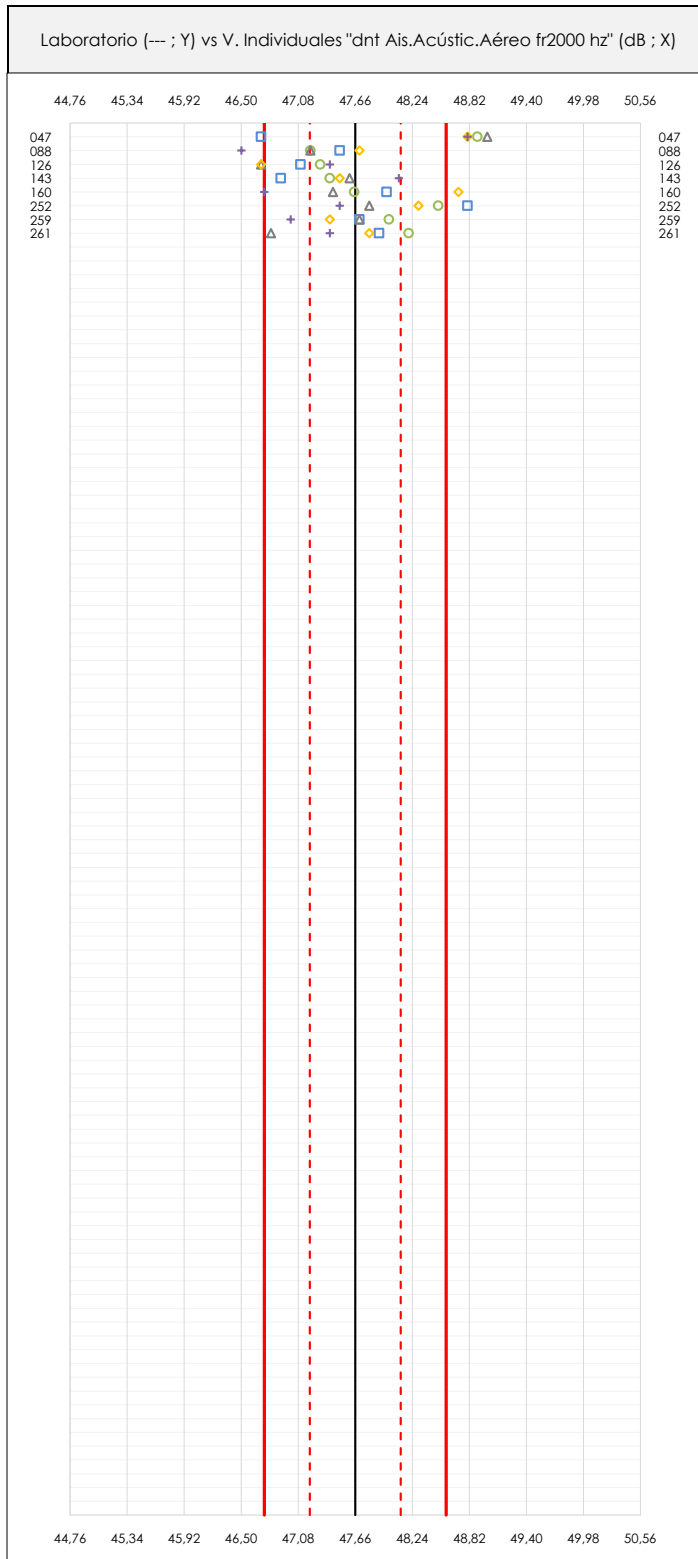
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,66 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,12/47,20 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,58/46,73 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,66 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,12/47,20 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,58/46,73 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.





# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	46,70	48,90	49,00	48,80	48,80	48,44	0,976	1,64	✓	
88	47,50	47,20	47,20	47,70	46,50	47,22	0,455	-0,92	✓	
126	47,10	47,30	46,70	46,70	47,40	47,04	0,329	-1,30	✓	
143	46,90	47,40	47,60	47,50	48,10	47,50	0,430	-0,33	✓	
160	47,98	47,65	47,43	48,71	46,73	47,70	0,725	0,09	✓	
252	48,80	48,50	47,80	48,30	47,50	48,18	0,526	1,10	✓	
259	47,70	48,00	47,70	47,40	47,00	47,56	0,378	-0,20	✓	
261	47,90	48,20	46,80	47,80	47,40	47,62	0,540	-0,08	✓	

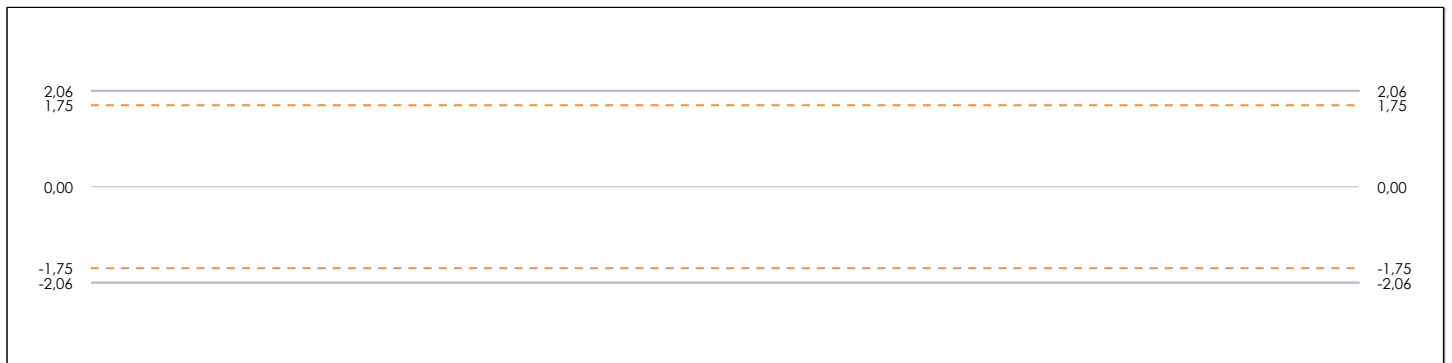
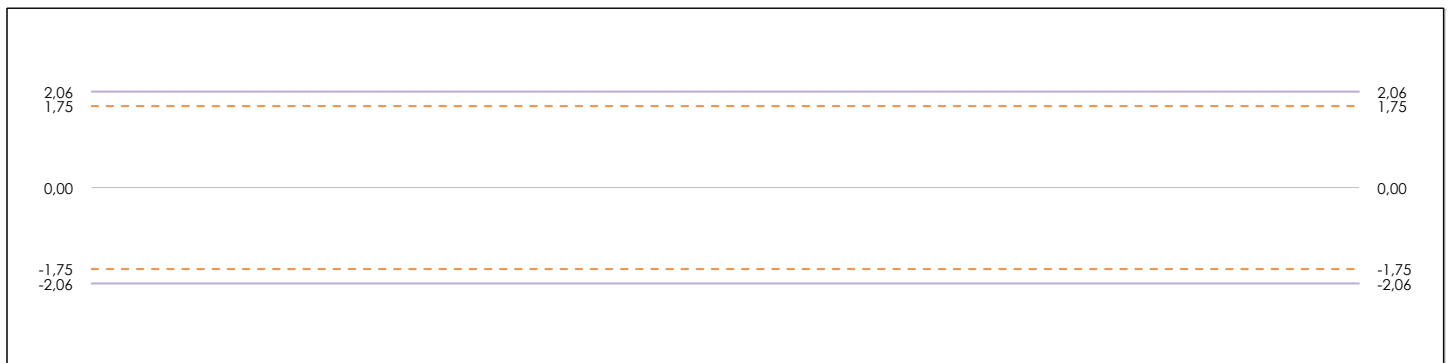
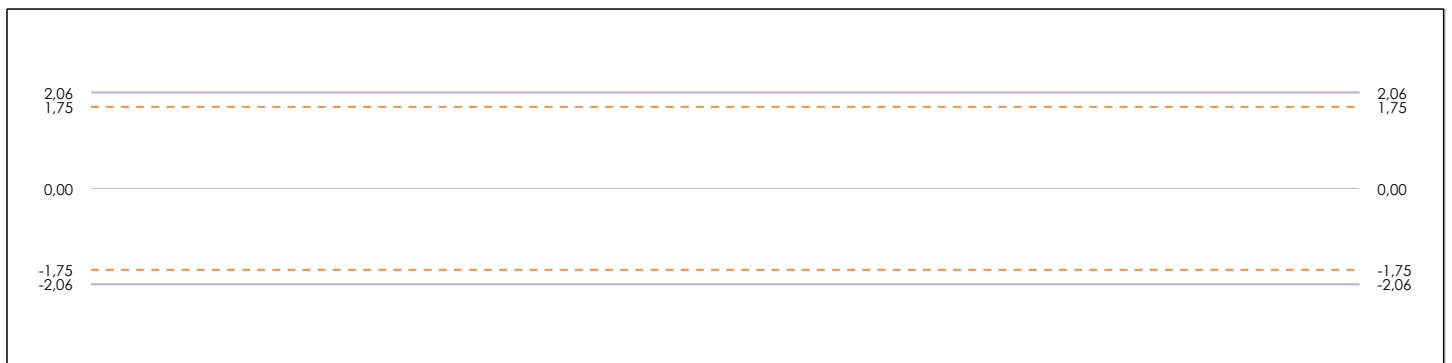
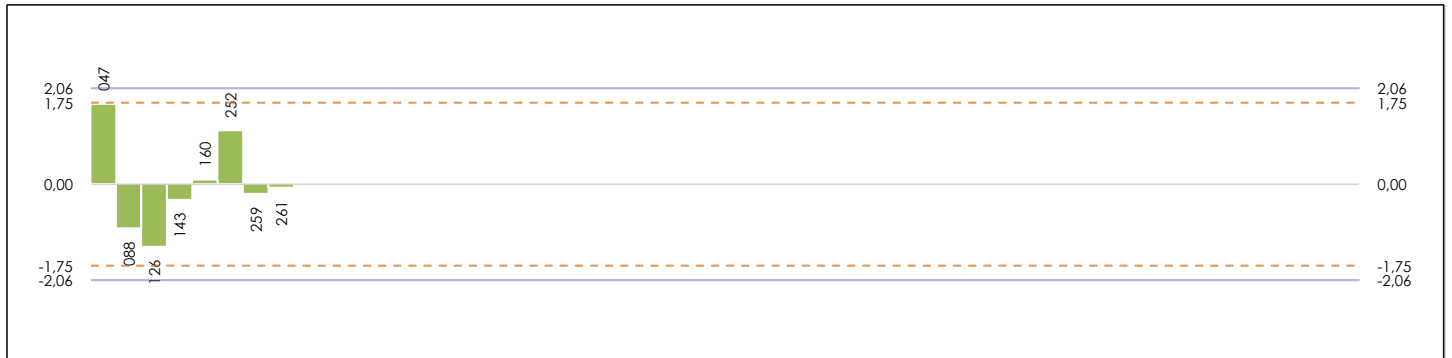
**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$ " con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB) Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

**DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	46,70	48,900	49,000	48,800	48,800	48,440	0,976	1,64	1,69	1,68*	0,354		1,694		0,2175	✓
88	47,50	47,200	47,200	47,700	46,500	47,220	0,455	-0,92	-0,95	0,78				0,4935		✓
126	47,10	47,300	46,700	46,700	47,400	47,040	0,329	-1,30	-1,34	0,57		1,335		0,4935		✓
143	46,90	47,400	47,600	47,500	48,100	47,500	0,430	-0,33	-0,34	0,74						✓
160	47,98	47,645	47,430	48,707	46,731	47,698	0,725	0,09	0,09	1,25						✓
252	48,80	48,500	47,800	48,300	47,500	48,180	0,526	1,10	1,13	0,91					0,2175	✓
259	47,70	48,000	47,700	47,400	47,000	47,560	0,378	-0,20	-0,21	0,65						✓
261	47,90	48,200	46,800	47,800	47,400	47,620	0,540	-0,08	-0,08	0,93						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

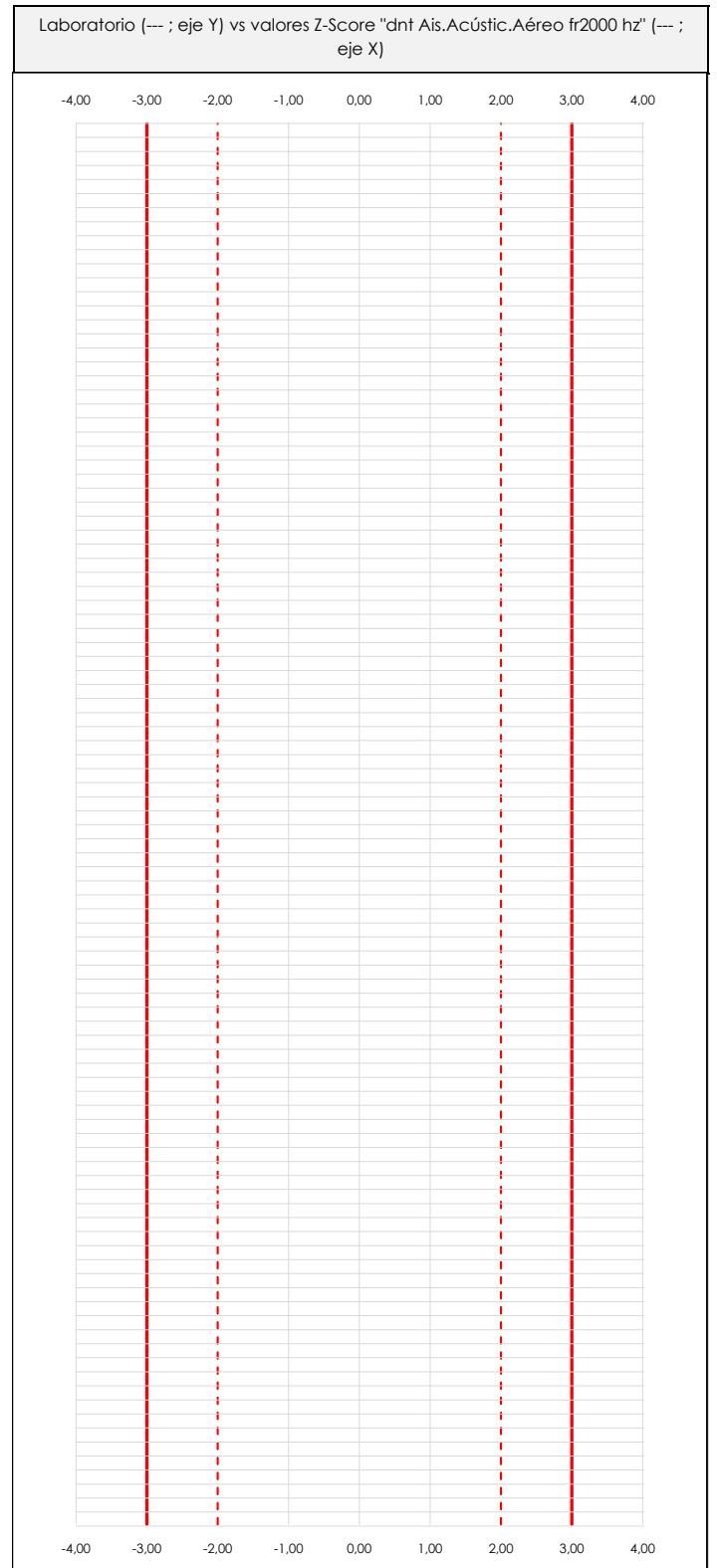
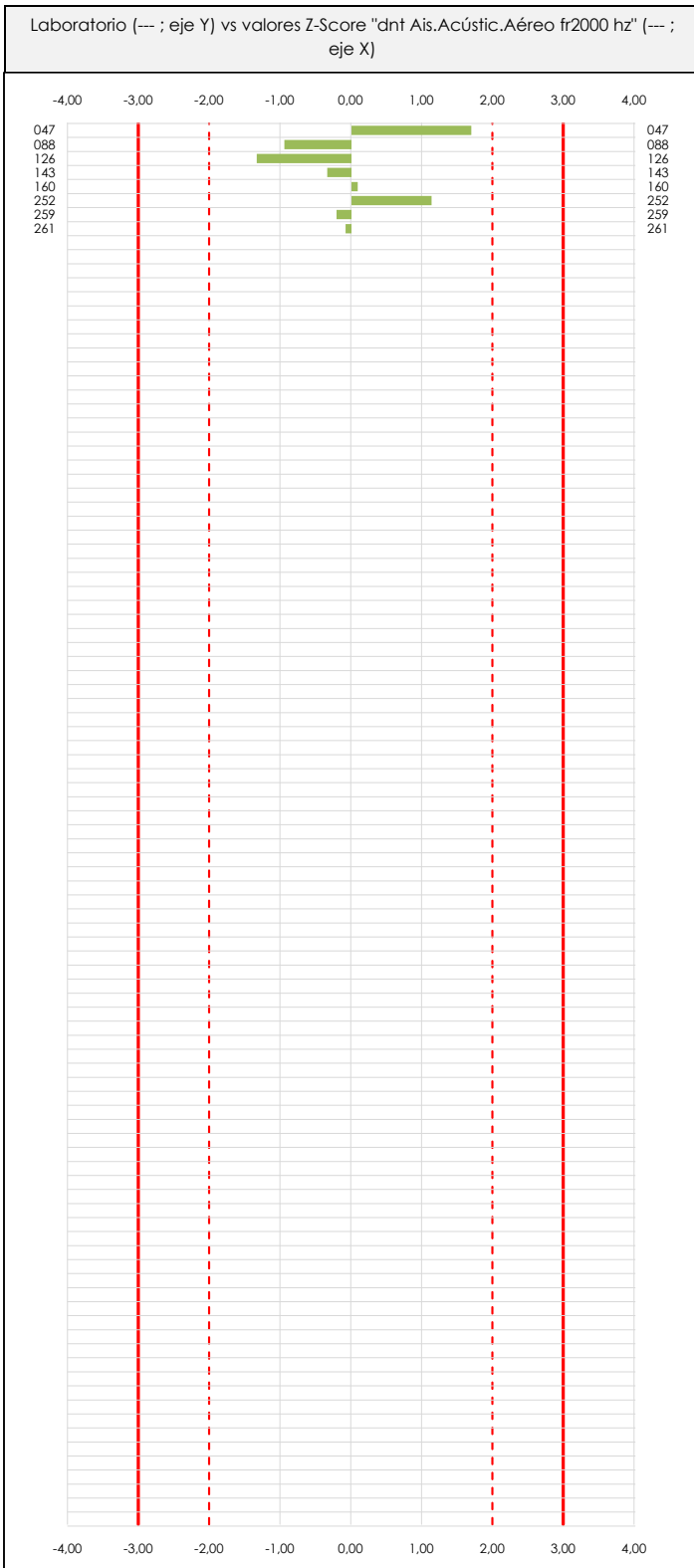
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	46,70	48,90	49,00	48,80	48,80	48,44	0,976	1,64	✓	✓	✓			1,694	S
88	47,50	47,20	47,20	47,70	46,50	47,22	0,455	-0,92	✓	✓	✓			-0,946	S
126	47,10	47,30	46,70	46,70	47,40	47,04	0,329	-1,30	✓	✓	✓			-1,335	S
143	46,90	47,40	47,60	47,50	48,10	47,50	0,430	-0,33	✓	✓	✓			-0,340	S
160	47,98	47,65	47,43	48,71	46,73	47,70	0,725	0,09	✓	✓	✓			0,088	S
252	48,80	48,50	47,80	48,30	47,50	48,18	0,526	1,10	✓	✓	✓			1,131	S
259	47,70	48,00	47,70	47,40	47,00	47,56	0,378	-0,20	✓	✓	✓			-0,210	S
261	47,90	48,20	46,80	47,80	47,40	47,62	0,540	-0,08	✓	✓	✓			-0,081	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

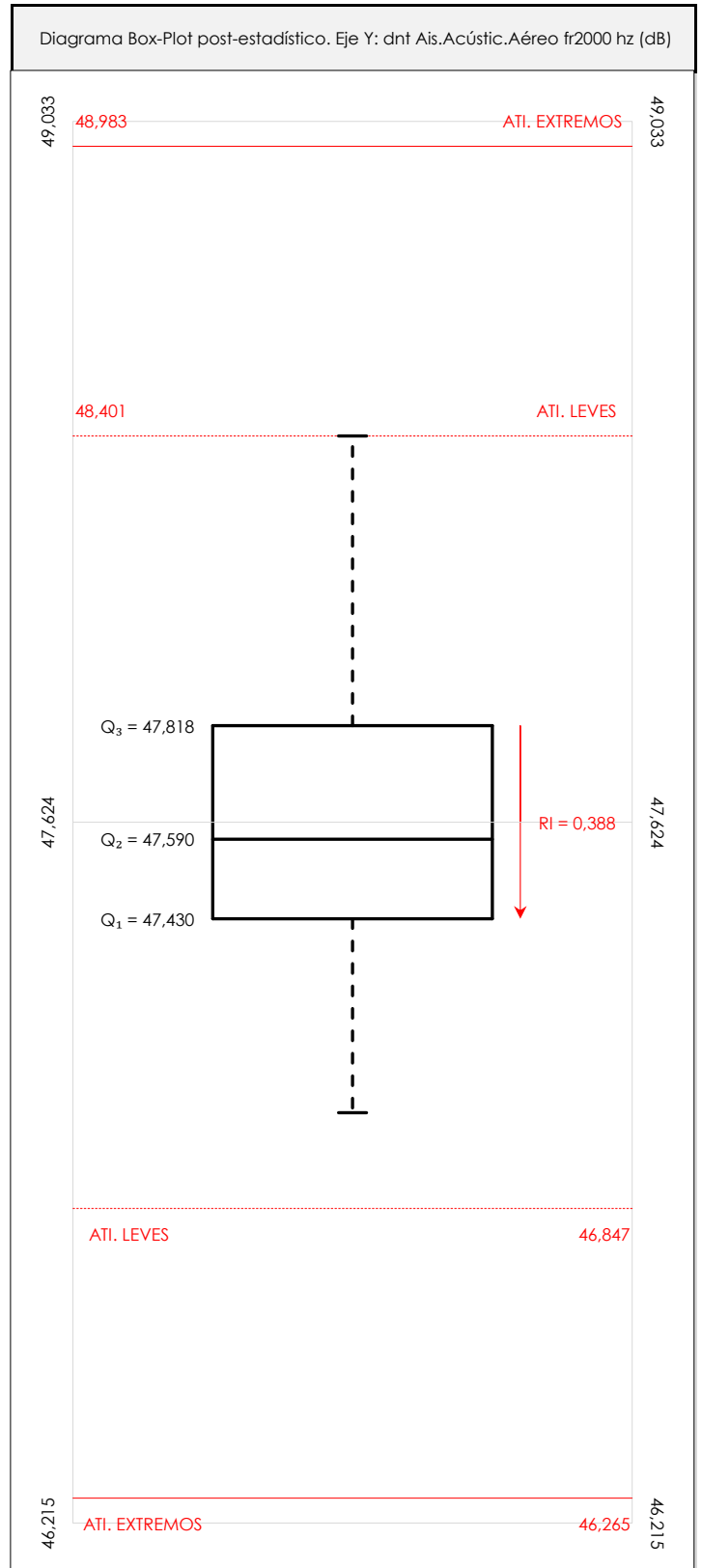
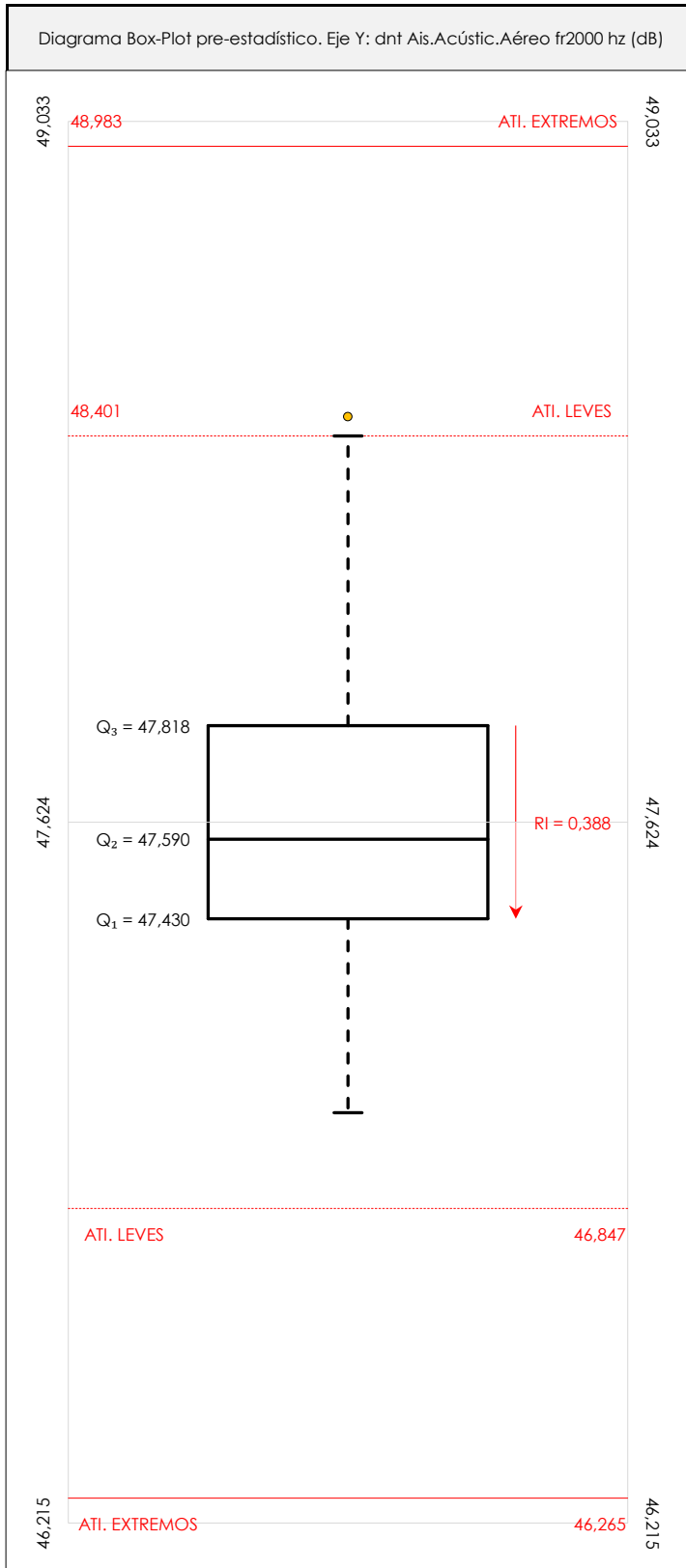
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2000 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	48,80	48,90	49,00	48,80	48,80	48,44	48,80	48,90	49,00	48,80	48,80	48,44
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	46,70	47,20	46,70	46,70	46,50	47,04	46,70	47,20	46,70	46,70	46,50	47,04
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	47,57	47,89	47,53	47,86	47,43	47,66	47,57	47,89	47,53	47,86	47,43	47,66
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,68	0,61	0,72	0,71	0,74	0,46	0,68	0,61	0,72	0,71	0,74	0,46
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,336	1,608	0,146	0,483	1,926		0,336	1,608	0,146	0,483	1,926	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr2500 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

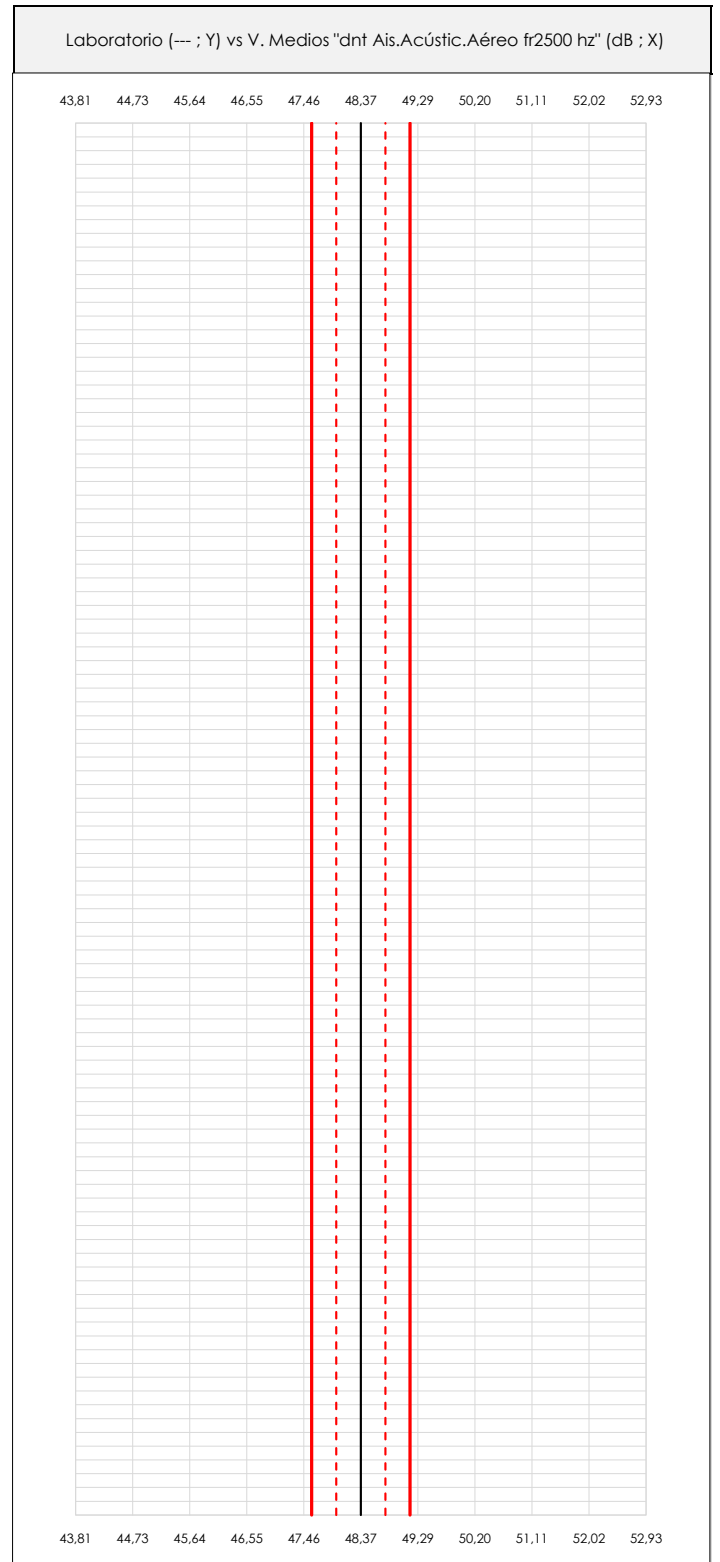
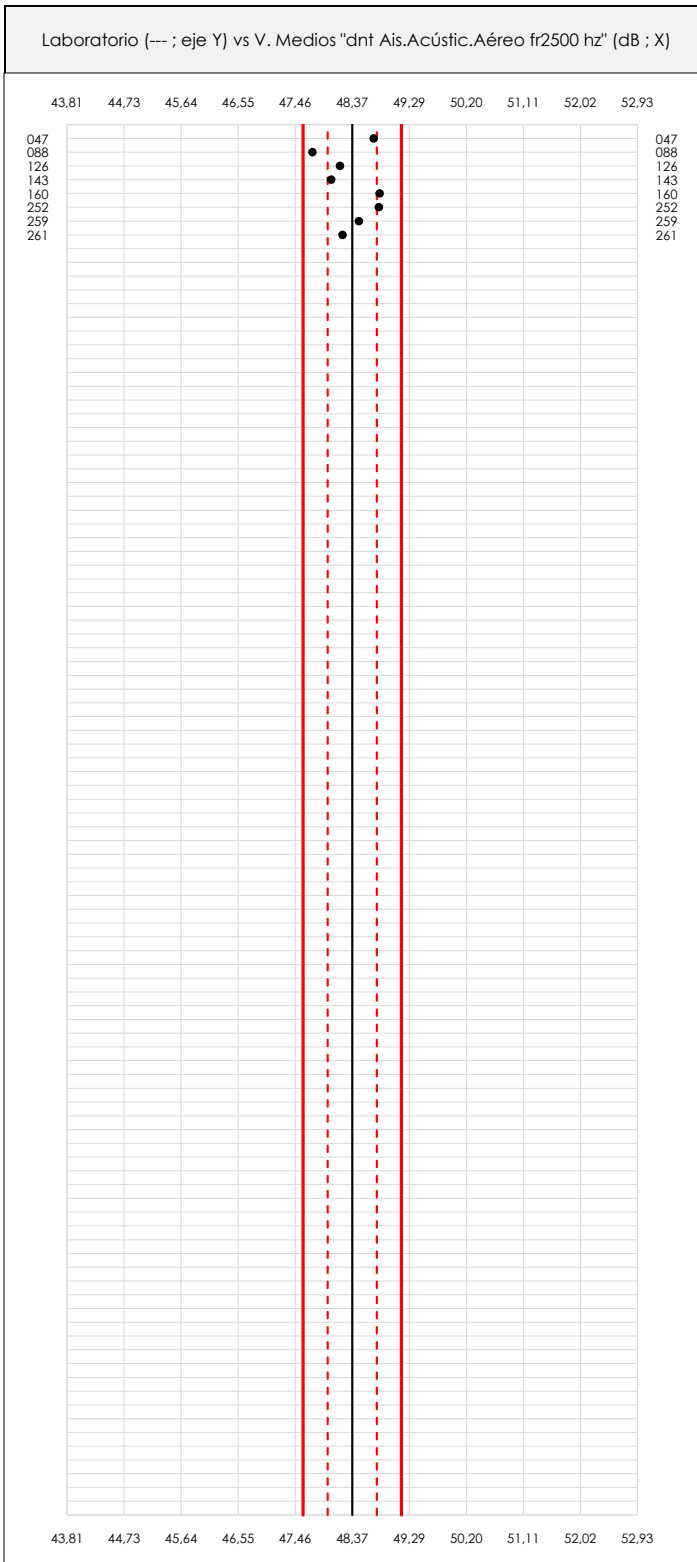
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (48,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,77/47,98 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,16/47,59 ; líneas rojas de trazo continuo).

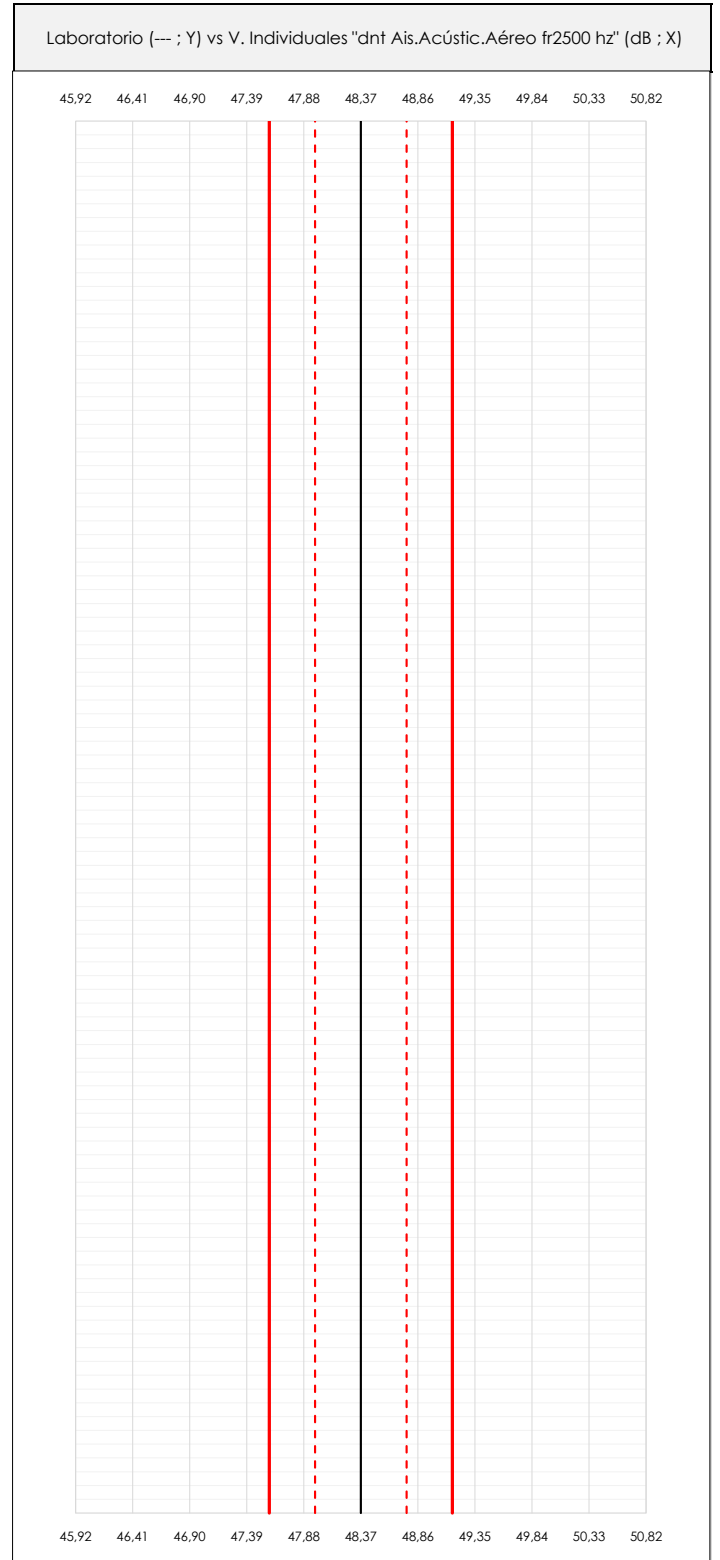
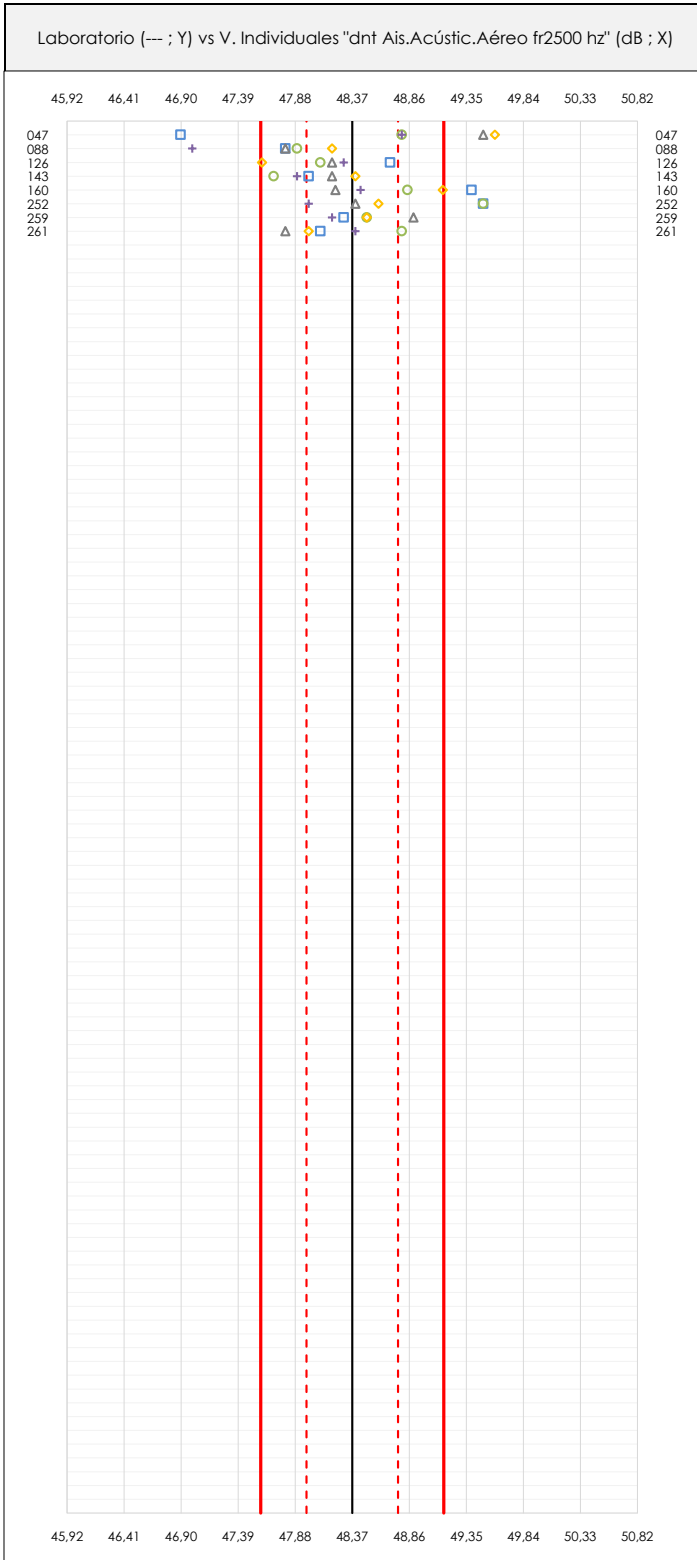
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (48,37 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,77/47,98 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,16/47,59 ; 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: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

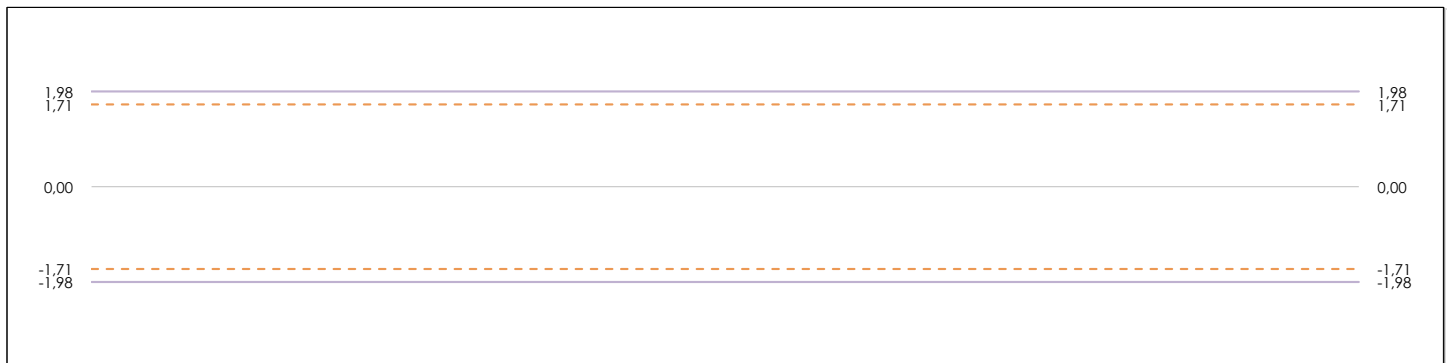
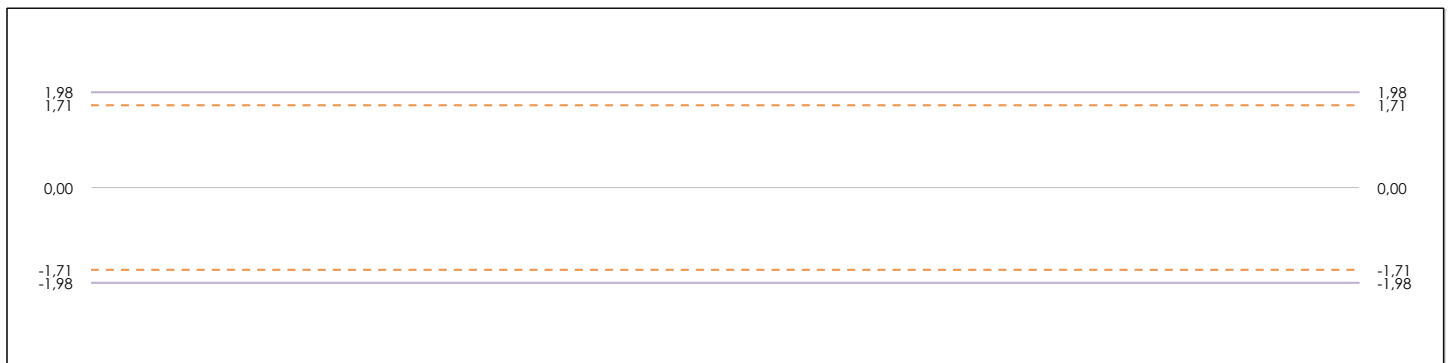
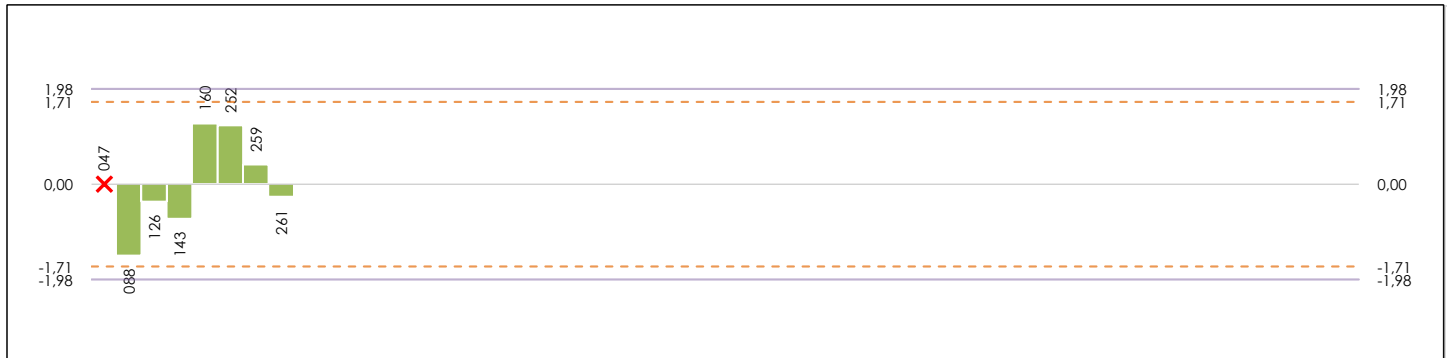
Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	46,90	48,80	49,50	49,60	48,80	48,72	1,085	0,71	✓	
88	47,80	47,90	47,80	48,20	47,00	47,74	0,445	-1,31	✓	
126	48,70	48,10	48,20	47,60	48,30	48,18	0,396	-0,40	✓	
143	48,00	47,70	48,20	48,40	47,90	48,04	0,270	-0,69	✓	
160	49,40	48,85	48,23	49,15	48,45	48,82	0,483	0,91	✓	
252	49,50	49,50	48,40	48,60	48,00	48,80	0,675	0,88	✓	
259	48,30	48,50	48,90	48,50	48,20	48,48	0,268	0,22	✓	
261	48,10	48,80	47,80	48,00	48,40	48,22	0,390	-0,32	✓	

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> " $X_{ij}$ " con  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ " es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- <sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.
- <sup>03</sup> 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.
- <sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es: [máximo] [mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



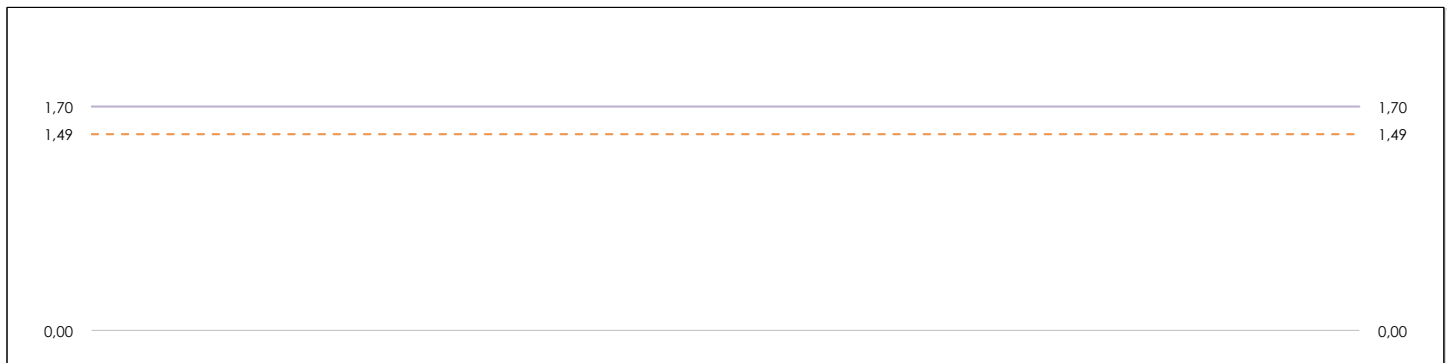
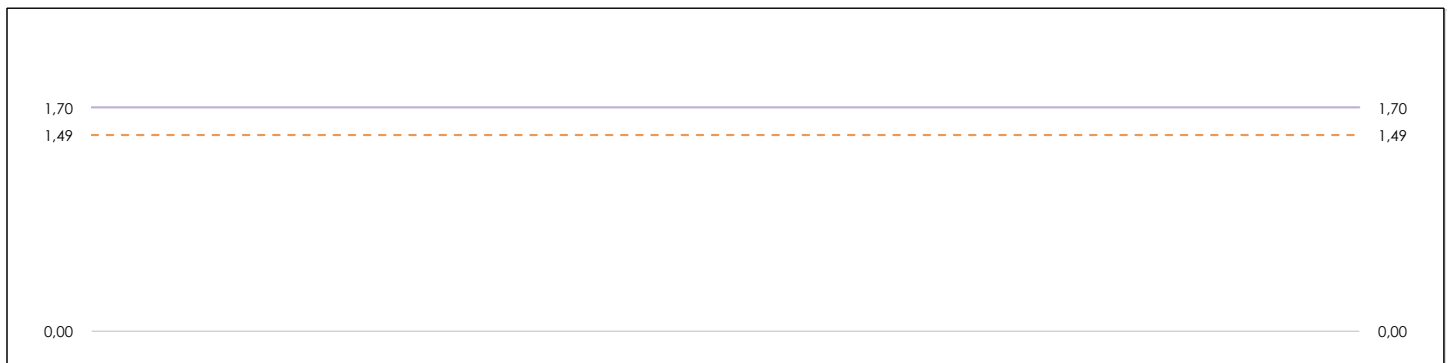
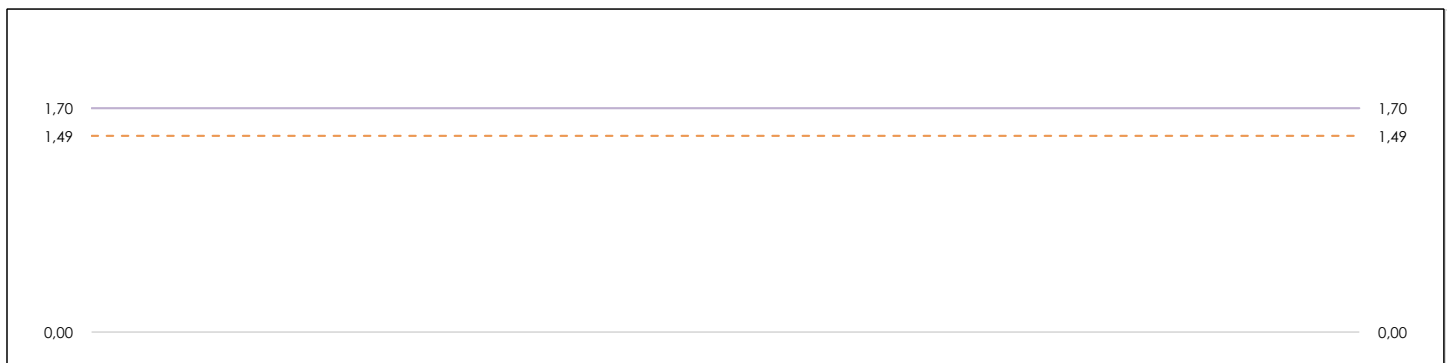
**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

**DNT Ais.Acústic.Aéreo 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	46,90	48,800	49,500	49,600	48,800	48,720	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	47,80	47,900	47,800	48,200	47,000	47,740	0,445	-1,21	-1,47	1,02	---	1,474	---	0,3919	---	---	✓
126	48,70	48,100	48,200	47,600	48,300	48,180	0,396	-0,30	-0,37	0,91	---	---	---	---	---	---	✓
143	48,00	47,700	48,200	48,400	47,900	48,040	0,270	-0,59	-0,72	0,62	---	---	---	0,3919	---	---	✓
160	49,40	48,848	48,230	49,152	48,447	48,815	0,483	1,01	1,23	1,10	---	---	1,235	---	0,3102	---	✓
252	49,50	49,500	48,400	48,600	48,000	48,800	0,675	0,98	1,20	1,54*	0,339	---	---	---	---	0,3102	✓
259	48,30	48,500	48,900	48,500	48,200	48,480	0,268	0,32	0,39	0,61	---	---	---	---	---	---	✓
261	48,10	48,800	47,800	48,000	48,400	48,220	0,390	-0,22	-0,26	0,89	---	---	---	---	---	---	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

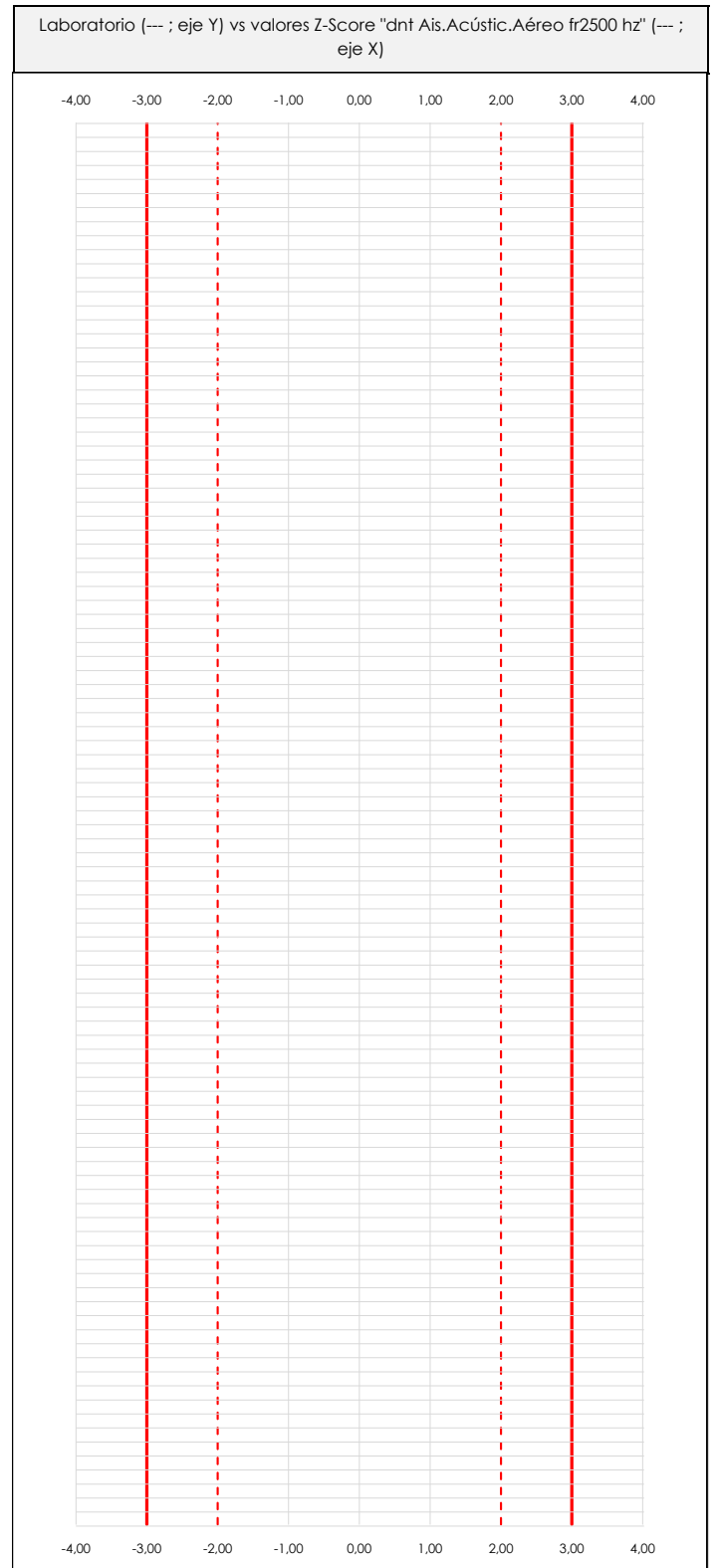
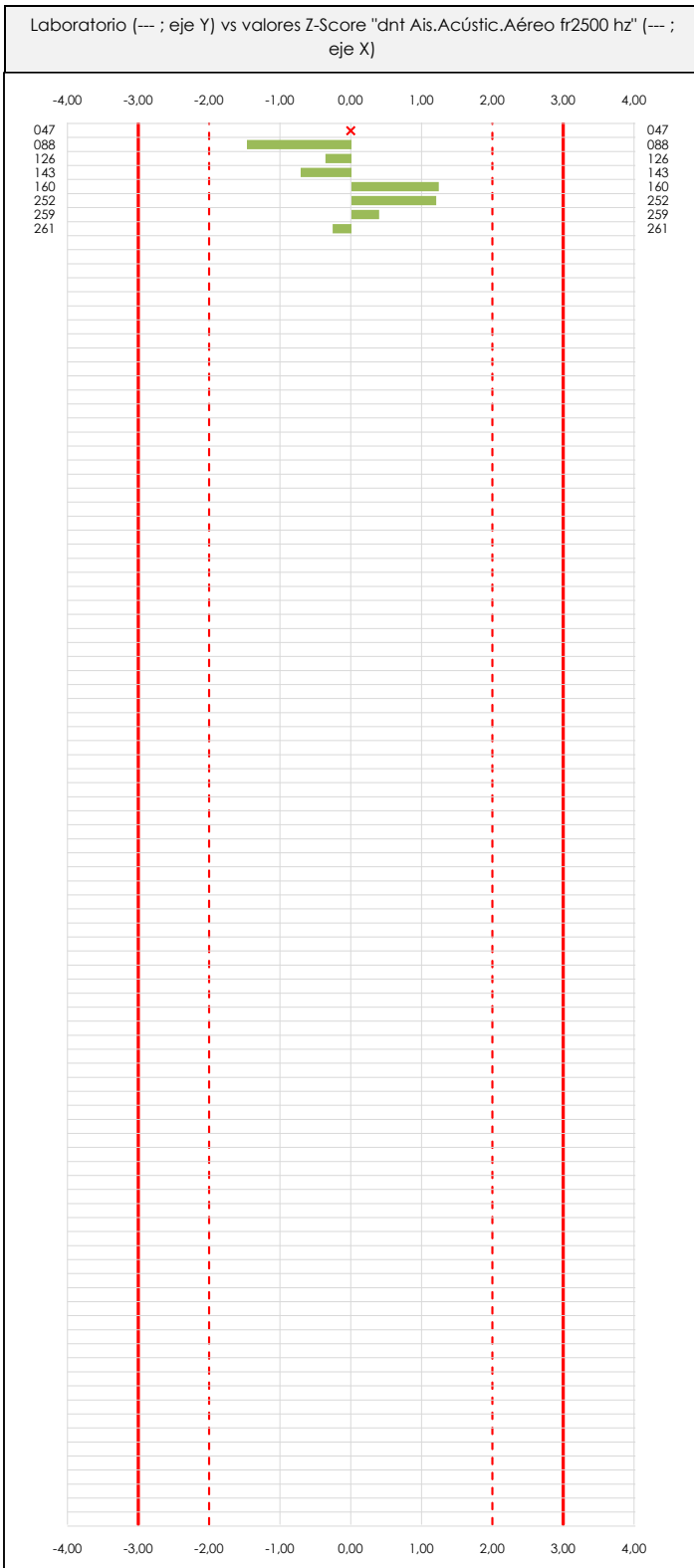




# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	46,90	48,80	49,50	49,60	48,80	48,72	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
88	47,80	47,90	47,80	48,20	47,00	47,74	0,445	-1,21	✓	✓	✓			-1,474	S
126	48,70	48,10	48,20	47,60	48,30	48,18	0,396	-0,30	✓	✓	✓			-0,365	S
143	48,00	47,70	48,20	48,40	47,90	48,04	0,270	-0,59	✓	✓	✓			-0,718	S
160	49,40	48,85	48,23	49,15	48,45	48,82	0,483	1,01	✓	✓	✓			1,235	S
252	49,50	49,50	48,40	48,60	48,00	48,80	0,675	0,98	✓	✓	✓			1,197	S
259	48,30	48,50	48,90	48,50	48,20	48,48	0,268	0,32	✓	✓	✓			0,390	S
261	48,10	48,80	47,80	48,00	48,40	48,22	0,390	-0,22	✓	✓	✓			-0,265	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

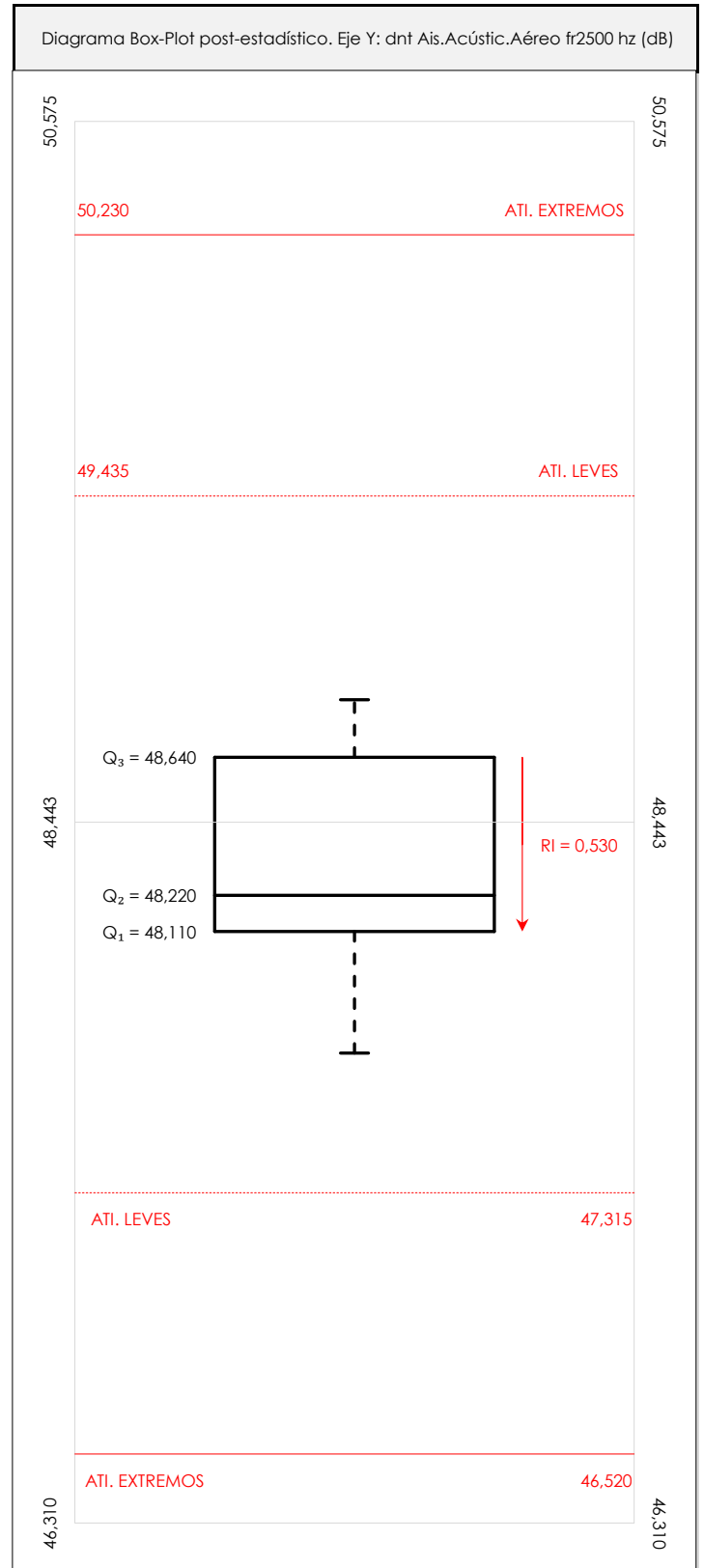
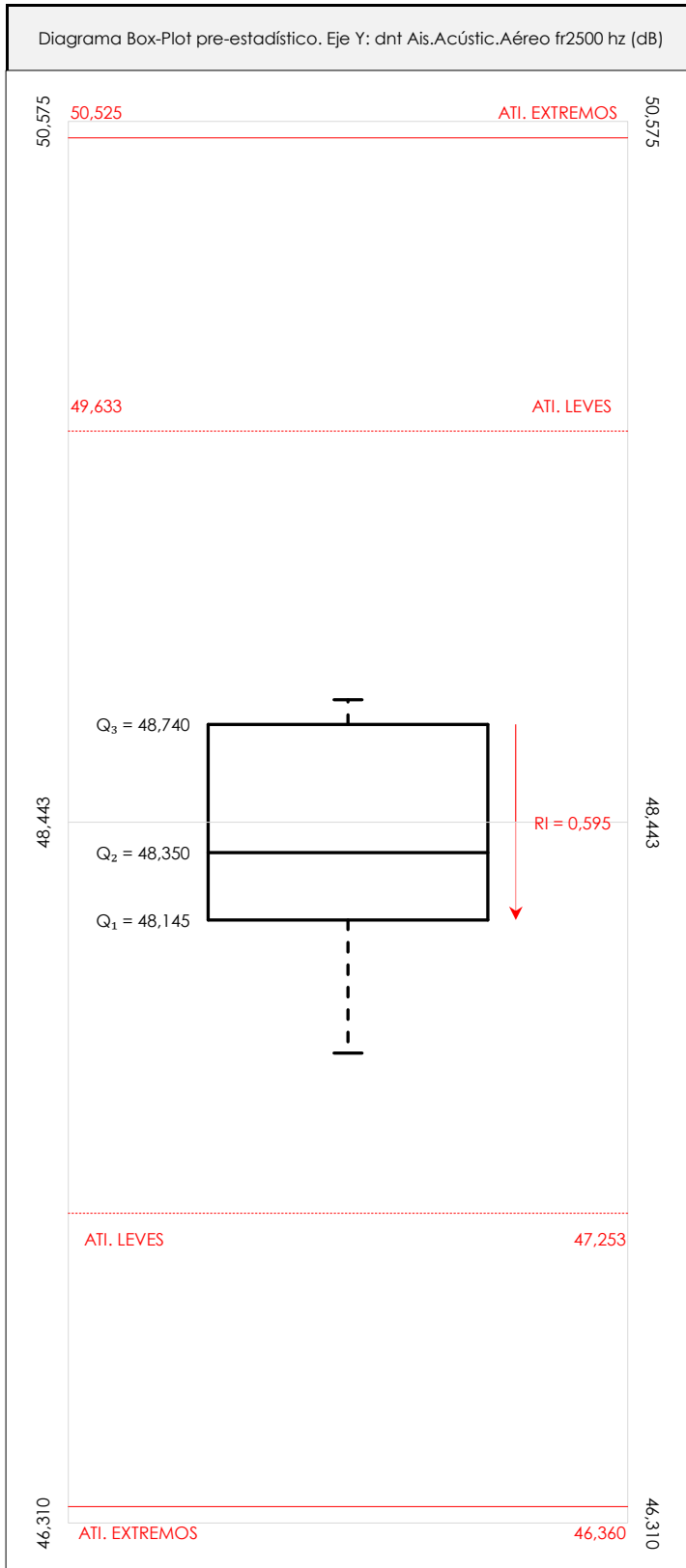
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT Ais.Acústic.Aéreo 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 (Q<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub><sup>\*</sup> y f<sub>1</sub><sup>\*</sup> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR2500 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	49,50	49,50	49,50	49,60	48,80	48,82	49,50	49,50	48,90	49,15	48,45	48,82
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	46,90	47,70	47,80	47,60	47,00	47,74	47,80	47,70	47,80	47,60	47,00	47,74
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	48,34	48,52	48,38	48,51	48,13	48,37	48,54	48,48	48,22	48,35	48,04	48,33
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,86	0,59	0,57	0,63	0,53	0,39	0,68	0,63	0,38	0,49	0,50	0,40
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,315	1,555	0,092	0,406	1,767		0,191	1,213	0,119	0,311	1,545	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,463	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,391	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr 3150 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

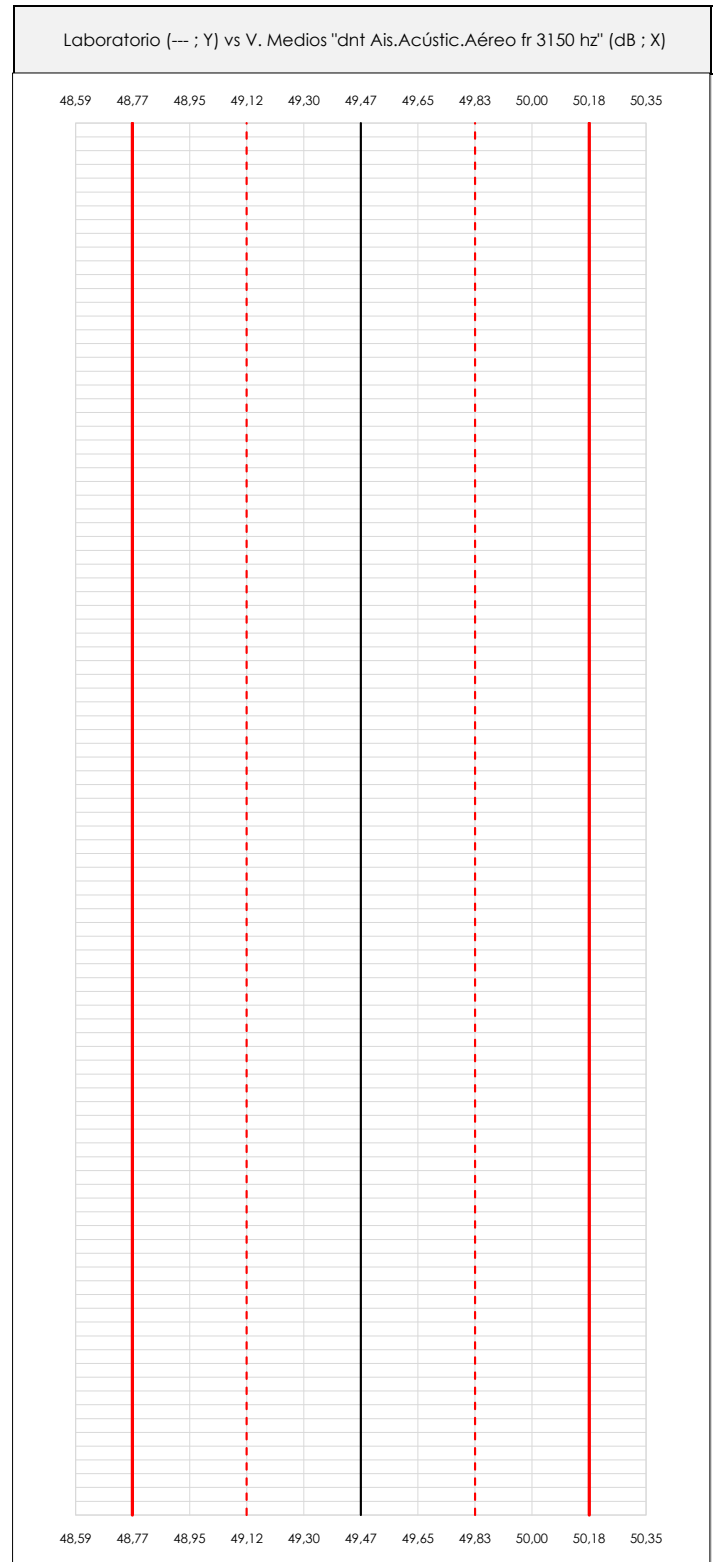
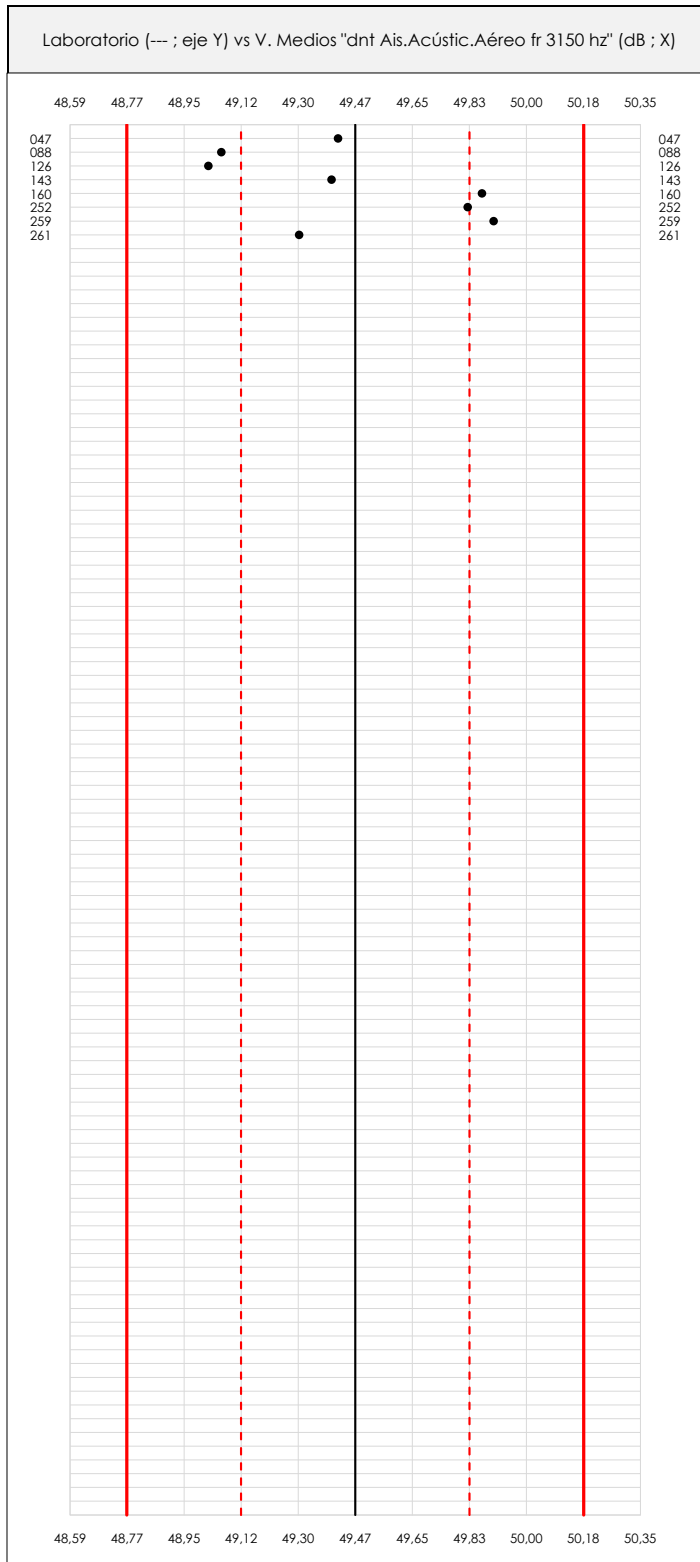
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 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)

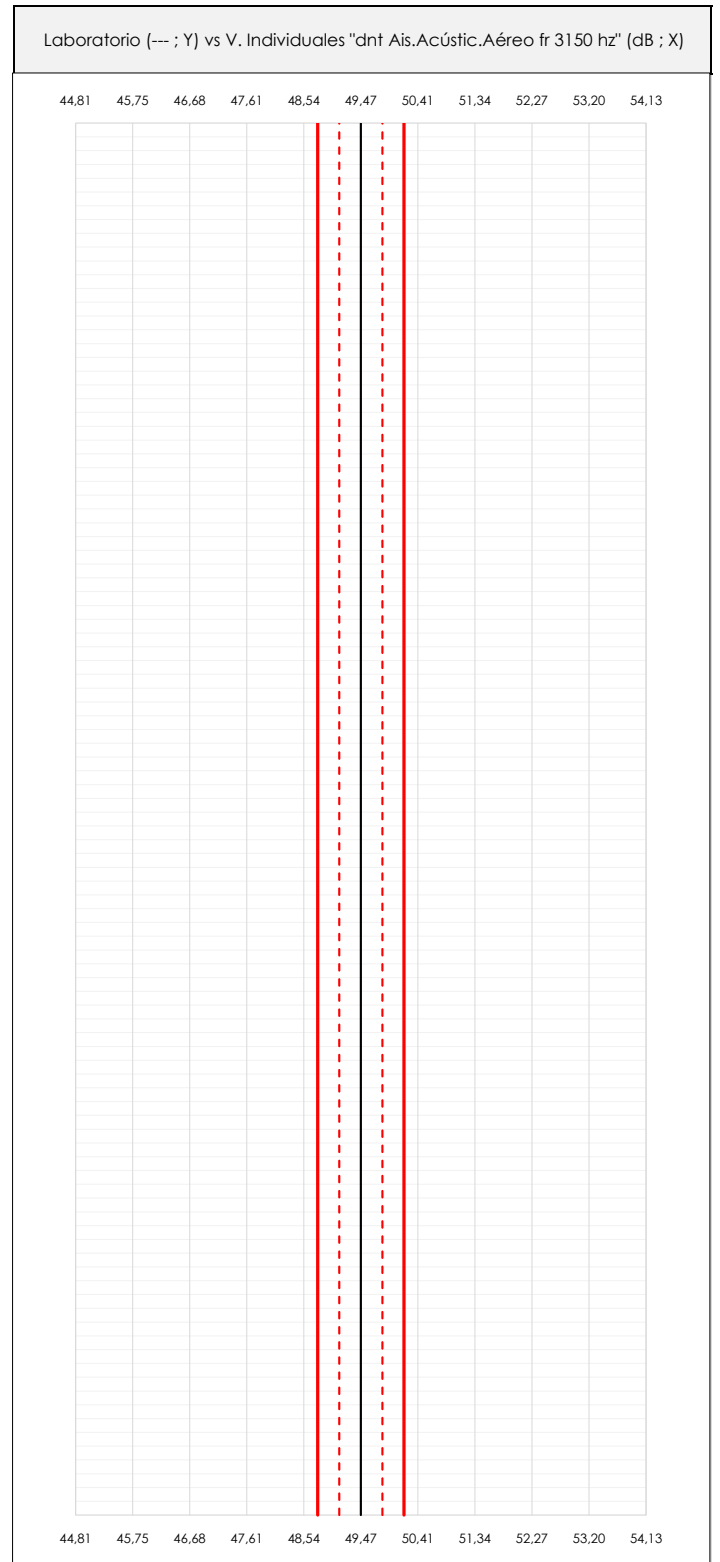
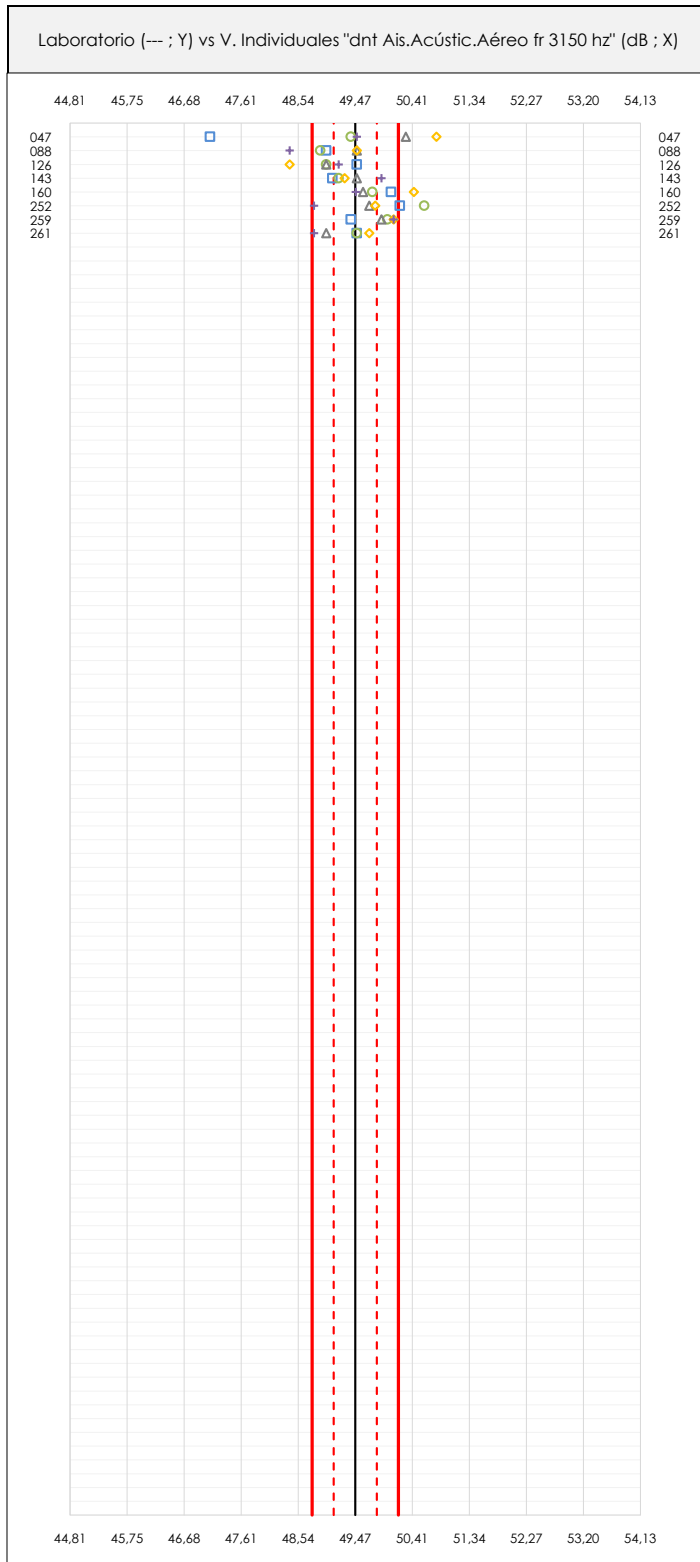
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (49,47 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,83/49,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,18/48,77 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 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 (49,47 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,83/49,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (50,18/48,77 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.



**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	47,10	49,40	50,30	50,80	49,50	49,42	1,420	-0,11	✓	
88	49,00	48,90	49,50	49,50	48,40	49,06	0,462	-0,83	✓	
126	49,50	49,00	49,00	48,40	49,20	49,02	0,402	-0,92	✓	
143	49,10	49,20	49,50	49,30	49,90	49,40	0,316	-0,15	✓	
160	50,06	49,75	49,60	50,43	49,48	49,86	0,383	0,79	✓	
252	50,20	50,60	49,70	49,80	48,80	49,82	0,672	0,70	✓	
259	49,40	50,00	49,90	50,10	50,10	49,90	0,292	0,86	✓	
261	49,50	49,50	49,00	49,70	48,80	49,30	0,381	-0,35	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

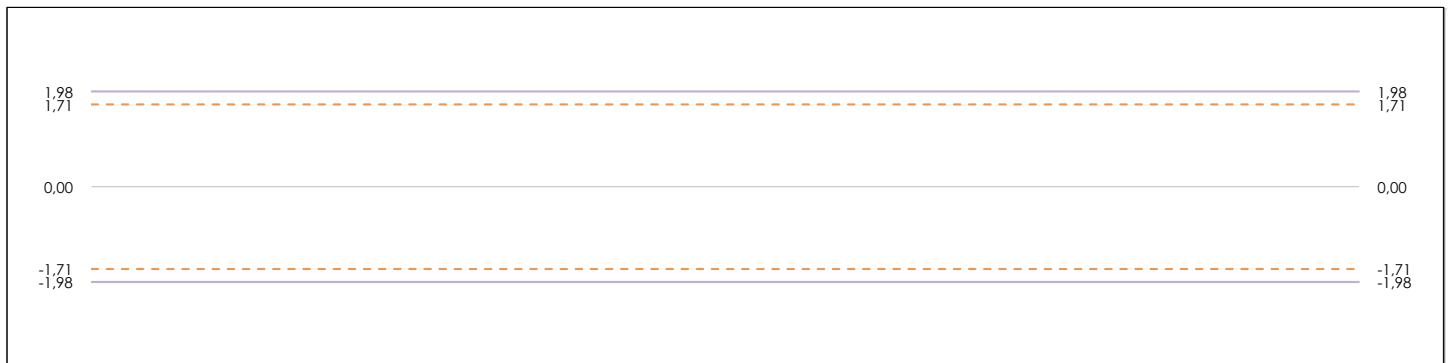
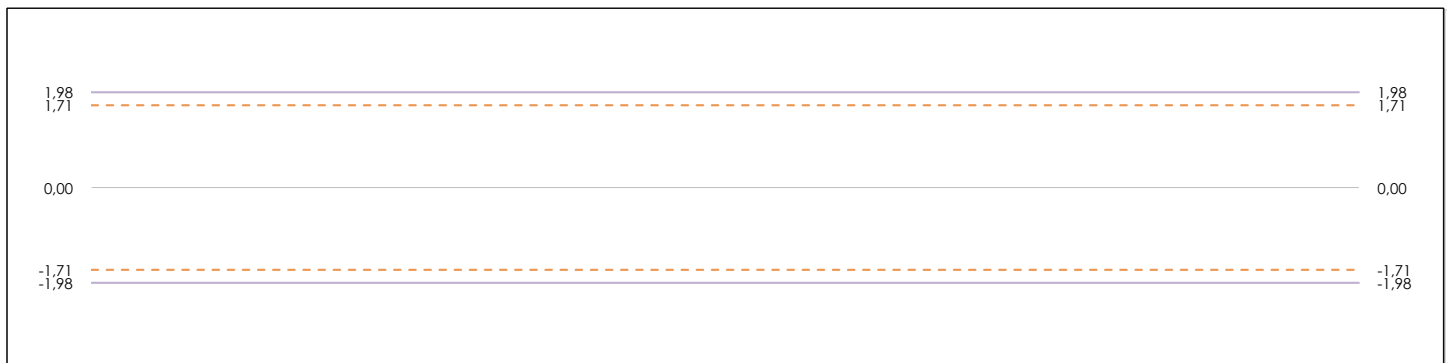
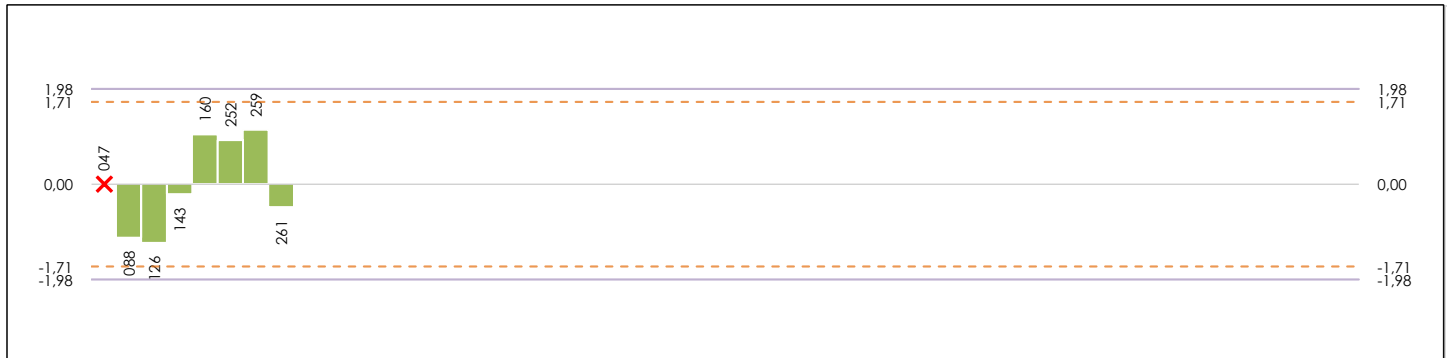
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

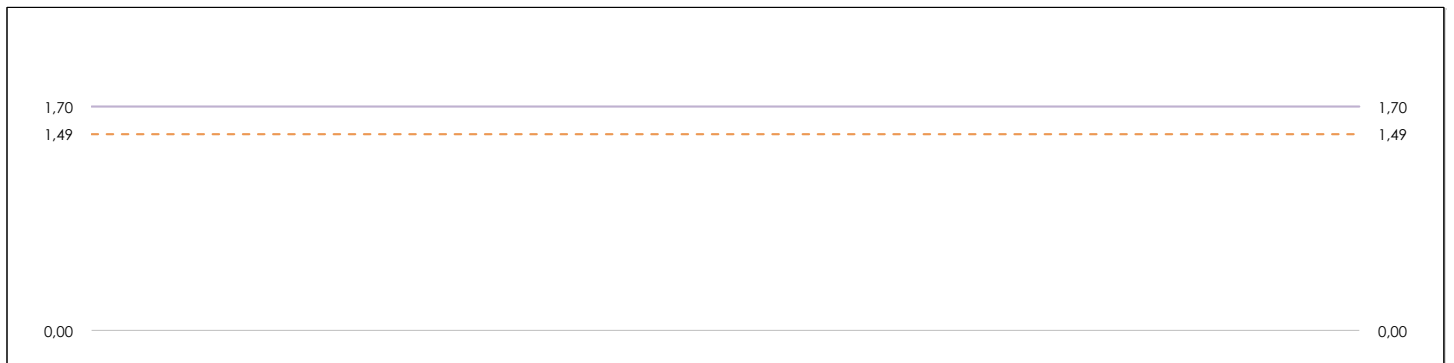
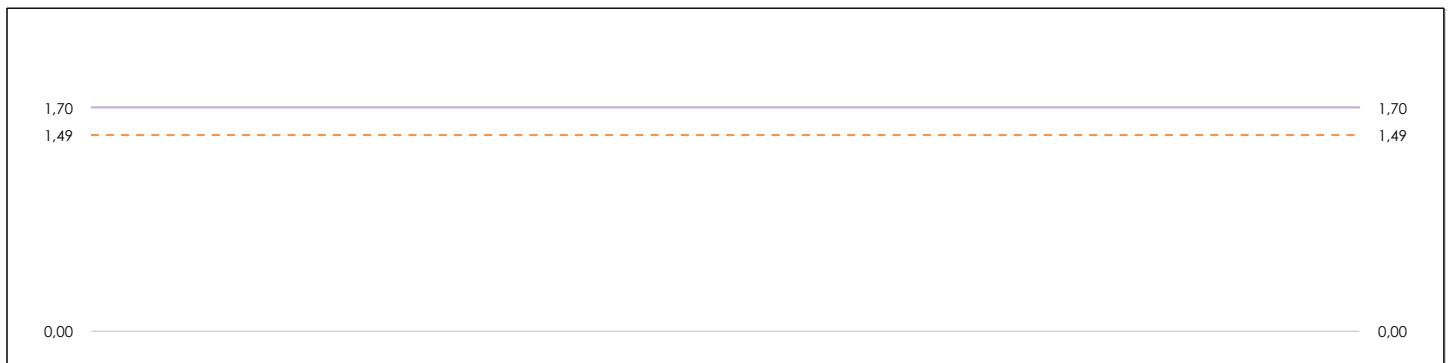
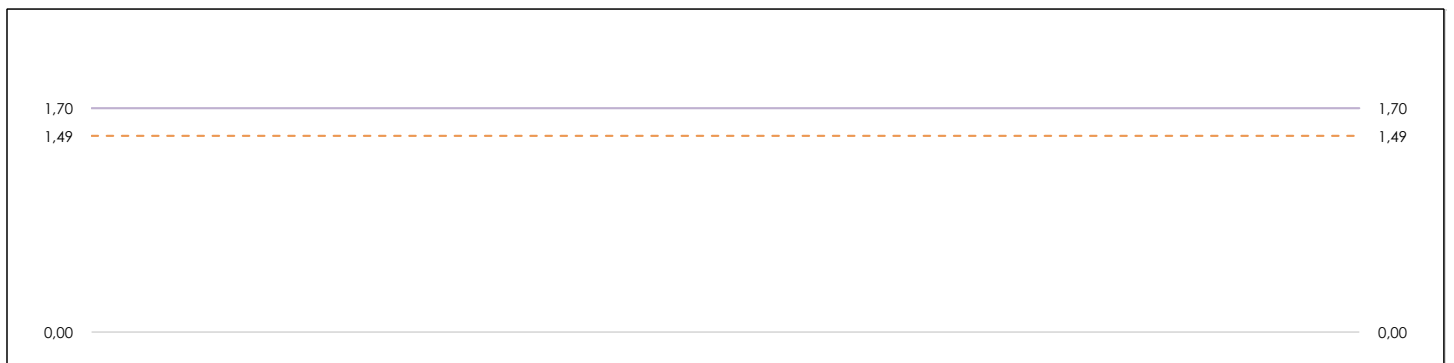
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	47,10	49,400	50,300	50,800	49,500	49,420	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	49,00	48,900	49,500	49,500	48,400	49,060	0,462	-0,85	-1,11	1,07	---	---	---	0,3717	---	---	✓
126	49,50	49,000	49,000	48,400	49,200	49,020	0,402	-0,93	-1,21	0,93	---	1,212	---	0,3717	---	---	✓
143	49,10	49,200	49,500	49,300	49,900	49,400	0,316	-0,16	-0,21	0,73	---	---	---	---	---	---	✓
160	50,06	49,752	49,600	50,429	49,480	49,864	0,383	0,78	1,01	0,89	---	---	---	---	0,4784	---	✓
252	50,20	50,600	49,700	49,800	48,800	49,820	0,672	0,69	0,89	1,56*	0,347	---	---	---	---	---	✓
259	49,40	50,000	49,900	50,100	50,100	49,900	0,292	0,85	1,10	0,68	---	---	1,104	---	0,4784	---	✓
261	49,50	49,500	49,000	49,700	48,800	49,300	0,381	-0,36	-0,48	0,88	---	---	---	---	---	---	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

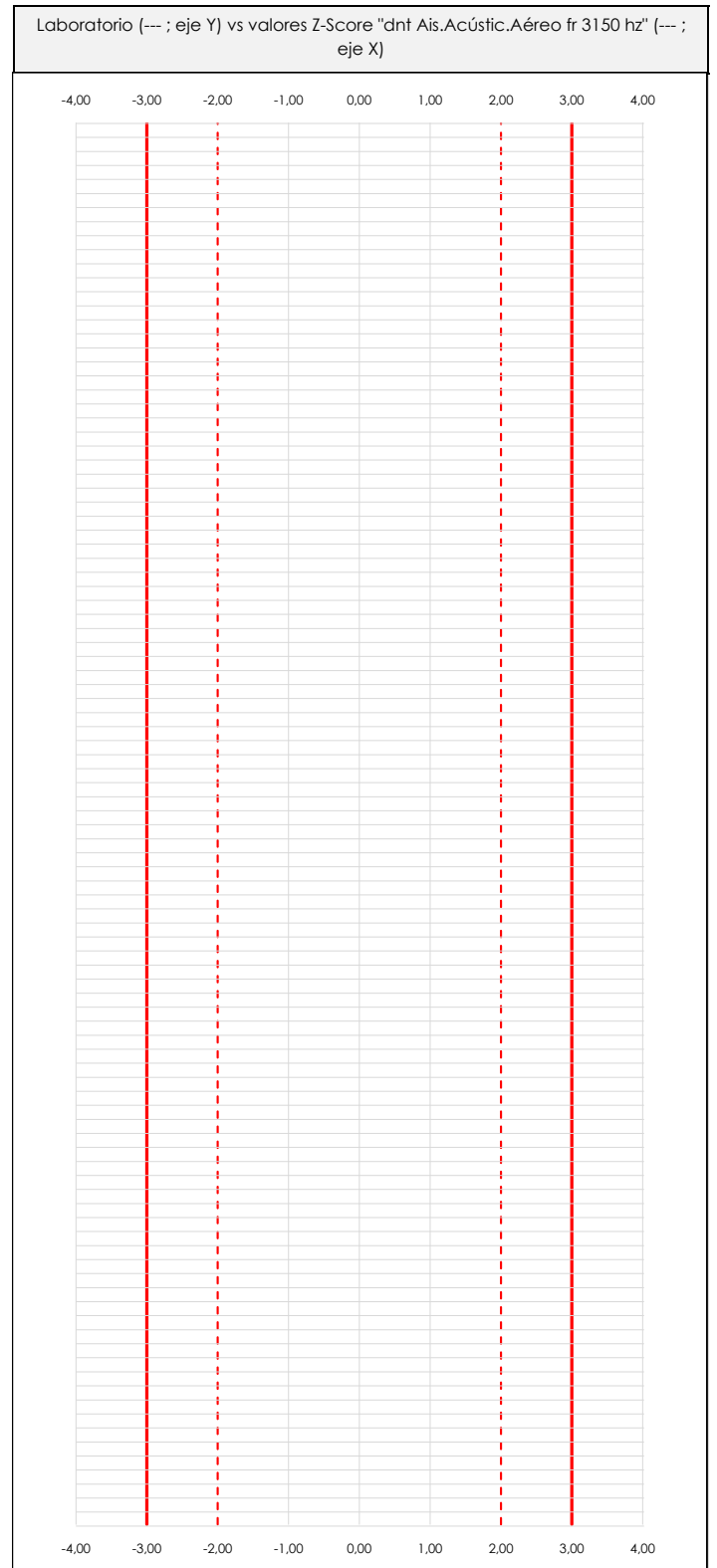
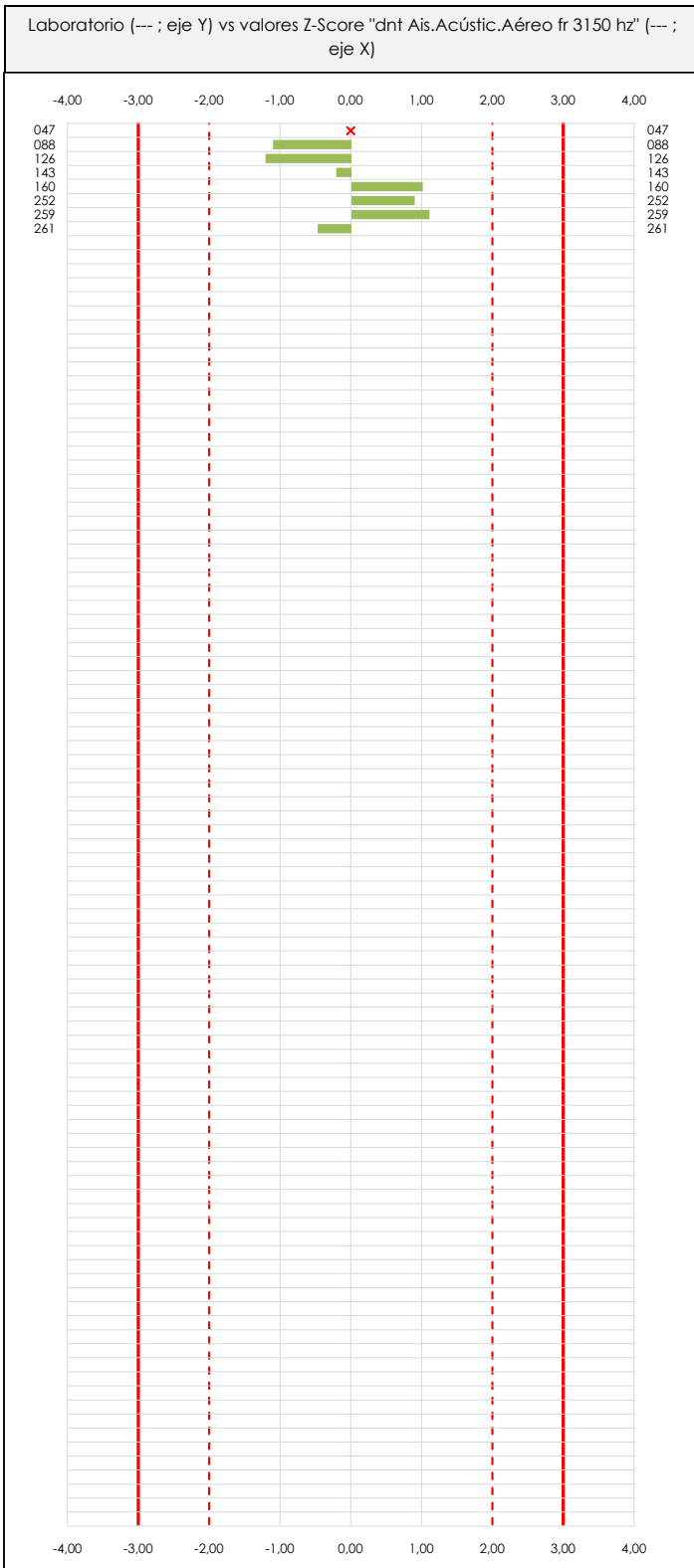
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_i$ crit	S <sub>Li</sub>	D <sub>i</sub> crit %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	47,10	49,40	50,30	50,80	49,50	49,42	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
88	49,00	48,90	49,50	49,50	48,40	49,06	0,462	-0,85	✓	✓	✓			-1,107	S
126	49,50	49,00	49,00	48,40	49,20	49,02	0,402	-0,93	✓	✓	✓			-1,212	S
143	49,10	49,20	49,50	49,30	49,90	49,40	0,316	-0,16	✓	✓	✓			-0,212	S
160	50,06	49,75	49,60	50,43	49,48	49,86	0,383	0,78	✓	✓	✓			1,009	S
252	50,20	50,60	49,70	49,80	48,80	49,82	0,672	0,69	✓	✓	✓			0,893	S
259	49,40	50,00	49,90	50,10	50,10	49,90	0,292	0,85	✓	✓	✓			1,104	S
261	49,50	49,50	49,00	49,70	48,80	49,30	0,381	-0,36	✓	✓	✓			-0,475	S

**NOTAS:**

<sup>01</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3, 4, 5" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_i$  crit" es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i</sub> crit %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

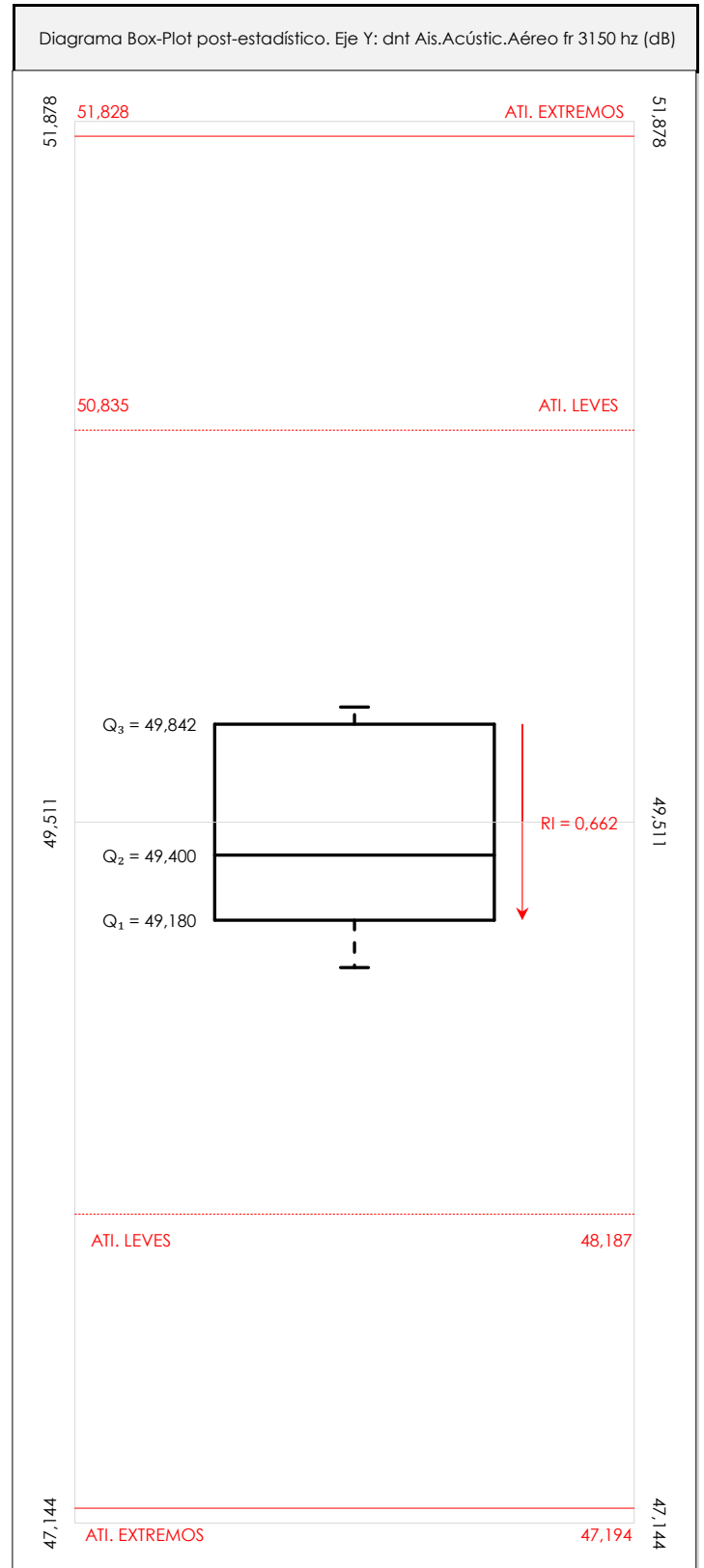
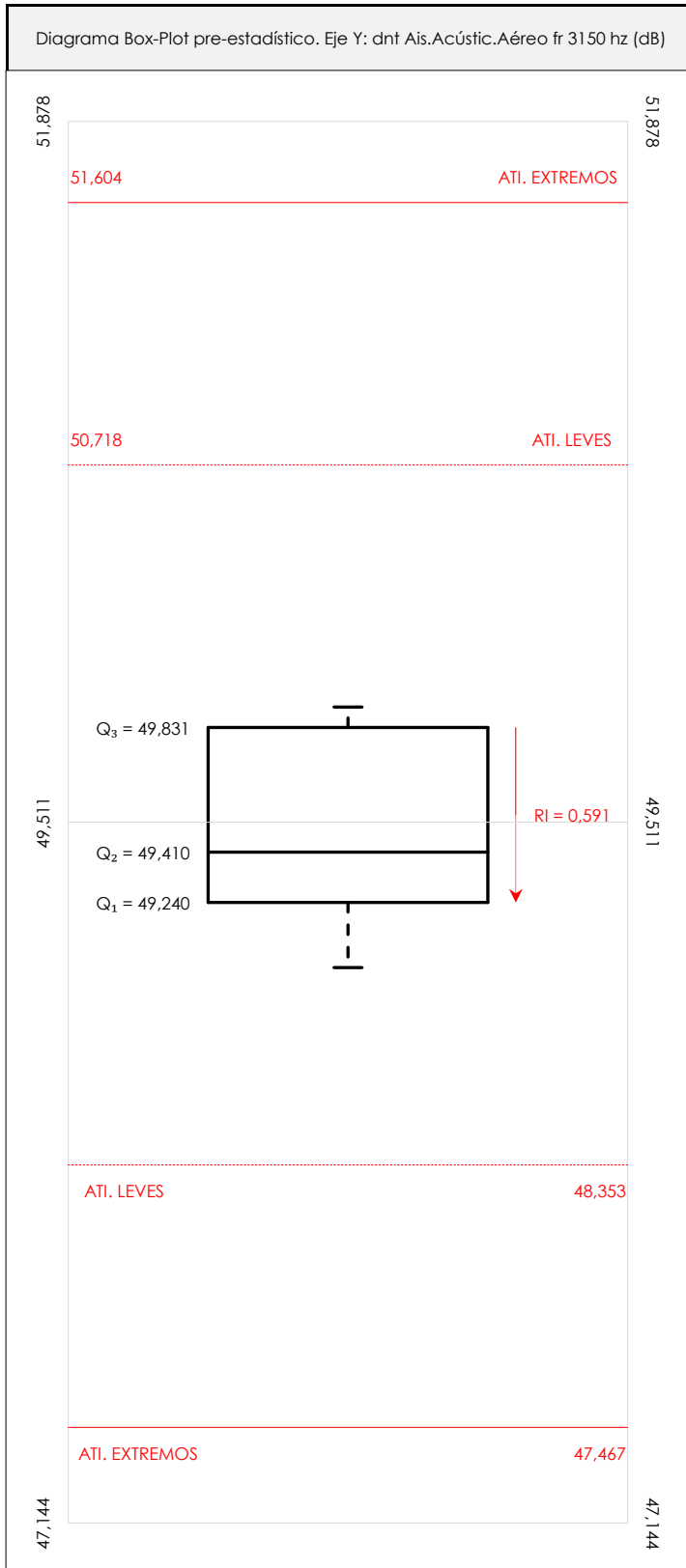
[dudoso]

[insatisfactorio]



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 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<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 3150 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 1 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 1 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	50,20	50,60	50,30	50,80	50,10	49,90	50,20	50,60	49,90	50,43	50,10	49,90
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	47,10	48,90	49,00	48,40	48,40	49,02	49,00	48,90	49,00	48,40	48,40	49,02
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	49,23	49,54	49,56	49,75	49,27	49,47	49,54	49,56	49,46	49,60	49,24	49,48
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,96	0,56	0,43	0,73	0,58	0,35	0,45	0,60	0,34	0,65	0,62	0,38
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,415	1,786	0,041	0,456	1,872		0,186	1,196	0,107	0,293	1,501	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,98	1,70	0,463	2,139	0,0308	1,98	1,70	0,508	2,139	0,0308
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,71	1,49	0,391	2,020	0,0708	1,71	1,49	0,431	2,020	0,0708

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 7 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr 4000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

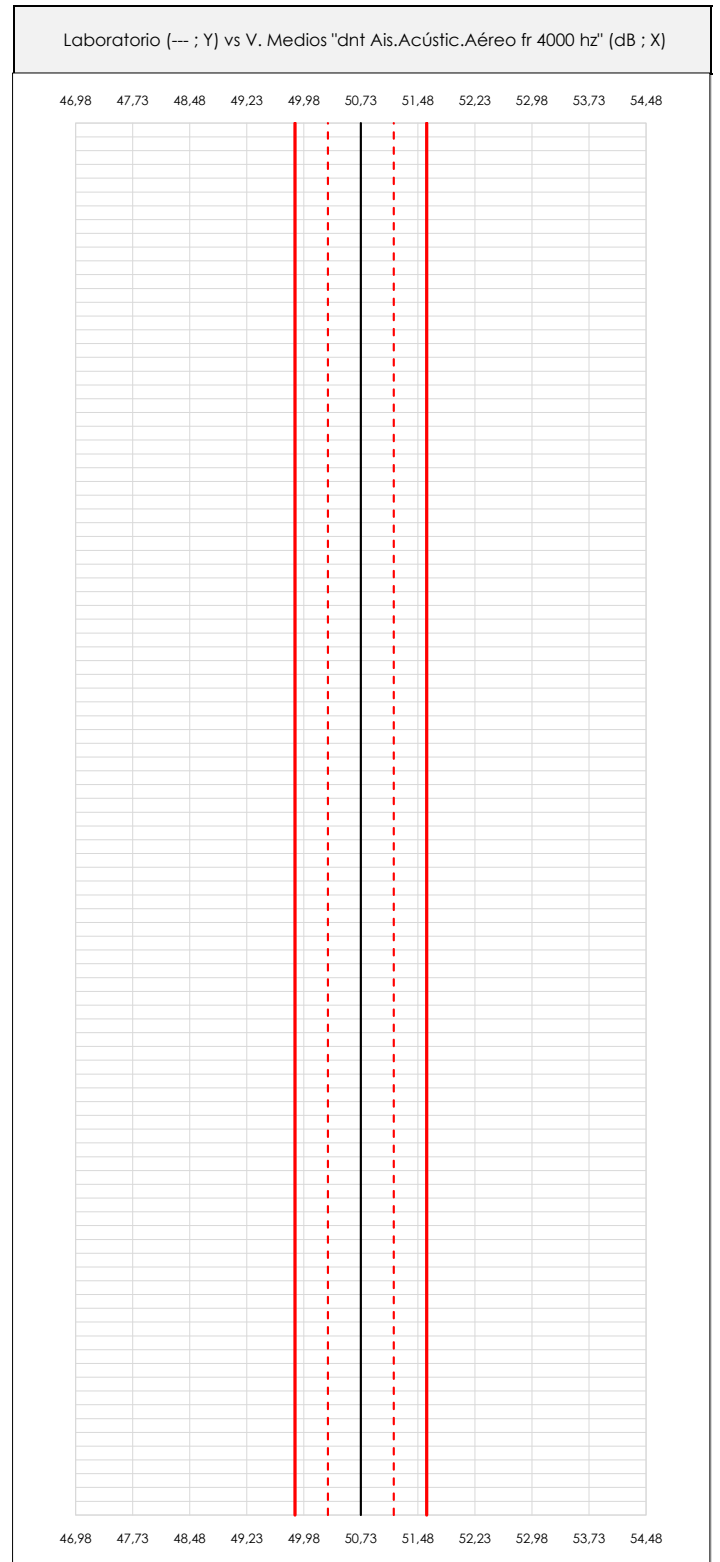
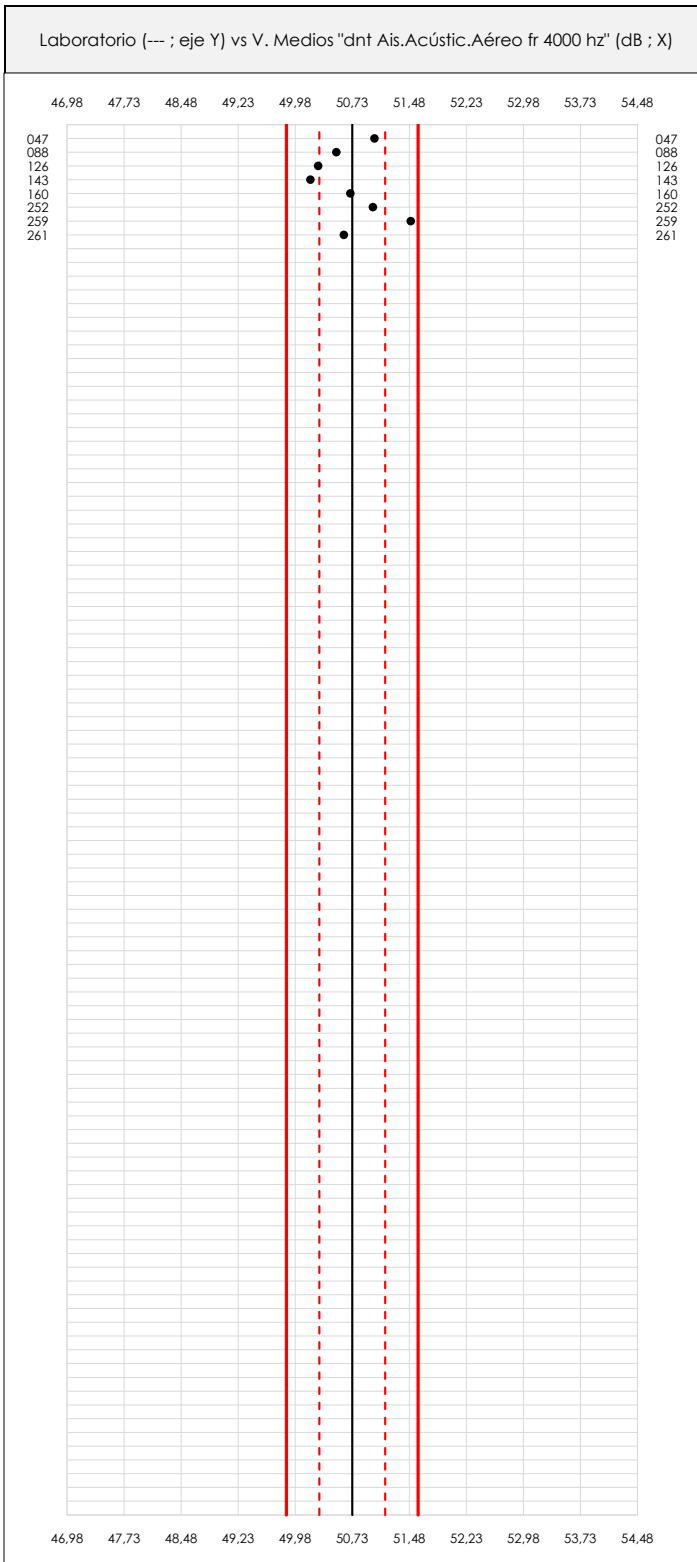
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 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)

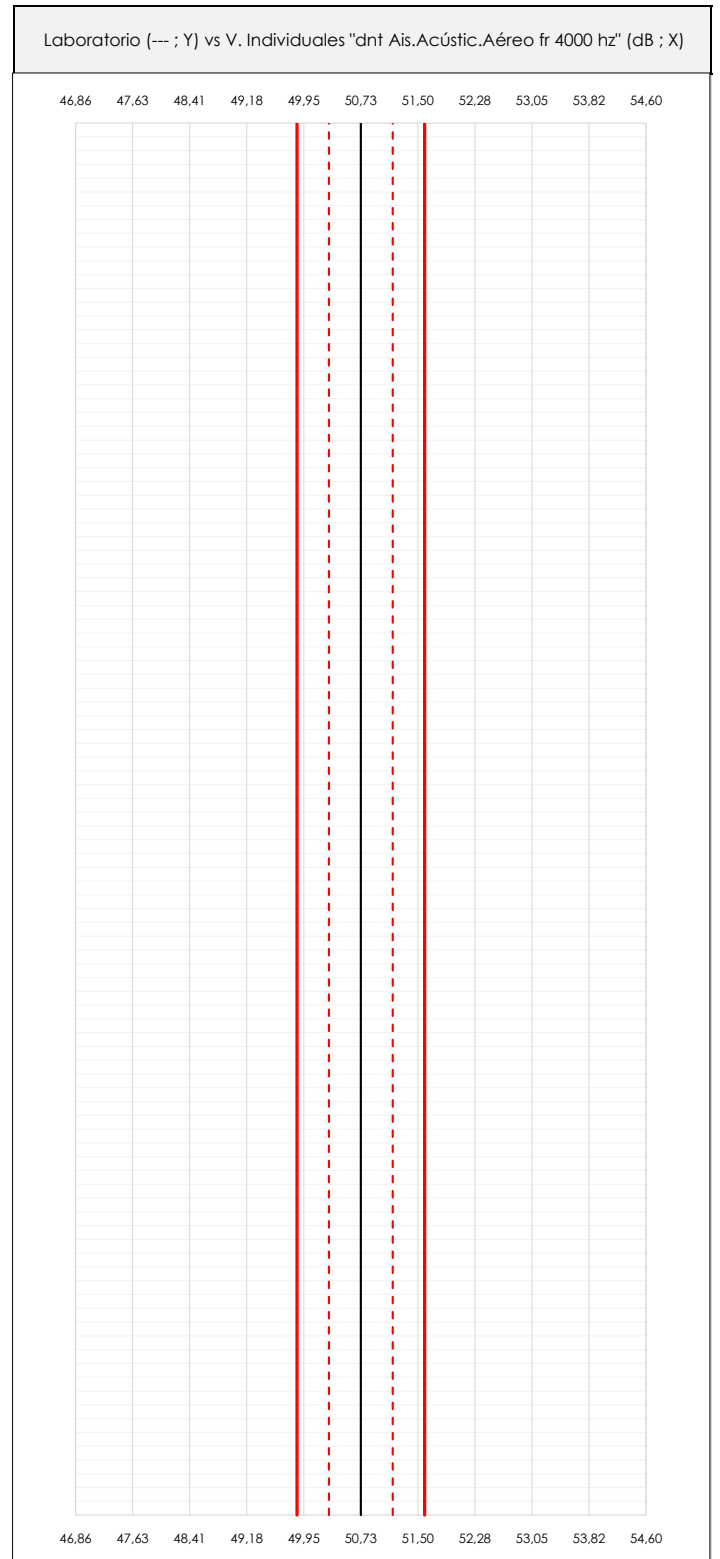
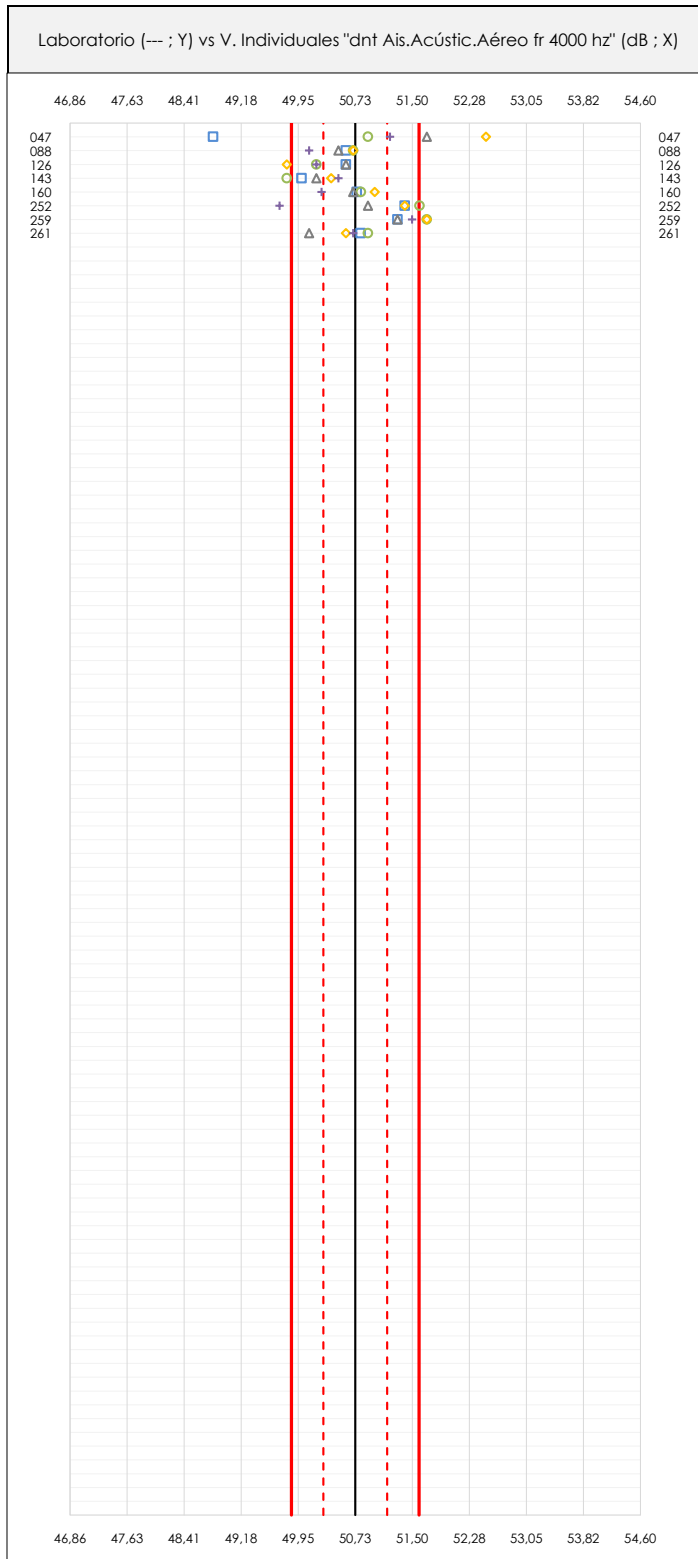
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,16/50,30 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,59/49,86 ; 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.

# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 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 (50,73 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,16/50,30 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,59/49,86 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
47	48,80	50,90	51,70	52,50	51,20	51,02	1,381	0,58	✓	
88	50,60	50,70	50,50	50,70	50,10	50,52	0,249	-0,41	✓	
126	50,60	50,20	50,60	49,80	50,20	50,28	0,335	-0,88	✓	
143	50,00	49,80	50,20	50,40	50,50	50,18	0,286	-1,08	✓	
160	50,75	50,80	50,70	50,99	50,27	50,70	0,267	-0,05	✓	
252	51,40	51,60	50,90	51,40	49,70	51,00	0,771	0,54	✓	
259	51,30	51,70	51,30	51,70	51,50	51,50	0,200	1,52	✓	
261	50,80	50,90	50,10	50,60	50,70	50,62	0,311	-0,21	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

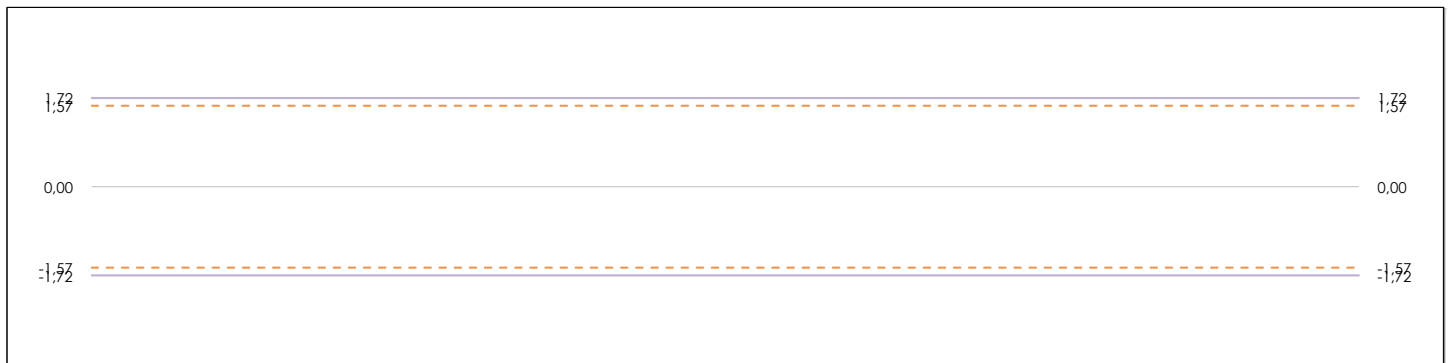
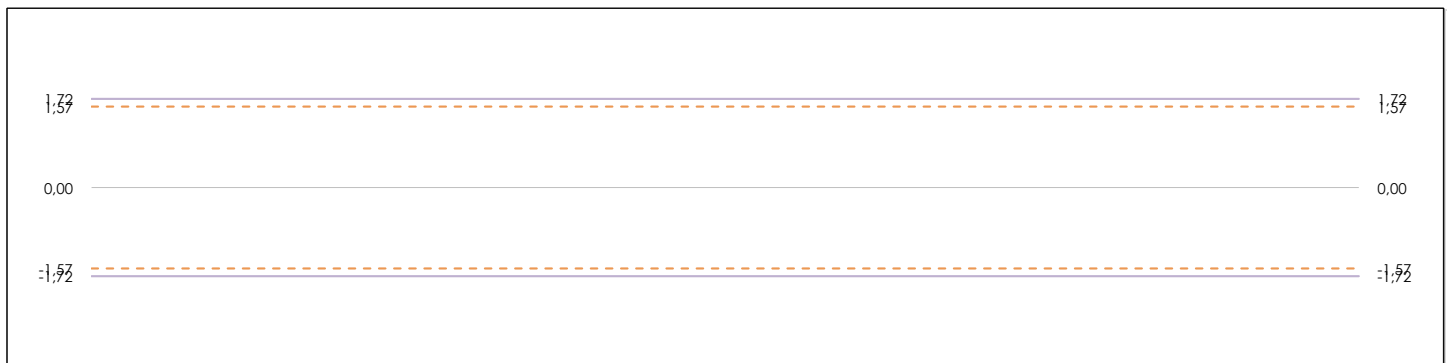
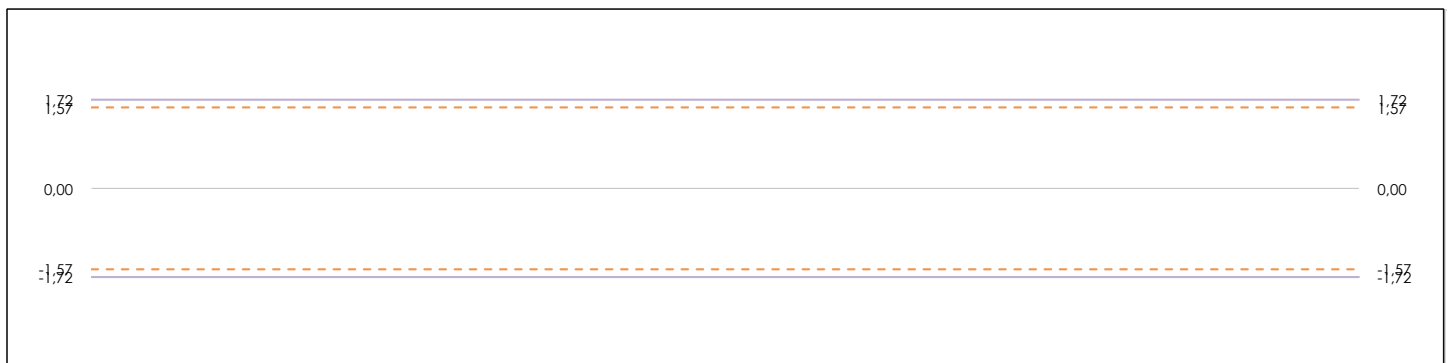
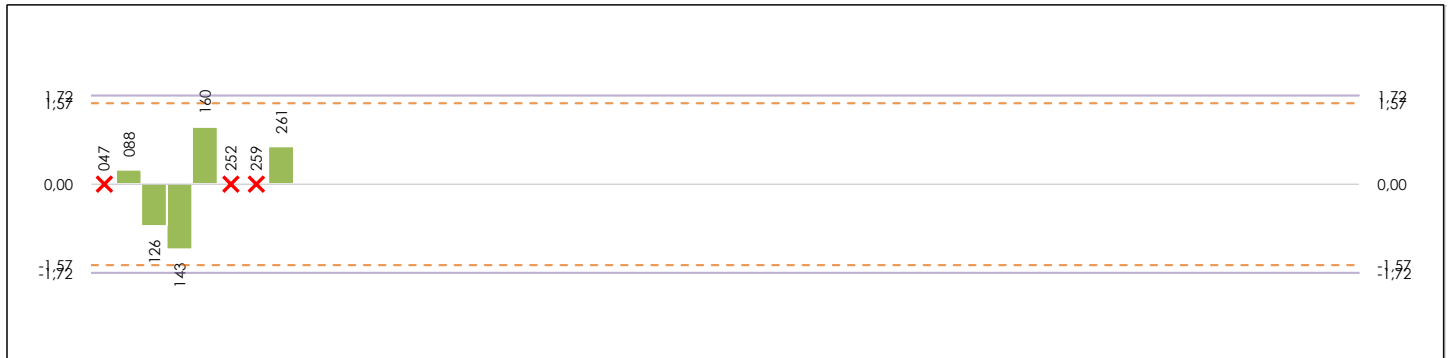
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



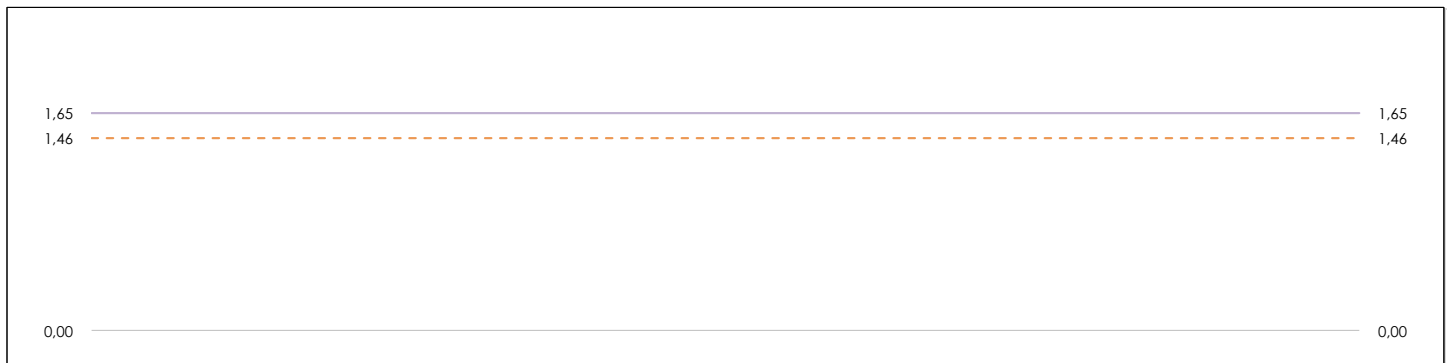
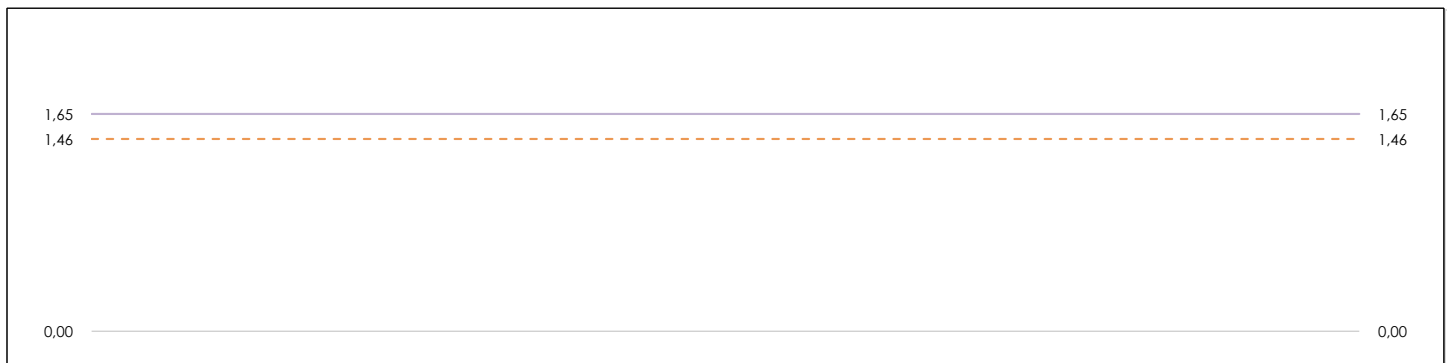
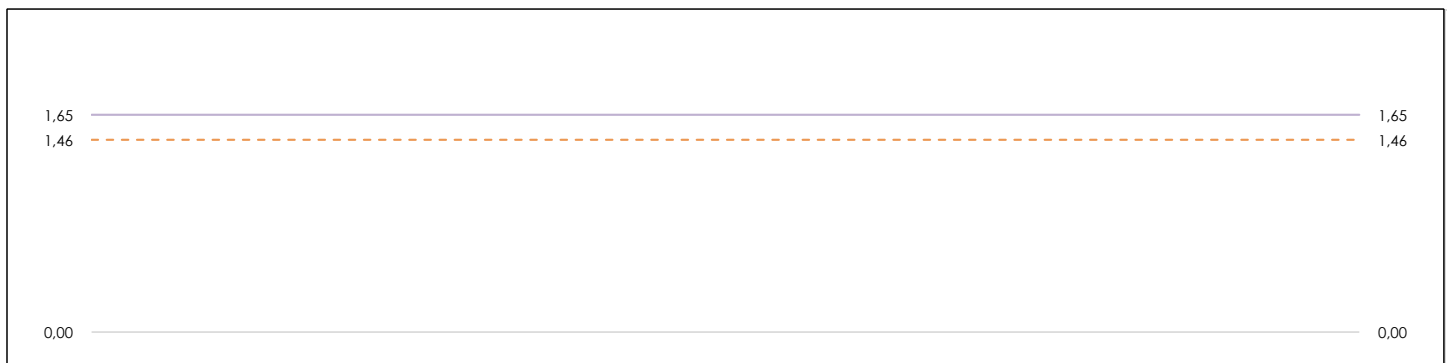
**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	48,80	50,900	51,700	52,500	51,200	51,020	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	50,60	50,700	50,500	50,700	50,100	50,520	0,249	0,12	0,27	0,85	---	---	---	---	---	---	✓
126	50,60	50,200	50,600	49,800	50,200	50,280	0,335	-0,36	-0,81	1,15	---	---	---	0,0845	---	---	✓
143	50,00	49,800	50,200	50,400	50,500	50,180	0,286	-0,56	-1,26	0,98	---	1,258	---	0,0845	---	---	✓
160	50,75	50,805	50,700	50,992	50,269	50,703	0,267	0,48	1,09	0,92	---	---	1,087	---	0,3066	---	✓
252	51,40	51,600	50,900	51,400	49,700	51,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
259	51,30	51,700	51,300	51,700	51,500	51,500	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
261	50,80	50,900	50,100	50,600	50,700	50,620	0,311	0,32	0,71	1,07	---	---	---	---	0,3066	---	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

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

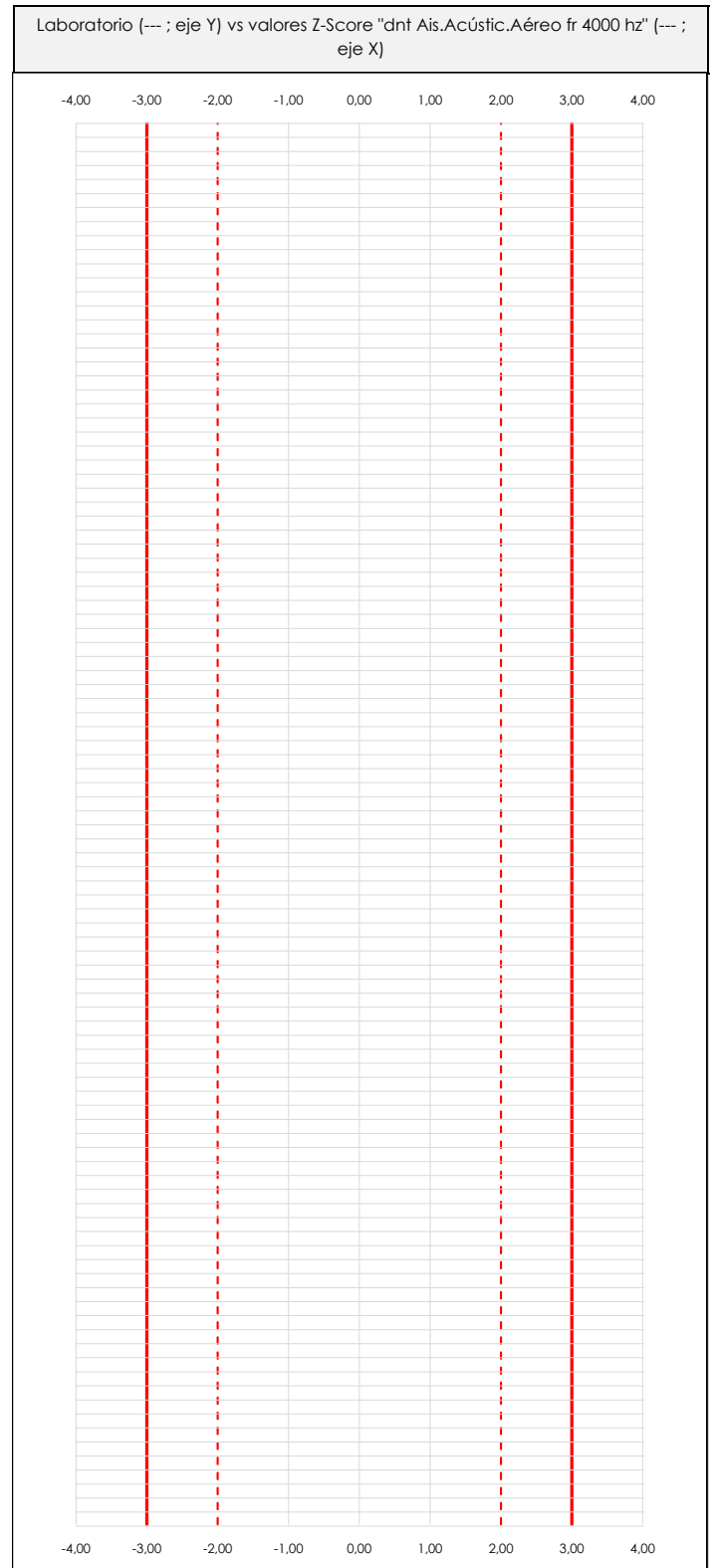
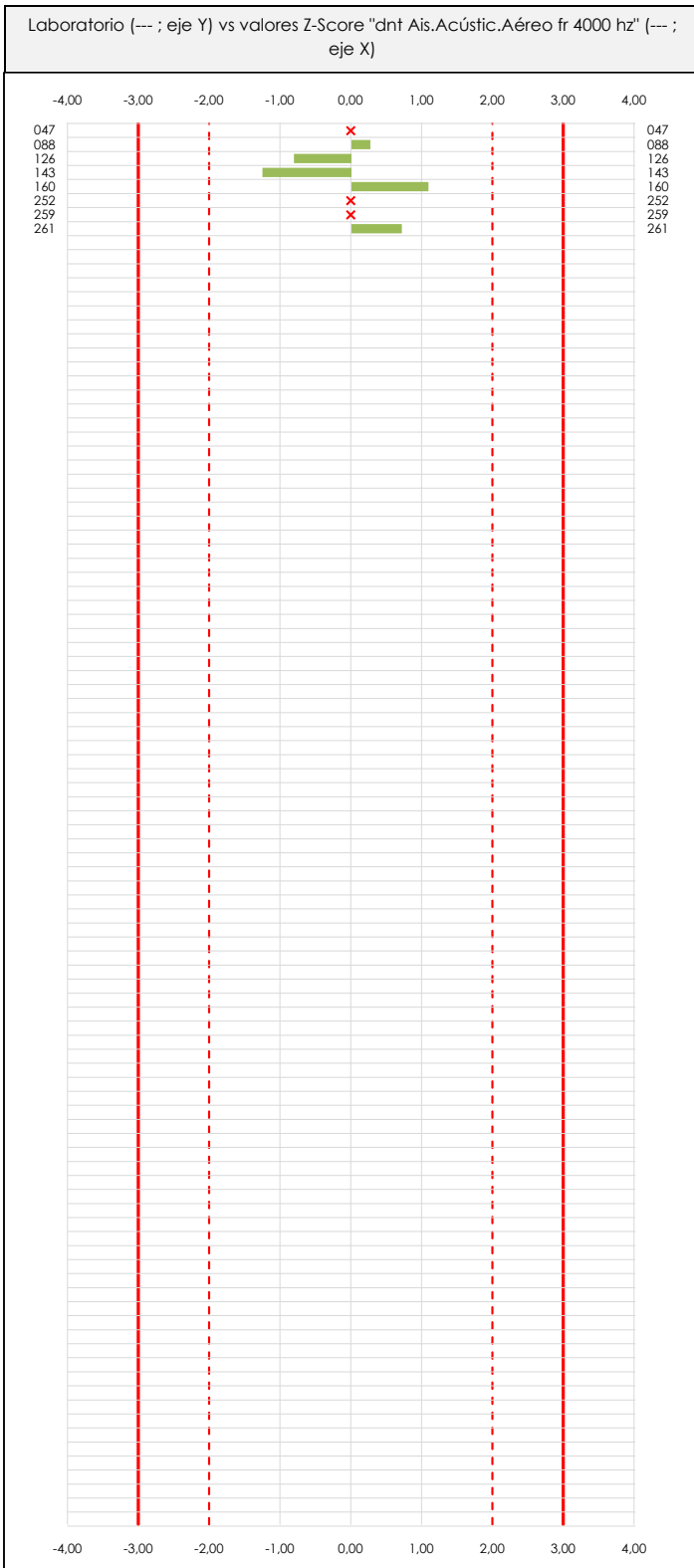




# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	48,80	50,90	51,70	52,50	51,20	51,02	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
88	50,60	50,70	50,50	50,70	50,10	50,52	0,249	0,12	✓	✓	✓			0,266	S
126	50,60	50,20	50,60	49,80	50,20	50,28	0,335	-0,36	✓	✓	✓			-0,810	S
143	50,00	49,80	50,20	50,40	50,50	50,18	0,286	-0,56	✓	✓	✓			-1,258	S
160	50,75	50,80	50,70	50,99	50,27	50,70	0,267	0,48	✓	✓	✓			1,087	S
252	51,40	51,60	50,90	51,40	49,70	51,00	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
259	51,30	51,70	51,30	51,70	51,50	51,50	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
261	50,80	50,90	50,10	50,60	50,70	50,62	0,311	0,32	✓	✓	✓			0,714	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

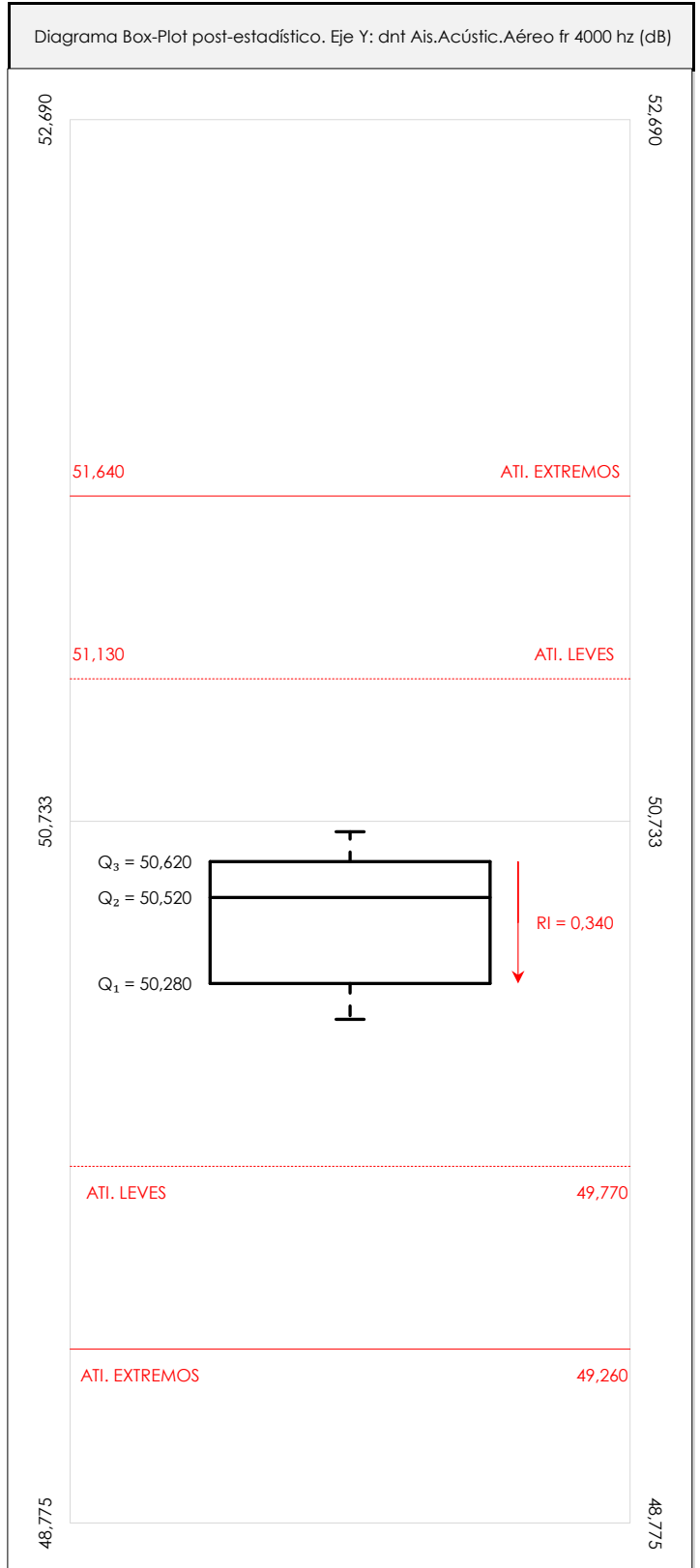
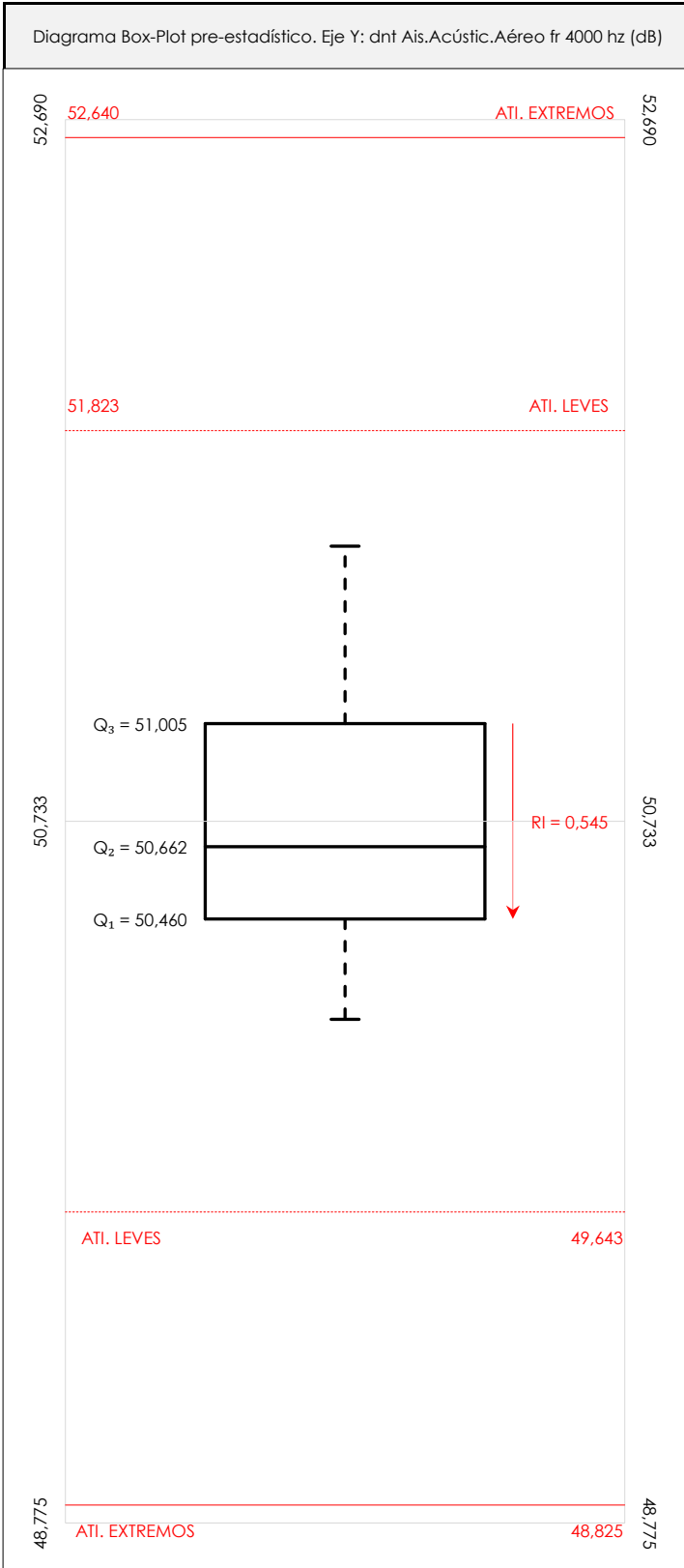
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 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<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 4000 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
VARIABLES	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	51,40	51,70	51,70	52,50	51,50	51,50	50,80	50,90	50,70	50,99	50,70	50,70
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	48,80	49,80	50,10	49,80	49,70	50,18	50,00	49,80	50,10	49,80	50,10	50,18
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	50,53	50,83	50,75	51,01	50,52	50,73	50,55	50,48	50,42	50,50	50,35	50,46
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,82	0,64	0,54	0,84	0,59	0,43	0,32	0,47	0,26	0,44	0,24	0,22
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,371	1,688	0,113	0,484	1,928		0,085	0,807	0,033	0,118	0,951	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,72	1,65	0,463	1,764	0,0018	1,72	1,65	0,633	1,764	0,0018
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,57	1,46	0,391	1,715	0,0090	1,57	1,46	0,544	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).

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

INSTITU  
TO  
EDUAR  
DO  
TOR  
ROJA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt Ais.Acústic.Aéreo fr 5000 hz", está basado en los protocolos EILA22 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.

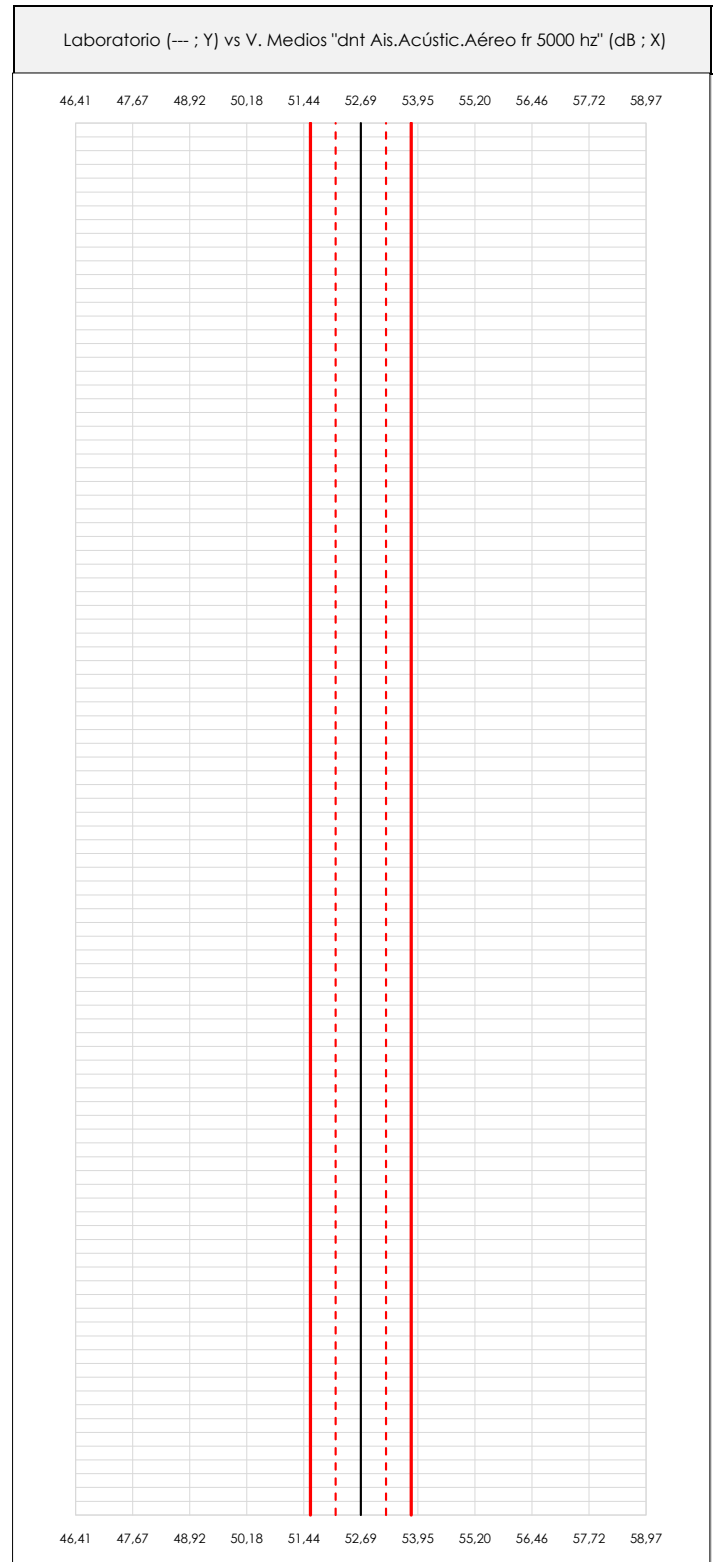
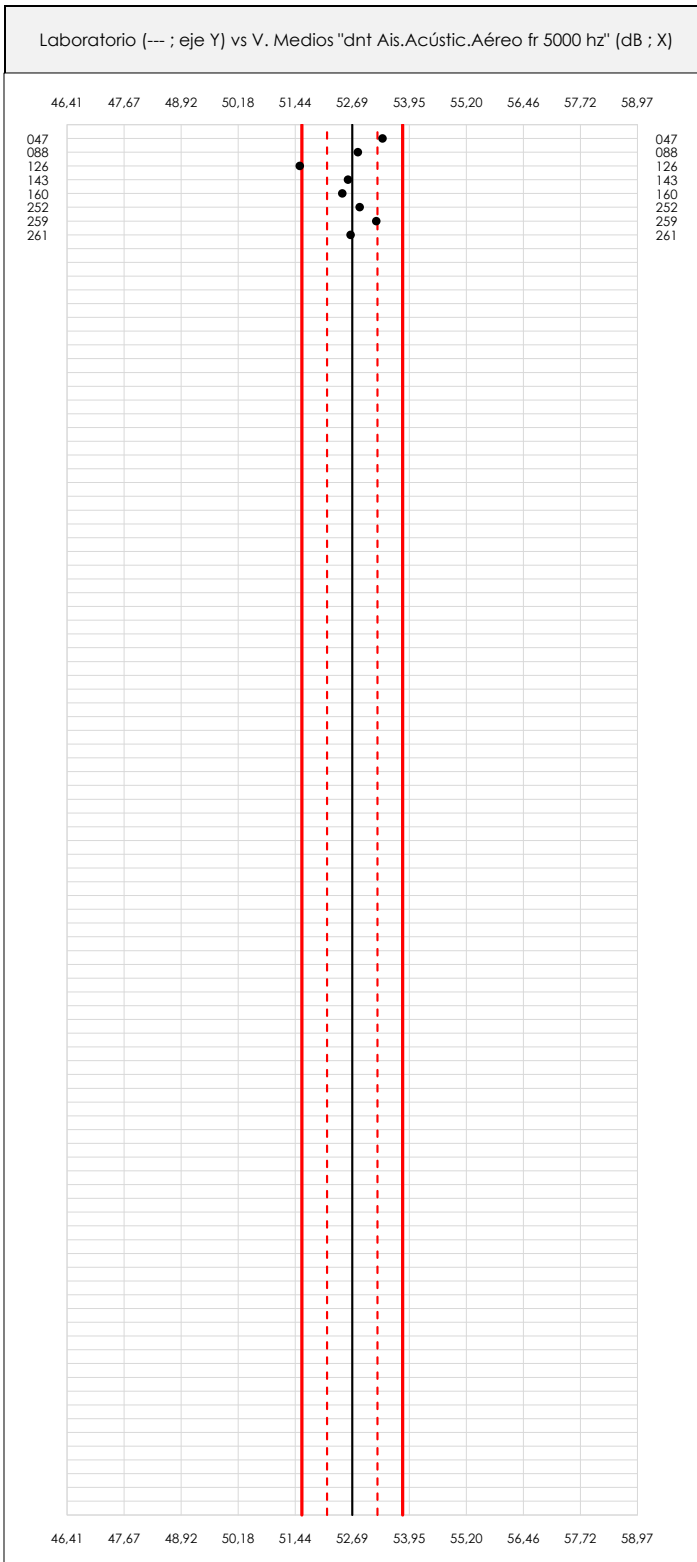
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

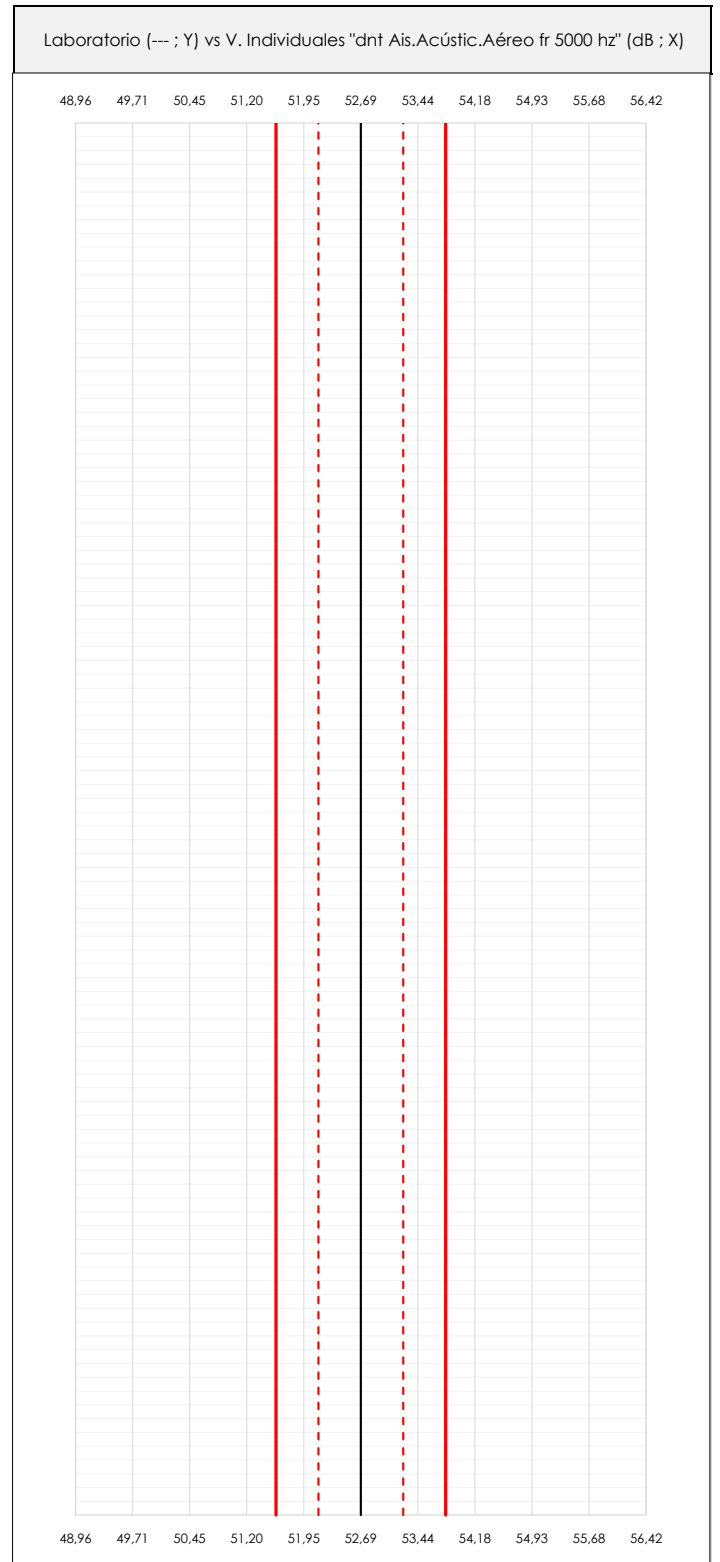
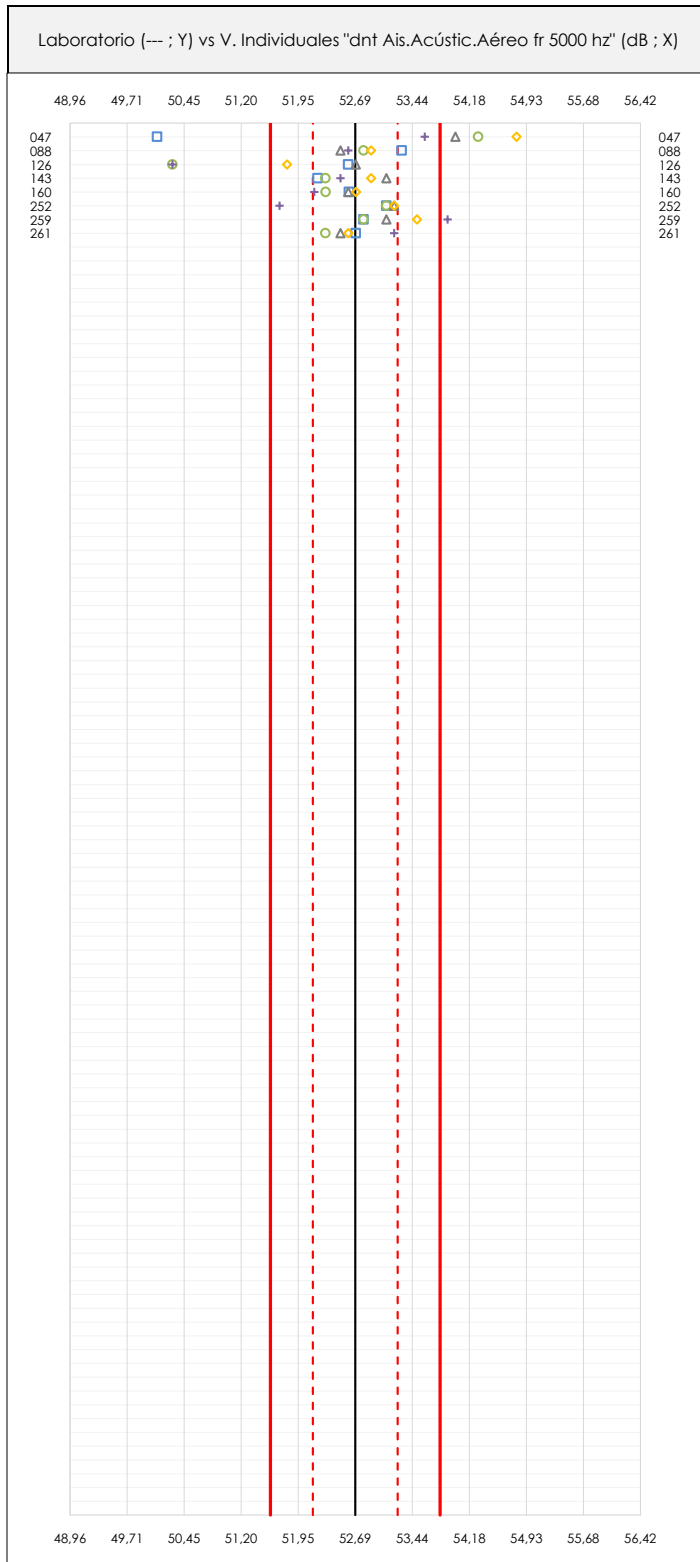
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,25/52,14 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,80/51,58 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.2. Gráficos de dispersión de valores individuales



#### ANÁLISIS GRÁFICOS DE DISPERSIÓN INDIVIDUAL (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,25/52,14 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,80/51,58 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{1,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{1,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{1,4}$ ) con un rombo amarillo.



**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
47	50,10	54,30	54,00	54,80	53,60	53,36	1,874	1,27	✓	
88	53,30	52,80	52,50	52,90	52,60	52,82	0,311	0,24	✓	
126	52,60	50,30	52,70	51,80	50,30	51,54	1,184	-2,19	✓	
143	52,20	52,30	53,10	52,90	52,50	52,60	0,387	-0,17	✓	
160	52,61	52,30	52,60	52,70	52,15	52,47	0,233	-0,41	✓	
252	53,10	53,10	53,20	53,20	51,70	52,86	0,650	0,32	✓	
259	52,80	52,80	53,10	53,50	53,90	53,22	0,476	1,00	✓	
261	52,70	52,30	52,50	52,60	53,20	52,66	0,336	-0,06	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

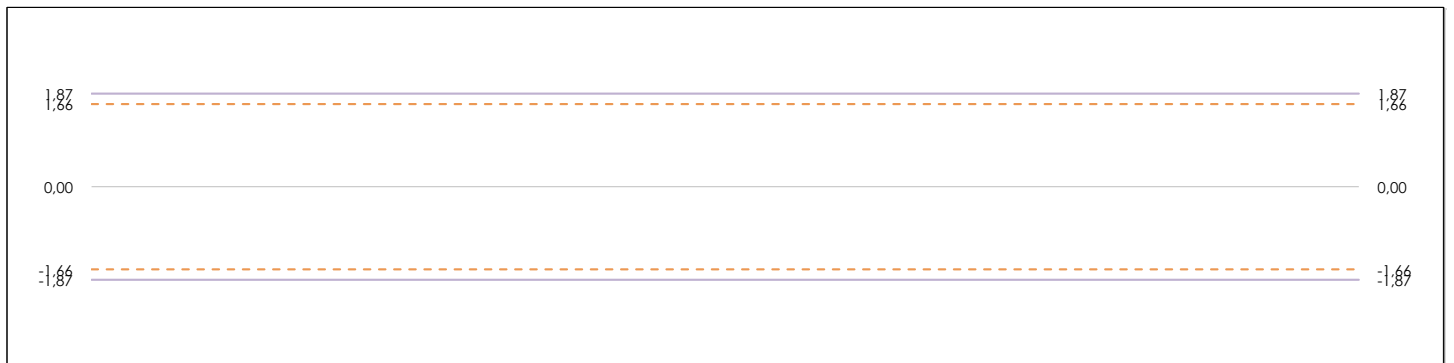
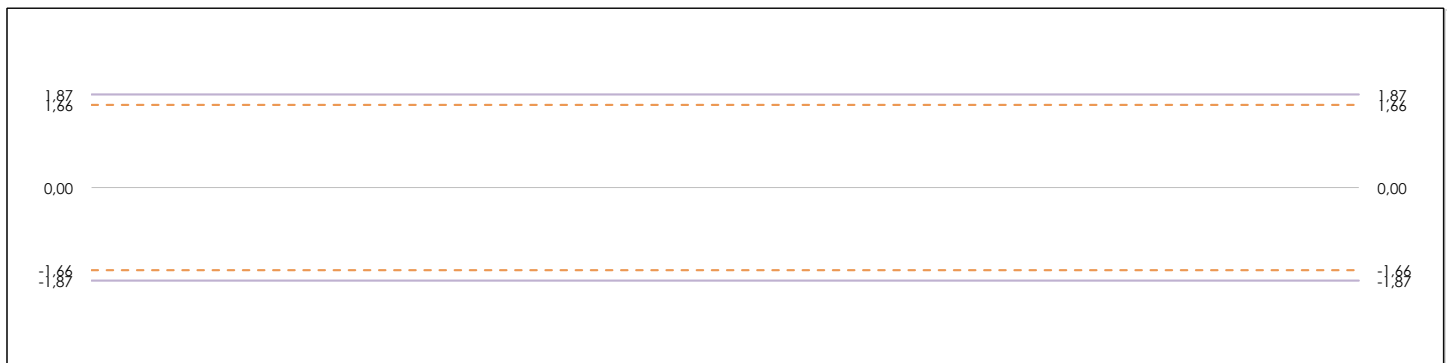
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[máximo]

[mínimo]

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



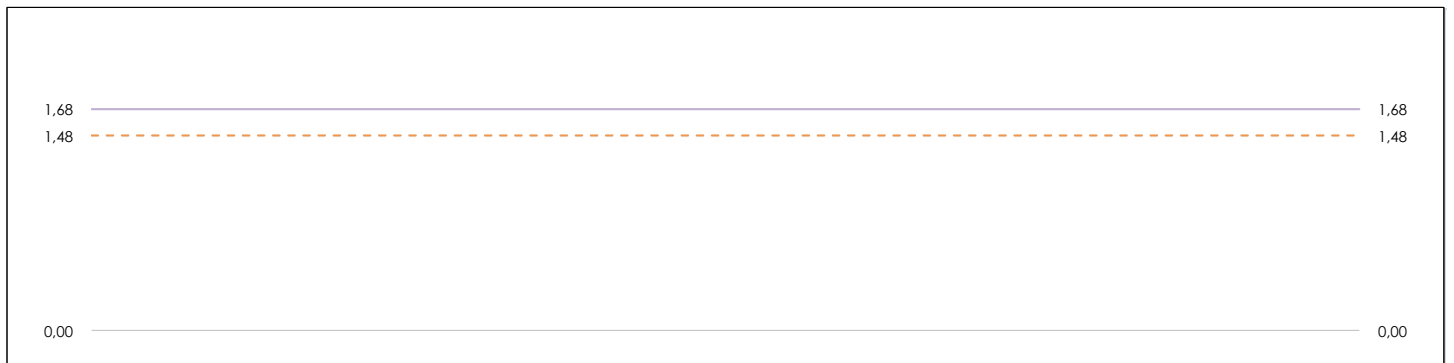
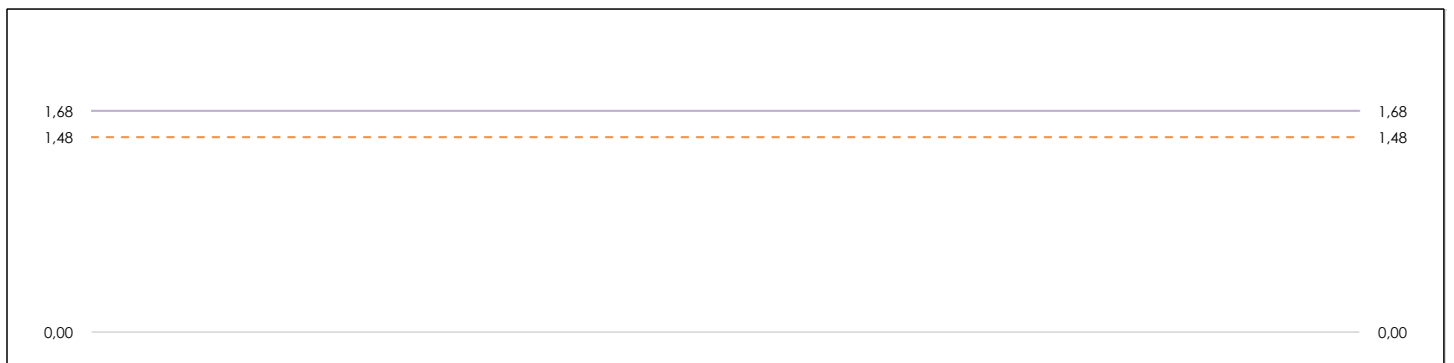
**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 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.



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B	
47	50,10	54,300	54,000	54,800	53,600	53,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	53,30	52,800	52,500	52,900	52,600	52,820	0,311	0,09	0,18	0,74	---	---	---	---	---	---	✓
126	52,60	50,300	52,700	51,800	50,300	51,540	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
143	52,20	52,300	53,100	52,900	52,500	52,600	0,387	-0,33	-0,66	0,92	---	---	---	0,4908	---	---	✓
160	52,61	52,304	52,600	52,702	52,154	52,474	0,233	-0,56	-1,14	0,55	---	1,141	---	0,4908	---	---	✓
252	53,10	53,100	53,200	53,200	51,700	52,860	0,650	0,17	0,34	1,54*	0,397	---	---	---	---	0,1811	✓
259	52,80	52,800	53,100	53,500	53,900	53,220	0,476	0,85	1,71*	1,13	0,397	---	1,713	---	---	0,1811	✓
261	52,70	52,300	52,500	52,600	53,200	52,660	0,336	-0,21	-0,43	0,80	---	---	---	---	---	---	✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

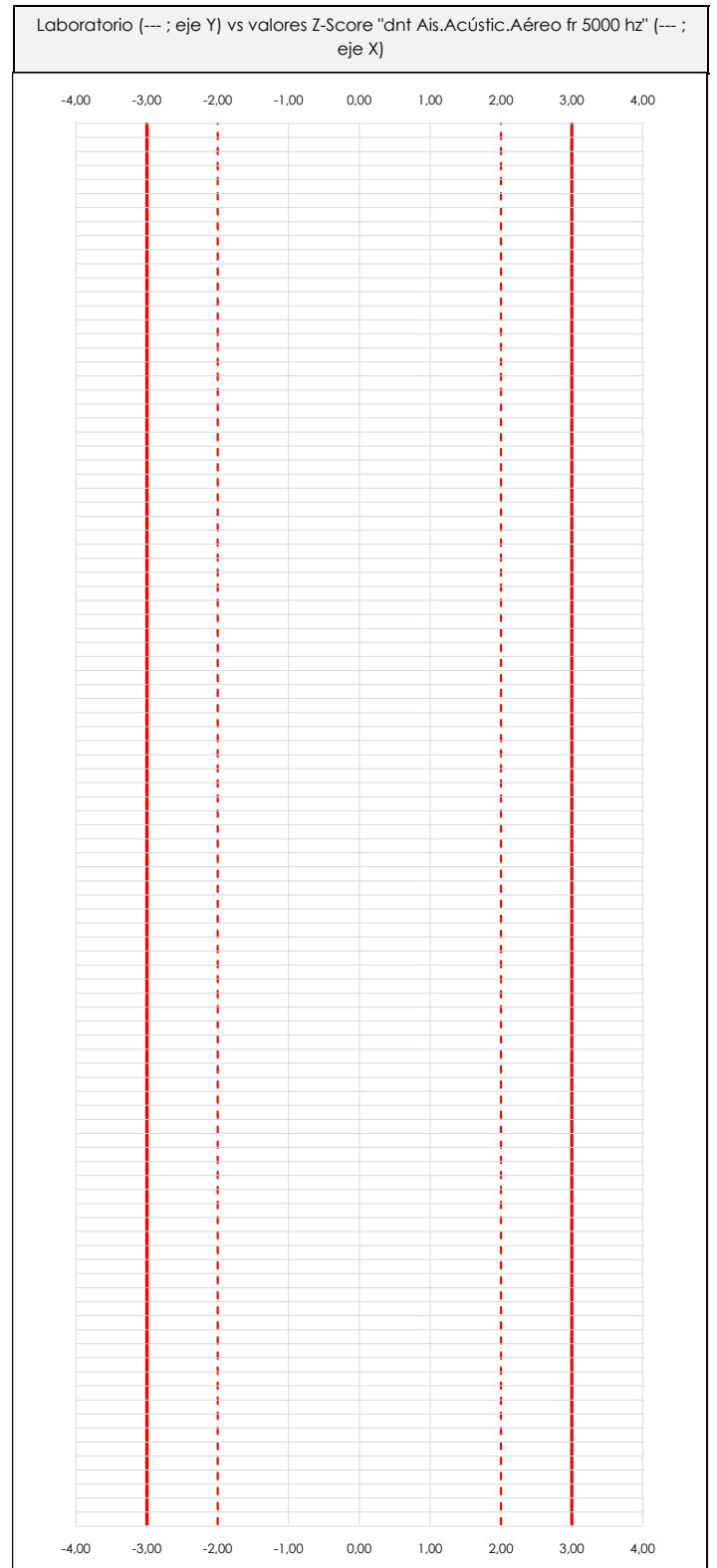
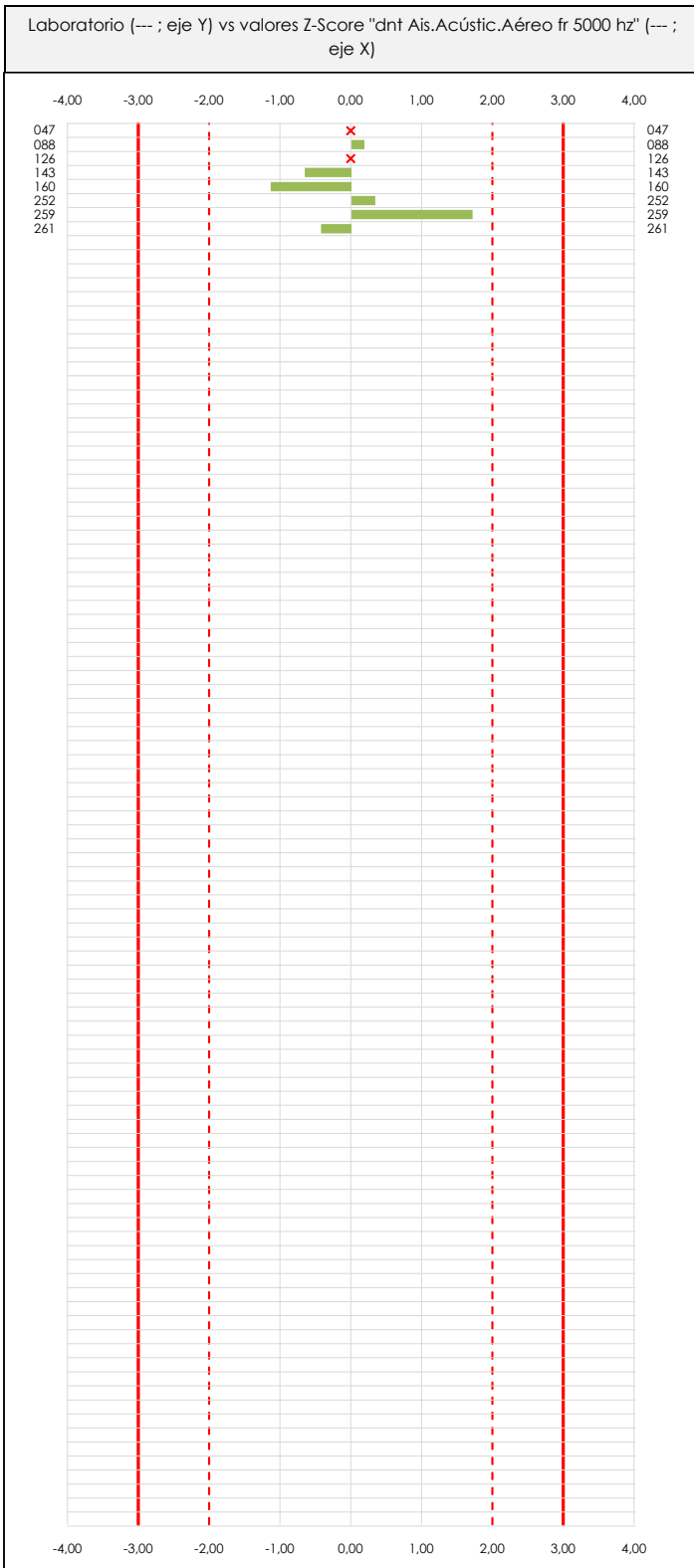
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>iarit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	50,10	54,30	54,00	54,80	53,60	53,36	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
88	53,30	52,80	52,50	52,90	52,60	52,82	0,311	0,09	✓	✓	✓			0,182	S
126	52,60	50,30	52,70	51,80	50,30	51,54	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
143	52,20	52,30	53,10	52,90	52,50	52,60	0,387	-0,33	✓	✓	✓			-0,660	S
160	52,61	52,30	52,60	52,70	52,15	52,47	0,233	-0,56	✓	✓	✓			-1,141	S
252	53,10	53,10	53,20	53,20	51,70	52,86	0,650	0,17	✓	✓	✓			0,335	S
259	52,80	52,80	53,10	53,50	53,90	53,22	0,476	0,85	✓	✓	✓			1,713	S
261	52,70	52,30	52,50	52,60	53,20	52,66	0,336	-0,21	✓	✓	✓			-0,430	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**  
Comité de infraestructuras para la Calidad de la Edificación

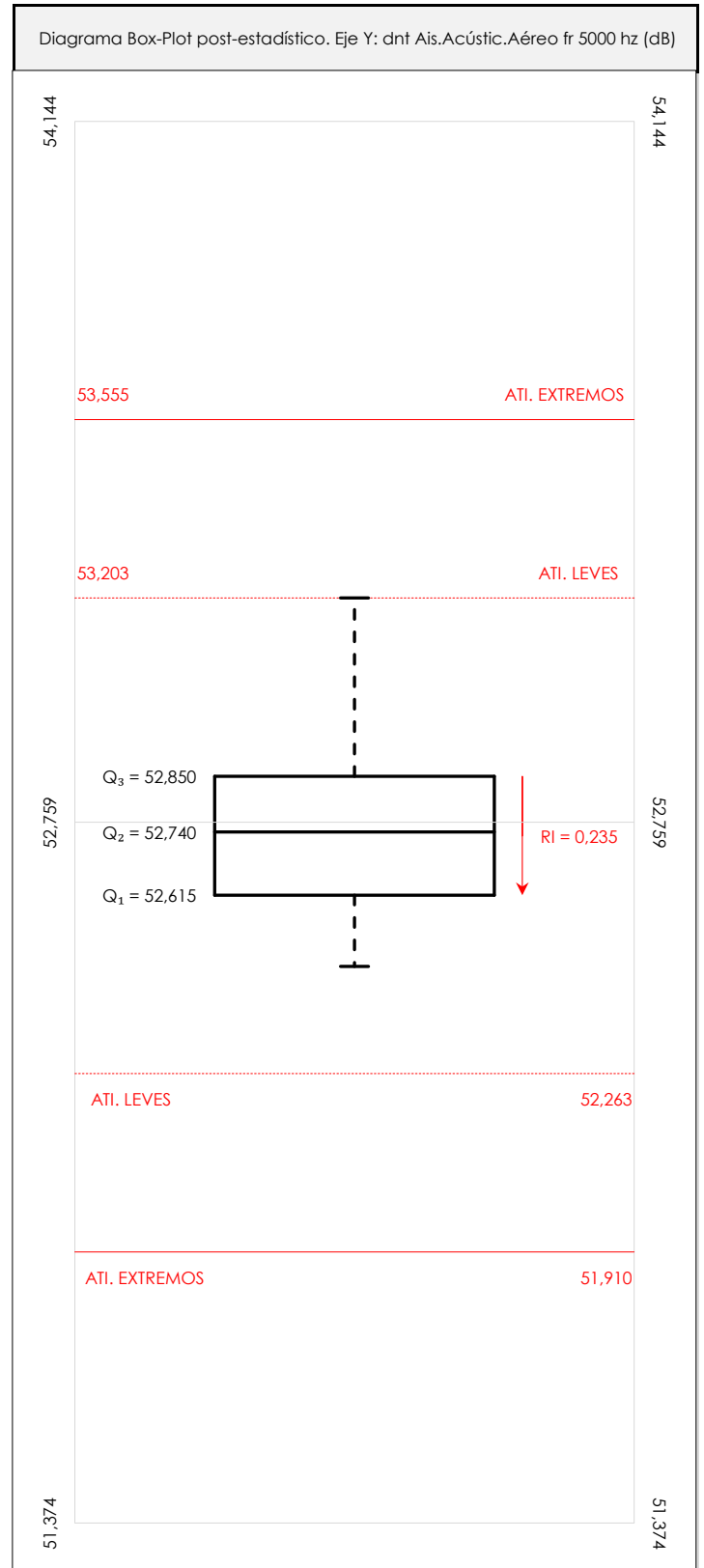
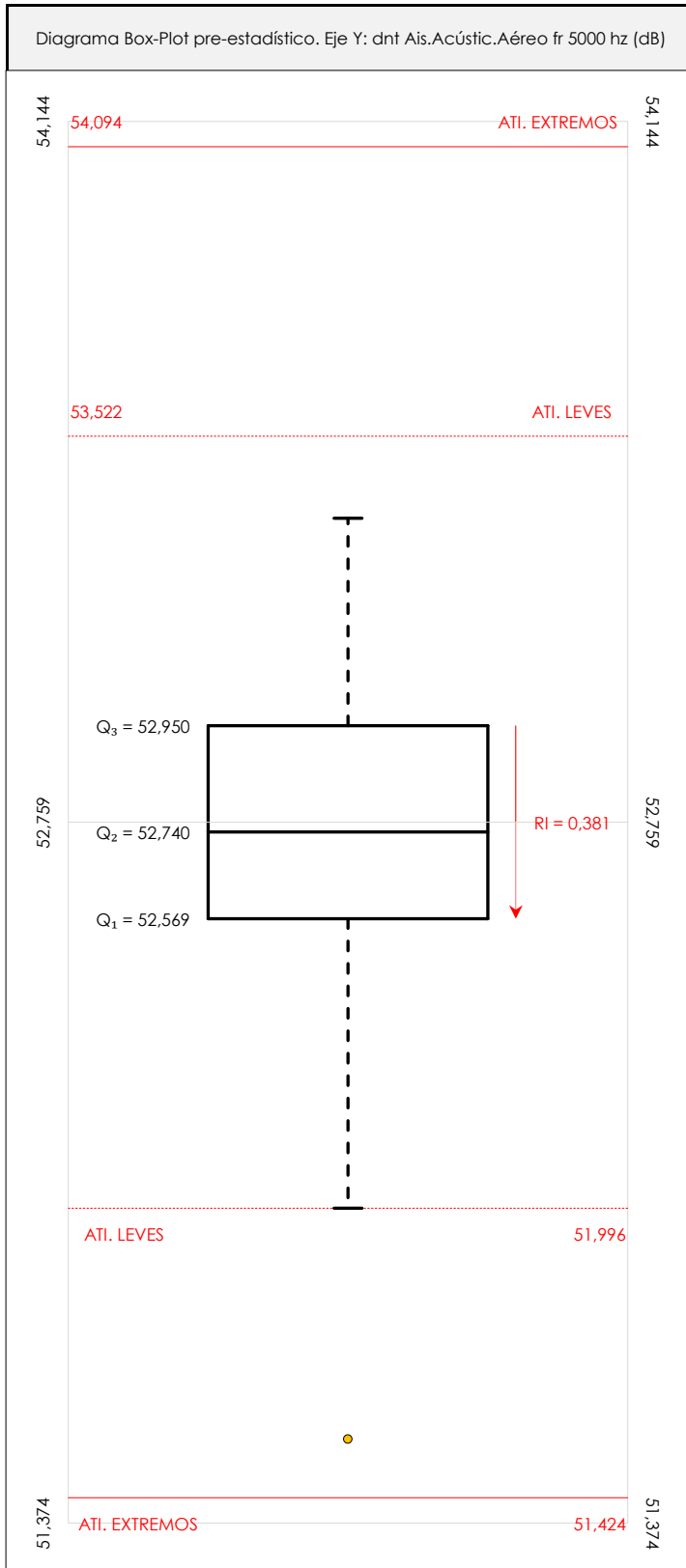
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



## DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 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<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT Ais.Acústic.Aéreo FR 5000 HZ", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 2 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	53,30	54,30	54,00	54,80	53,90	53,36	53,30	53,10	53,20	53,50	53,90	53,22
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	50,10	50,30	52,50	51,80	50,30	51,54	52,20	52,30	52,50	52,60	51,70	52,47
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	52,43	52,53	52,96	53,05	52,49	52,69	52,79	52,60	52,83	52,97	52,68	52,77
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,00	1,12	0,51	0,86	1,15	0,55	0,39	0,35	0,33	0,33	0,78	0,26
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,748	2,397	0,158	0,906	2,638		0,177	1,167	0,033	0,210	1,271	
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	1,87	1,68	0,463	1,973	0,0116	1,87	1,68	0,564	1,973	0,0116
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,66	1,48	0,391	1,887	0,0349	1,66	1,48	0,480	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).

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

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



**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# INFORME DE ENSAYO MATERIALES

DNT W VALOR GLOBAL



# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "dnt w valor global", está basado en los protocolos EILA22 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.

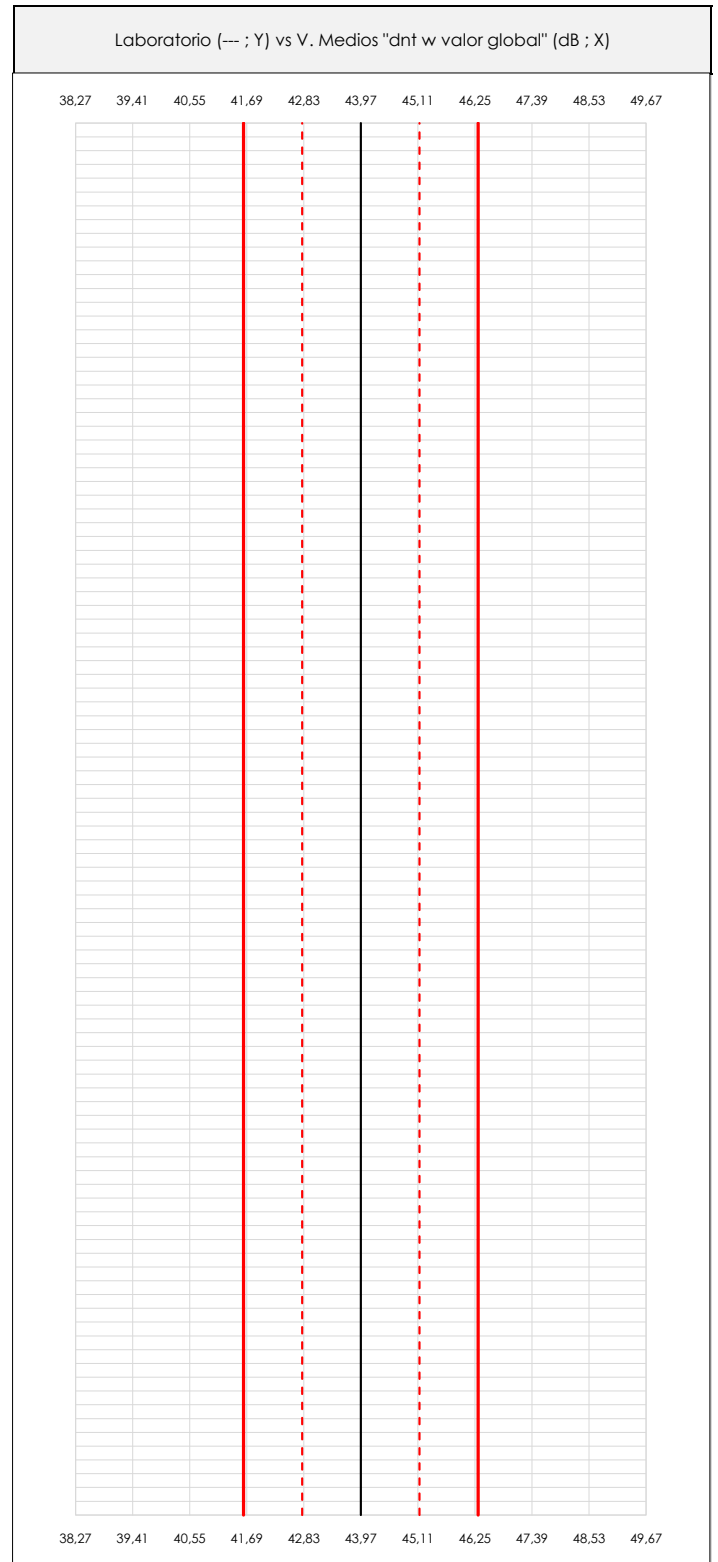
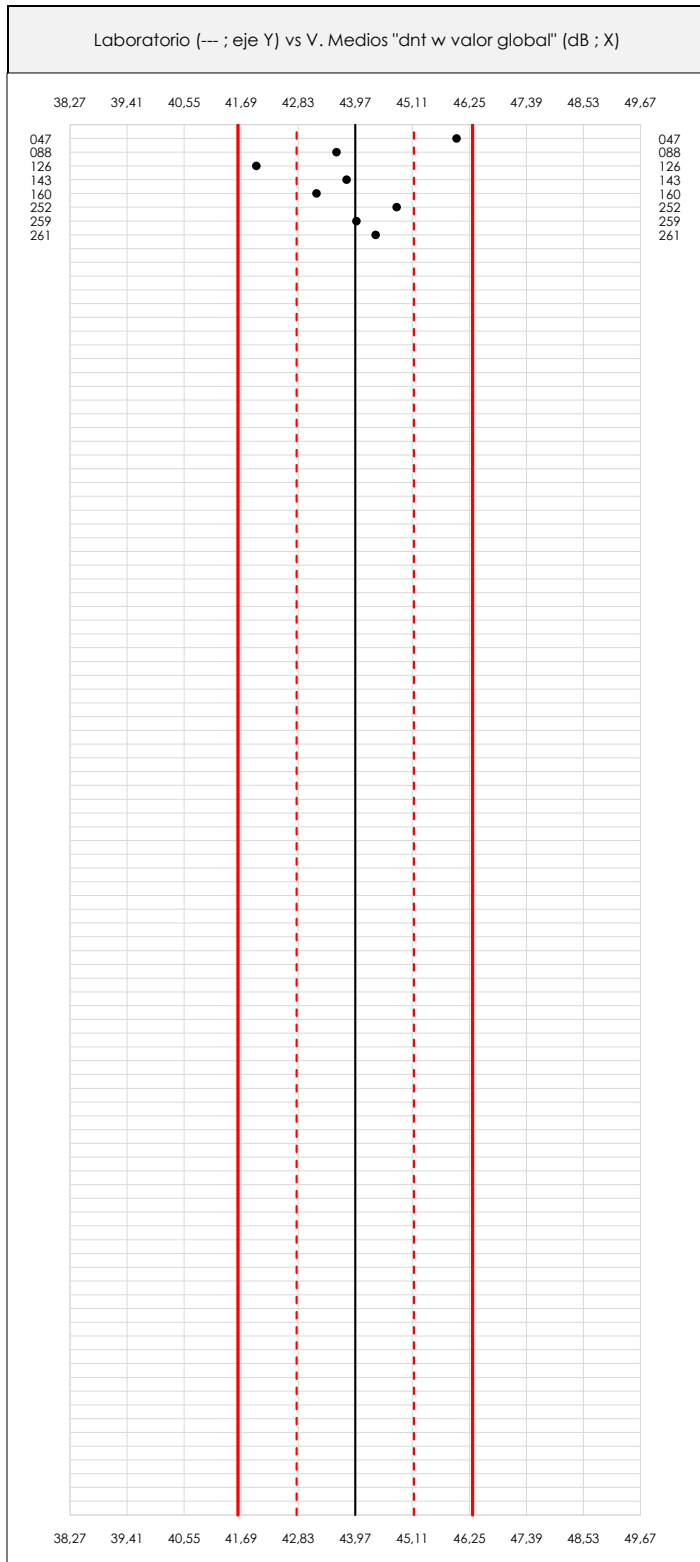
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.1. Gráficos de dispersión de valores medios



#### ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN MEDIA (ANTES DE ANÁLISIS ESTADÍSTICO)

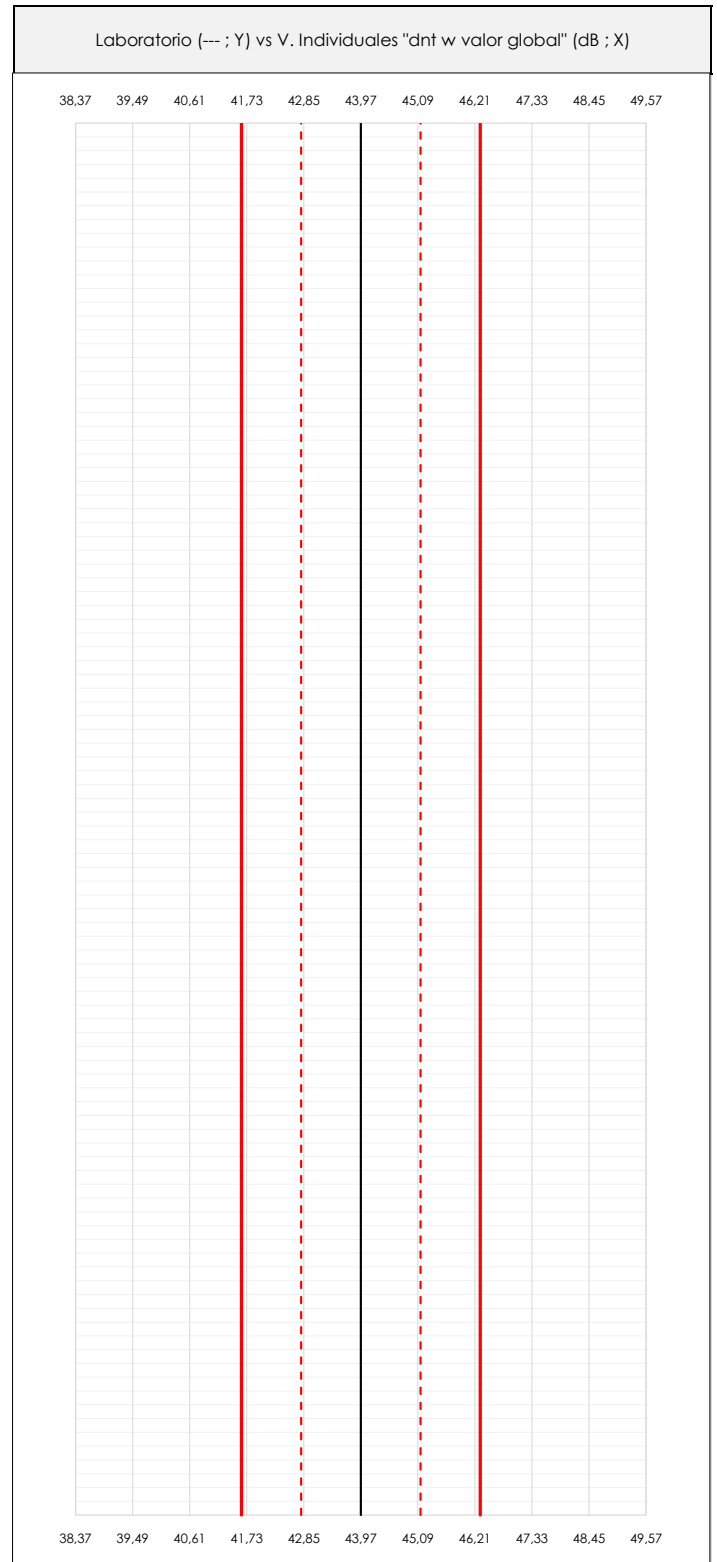
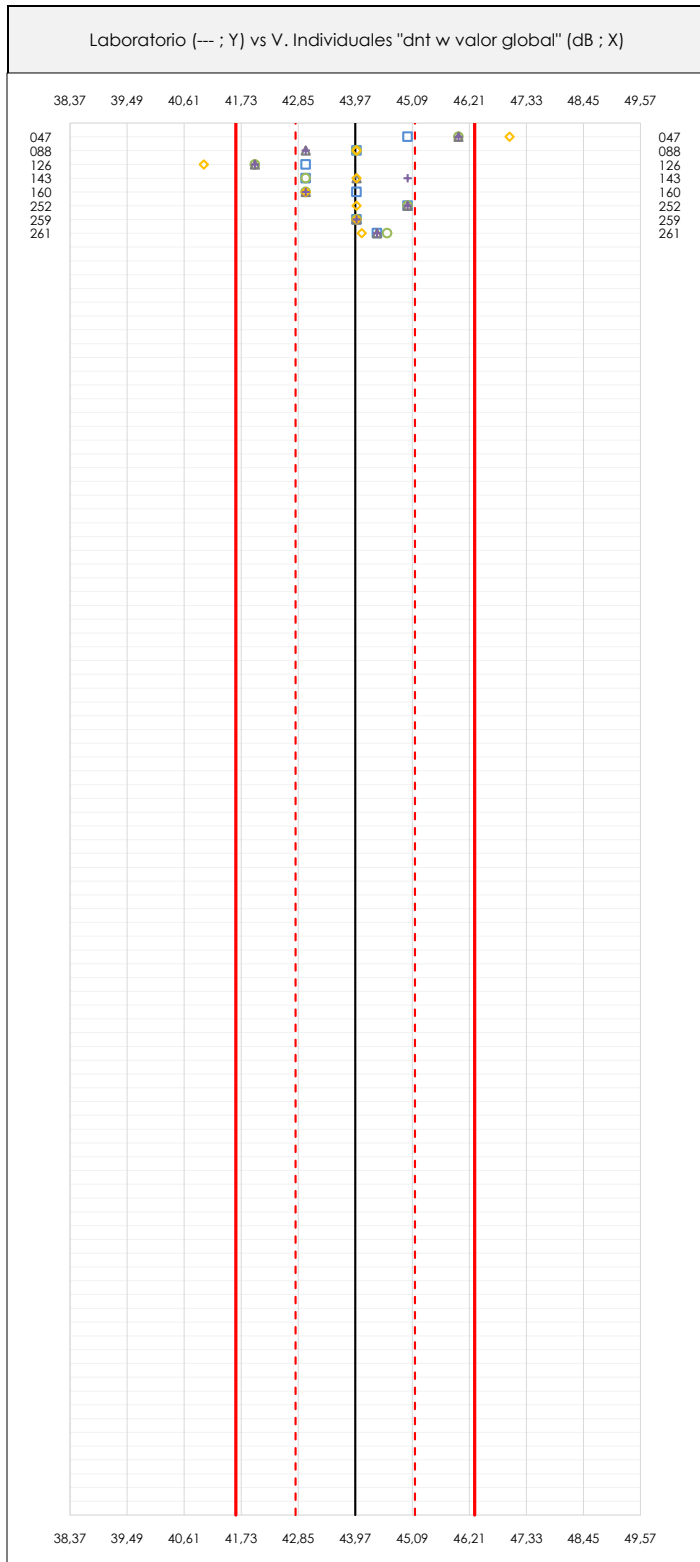
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (43,97 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,14/42,80 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,32/41,63 ; 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.

# DNT W VALOR GLOBAL (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 (43,97 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,14/42,80 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,32/41,63 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) se representa con un cuadrado azul, el segundo ( $X_{i,2}$ ) con un círculo verde, el tercero ( $X_{i,3}$ ) con un triángulo gris y el cuarto ( $X_{i,4}$ ) con un rombo amarillo.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT W VALOR GLOBAL (dB)****Análisis A. Estudio pre-estadístico**

## Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i\text{arit}}\%$	Pasa A	Observaciones
47	45,00	46,00	46,00	47,00	46,00	46,00	0,707	4,61	✓	
88	44,00	44,00	43,00	44,00	43,00	43,60	0,548	-0,85	✓	
126	43,00	42,00	42,00	41,00	42,00	42,00	0,707	-4,49	✓	
143	43,00	43,00	44,00	44,00	45,00	43,80	0,837	-0,39	✓	
160	44,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,20	0,447	-1,76	✓	
252	45,00	45,00	45,00	44,00	45,00	44,80	0,447	1,88	✓	
259	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	0,06	✓	
261	44,40	44,60	44,40	44,10	44,40	44,38	0,179	0,93	✓	

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> " $S_{Li}$ " 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.

<sup>03</sup> 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.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

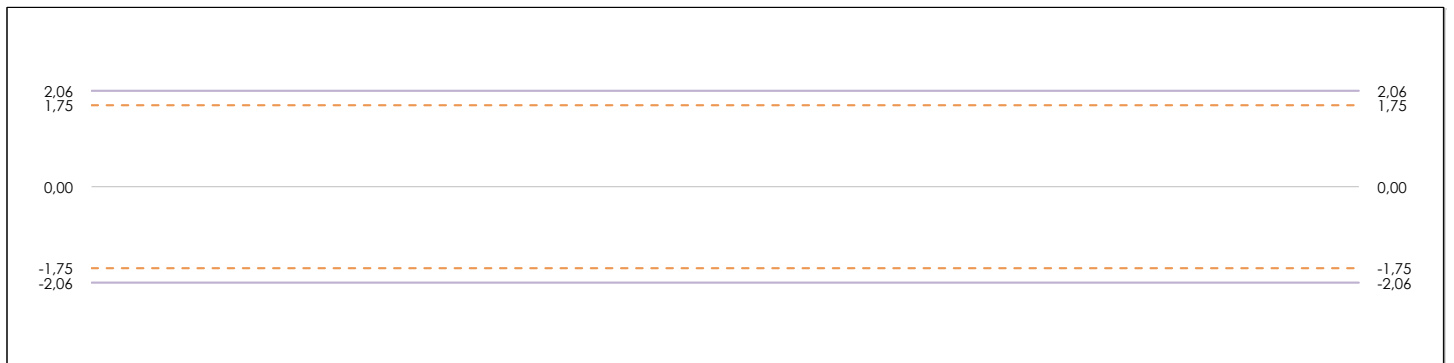
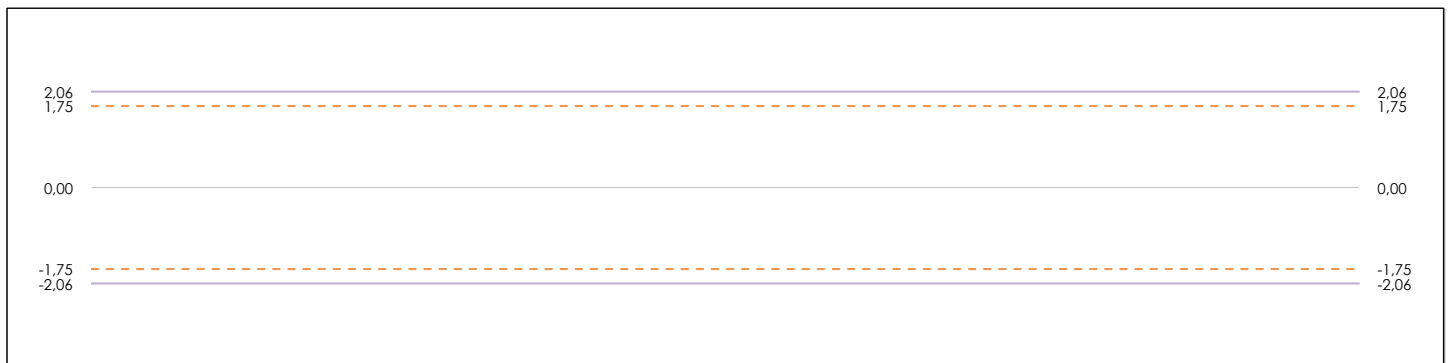
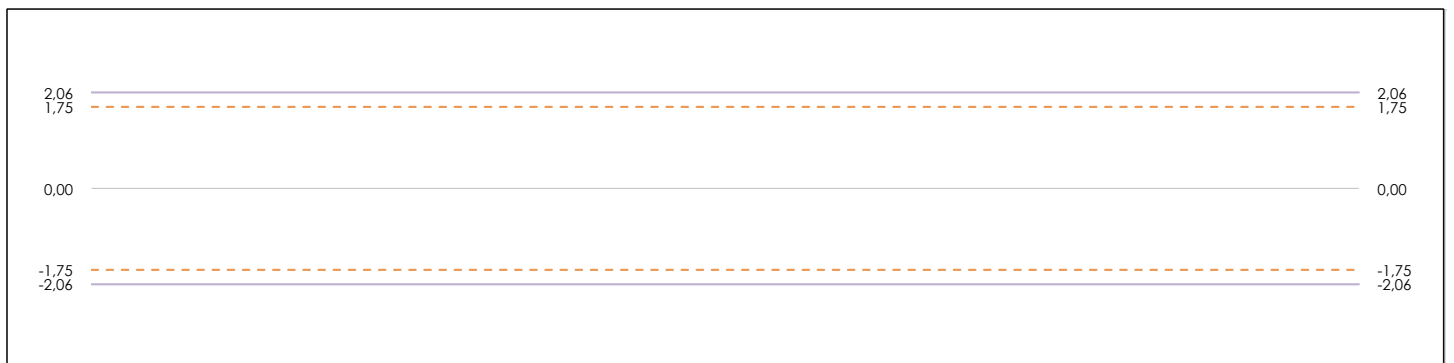
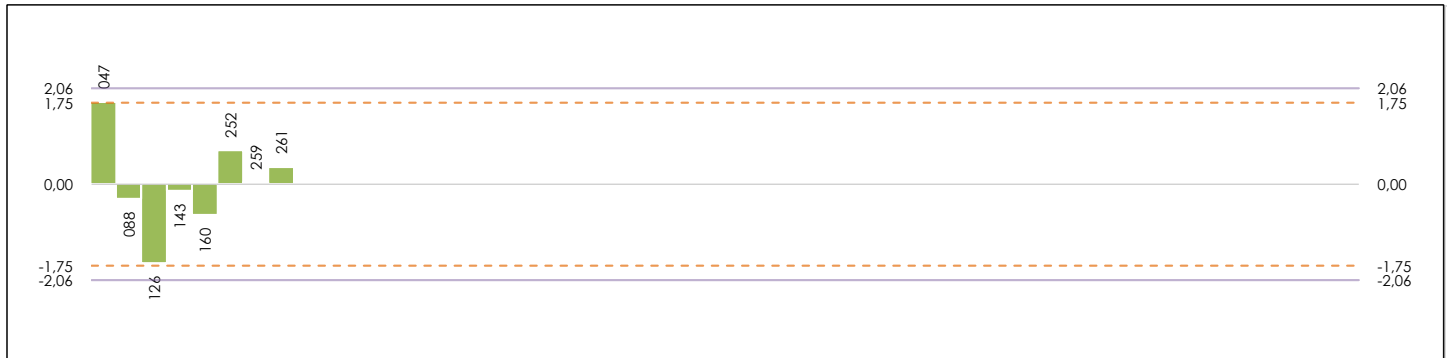
[máximo]

[mínimo]

## DNT W VALOR GLOBAL (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

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



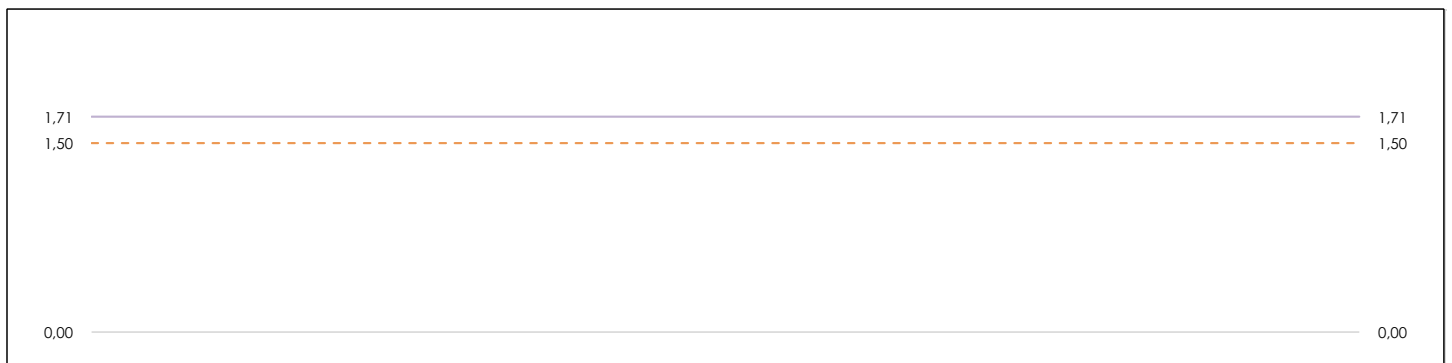
#### ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS

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

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

**DNT W VALOR GLOBAL (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.



## DNT W VALOR GLOBAL (dB)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	h <sub>i</sub>	k <sub>i</sub>	C <sub>i</sub>	G <sub>sim Inf</sub>	G <sub>sim Sup</sub>	G <sub>Dob Inf</sub>	G <sub>Dob Sup</sub>	Pasa B
47	45,00	46,000	46,000	47,000	46,000	46,000	0,707	4,61	1,73	1,28			1,730		0,3602	✓
88	44,00	44,000	43,000	44,000	43,000	43,600	0,548	-0,85	-0,32	0,99						✓
126	43,00	42,000	42,000	41,000	42,000	42,000	0,707	-4,49	-1,68	1,28		1,683		0,4029		✓
143	43,00	43,000	44,000	44,000	45,000	43,800	0,837	-0,39	-0,15	1,52*	0,288					✓
160	44,00	43,000	43,000	43,000	43,000	43,200	0,447	-1,76	-0,66	0,81				0,4029		✓
252	45,00	45,000	45,000	44,000	45,000	44,800	0,447	1,88	0,71	0,81					0,3602	✓
259	44,00	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	0,000	0,06	0,02	0,00						✓
261	44,40	44,600	44,400	44,100	44,400	44,380	0,179	0,93	0,35	0,32						✓

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i arit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media airtmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> "h<sub>i</sub> y k<sub>i</sub>", "C<sub>i</sub>", "G<sub>sim</sub> y G<sub>Dob</sub>" hacen referencia a los estadísticos de Mandel, Cochran y Grubbs, respectivamente, obtenidos para cada laboratorio en función de los resultados aportados.

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

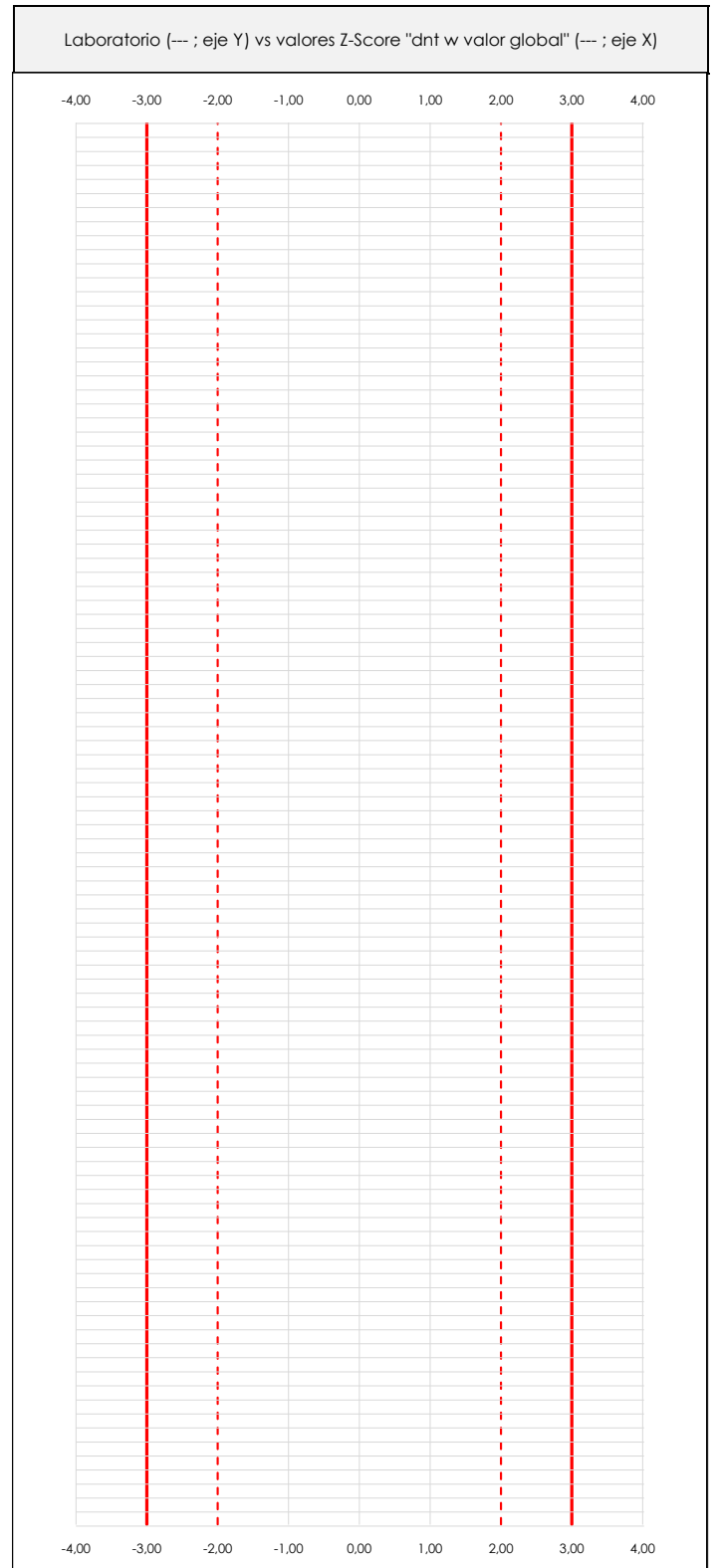
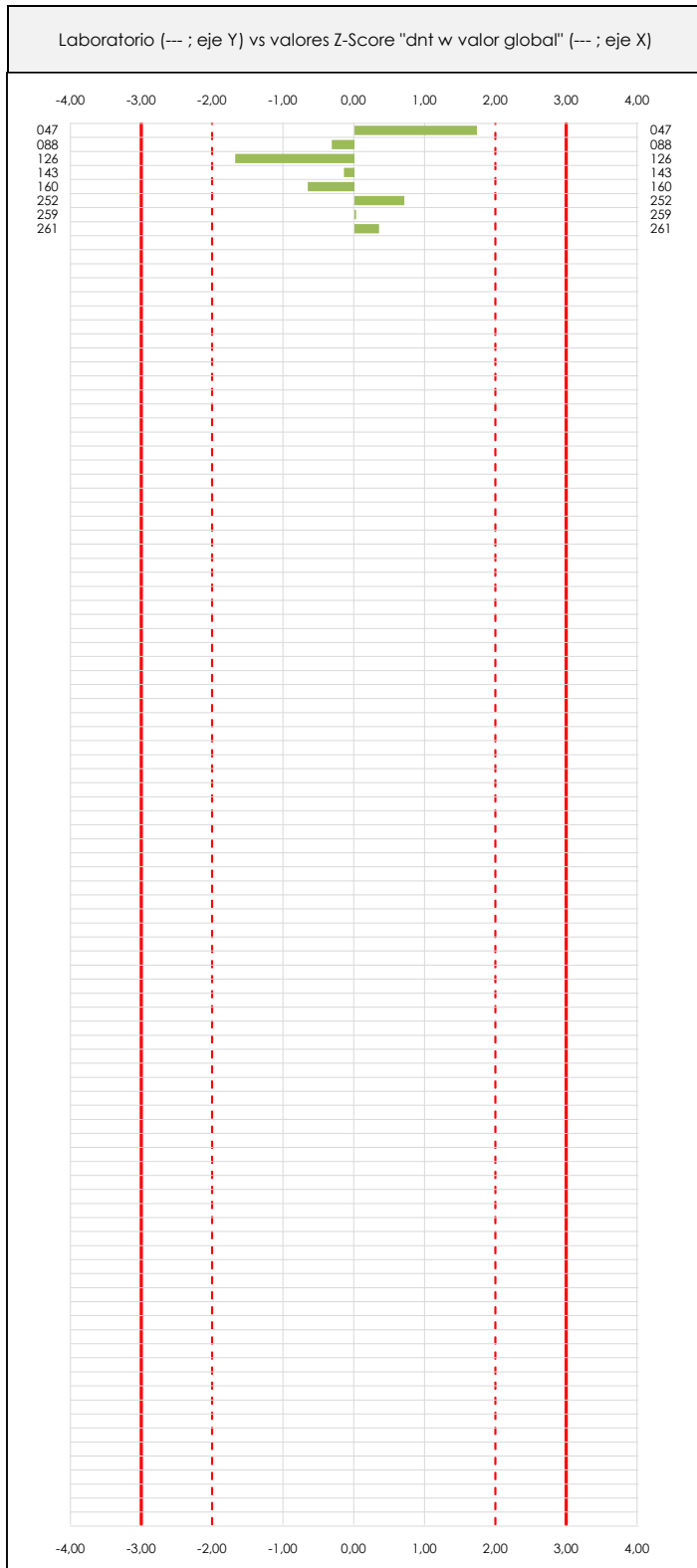
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



## DNT W VALOR GLOBAL (dB)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

#### Apartado C.1. Análisis gráfico Altman Z-Score



#### ANÁLISIS GRÁFICO Z-SCORE

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

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



# DNT W VALOR GLOBAL (dB)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	X <sub>i4</sub>	X <sub>i5</sub>	$\bar{X}_{i\text{crit}}$	S <sub>L1</sub>	D <sub>i crit</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
47	45,00	46,00	46,00	47,00	46,00	46,00	0,707	4,61	✓	✓	✓			1,730	S
88	44,00	44,00	43,00	44,00	43,00	43,60	0,548	-0,85	✓	✓	✓			-0,318	S
126	43,00	42,00	42,00	41,00	42,00	42,00	0,707	-4,49	✓	✓	✓			-1,683	S
143	43,00	43,00	44,00	44,00	45,00	43,80	0,837	-0,39	✓	✓	✓			-0,147	S
160	44,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,20	0,447	-1,76	✓	✓	✓			-0,659	S
252	45,00	45,00	45,00	44,00	45,00	44,80	0,447	1,88	✓	✓	✓			0,706	S
259	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	0,06	✓	✓	✓			0,023	S
261	44,40	44,60	44,40	44,10	44,40	44,38	0,179	0,93	✓	✓	✓			0,348	S

**NOTAS:**

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

<sup>02</sup> "S<sub>L1</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>i crit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<sup>03</sup> 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].

<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

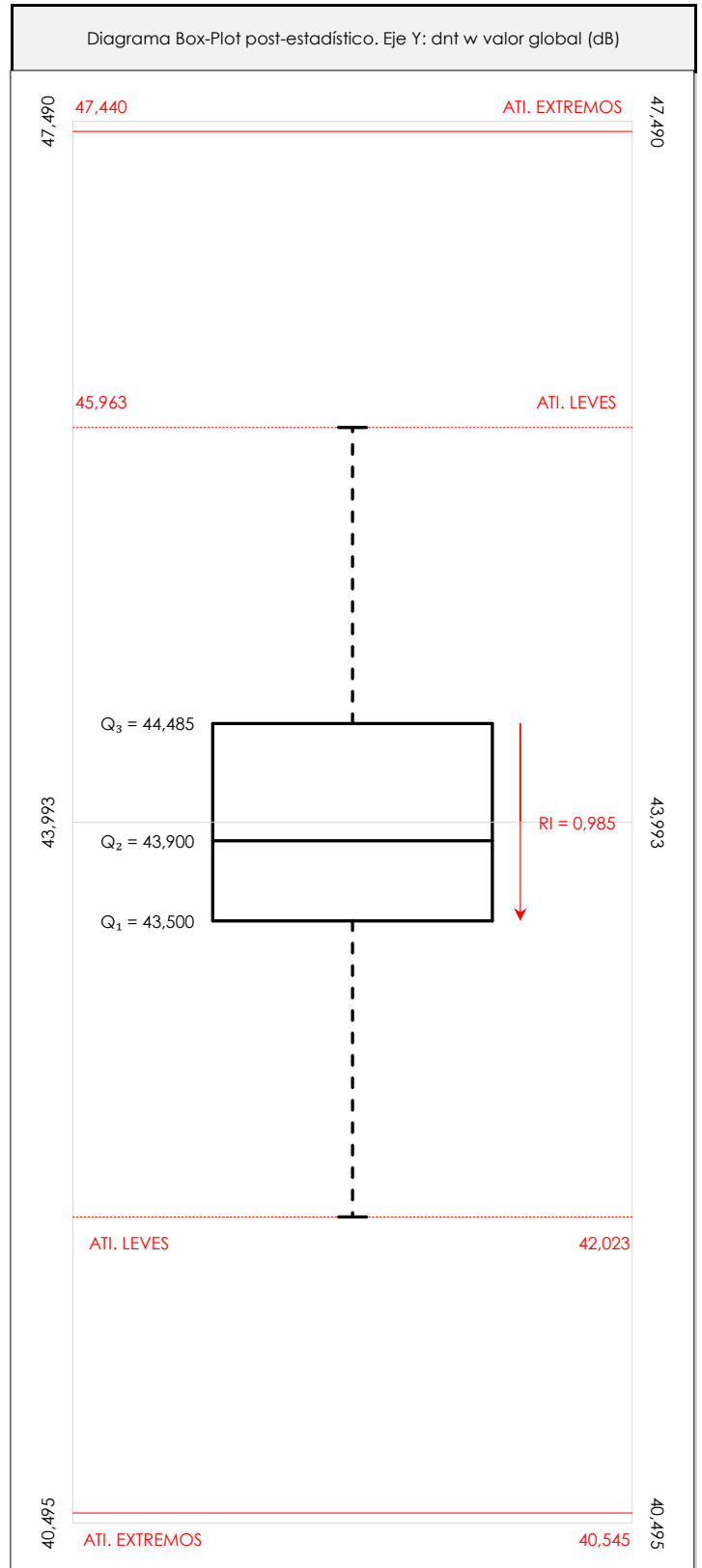
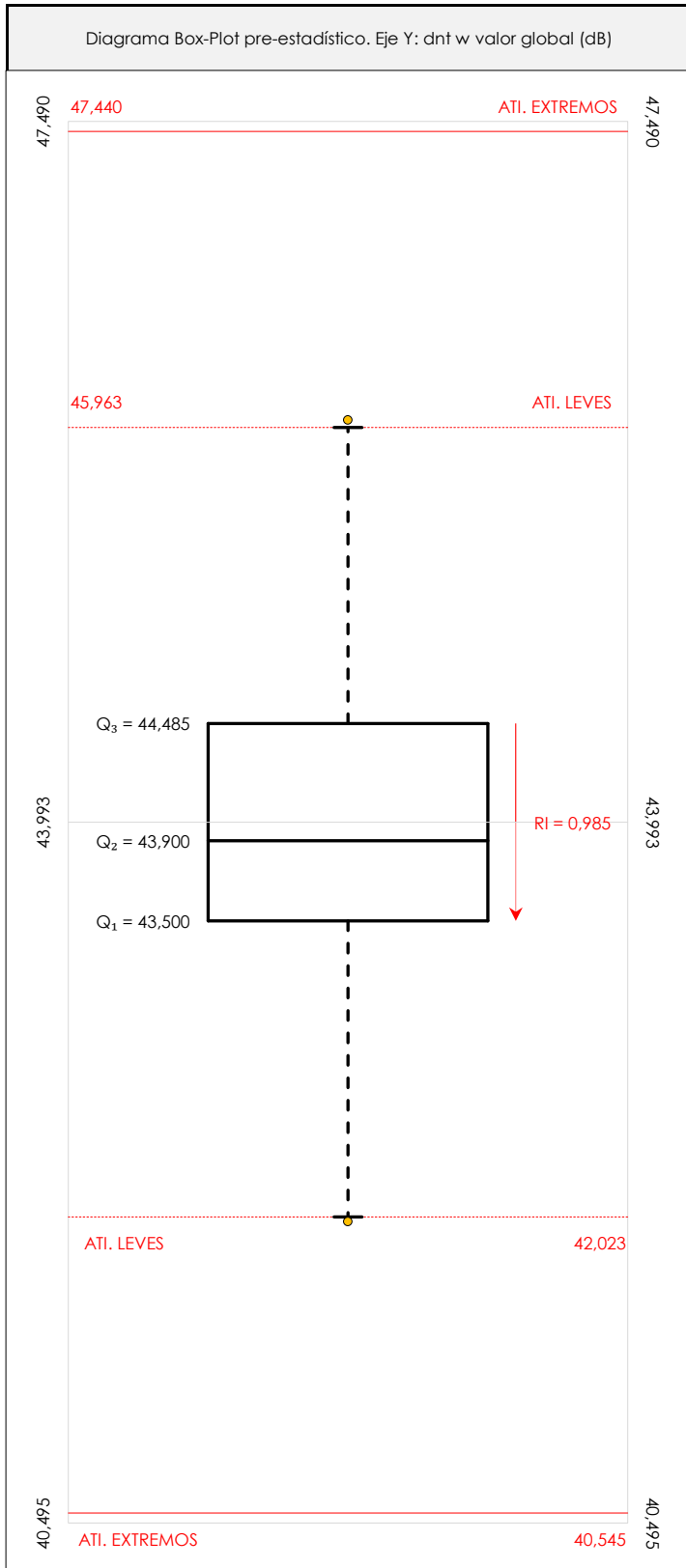
[dudoso]

[insatisfactorio]

## DNT W VALOR GLOBAL (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<sub>1</sub> ; 25% de los datos), el segundo cuartil o la mediana (Q<sub>2</sub> ; 50% de los datos), el tercer cuartil (Q<sub>3</sub> ; 75% de los datos), el rango intercuartílico (RI ; cuartil tres menos cuartil uno) y los límites de valores atípicos leves (f<sub>3</sub> y f<sub>1</sub> para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas discontinuas de color rojo) y extremos (f<sub>3</sub>\* y f<sub>1</sub>\* para el máximo y mínimo respectivamente ; líneas continuas de color rojo).

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT W VALOR GLOBAL (dB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA22 para el ensayo "DNT W VALOR GLOBAL", ha contado con la participación de un total de 8 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	45,00	46,00	46,00	47,00	46,00	46,00	45,00	46,00	46,00	47,00	46,00	46,00
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	43,00	42,00	42,00	41,00	42,00	42,00	43,00	42,00	42,00	41,00	42,00	42,00
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	44,05	43,95	43,93	43,89	44,05	43,97	44,05	43,95	43,93	43,89	44,05	43,97
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	0,77	1,27	1,26	1,64	1,32	1,17	0,77	1,27	1,26	1,64	1,32	1,17
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03	0,03
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		
<b>Valor Calculado</b>	0,304	1,528	1,313	1,617	3,525	0,304	1,528	1,313	1,617	3,525		
<b>Valor Referencia</b>												

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
<b>Nivel de Significación 1%</b>	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563	2,06	1,71	0,463	2,274	0,0563
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101	1,75	1,50	0,391	2,126	0,1101

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 8 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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