

**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

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

AISLAMIENTO ACÚSTICO AEREO ENTRE LOCALES- ZONA 08

**CICE**Comité de Infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 100 HZ (DBA)****Introducción**

## Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "AISLAMIENTO ACÚSTICO AEREO ENTRE LOCALES" está basado en los protocolos EILA20 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.

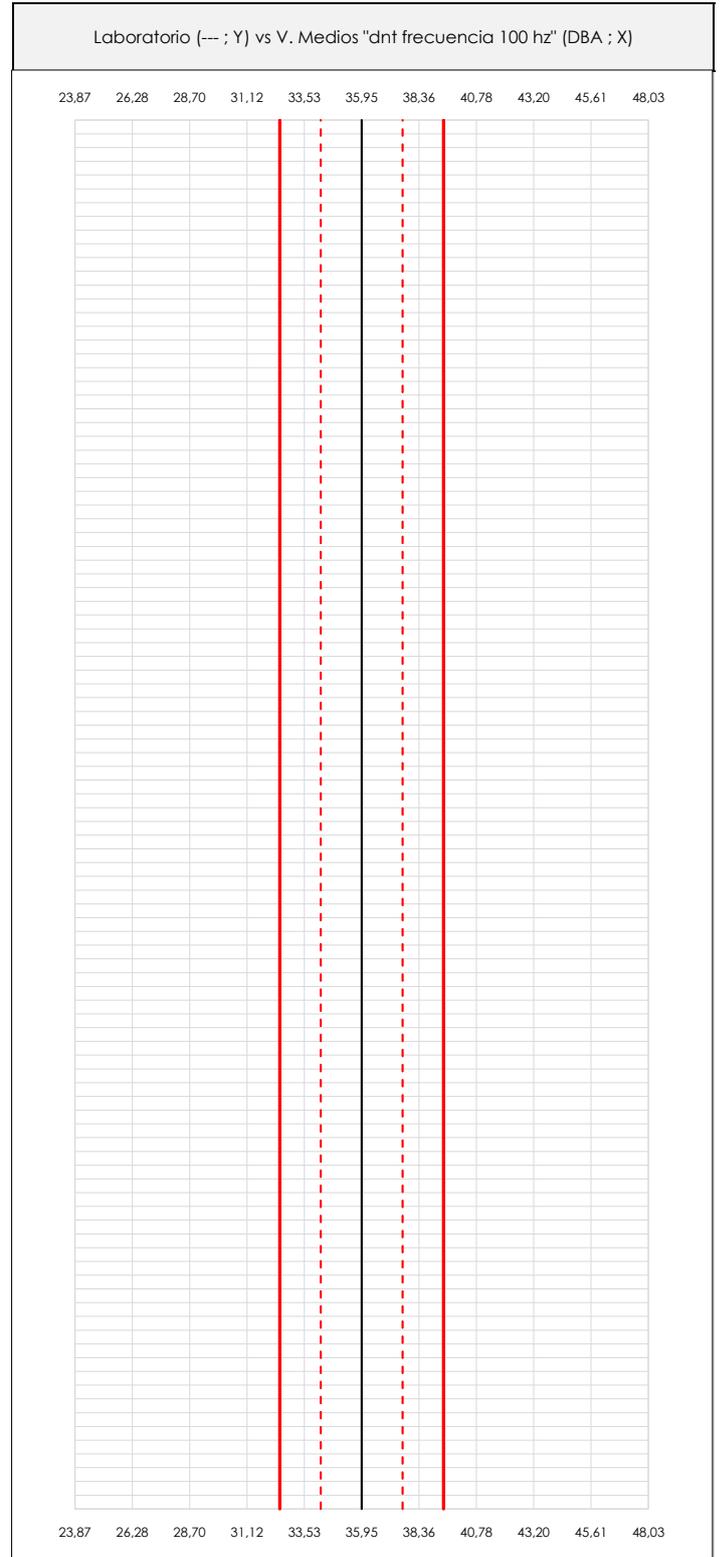
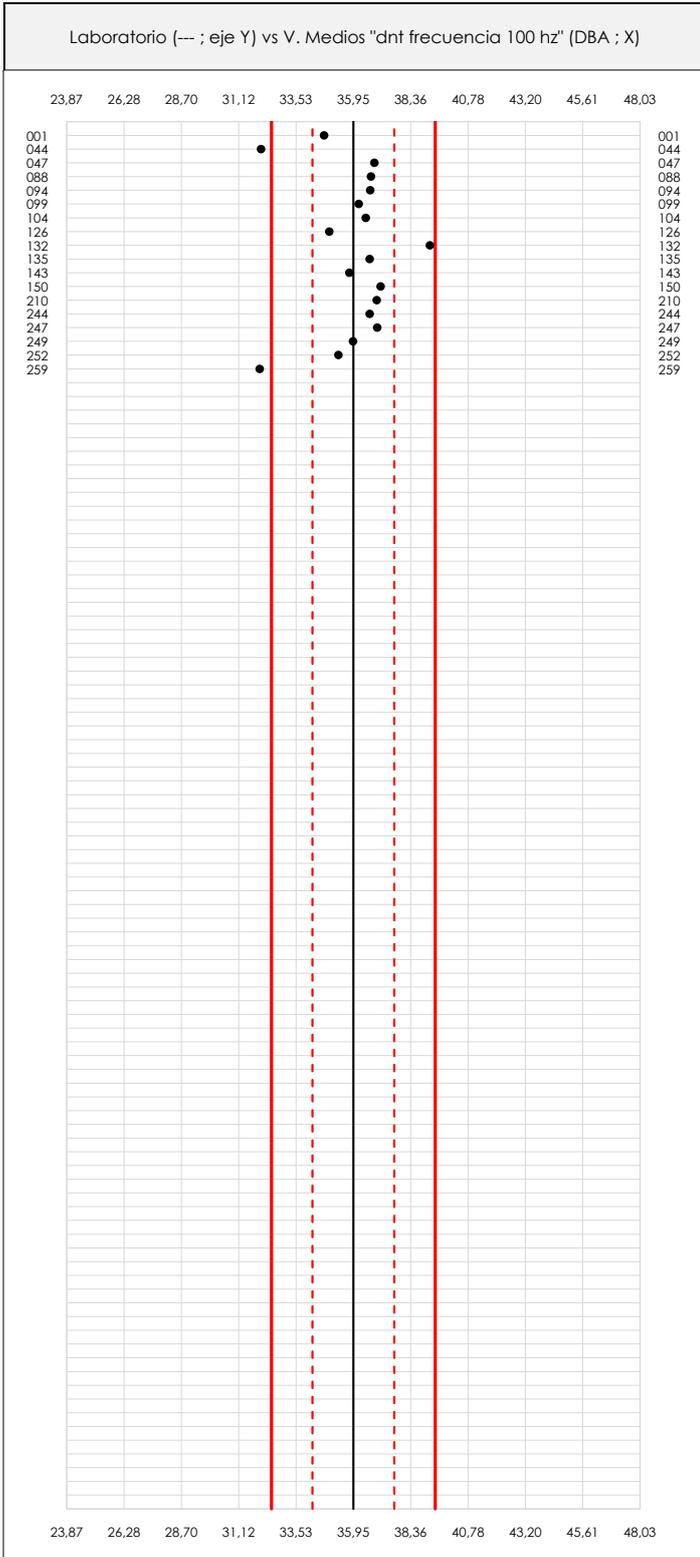
**04. Análisis D: Estudio post-estadístico.** Una vez superados los tres análisis anteriores, haremos un último barrido de los datos para ver como quedan los resultados de los laboratorios implicados mediante los diagramas "Box-Plot" o de caja y bigotes antes y después de llevar a cabo los descartes.



# DNT FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

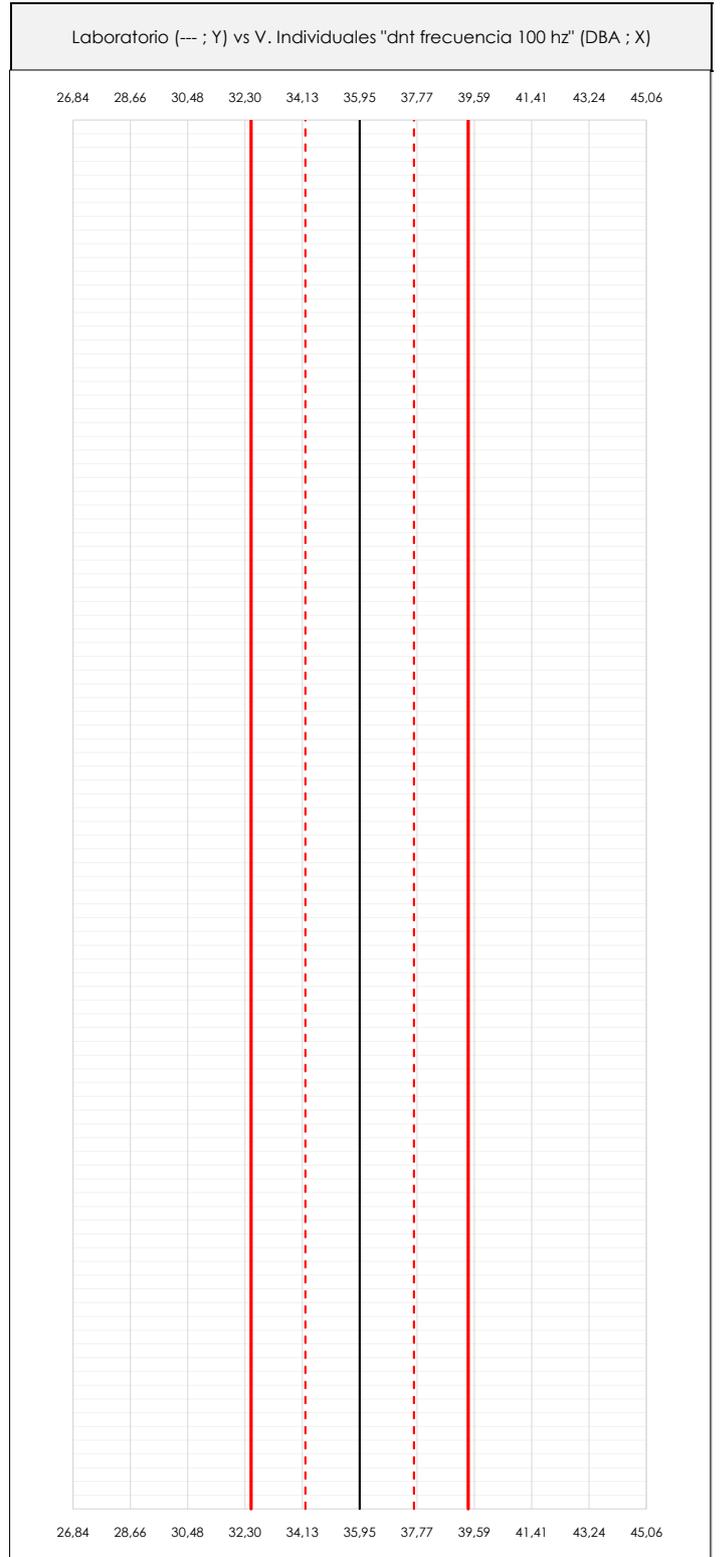
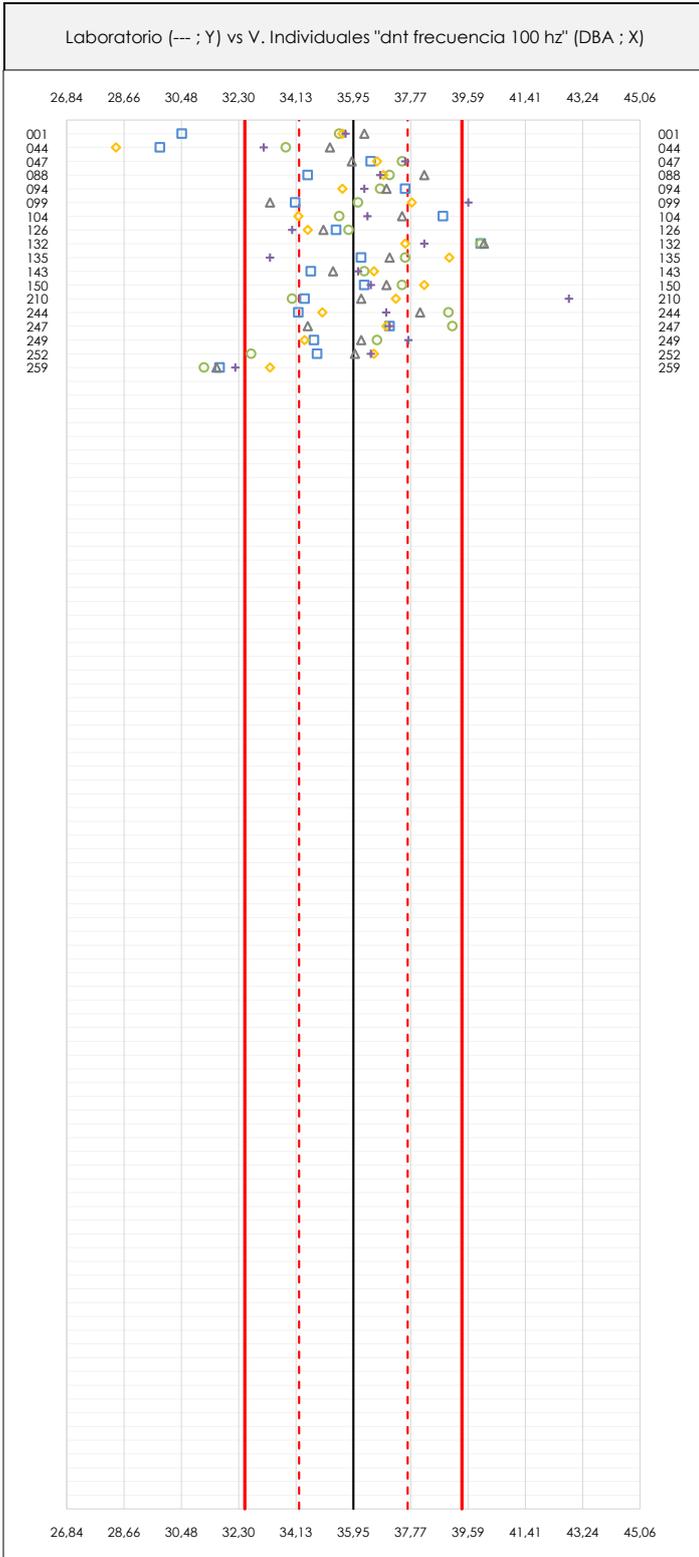
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,95 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,67/34,22 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,40/32,50 ; 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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

## 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 (35,95 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,67/34,22 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,40/32,50 ; 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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)****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
01	30,50	35,50	36,30	35,60	35,70	34,72	2,379	-3,42	✓	
44	29,80	33,80	35,20	28,40	33,10	32,06	2,849	-10,82	✓	
47	36,50	37,50	35,90	36,70	37,60	36,84	0,713	2,48	✓	
88	34,50	37,10	38,20	36,90	36,80	36,70	1,351	2,09	✓	
94	37,60	36,80	37,00	35,60	36,30	36,66	0,754	1,98	✓	
99	34,10	36,10	33,30	37,80	39,60	36,18	2,596	0,64	✓	
104	38,80	35,50	37,50	34,20	36,40	36,48	1,774	1,48	✓	
126	35,40	35,80	35,00	34,50	34,00	34,94	0,713	-2,81	✓	
132	40,00	40,00	40,10	37,60	38,20	39,18	1,188	8,99	✓	
135	36,20	37,60	37,10	39,00	33,30	36,64	2,124	1,92	✓	
143	34,60	36,30	35,30	36,60	36,10	35,78	0,817	-0,47	✓	
150	36,30	37,50	37,00	38,20	36,50	37,10	0,771	3,20	✓	
210	34,40	34,00	36,20	37,30	42,80	36,94	3,539	2,76	✓	
244	34,20	38,97	38,07	34,96	37,00	36,64	2,024	1,92	✓	
247	37,10	39,10	34,50	37,00	37,10	36,96	1,633	2,81	✓	
249	34,70	36,70	36,20	34,40	37,70	35,94	1,383	-0,02	✓	
252	34,80	32,70	36,00	36,60	36,50	35,32	1,630	-1,75	✓	
259	31,70	31,20	31,60	33,30	32,20	32,00	0,809	-10,98	✓	

**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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

### 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
0,71	30,500	35,500	36,300	35,600	35,700	34,720	2,379	-4,11	-1,96*	1,48	0,187	1,955		0,4084		✓
44	29,80	33,800	35,200	28,400	33,100	32,060	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
47	36,50	37,500	35,900	36,700	37,600	36,840	0,713	1,75	0,83	0,44						✓
88	34,50	37,100	38,200	36,900	36,800	36,700	1,351	1,36	0,65	0,84						✓
94	37,60	36,800	37,000	35,600	36,300	36,660	0,754	1,25	0,60	0,47						✓
99	34,10	36,100	33,300	37,800	39,600	36,180	2,596	-0,07	-0,04	1,62*	0,187					✓
104	38,80	35,500	37,500	34,200	36,400	36,480	1,774	0,75	0,36	1,11						✓
126	35,40	35,800	35,000	34,500	34,000	34,940	0,713	-3,50	-1,67	0,44				0,4084		✓
132	40,00	40,000	40,100	37,600	38,200	39,180	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
135	36,20	37,600	37,100	39,000	33,300	36,640	2,124	1,20	0,57	1,32						✓
143	34,60	36,300	35,300	36,600	36,100	35,780	0,817	-1,18	-0,56	0,51						✓
150	36,30	37,500	37,000	38,200	36,500	37,100	0,771	2,47	1,17	0,48			1,174		0,7886	✓
210	34,40	34,000	36,200	37,300	42,800	36,940	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
244	34,20	38,971	38,073	34,959	36,996	36,640	2,024	1,20	0,57	1,26						✓
247	37,10	39,100	34,500	37,000	37,100	36,960	1,633	2,08	0,99	1,02					0,7886	✓
249	34,70	36,700	36,200	34,400	37,700	35,940	1,383	-0,74	-0,35	0,86						✓
252	34,80	32,700	36,000	36,600	36,500	35,320	1,630	-2,45	-1,17	1,02						✓
259	31,70	31,200	31,600	33,300	32,200	32,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗

**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:

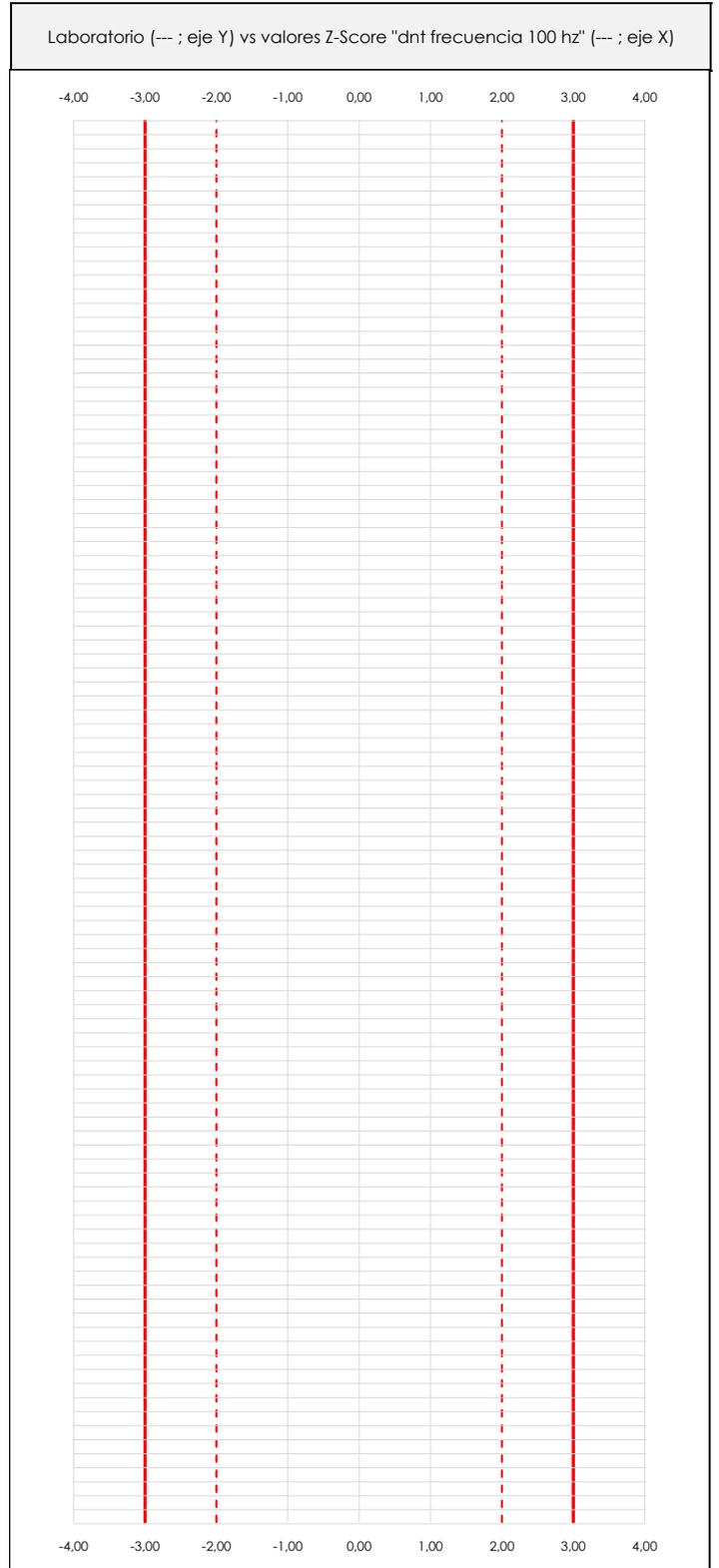
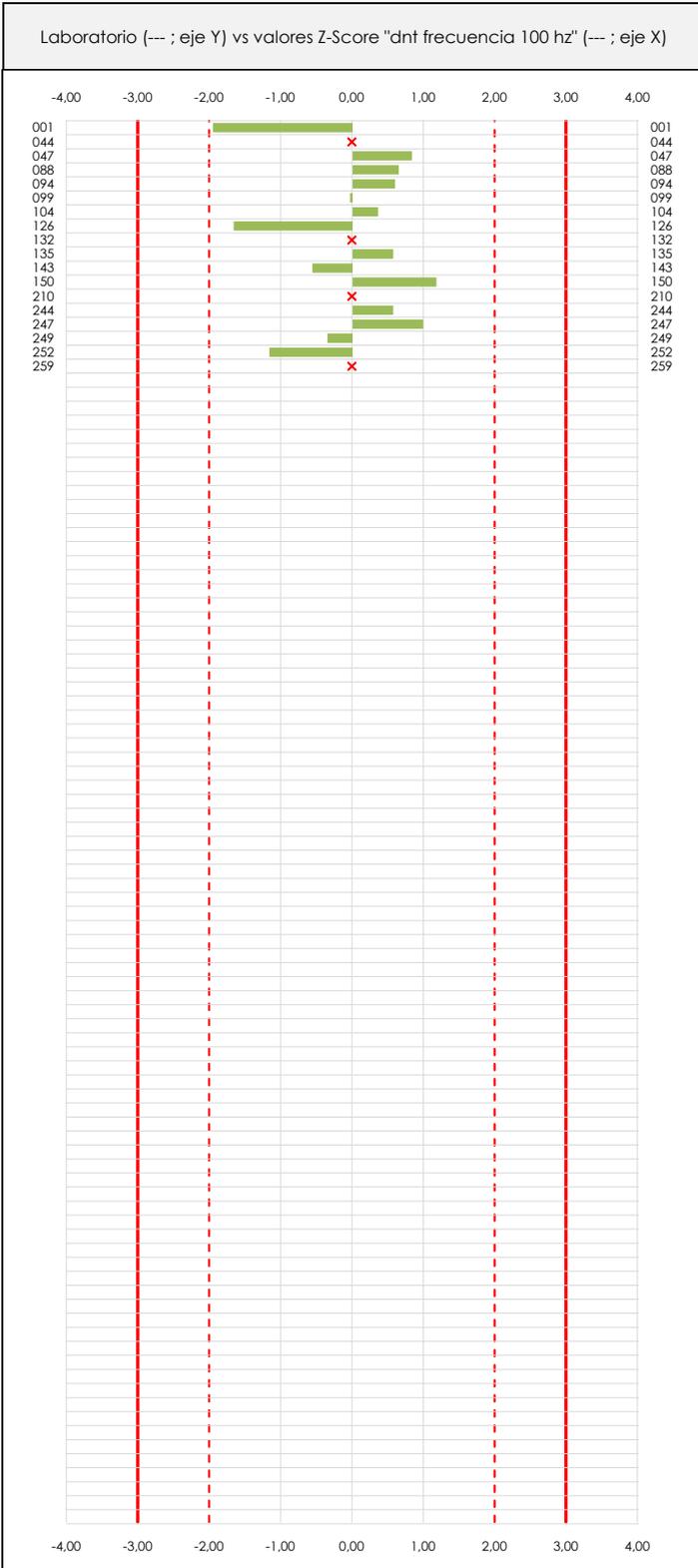
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

## 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
01	30,50	35,50	36,30	35,60	35,70	34,72	2,379	-4,11	✓	✓	✓			-1,955	S
44	29,80	33,80	35,20	28,40	33,10	32,06	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
47	36,50	37,50	35,90	36,70	37,60	36,84	0,713	1,75	✓	✓	✓			0,832	S
88	34,50	37,10	38,20	36,90	36,80	36,70	1,351	1,36	✓	✓	✓			0,648	S
94	37,60	36,80	37,00	35,60	36,30	36,66	0,754	1,25	✓	✓	✓			0,595	S
99	34,10	36,10	33,30	37,80	39,60	36,18	2,596	-0,07	✓	✓	✓			-0,036	S
104	38,80	35,50	37,50	34,20	36,40	36,48	1,774	0,75	✓	✓	✓			0,359	S
126	35,40	35,80	35,00	34,50	34,00	34,94	0,713	-3,50	✓	✓	✓			-1,666	S
132	40,00	40,00	40,10	37,60	38,20	39,18	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
135	36,20	37,60	37,10	39,00	33,30	36,64	2,124	1,20	✓	✓	✓			0,569	S
143	34,60	36,30	35,30	36,60	36,10	35,78	0,817	-1,18	✓	✓	✓			-0,562	S
150	36,30	37,50	37,00	38,20	36,50	37,10	0,771	2,47	✓	✓	✓			1,174	S
210	34,40	34,00	36,20	37,30	42,80	36,94	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
244	34,20	38,97	38,07	34,96	37,00	36,64	2,024	1,20	✓	✓	✓			0,569	S
247	37,10	39,10	34,50	37,00	37,10	36,96	1,633	2,08	✓	✓	✓			0,990	S
249	34,70	36,70	36,20	34,40	37,70	35,94	1,383	-0,74	✓	✓	✓			-0,351	S
252	34,80	32,70	36,00	36,60	36,50	35,32	1,630	-2,45	✓	✓	✓			-1,166	S
259	31,70	31,20	31,60	33,30	32,20	32,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---

**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]

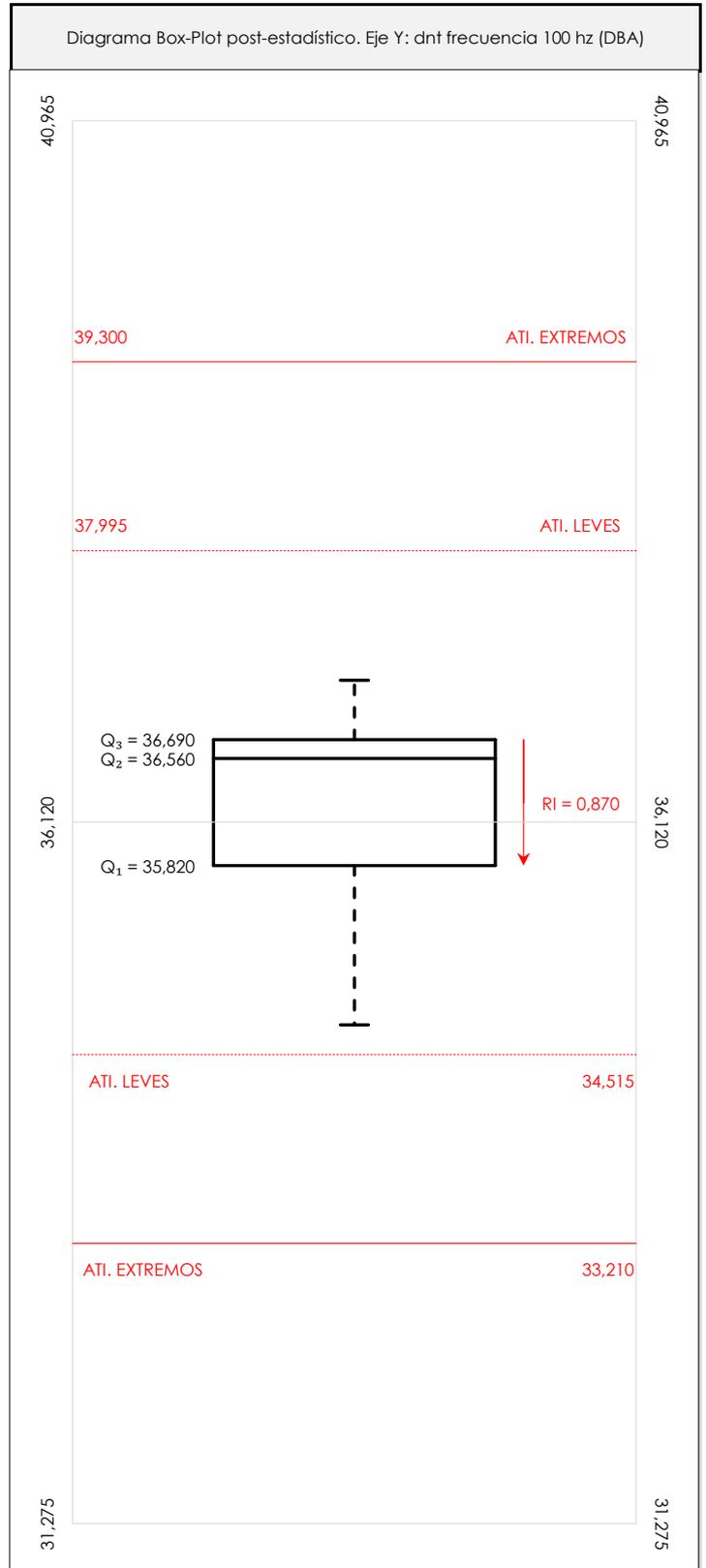
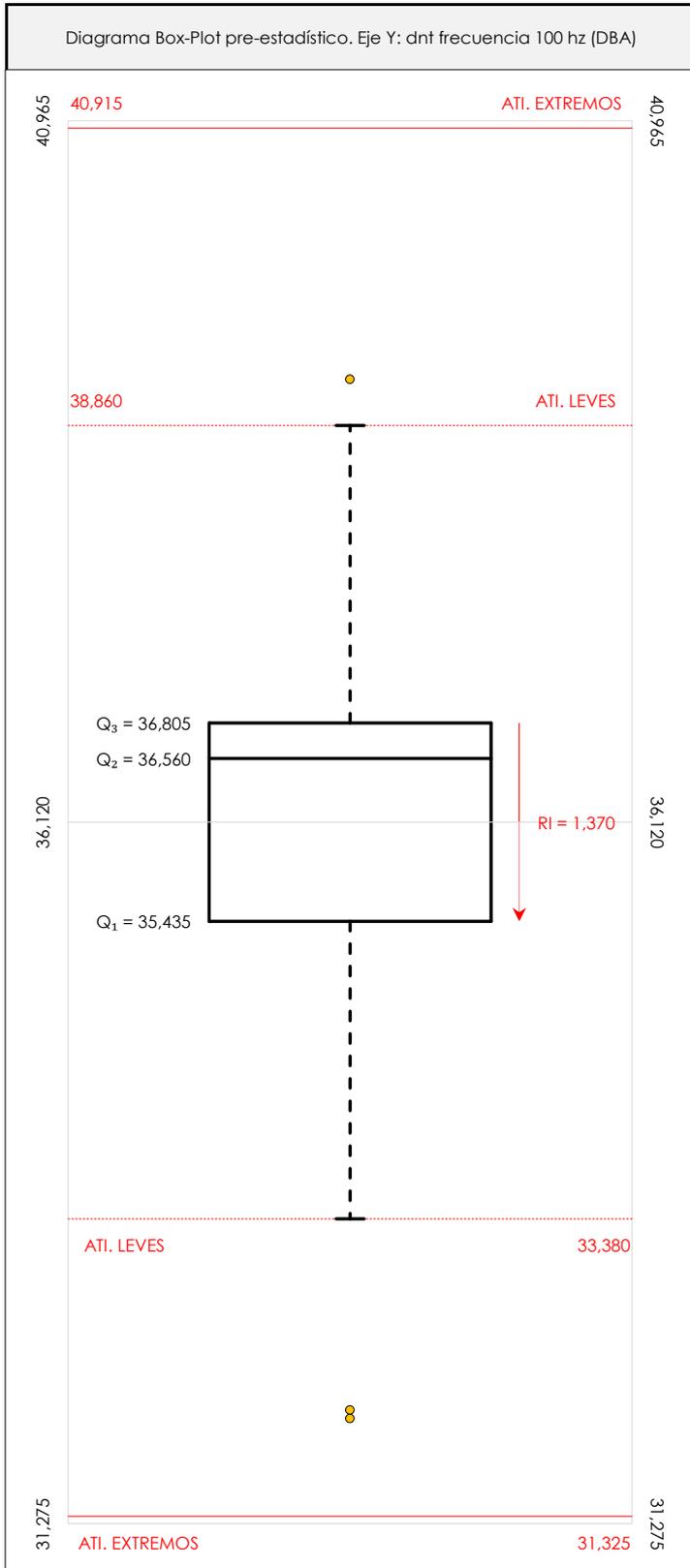
[insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 100 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 100 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 100 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	40,00	40,00	40,10	39,00	42,80	39,18	38,80	39,10	38,20	39,00	39,60	37,10
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	29,80	31,20	31,60	28,40	32,20	32,00	30,50	32,70	33,30	34,20	33,30	34,72
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	35,07	36,23	36,14	35,81	36,49	35,95	35,38	36,66	36,24	36,29	36,47	36,21
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	2,62	2,25	1,91	2,40	2,46	1,73	1,99	1,60	1,39	1,48	1,53	0,76
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,07	0,06	0,05	0,07	0,07	0,05	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,02
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	3,265	5,009	2,323	5,588	6,553		2,576	4,449	0,063	2,639	4,503	
<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>	2,30	1,76	0,249	2,755	0,2280	2,30	1,76	0,304	2,755	0,2280
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,85	1,52	0,209	2,507	0,3112	1,85	1,52	0,255	2,507	0,3112

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 14 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

INSTITUTO  
DE EDIFICACIÓN  
Y  
ACÚSTICA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

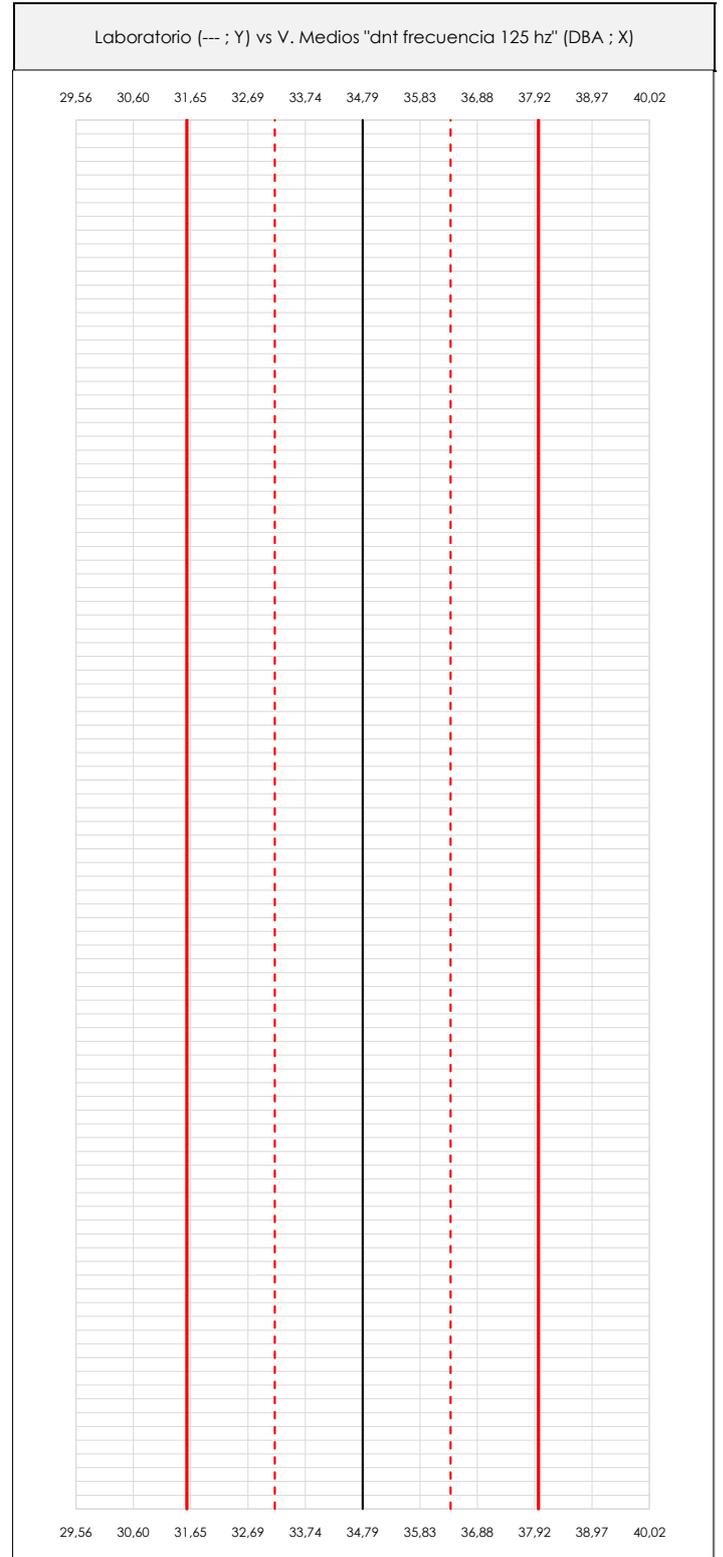
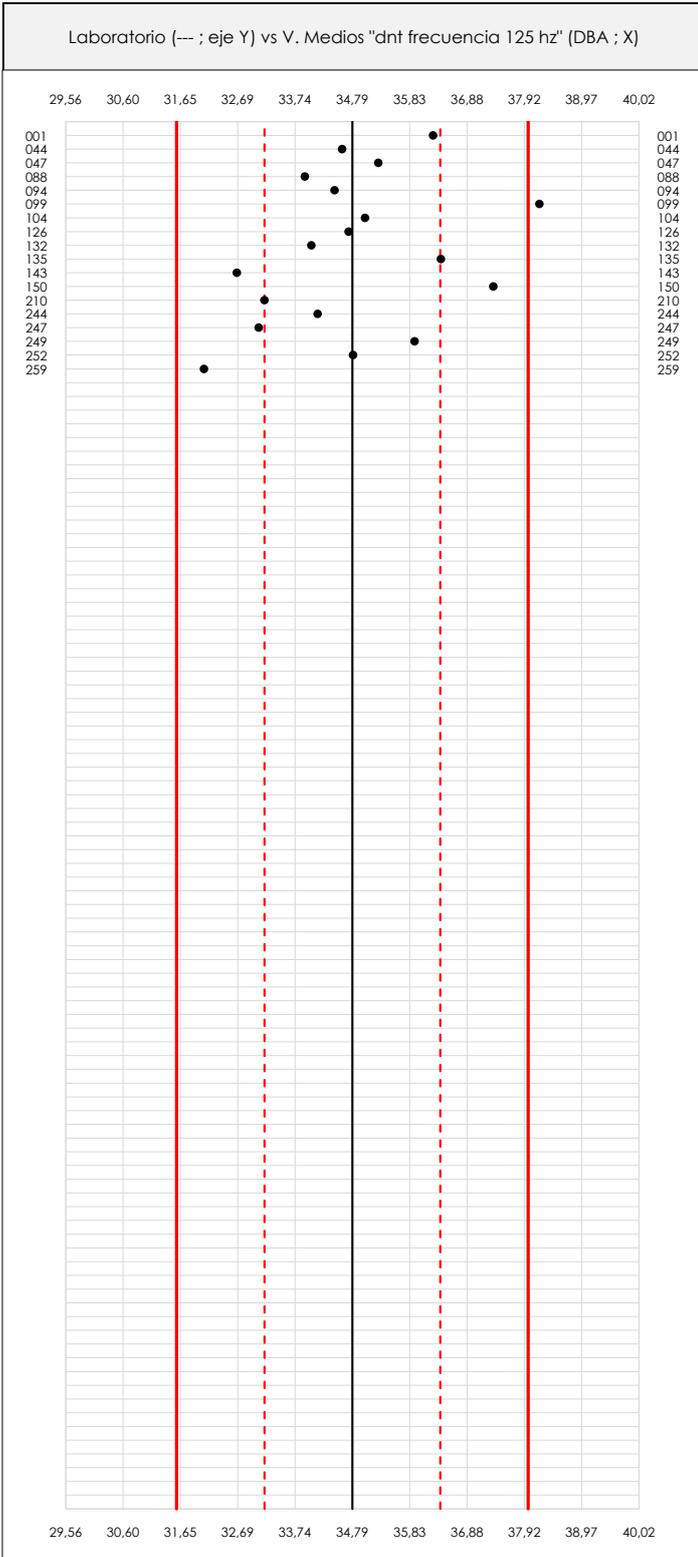
DNT FRECUENCIA 125 HZ



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

## 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 (34,79 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,39/33,18 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,99/31,58 ; líneas rojas de trazo continuo).

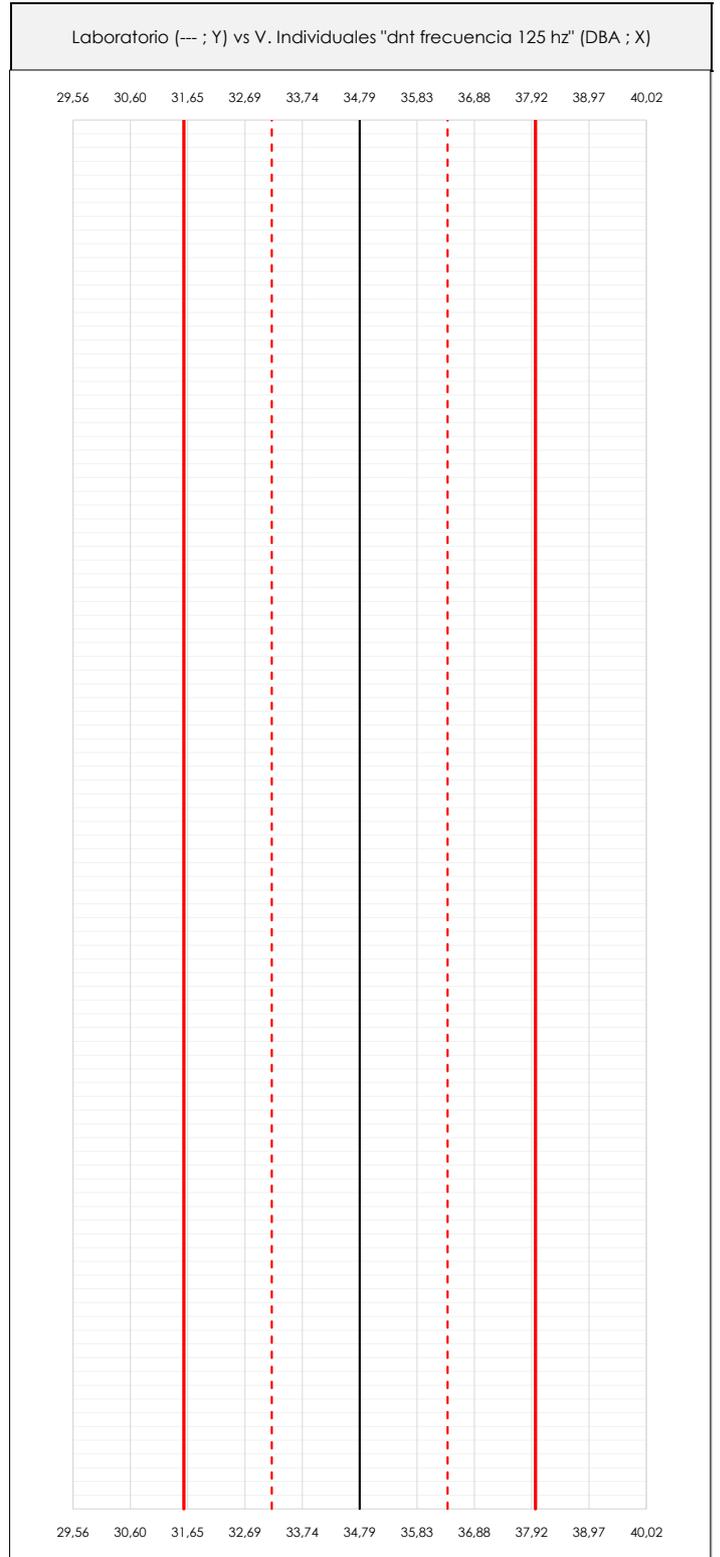
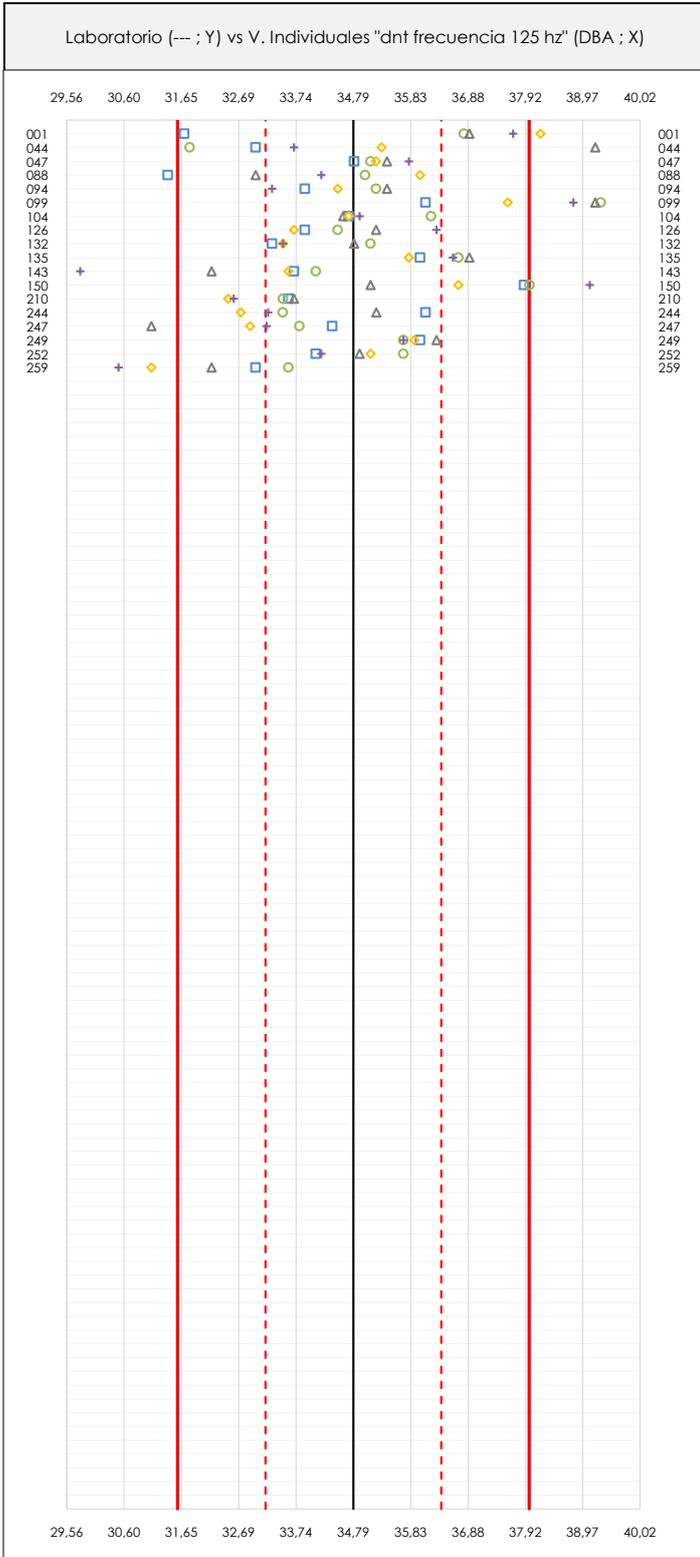
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

## 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 (34,79 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,39/33,18 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,99/31,58 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 125 HZ (DBA)****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
01	31,70	36,80	36,90	38,20	37,70	36,26	2,614	4,24	✓	
44	33,00	31,80	39,20	35,30	33,70	34,60	2,866	-0,53	✓	
47	34,80	35,10	35,40	35,20	35,80	35,26	0,371	1,37	✓	
88	31,40	35,00	33,00	36,00	34,20	33,92	1,787	-2,49	✓	
94	33,90	35,20	35,40	34,50	33,30	34,46	0,879	-0,93	✓	
99	36,10	39,30	39,20	37,60	38,80	38,20	1,355	9,82	✓	
104	34,70	36,20	34,60	34,70	34,90	35,02	0,669	0,68	✓	
126	33,90	34,50	35,20	33,70	36,30	34,72	1,059	-0,19	✓	
132	33,30	35,10	34,80	33,50	33,50	34,04	0,841	-2,14	✓	
135	36,00	36,70	36,90	35,80	36,60	36,40	0,474	4,64	✓	
143	33,70	34,10	32,20	33,60	29,80	32,68	1,763	-6,05	✓	
150	37,90	38,00	35,10	36,70	39,10	37,36	1,522	7,40	✓	
210	33,60	33,50	33,70	32,50	32,60	33,18	0,581	-4,61	✓	
244	36,10	33,49	35,21	32,73	33,23	34,15	1,433	-1,82	✓	
247	34,40	33,80	31,10	32,90	33,20	33,08	1,248	-4,90	✓	
249	36,00	35,70	36,30	35,90	35,70	35,92	0,249	3,26	✓	
252	34,10	35,70	34,90	35,10	34,20	34,80	0,663	0,04	✓	
259	33,00	33,60	32,20	31,10	30,50	32,08	1,287	-7,78	✓	

**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 FRECUENCIA 125 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

### 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	
0,71	31,700	36,800	36,900	38,200	37,700	36,260	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	33,00	31,800	39,200	35,300	33,700	34,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
47	34,80	35,100	35,400	35,200	35,800	35,260	0,371	2,29	0,55	0,34							✓
88	31,40	35,000	33,000	36,000	34,200	33,920	1,787	-1,60	-0,39	1,62*	0,176						✓
94	33,90	35,200	35,400	34,500	33,300	34,460	0,879	-0,03	-0,01	0,80							✓
99	36,10	39,300	39,200	37,600	38,800	38,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	34,70	36,200	34,600	34,700	34,900	35,020	0,669	1,59	0,39	0,61							✓
126	33,90	34,500	35,200	33,700	36,300	34,720	1,059	0,72	0,17	0,96							✓
132	33,30	35,100	34,800	33,500	33,500	34,040	0,841	-1,25	-0,30	0,77							✓
135	36,00	36,700	36,900	35,800	36,600	36,400	0,474	5,59	1,35	0,43					0,5120		✓
143	33,70	34,100	32,200	33,600	29,800	32,680	1,763	-5,20	-1,26	1,60*	0,176			0,6380			✓
150	37,90	38,000	35,100	36,700	39,100	37,360	1,522	8,38	2,03*	1,38	0,176		2,029		0,5120		✓
210	33,60	33,500	33,700	32,500	32,600	33,180	0,581	-3,75	-0,91	0,53							✓
244	36,10	33,494	35,206	32,730	33,229	34,152	1,433	-0,93	-0,22	1,30							✓
247	34,40	33,800	31,100	32,900	33,200	33,080	1,248	-4,04	-0,98	1,13							✓
249	36,00	35,700	36,300	35,900	35,700	35,920	0,249	4,20	1,02	0,23							✓
252	34,10	35,700	34,900	35,100	34,200	34,800	0,663	0,95	0,23	0,60							✓
259	33,00	33,600	32,200	31,100	30,500	32,080	1,287	-6,94	-1,68	1,17		1,680		0,6380			✓

**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:

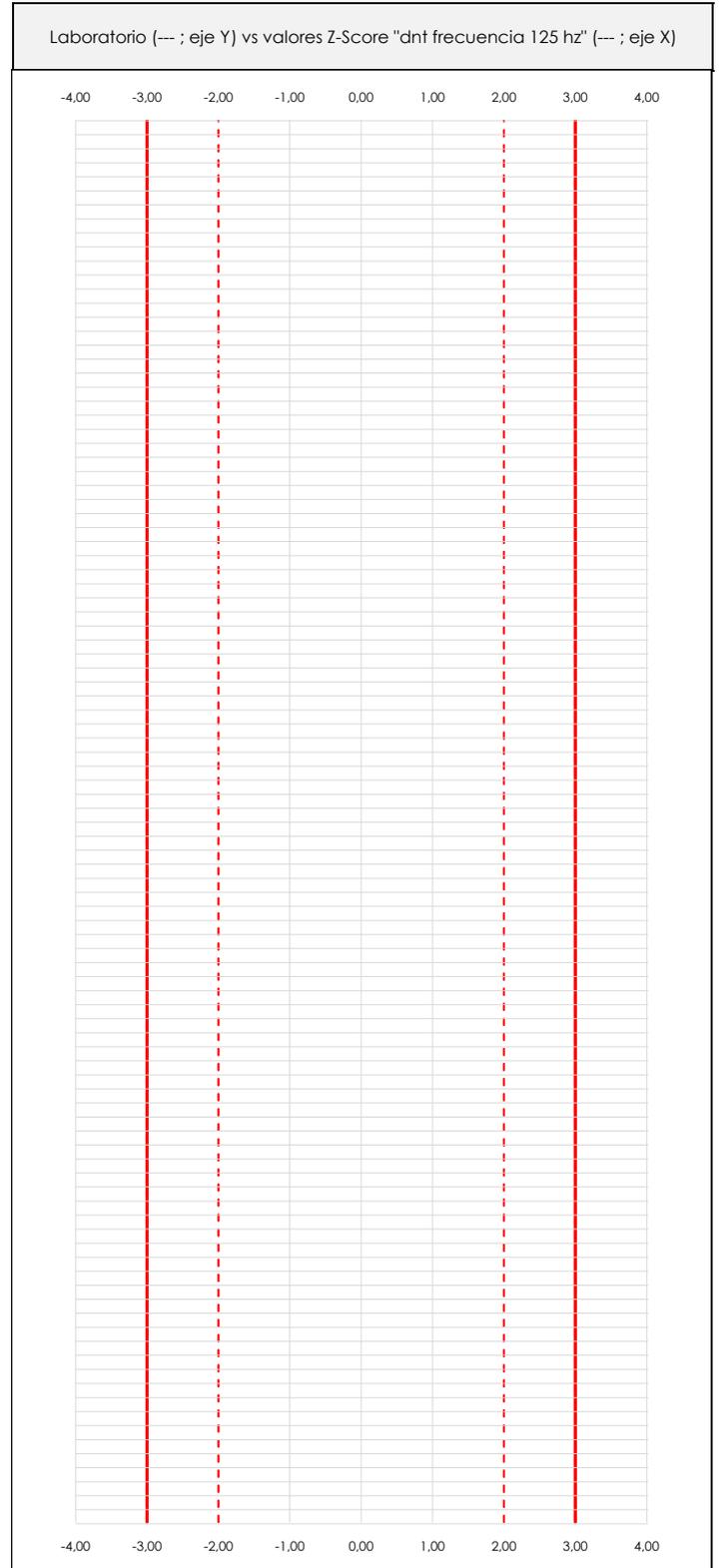
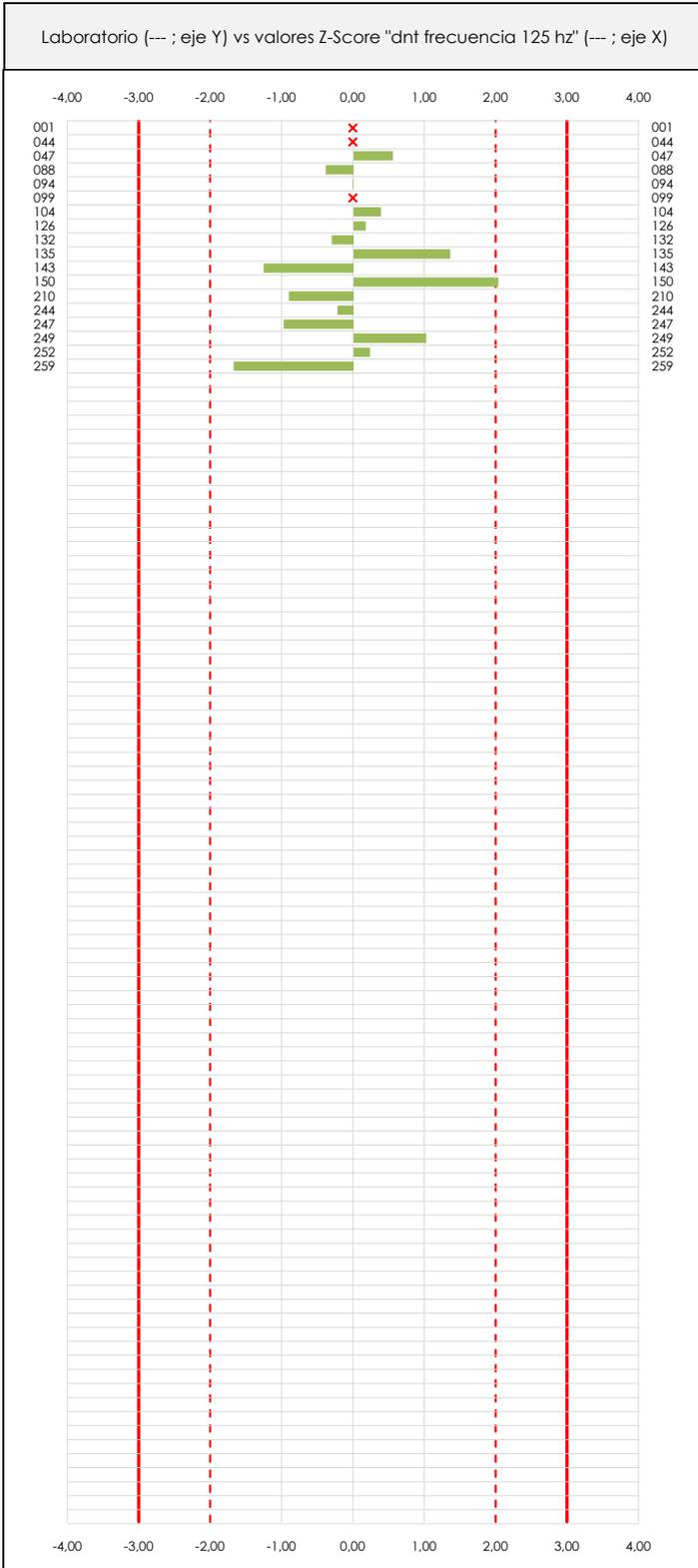
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

## 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
01	31,70	36,80	36,90	38,20	37,70	36,26	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
44	33,00	31,80	39,20	35,30	33,70	34,60	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
47	34,80	35,10	35,40	35,20	35,80	35,26	0,371	2,29	✓	✓	✓			0,554	S
88	31,40	35,00	33,00	36,00	34,20	33,92	1,787	-1,60	✓	✓	✓			-0,387	S
94	33,90	35,20	35,40	34,50	33,30	34,46	0,879	-0,03	✓	✓	✓			-0,008	S
99	36,10	39,30	39,20	37,60	38,80	38,20	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
104	34,70	36,20	34,60	34,70	34,90	35,02	0,669	1,59	✓	✓	✓			0,385	S
126	33,90	34,50	35,20	33,70	36,30	34,72	1,059	0,72	✓	✓	✓			0,175	S
132	33,30	35,10	34,80	33,50	33,50	34,04	0,841	-1,25	✓	✓	✓			-0,303	S
135	36,00	36,70	36,90	35,80	36,60	36,40	0,474	5,59	✓	✓	✓			1,355	S
143	33,70	34,10	32,20	33,60	29,80	32,68	1,763	-5,20	✓	✓	✓			-1,258	S
150	37,90	38,00	35,10	36,70	39,10	37,36	1,522	8,38	✓	✓	✓			2,029	D
210	33,60	33,50	33,70	32,50	32,60	33,18	0,581	-3,75	✓	✓	✓			-0,907	S
244	36,10	33,49	35,21	32,73	33,23	34,15	1,433	-0,93	✓	✓	✓			-0,224	S
247	34,40	33,80	31,10	32,90	33,20	33,08	1,248	-4,04	✓	✓	✓			-0,977	S
249	36,00	35,70	36,30	35,90	35,70	35,92	0,249	4,20	✓	✓	✓			1,017	S
252	34,10	35,70	34,90	35,10	34,20	34,80	0,663	0,95	✓	✓	✓			0,231	S
259	33,00	33,60	32,20	31,10	30,50	32,08	1,287	-6,94	✓	✓	✓			-1,680	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:

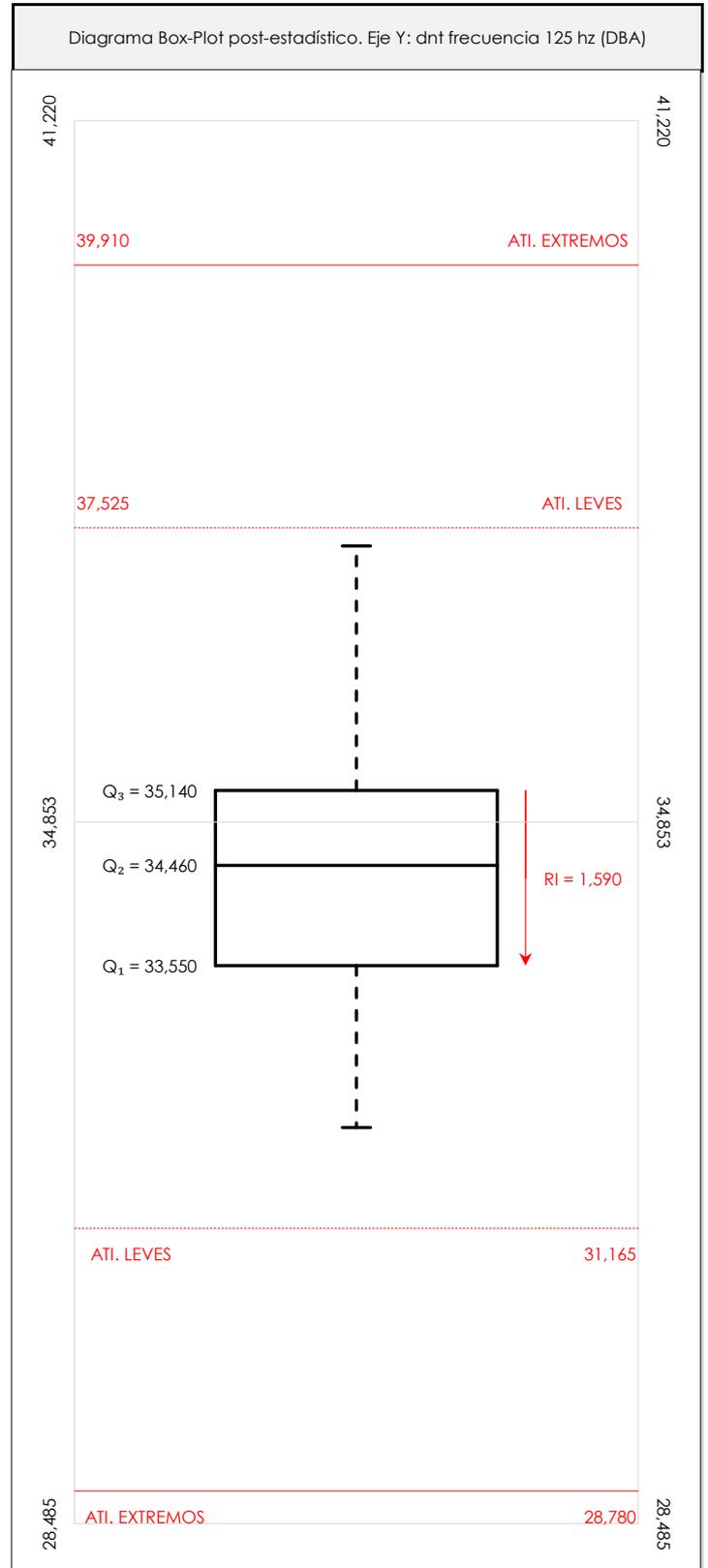
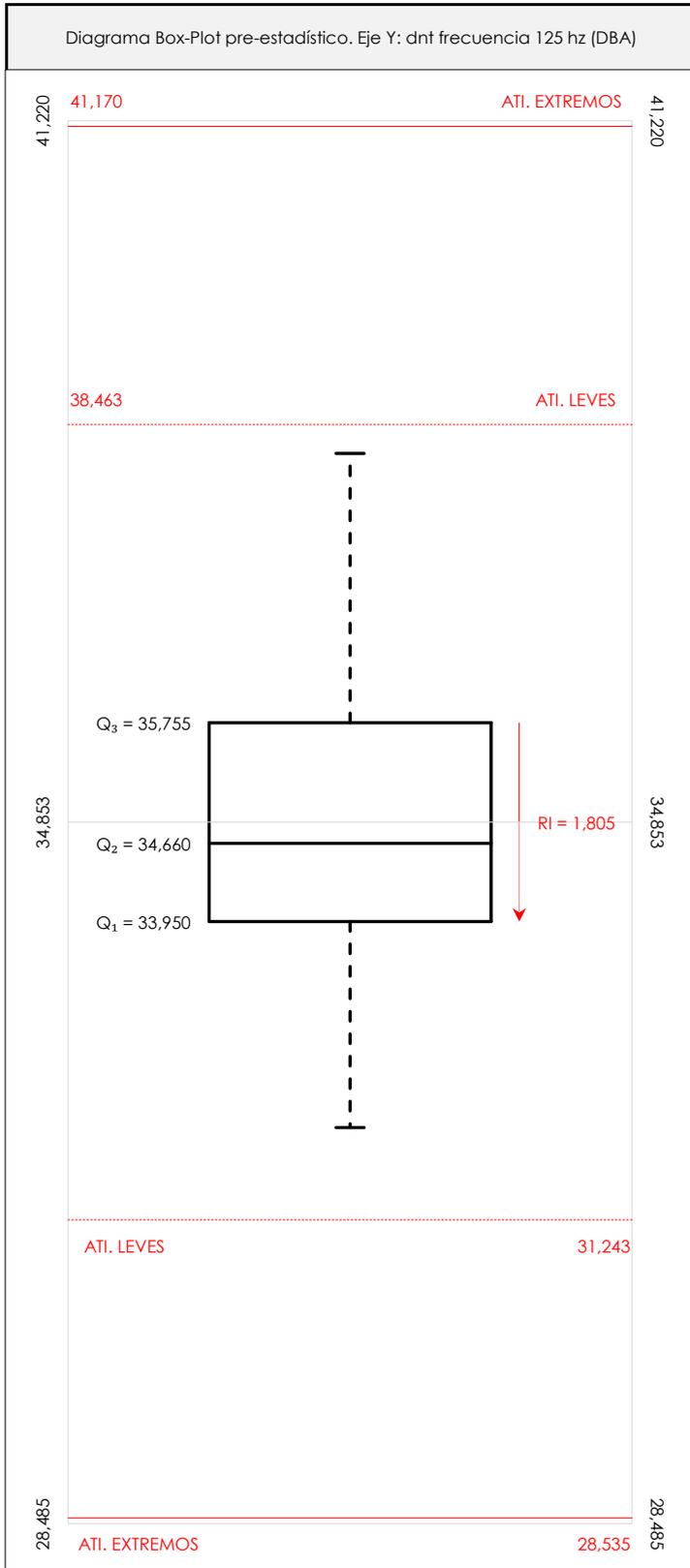
[dudoso]

[insatisfactorio]

# DNT FRECUENCIA 125 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 125 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 125 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	37,90	39,30	39,20	38,20	39,10	38,20	37,90	38,00	36,90	36,70	39,10	37,36
Valor Mínimo (min ; %)	31,40	31,80	31,10	31,10	29,80	32,08	31,40	33,49	31,10	31,10	29,80	32,08
Valor Promedio (M ; %)	34,31	35,20	35,07	34,72	34,62	34,79	34,45	35,05	34,40	34,26	34,20	34,47
Desviación Típica (SDL ; ---)	1,65	1,79	2,19	1,85	2,53	1,60	1,57	1,29	1,63	1,57	2,37	1,42
Coef. Variación (CV ; ---)	0,05	0,05	0,06	0,05	0,07	0,05	0,05	0,04	0,05	0,05	0,07	0,04
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
Valor Calculado	1,945	3,866	2,183	4,128	5,632		1,209	3,048	1,785	2,994	4,796	
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 " $G_{\text{sim}}$  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	$G_{\text{sim}}$	$G_{\text{Dob}}$
Nivel de Significación 1%	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
Nivel de Significación 5%	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 14 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**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

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

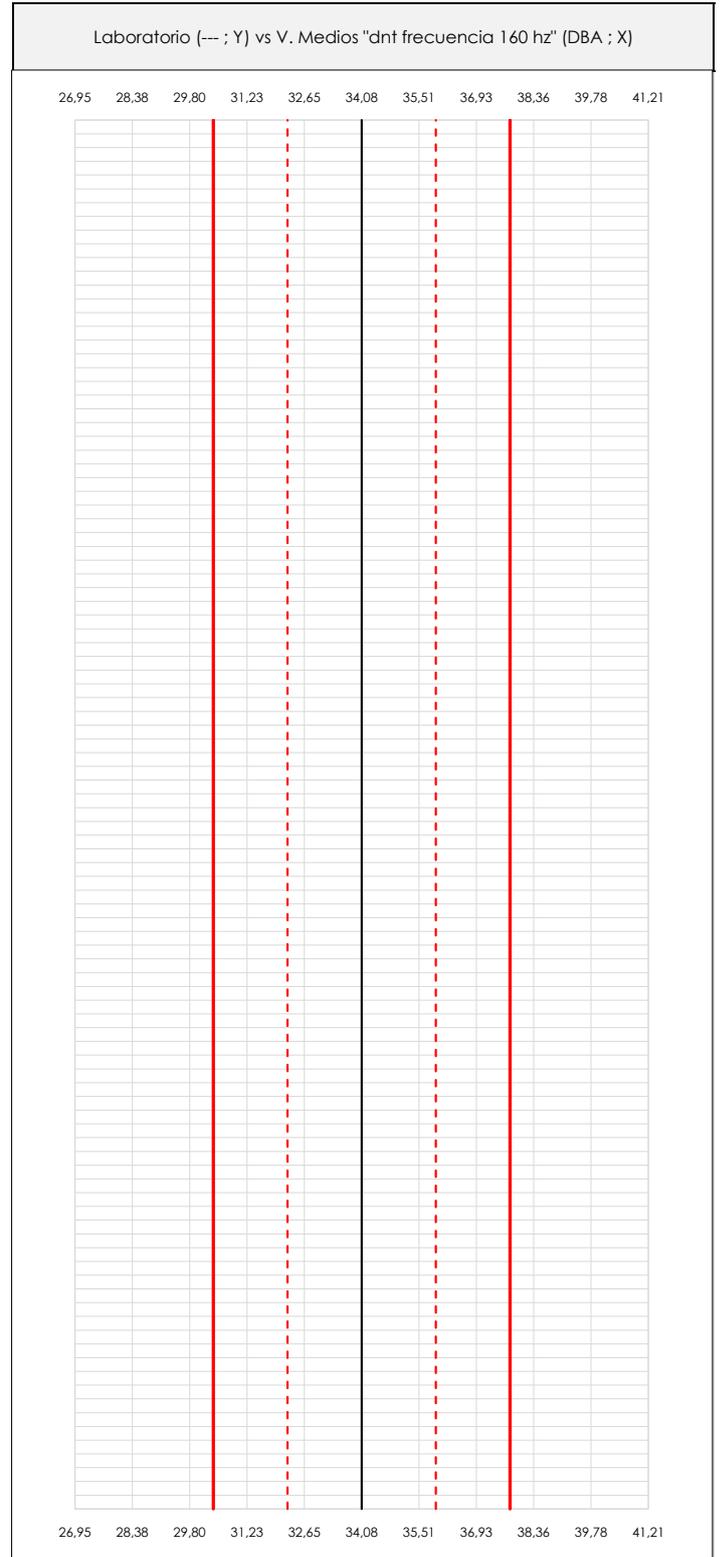
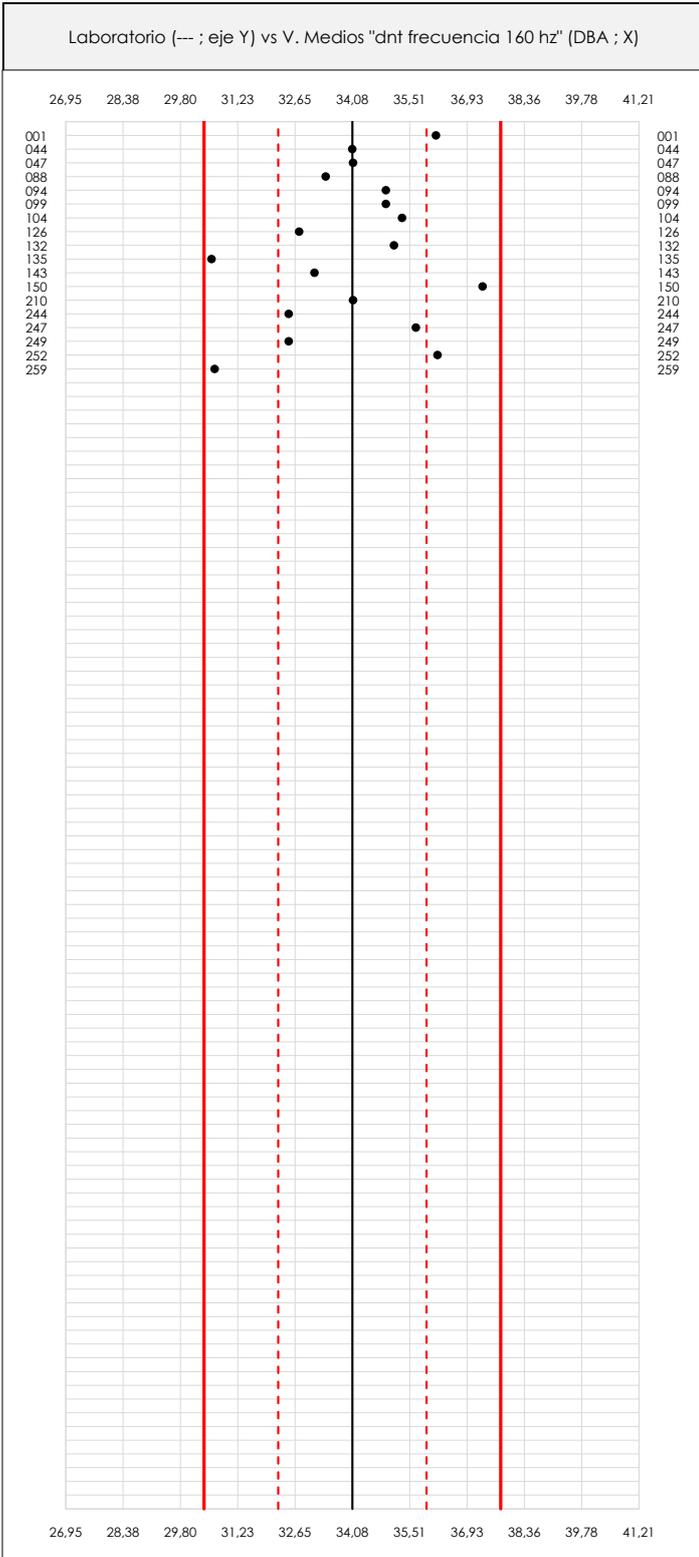
DNT FRECUENCIA 160 HZ



# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

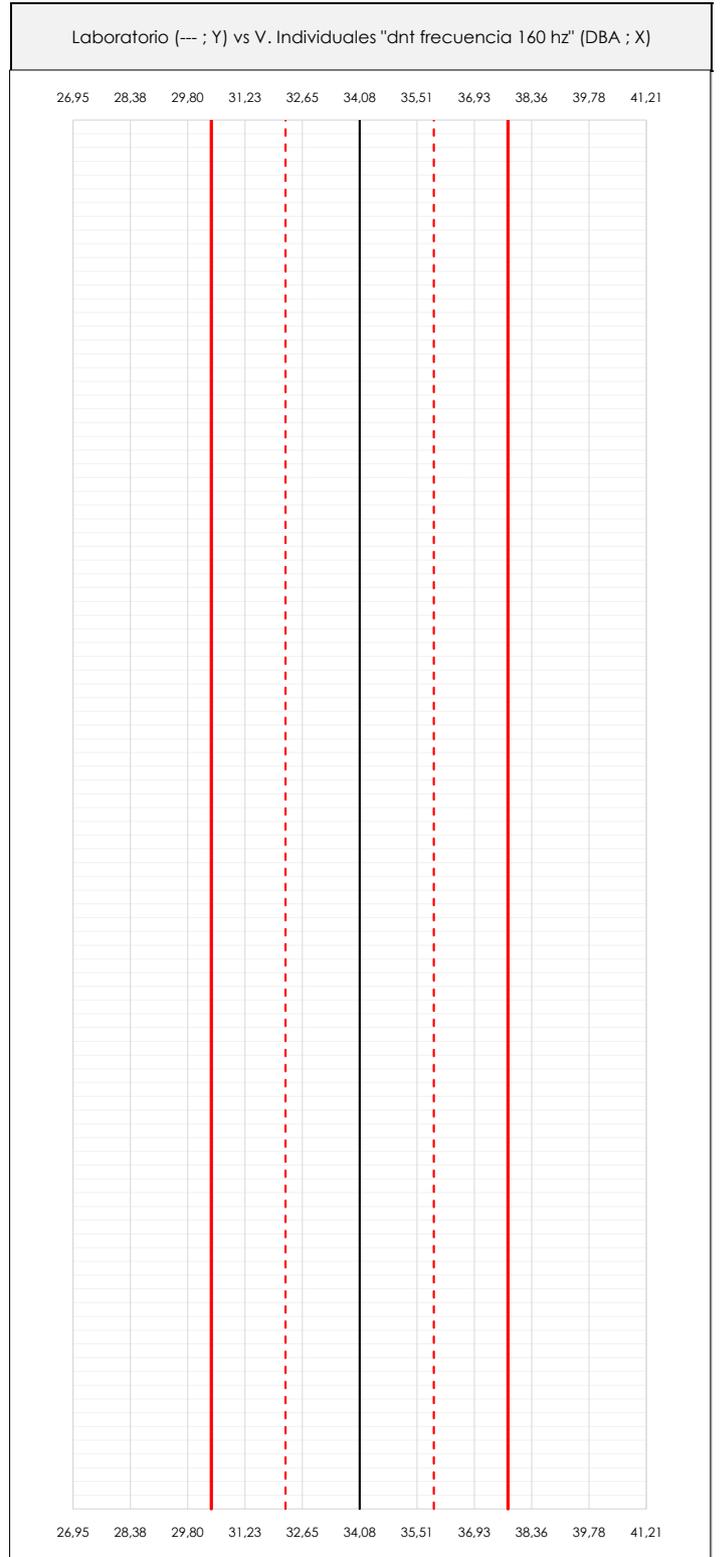
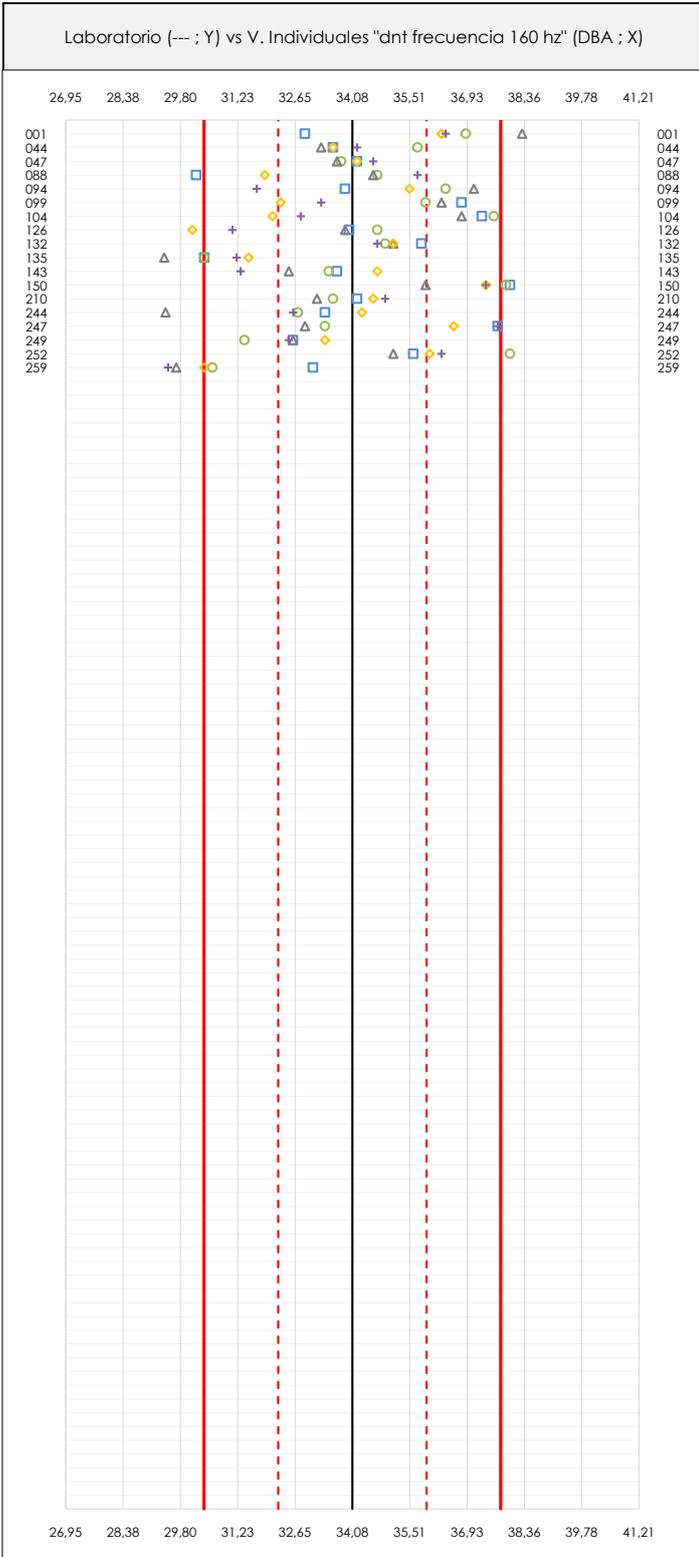
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (34,08 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,93/32,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,77/30,39 ; 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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)

## 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 (34,08 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,93/32,24 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,77/30,39 ; 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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)****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
01	32,90	36,90	38,30	36,30	36,40	36,16	1,989	6,10	✓	
44	33,60	35,70	33,30	33,60	34,20	34,08	0,963	0,00	✓	
47	34,20	33,80	33,70	34,20	34,60	34,10	0,361	0,06	✓	
88	30,20	34,70	34,60	31,90	35,70	33,42	2,286	-1,94	✓	
94	33,90	36,40	37,10	35,50	31,70	34,92	2,161	2,46	✓	
99	36,80	35,90	36,30	32,30	33,30	34,92	1,993	2,46	✓	
104	37,30	37,60	36,80	32,10	32,80	35,32	2,647	3,64	✓	
126	34,00	34,70	33,90	30,10	31,10	32,76	2,027	-3,88	✓	
132	35,80	34,90	35,10	35,10	34,70	35,12	0,415	3,05	✓	
135	30,40	30,40	29,40	31,50	31,20	30,58	0,820	-10,27	✓	
143	33,70	33,50	32,50	34,70	31,30	33,14	1,292	-2,76	✓	
150	38,00	37,90	35,90	37,40	37,40	37,32	0,841	9,50	✓	
210	34,20	33,60	33,20	34,60	34,90	34,10	0,700	0,06	✓	
244	33,40	32,73	29,43	34,32	32,61	32,50	1,846	-4,65	✓	
247	37,70	33,40	32,90	36,60	37,70	35,66	2,342	4,63	✓	
249	32,60	31,40	32,60	33,40	32,50	32,50	0,714	-4,64	✓	
252	35,60	38,00	35,10	36,00	36,30	36,20	1,102	6,22	✓	
259	33,10	30,60	29,70	30,40	29,50	30,66	1,440	-10,04	✓	

**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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)

### 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
0,71	32,900	36,900	38,300	36,300	36,400	36,160	1,989	6,10	1,13	1,24						✓
44	33,60	35,700	33,300	33,600	34,200	34,080	0,963	0,00	0,00	0,60						✓
47	34,20	33,800	33,700	34,200	34,600	34,100	0,361	0,06	0,01	0,22						✓
88	30,20	34,700	34,600	31,900	35,700	33,420	2,286	-1,94	-0,36	1,42						✓
94	33,90	36,400	37,100	35,500	31,700	34,920	2,161	2,46	0,45	1,35						✓
99	36,80	35,900	36,300	32,300	33,300	34,920	1,993	2,46	0,45	1,24						✓
104	37,30	37,600	36,800	32,100	32,800	35,320	2,647	3,64	0,67	1,65*	0,151					✓
126	34,00	34,700	33,900	30,100	31,100	32,760	2,027	-3,88	-0,72	1,26						✓
132	35,80	34,900	35,100	35,100	34,700	35,120	0,415	3,05	0,56	0,26						✓
135	30,40	30,400	29,400	31,500	31,200	30,580	0,820	-10,27	-1,90*	0,51	0,151	1,898		0,5341		✓
143	33,70	33,500	32,500	34,700	31,300	33,140	1,292	-2,76	-0,51	0,80						✓
150	38,00	37,900	35,900	37,400	37,400	37,320	0,841	9,50	1,76	0,52			1,756		0,7100	✓
210	34,20	33,600	33,200	34,600	34,900	34,100	0,700	0,06	0,01	0,44						✓
244	33,40	32,726	29,429	34,323	32,611	32,498	1,846	-4,65	-0,86	1,15						✓
247	37,70	33,400	32,900	36,600	37,700	35,660	2,342	4,63	0,86	1,46						✓
249	32,60	31,400	32,600	33,400	32,500	32,500	0,714	-4,64	-0,86	0,44						✓
252	35,60	38,000	35,100	36,000	36,300	36,200	1,102	6,22	1,15	0,69					0,7100	✓
259	33,10	30,600	29,700	30,400	29,500	30,660	1,440	-10,04	-1,85	0,90				0,5341		✓

**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:

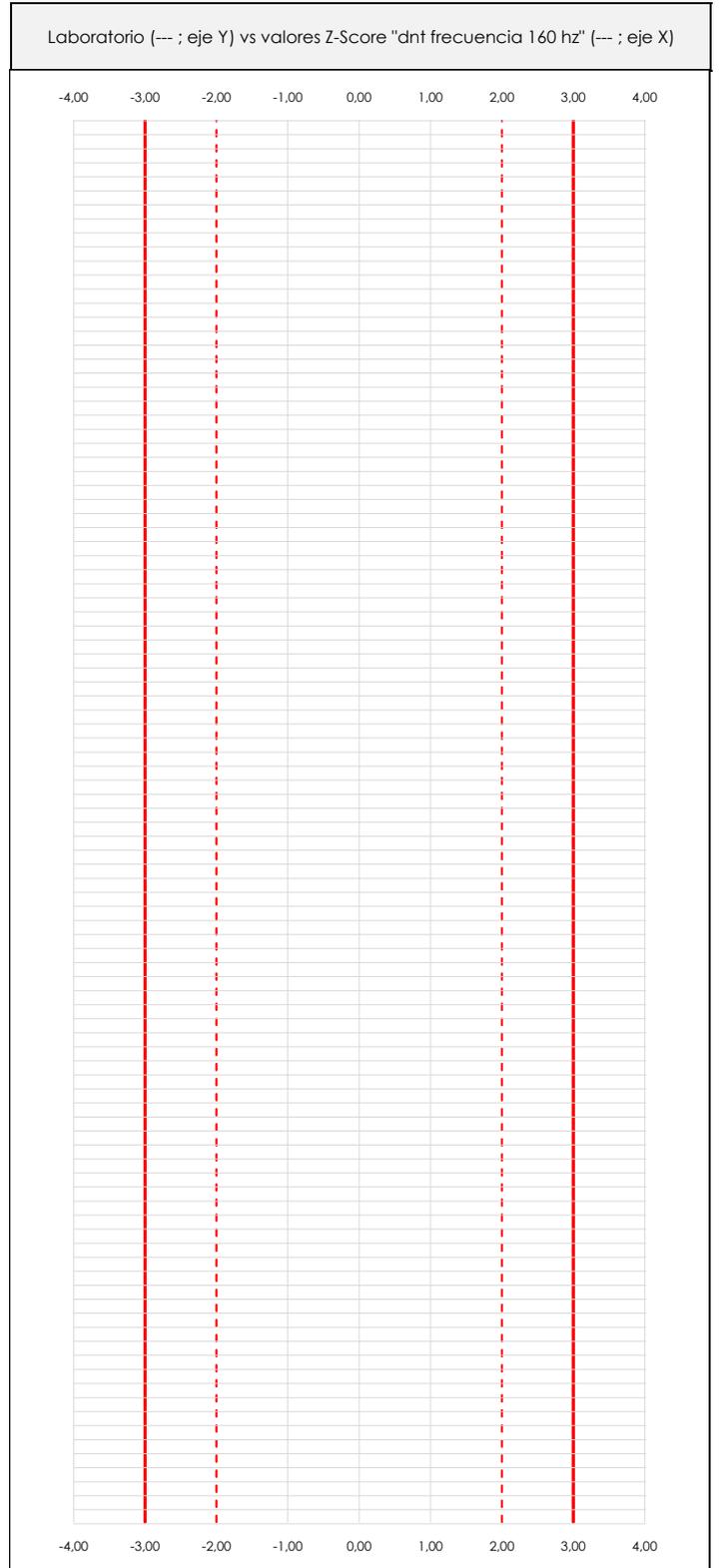
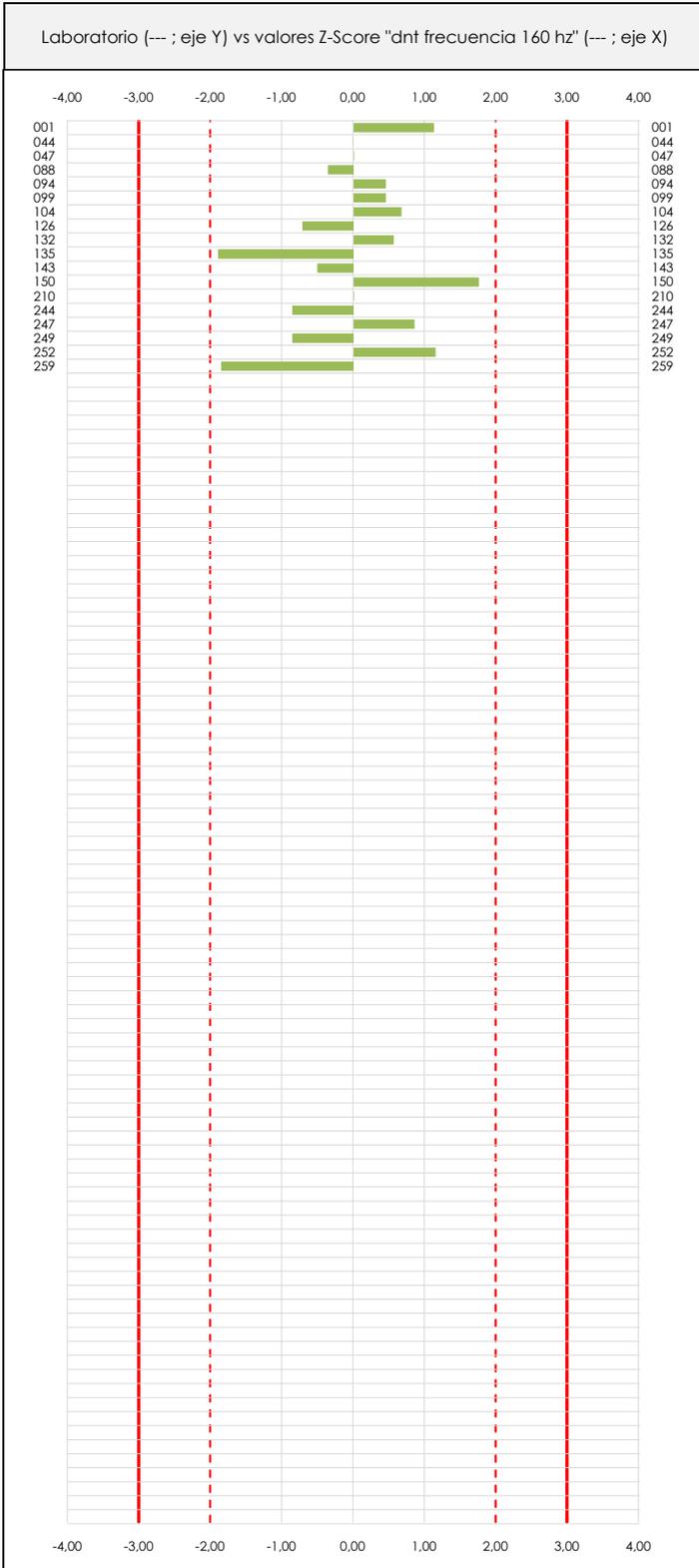
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 160 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)

## 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
01	32,90	36,90	38,30	36,30	36,40	36,16	1,989	6,10	✓	✓	✓			1,127	S
44	33,60	35,70	33,30	33,60	34,20	34,08	0,963	0,00	✓	✓	✓			-0,001	S
47	34,20	33,80	33,70	34,20	34,60	34,10	0,361	0,06	✓	✓	✓			0,010	S
88	30,20	34,70	34,60	31,90	35,70	33,42	2,286	-1,94	✓	✓	✓			-0,358	S
94	33,90	36,40	37,10	35,50	31,70	34,92	2,161	2,46	✓	✓	✓			0,455	S
99	36,80	35,90	36,30	32,30	33,30	34,92	1,993	2,46	✓	✓	✓			0,455	S
104	37,30	37,60	36,80	32,10	32,80	35,32	2,647	3,64	✓	✓	✓			0,672	S
126	34,00	34,70	33,90	30,10	31,10	32,76	2,027	-3,88	✓	✓	✓			-0,716	S
132	35,80	34,90	35,10	35,10	34,70	35,12	0,415	3,05	✓	✓	✓			0,563	S
135	30,40	30,40	29,40	31,50	31,20	30,58	0,820	-10,27	✓	✓	✓			-1,898	S
143	33,70	33,50	32,50	34,70	31,30	33,14	1,292	-2,76	✓	✓	✓			-0,510	S
150	38,00	37,90	35,90	37,40	37,40	37,32	0,841	9,50	✓	✓	✓			1,756	S
210	34,20	33,60	33,20	34,60	34,90	34,10	0,700	0,06	✓	✓	✓			0,010	S
244	33,40	32,73	29,43	34,32	32,61	32,50	1,846	-4,65	✓	✓	✓			-0,858	S
247	37,70	33,40	32,90	36,60	37,70	35,66	2,342	4,63	✓	✓	✓			0,856	S
249	32,60	31,40	32,60	33,40	32,50	32,50	0,714	-4,64	✓	✓	✓			-0,857	S
252	35,60	38,00	35,10	36,00	36,30	36,20	1,102	6,22	✓	✓	✓			1,149	S
259	33,10	30,60	29,70	30,40	29,50	30,66	1,440	-10,04	✓	✓	✓			-1,854	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].

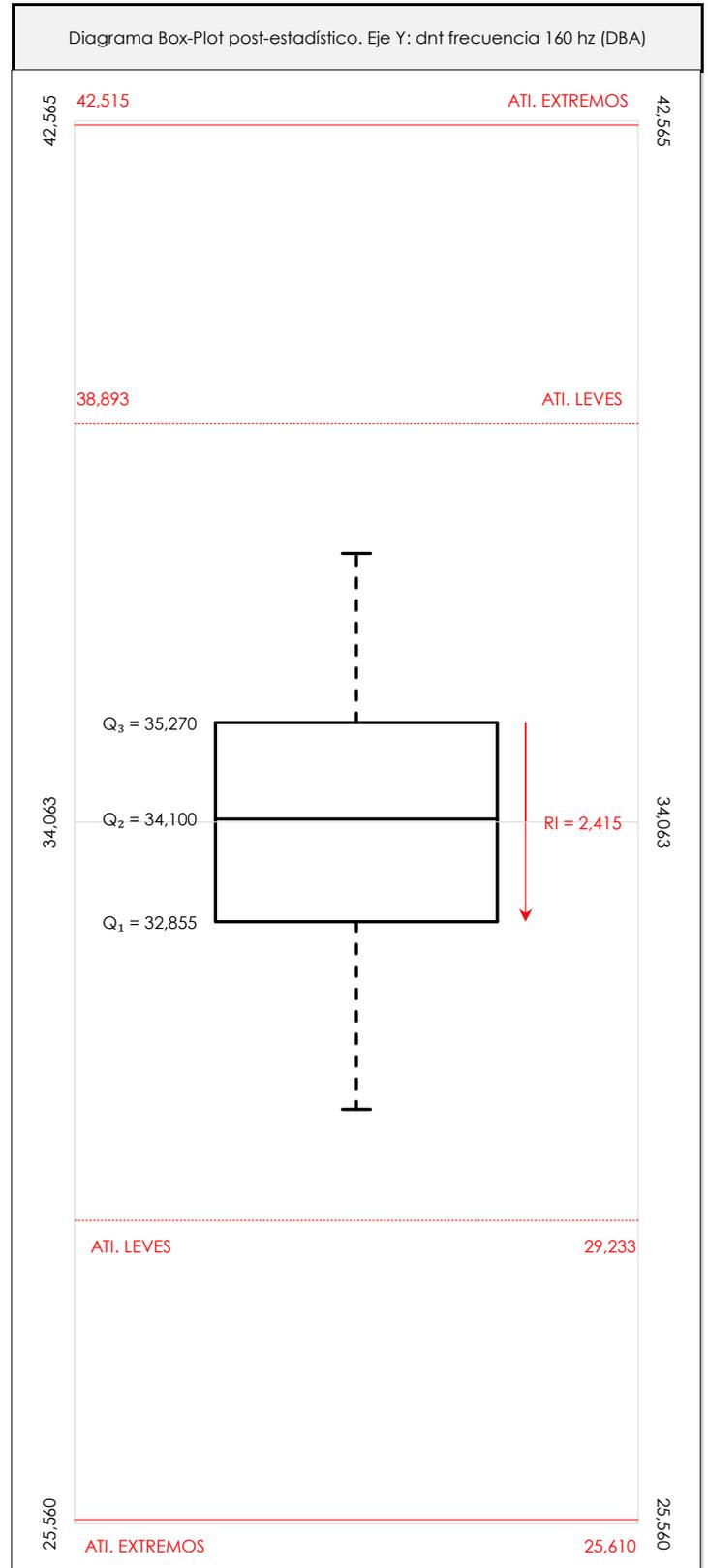
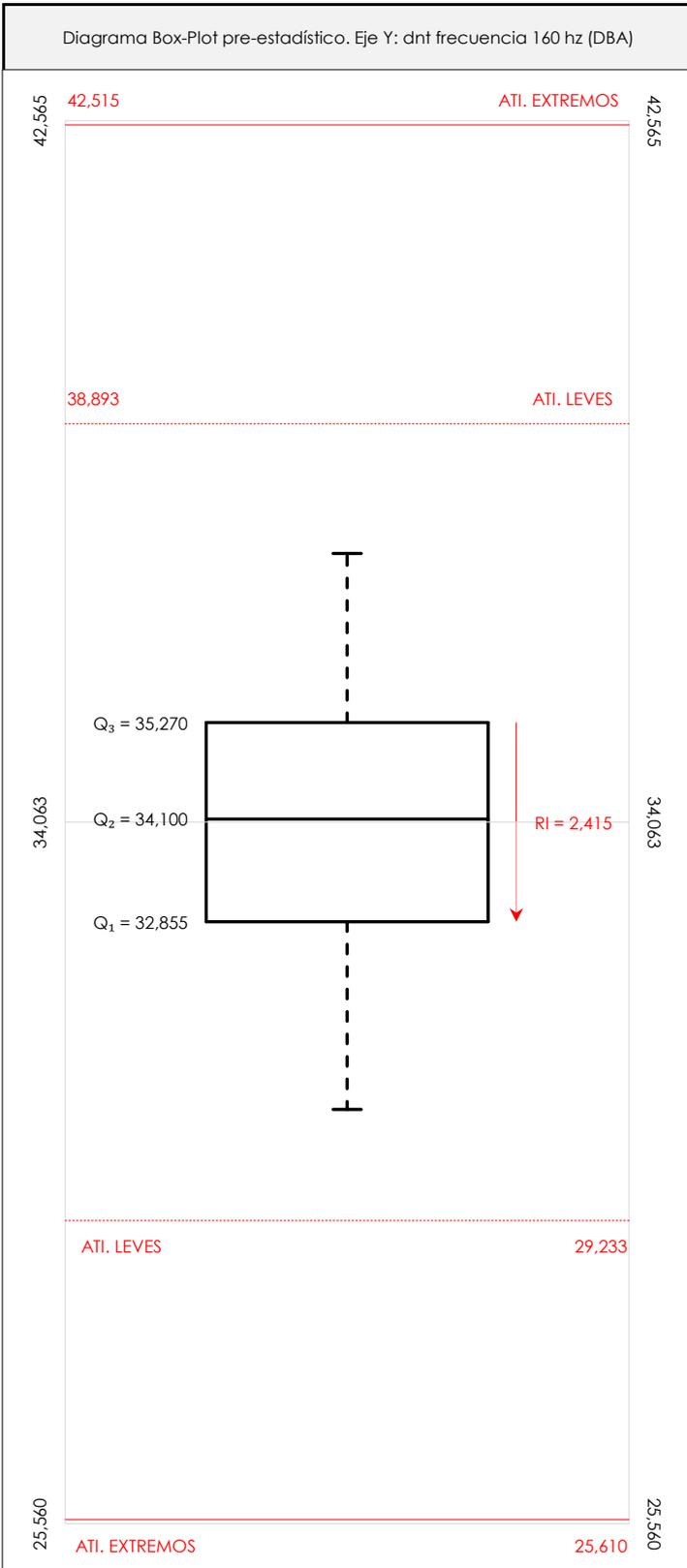
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**DNT FRECUENCIA 160 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 160 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 160 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 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>	38,00	38,00	38,30	37,40	37,70	37,32	38,00	38,00	38,30	37,40	37,70	37,32
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	30,20	30,40	29,40	30,10	29,50	30,58	30,20	30,40	29,40	30,10	29,50	30,58
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	34,30	34,56	33,88	33,89	33,77	34,08	34,30	34,56	33,88	33,89	33,77	34,08
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	2,23	2,36	2,60	2,14	2,37	1,84	2,23	2,36	2,60	2,14	2,37	1,84
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	0,05	0,07	0,07	0,08	0,06	0,07	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>	2,578	4,450	2,888	5,465	6,480		2,578	4,450	2,888	5,465	6,480	
<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>	2,36	1,77	0,249	2,932	0,3200	2,36	1,77	0,249	2,932	0,3200
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,88	1,52	0,209	2,651	0,4025	1,88	1,52	0,209	2,651	0,4025

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 18 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

INSTITUTO  
DE EDU-  
CACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

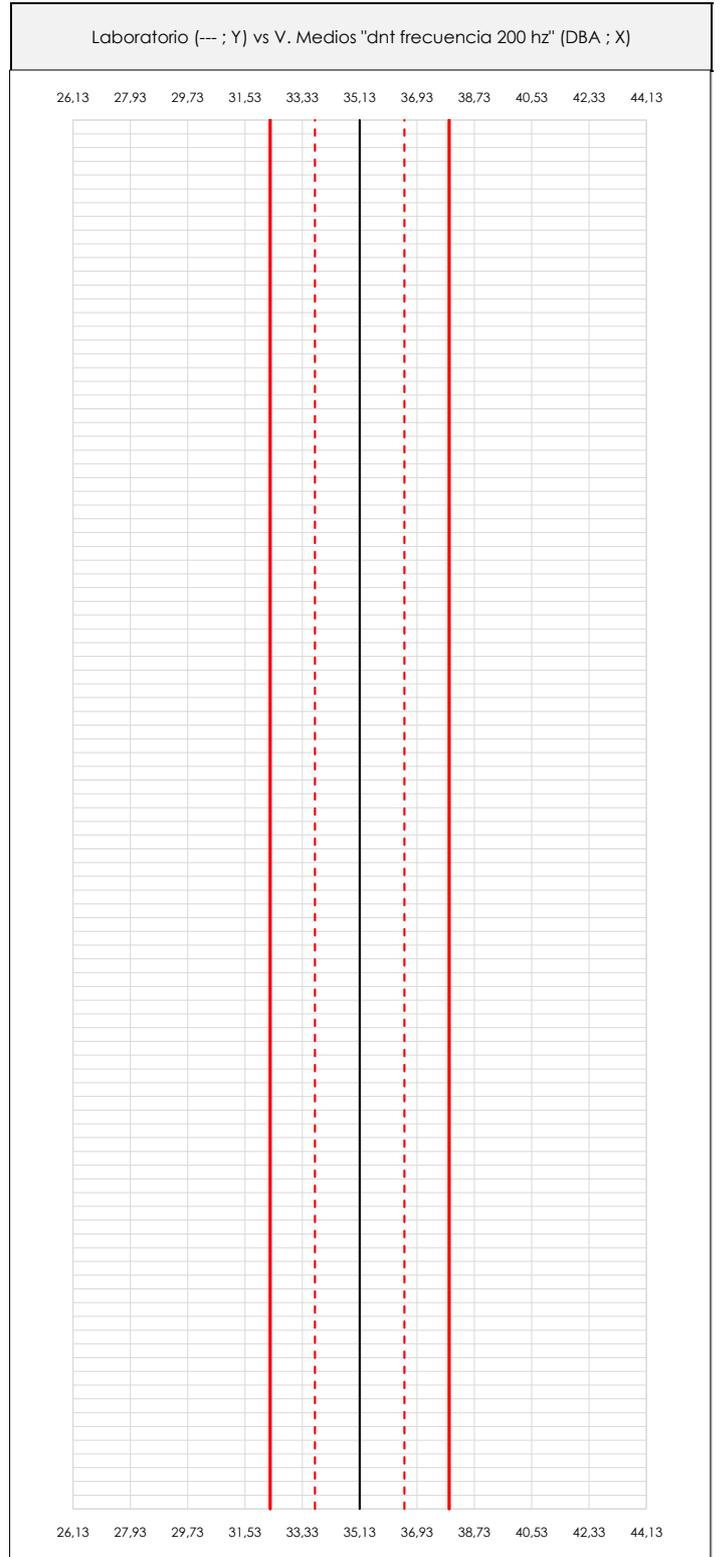
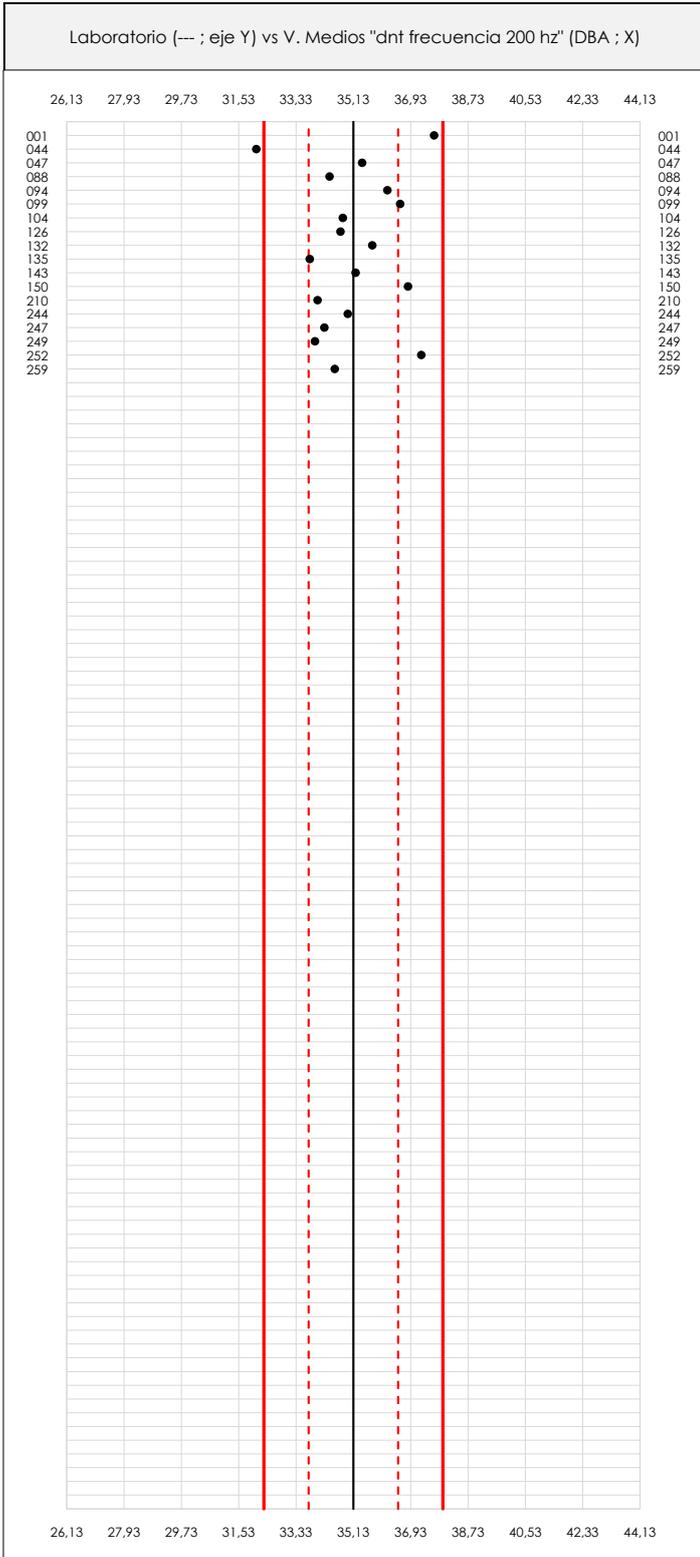
DNT FRECUENCIA 200 HZ



# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

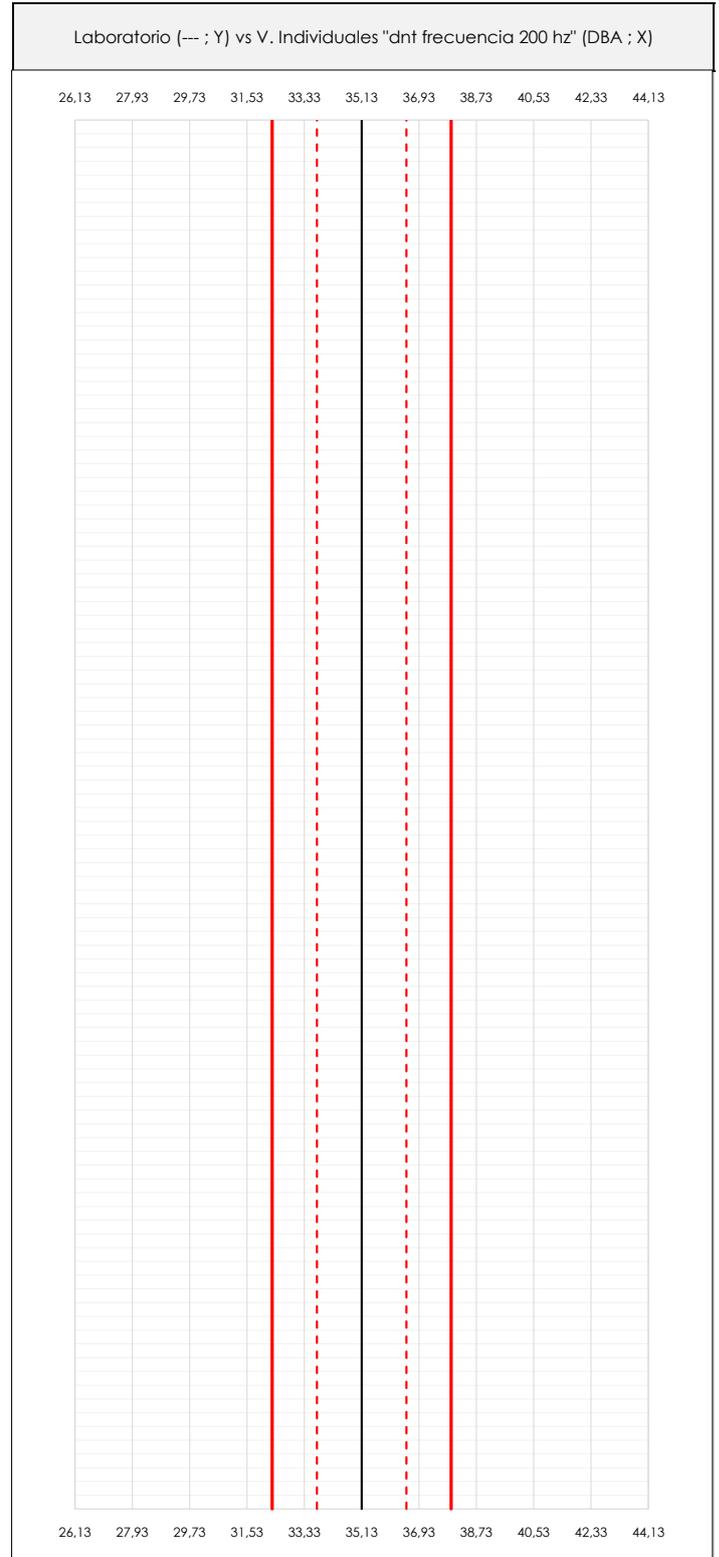
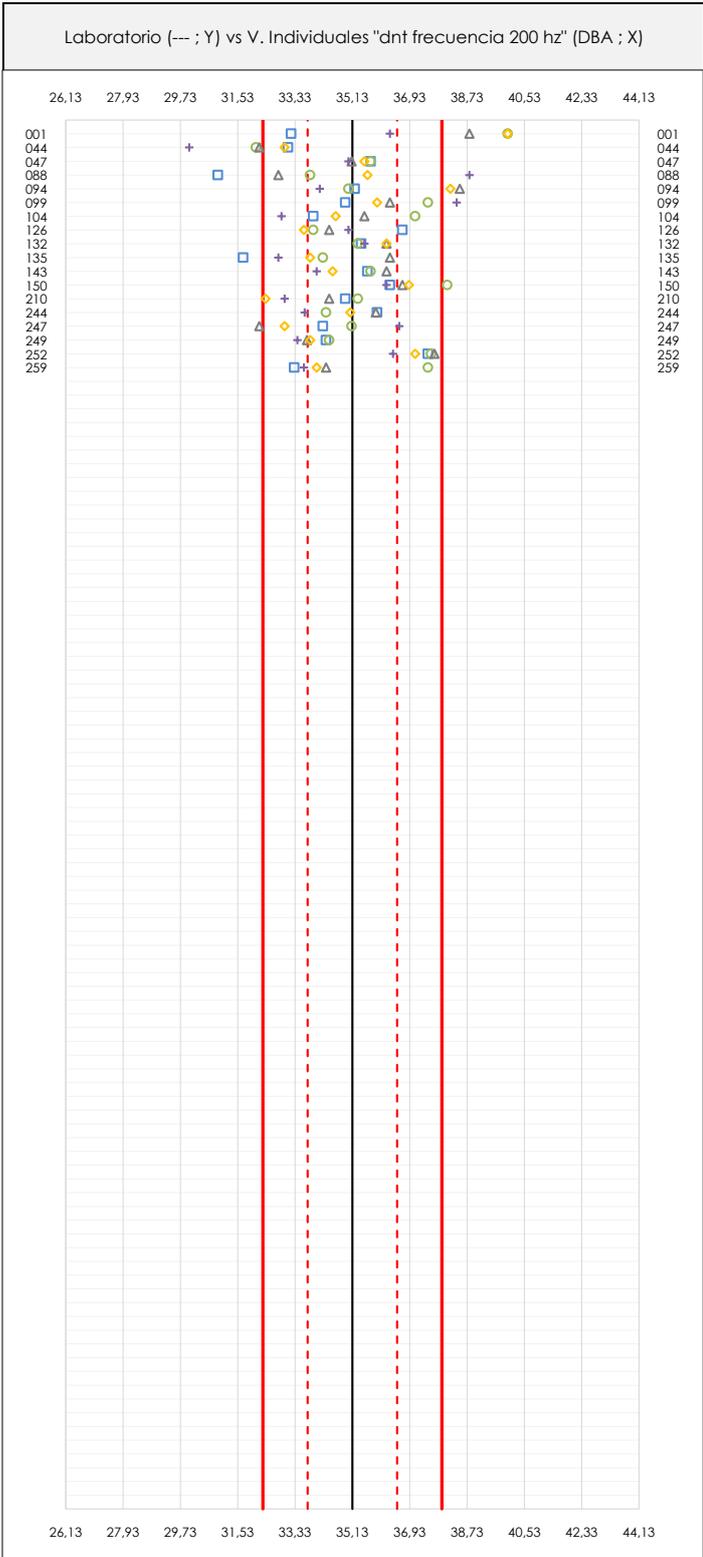
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (35,13 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,53/33,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,94/32,31 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

## 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 (35,13 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,53/33,72 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,94/32,31 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{1,1}$ ) 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 FRECUENCIA 200 HZ (DBA)****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
01	33,20	40,00	38,80	40,00	36,30	37,66	2,915	7,22	✓	
44	33,10	32,10	32,20	33,00	30,00	32,08	1,248	-8,67	✓	
47	35,70	35,70	35,10	35,50	35,00	35,40	0,332	0,78	✓	
88	30,90	33,80	32,80	35,60	38,80	34,38	2,999	-2,12	✓	
94	35,20	35,00	38,50	38,20	34,10	36,20	2,009	3,06	✓	
99	34,90	37,50	36,30	35,90	38,40	36,60	1,371	4,20	✓	
104	33,90	37,10	35,50	34,60	32,90	34,80	1,600	-0,93	✓	
126	36,70	33,90	34,40	33,60	35,00	34,72	1,228	-1,15	✓	
132	35,40	35,30	36,20	36,20	35,50	35,72	0,444	1,69	✓	
135	31,70	34,20	36,30	33,80	32,80	33,76	1,718	-3,89	✓	
143	35,60	35,70	36,20	34,50	34,00	35,20	0,914	0,21	✓	
150	36,30	38,10	36,70	36,90	36,20	36,84	0,760	4,88	✓	
210	34,90	35,30	34,40	32,40	33,00	34,00	1,247	-3,20	✓	
244	35,90	34,30	35,86	35,06	33,63	34,95	0,989	-0,50	✓	
247	34,20	35,10	32,20	33,00	36,60	34,22	1,733	-2,58	✓	
249	34,30	34,40	33,70	33,80	33,40	33,92	0,421	-3,43	✓	
252	37,50	37,60	37,70	37,10	36,40	37,26	0,532	6,08	✓	
259	33,30	37,50	34,30	34,00	33,60	34,54	1,698	-1,67	✓	

**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 FRECUENCIA 200 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

## 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	
0,71	33,200	40,000	38,800	40,000	36,300	37,660	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	33,10	32,100	32,200	33,000	30,000	32,080	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
47	35,70	35,700	35,100	35,500	35,000	35,400	0,332	0,54	0,17	0,26	---	---	---	---	---	---	✓
88	30,90	33,800	32,800	35,600	38,800	34,380	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	35,20	35,000	38,500	38,200	34,100	36,200	2,009	2,82	0,89	1,60*	0,171	---	---	---	---	---	✓
99	34,90	37,500	36,300	35,900	38,400	36,600	1,371	3,95	1,26	1,09	---	---	---	---	---	---	✓
104	33,90	37,100	35,500	34,600	32,900	34,800	1,600	-1,16	-0,37	1,28	---	---	---	---	---	---	✓
126	36,70	33,900	34,400	33,600	35,000	34,720	1,228	-1,39	-0,44	0,98	---	---	---	---	---	---	✓
132	35,40	35,300	36,200	36,200	35,500	35,720	0,444	1,45	0,46	0,35	---	---	---	---	---	---	✓
135	31,70	34,200	36,300	33,800	32,800	33,760	1,718	-4,11	-1,31	1,37	---	1,307	---	0,7479	---	---	✓
143	35,60	35,700	36,200	34,500	34,000	35,200	0,914	-0,02	-0,01	0,73	---	---	---	---	---	---	✓
150	36,30	38,100	36,700	36,900	36,200	36,840	0,760	4,63	1,47	0,61	---	---	---	---	0,5401	---	✓
210	34,90	35,300	34,400	32,400	33,000	34,000	1,247	-3,43	-1,09	1,00	---	---	---	---	---	---	✓
244	35,90	34,300	35,864	35,062	33,630	34,951	0,989	-0,73	-0,23	0,79	---	---	---	---	---	---	✓
247	34,20	35,100	32,200	33,000	36,600	34,220	1,733	-2,81	-0,89	1,38	---	---	---	---	---	---	✓
249	34,30	34,400	33,700	33,800	33,400	33,920	0,421	-3,66	-1,16	0,34	---	---	---	0,7479	---	---	✓
252	37,50	37,600	37,700	37,100	36,400	37,260	0,532	5,83	1,85	0,42	---	1,850	---	---	0,5401	---	✓
259	33,30	37,500	34,300	34,000	33,600	34,540	1,698	-1,90	-0,60	1,36	---	---	---	---	---	---	✓

**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:

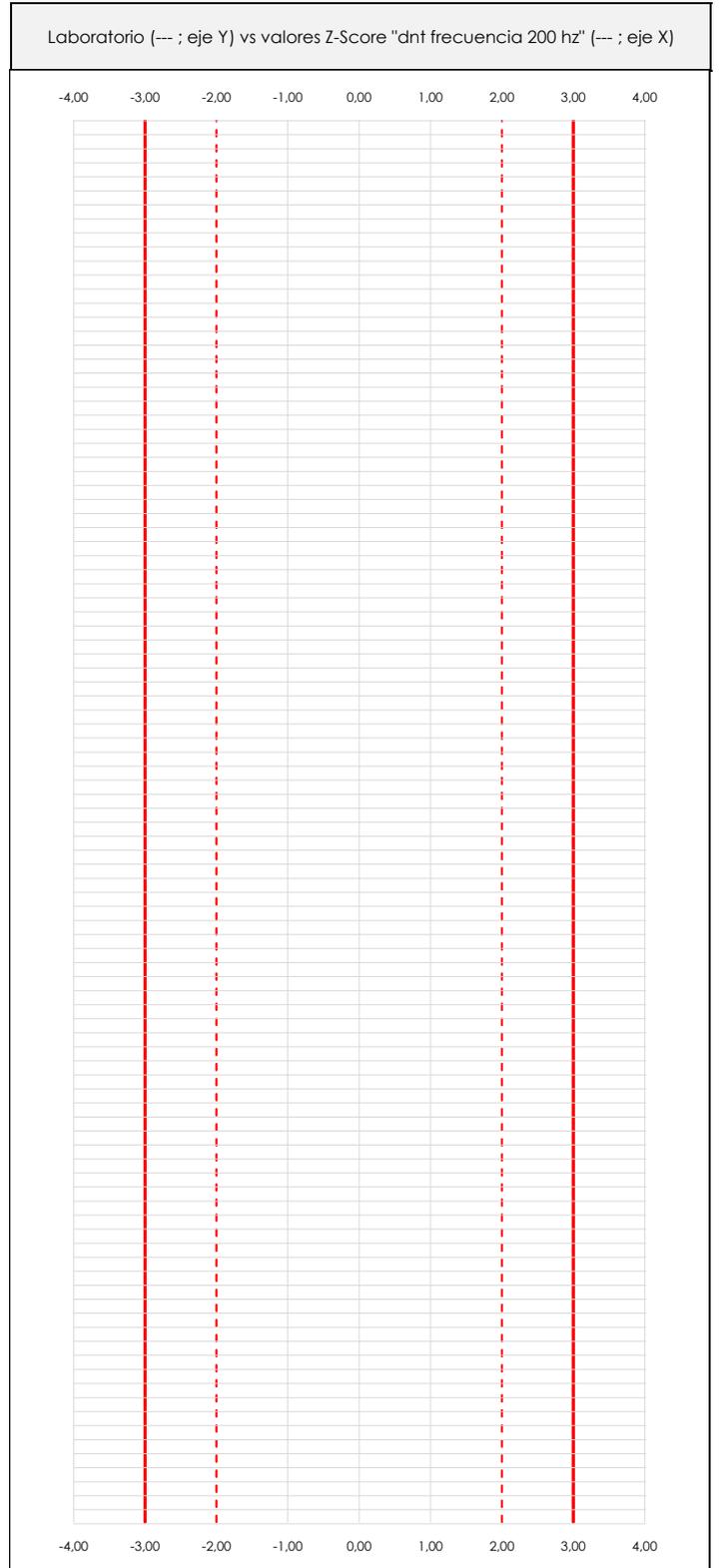
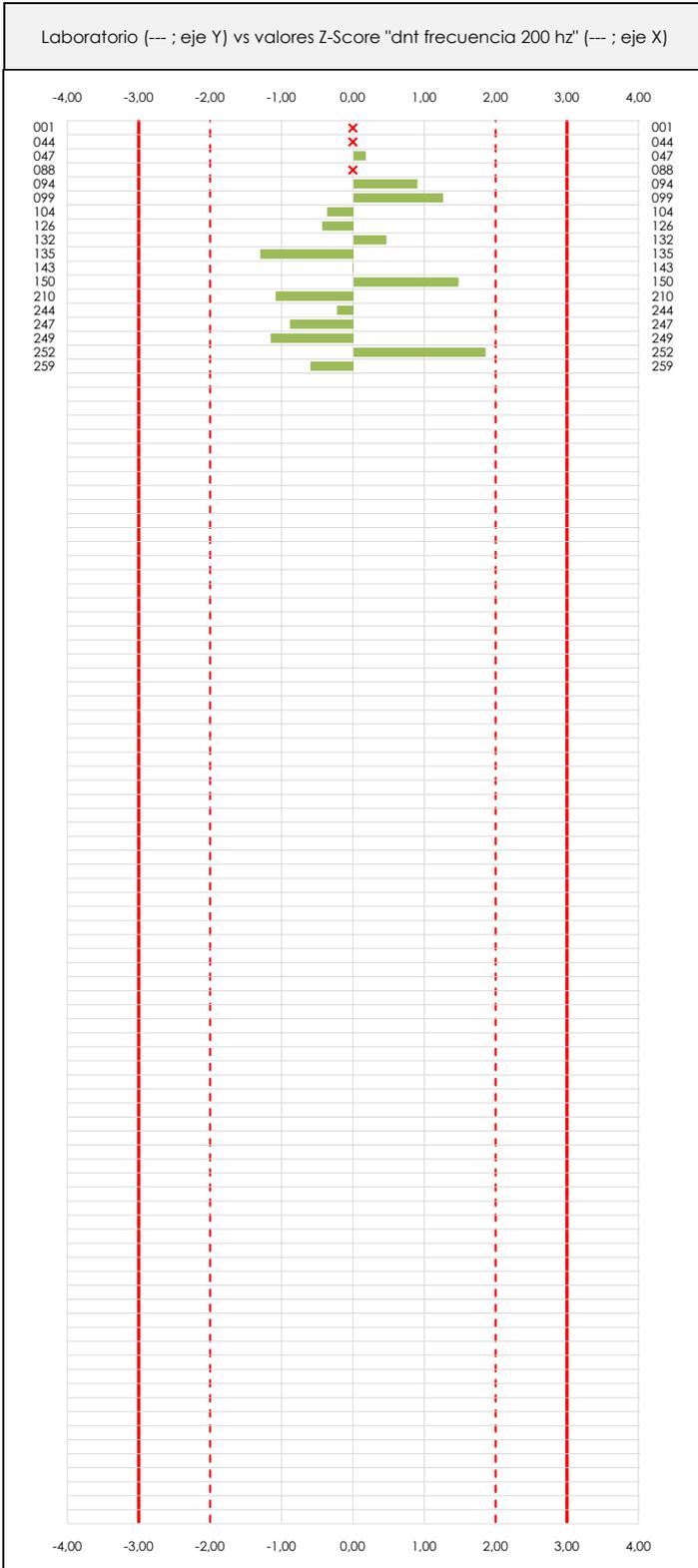
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

## 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
01	33,20	40,00	38,80	40,00	36,30	37,66	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
44	33,10	32,10	32,20	33,00	30,00	32,08	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
47	35,70	35,70	35,10	35,50	35,00	35,40	0,332	0,54	✓	✓	✓			0,173	S
88	30,90	33,80	32,80	35,60	38,80	34,38	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
94	35,20	35,00	38,50	38,20	34,10	36,20	2,009	2,82	✓	✓	✓			0,894	S
99	34,90	37,50	36,30	35,90	38,40	36,60	1,371	3,95	✓	✓	✓			1,255	S
104	33,90	37,10	35,50	34,60	32,90	34,80	1,600	-1,16	✓	✓	✓			-0,369	S
126	36,70	33,90	34,40	33,60	35,00	34,72	1,228	-1,39	✓	✓	✓			-0,441	S
132	35,40	35,30	36,20	36,20	35,50	35,72	0,444	1,45	✓	✓	✓			0,461	S
135	31,70	34,20	36,30	33,80	32,80	33,76	1,718	-4,11	✓	✓	✓			-1,307	S
143	35,60	35,70	36,20	34,50	34,00	35,20	0,914	-0,02	✓	✓	✓			-0,008	S
150	36,30	38,10	36,70	36,90	36,20	36,84	0,760	4,63	✓	✓	✓			1,472	S
210	34,90	35,30	34,40	32,40	33,00	34,00	1,247	-3,43	✓	✓	✓			-1,090	S
244	35,90	34,30	35,86	35,06	33,63	34,95	0,989	-0,73	✓	✓	✓			-0,232	S
247	34,20	35,10	32,20	33,00	36,60	34,22	1,733	-2,81	✓	✓	✓			-0,892	S
249	34,30	34,40	33,70	33,80	33,40	33,92	0,421	-3,66	✓	✓	✓			-1,163	S
252	37,50	37,60	37,70	37,10	36,40	37,26	0,532	5,83	✓	✓	✓			1,850	S
259	33,30	37,50	34,30	34,00	33,60	34,54	1,698	-1,90	✓	✓	✓			-0,603	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:

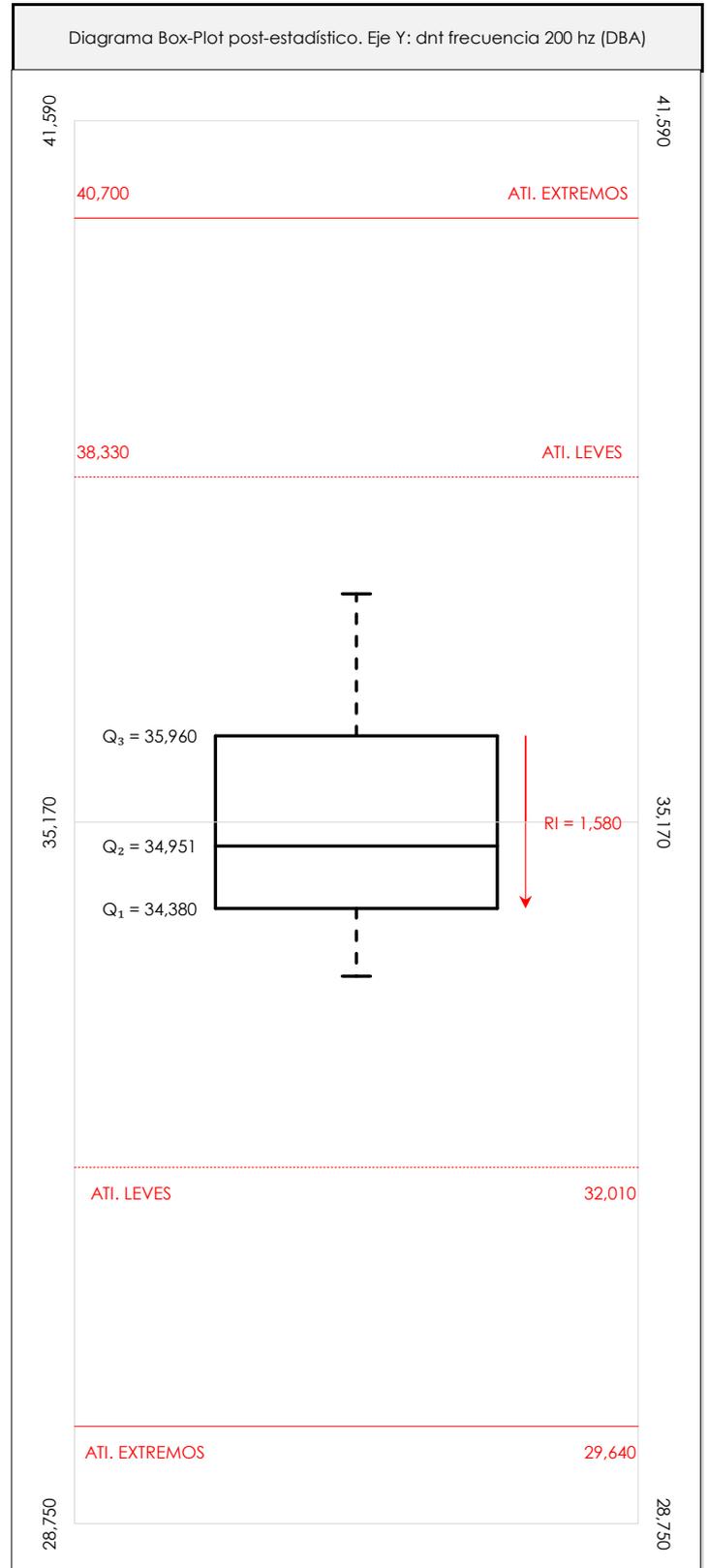
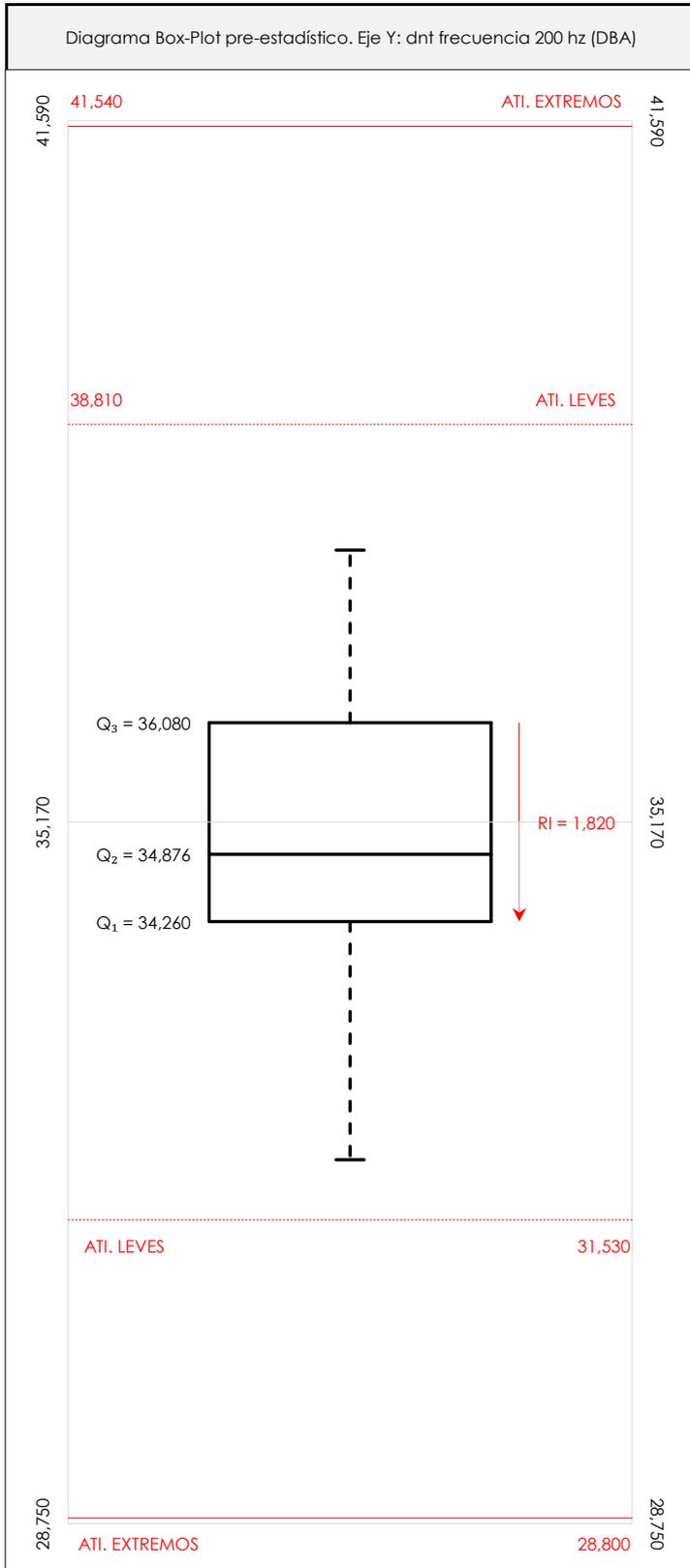
[dudoso] [insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 200 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 200 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 200 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	37,50	40,00	38,80	40,00	38,80	37,66	37,50	38,10	38,50	38,20	38,40	37,26
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	30,90	32,10	32,20	32,40	30,00	32,08	31,70	33,90	32,20	32,40	32,80	33,76
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	34,59	35,70	35,40	35,18	34,76	35,13	35,03	35,78	35,56	34,97	34,70	35,21
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,71	1,93	1,95	1,98	2,16	1,41	1,43	1,41	1,60	1,64	1,65	1,11
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	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>	2,366	4,263	1,501	3,867	5,451		1,569	3,472	0,915	2,484	4,369	
<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>	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 15 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

INSTITUTO  
DE EDU-  
CACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

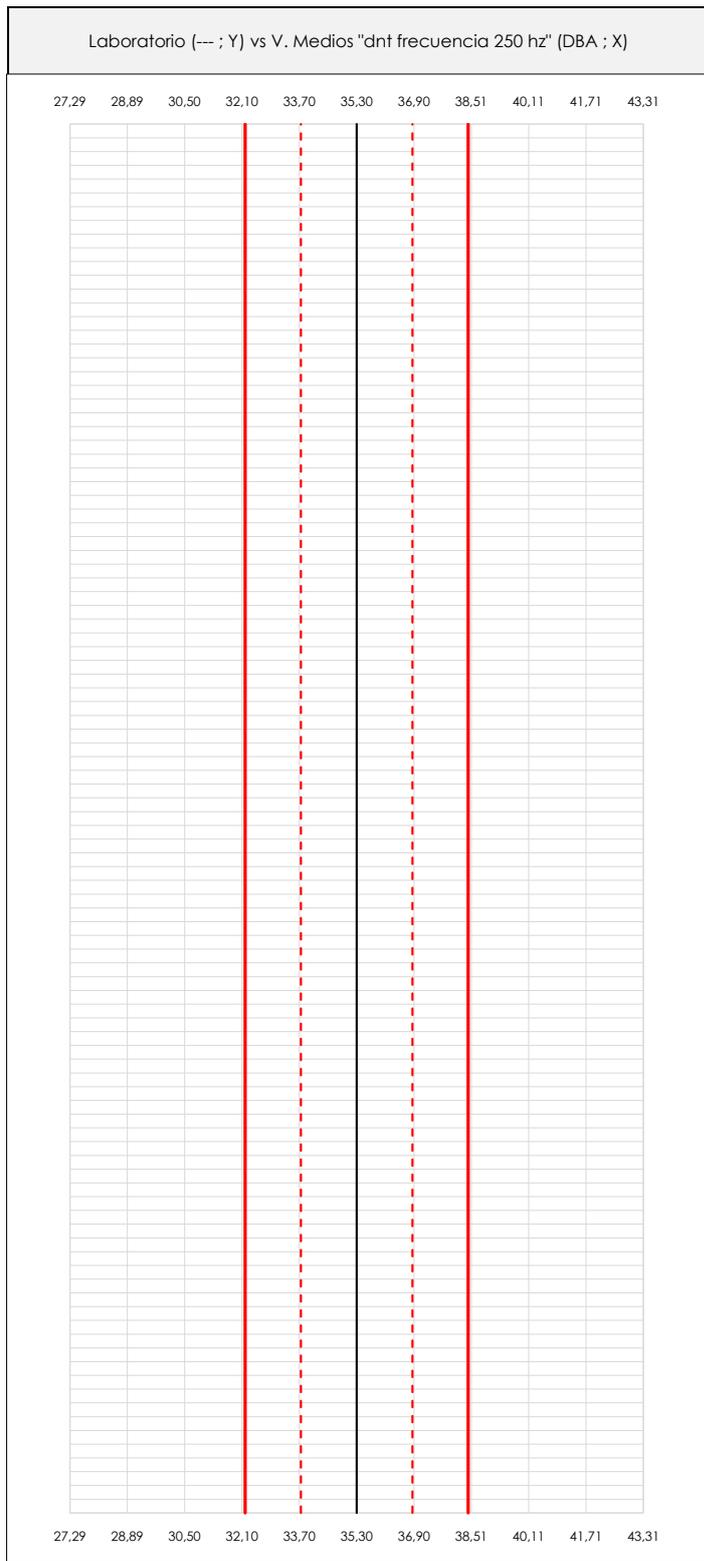
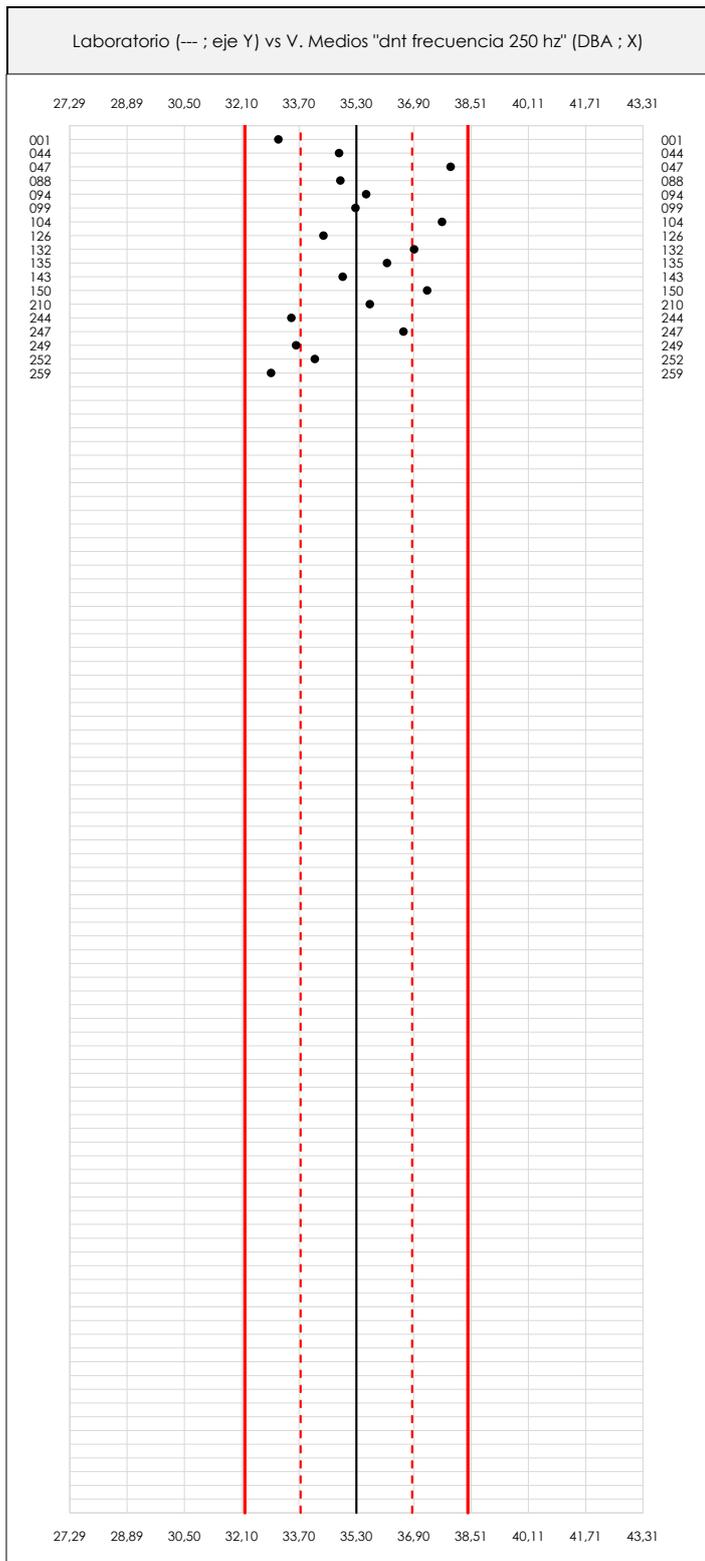
DNT FRECUENCIA 250 HZ



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

## 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 (35,30 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,86/33,74 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,42/32,19 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

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

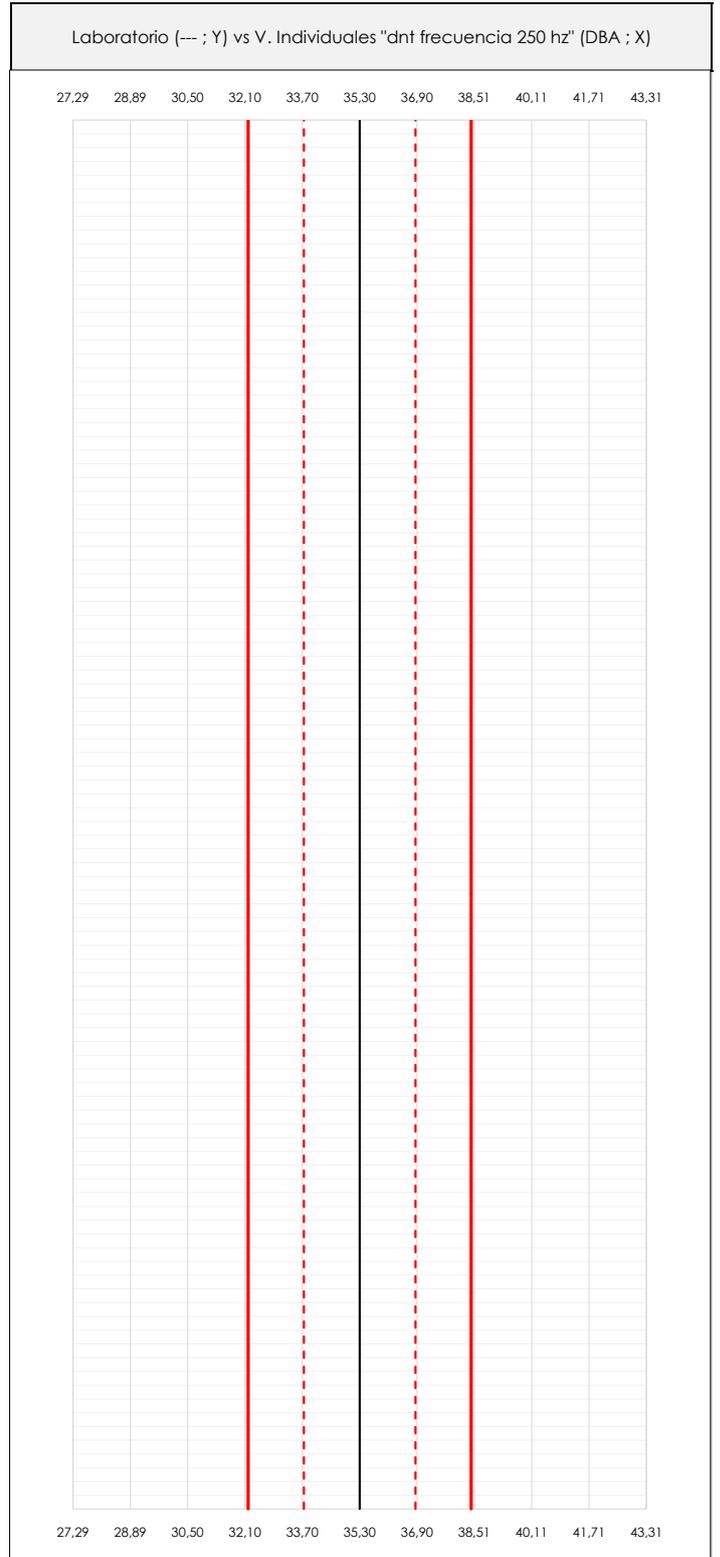
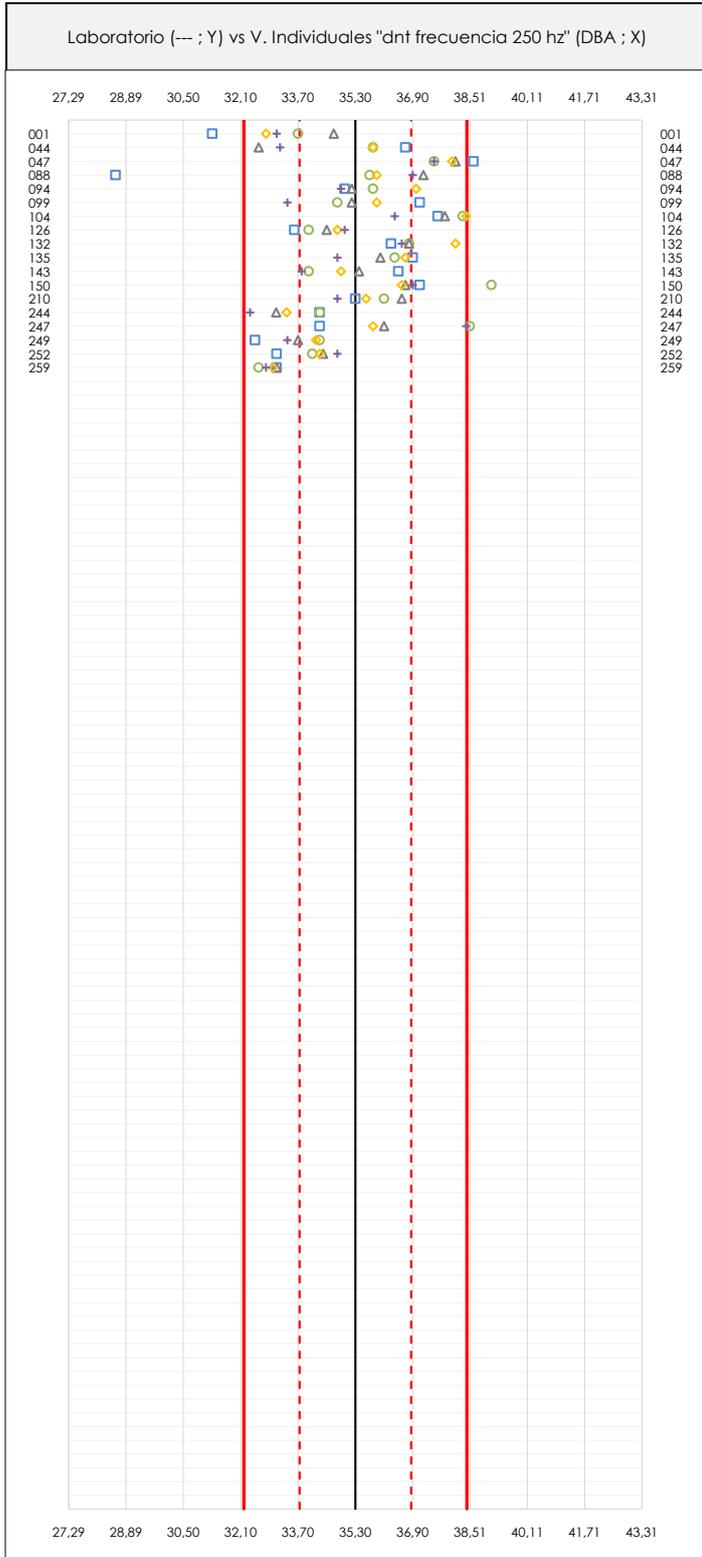
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



## DNT FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

### 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 (35,30 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (36,86/33,74 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (38,42/32,19 ; 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 FRECUENCIA 250 HZ (DBA)****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
01	31,30	33,70	34,70	32,80	33,10	33,12	1,250	-6,18	✓	
44	36,70	35,80	32,60	35,80	33,20	34,82	1,803	-1,36	✓	
47	38,60	37,50	38,10	38,00	37,50	37,94	0,462	7,47	✓	
88	28,60	35,70	37,20	35,90	36,90	34,86	3,557	-1,25	✓	
94	35,00	35,80	35,20	37,00	34,90	35,58	0,867	0,79	✓	
99	37,10	34,80	35,20	35,90	33,40	35,28	1,366	-0,06	✓	
104	37,60	38,30	37,80	38,40	36,40	37,70	0,800	6,79	✓	
126	33,60	34,00	34,50	34,80	35,00	34,38	0,576	-2,61	✓	
132	36,30	36,80	36,80	38,10	36,60	36,92	0,691	4,58	✓	
135	36,90	36,40	36,00	36,70	34,80	36,16	0,832	2,43	✓	
143	36,50	34,00	35,40	34,90	33,80	34,92	1,099	-1,08	✓	
150	37,10	39,10	36,70	36,60	36,90	37,28	1,035	5,60	✓	
210	35,30	36,10	36,60	35,60	34,80	35,68	0,698	1,07	✓	
244	34,30	34,31	33,09	33,38	32,36	33,49	0,835	-5,14	✓	
247	34,30	38,50	36,10	35,80	38,40	36,62	1,805	3,73	✓	x3 error de transcripcion corregido: ,6,1 en 36,1
249	32,50	34,30	33,70	34,20	33,40	33,62	0,726	-4,76	✓	
252	33,10	34,10	34,40	34,30	34,80	34,14	0,635	-3,29	✓	
259	33,10	32,60	33,10	33,00	32,80	32,92	0,217	-6,75	✓	

**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 FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

## 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	
0,71	31,300	33,700	34,700	32,800	33,100	33,120	1,250	-6,25	-1,38	1,23				0,7055		✓	
44	36,70	35,800	32,600	35,800	33,200	34,820	1,803	-1,44	-0,32	1,78**	0,186						✓
47	38,60	37,500	38,100	38,000	37,500	37,940	0,462	7,39	1,63	0,46			1,631		0,6563	✓	
88	28,60	35,700	37,200	35,900	36,900	34,860	---	---	---	---	---	---	---	---	---		X
94	35,00	35,800	35,200	37,000	34,900	35,580	0,867	0,71	0,16	0,86							✓
99	37,10	34,800	35,200	35,900	33,400	35,280	1,366	-0,13	-0,03	1,35							✓
104	37,60	38,300	37,800	38,400	36,400	37,700	0,800	6,72	1,48	0,79					0,6563		✓
126	33,60	34,000	34,500	34,800	35,000	34,380	0,576	-2,68	-0,59	0,57							✓
132	36,30	36,800	36,800	38,100	36,600	36,920	0,691	4,51	0,99	0,68							✓
135	36,90	36,400	36,000	36,700	34,800	36,160	0,832	2,36	0,52	0,82							✓
143	36,50	34,000	35,400	34,900	33,800	34,920	1,099	-1,15	-0,25	1,08							✓
150	37,10	39,100	36,700	36,600	36,900	37,280	1,035	5,53	1,22	1,02							✓
210	35,30	36,100	36,600	35,600	34,800	35,680	0,698	1,00	0,22	0,69							✓
244	34,30	34,313	33,086	33,382	32,359	33,488	0,835	-5,21	-1,15	0,82							✓
247	34,30	38,500	36,100	35,800	38,400	36,620	1,805	3,66	0,81	1,78**	0,186						✓
249	32,50	34,300	33,700	34,200	33,400	33,620	0,726	-4,83	-1,07	0,72							✓
252	33,10	34,100	34,400	34,300	34,800	34,140	0,635	-3,36	-0,74	0,63							✓
259	33,10	32,600	33,100	33,000	32,800	32,920	0,217	-6,81	-1,50	0,21		1,503		0,7055			✓

**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]

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

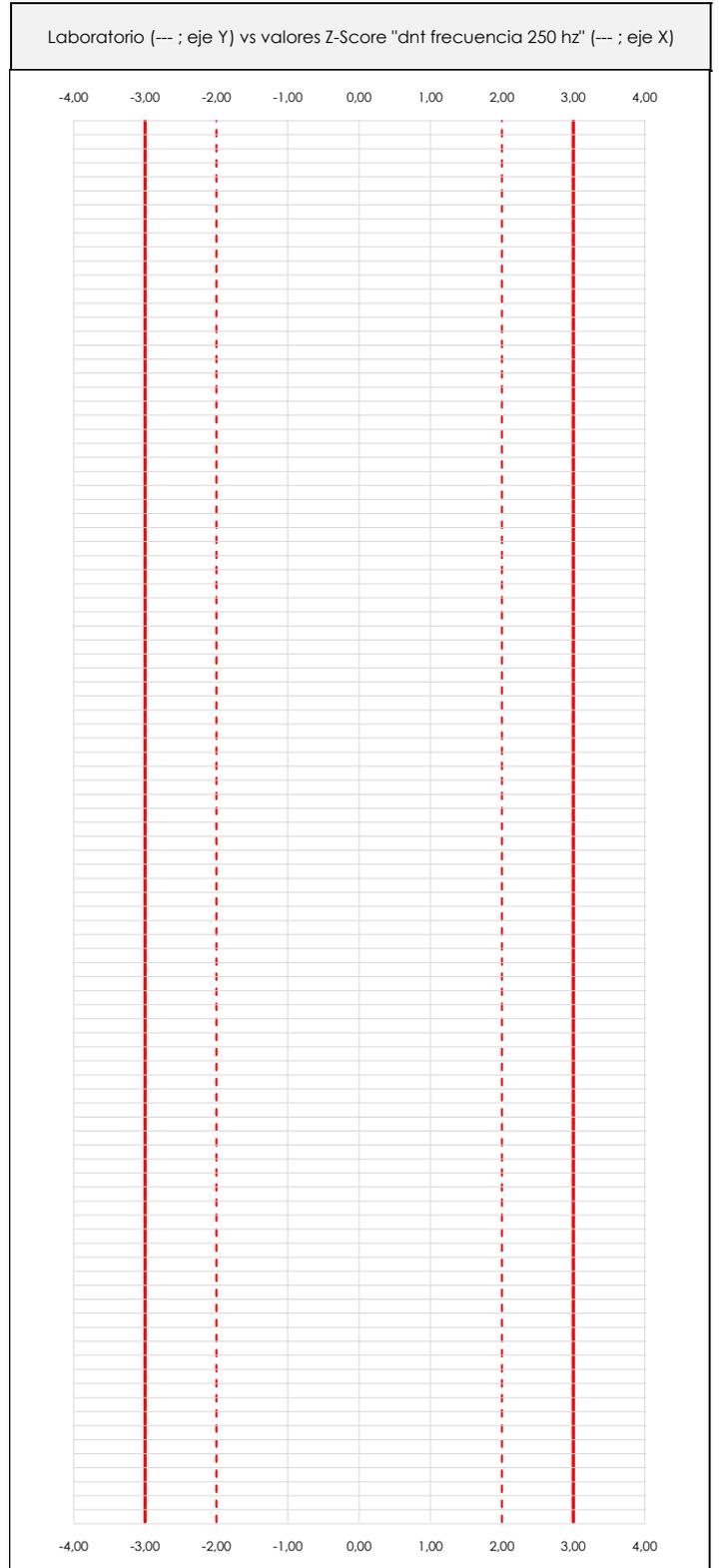
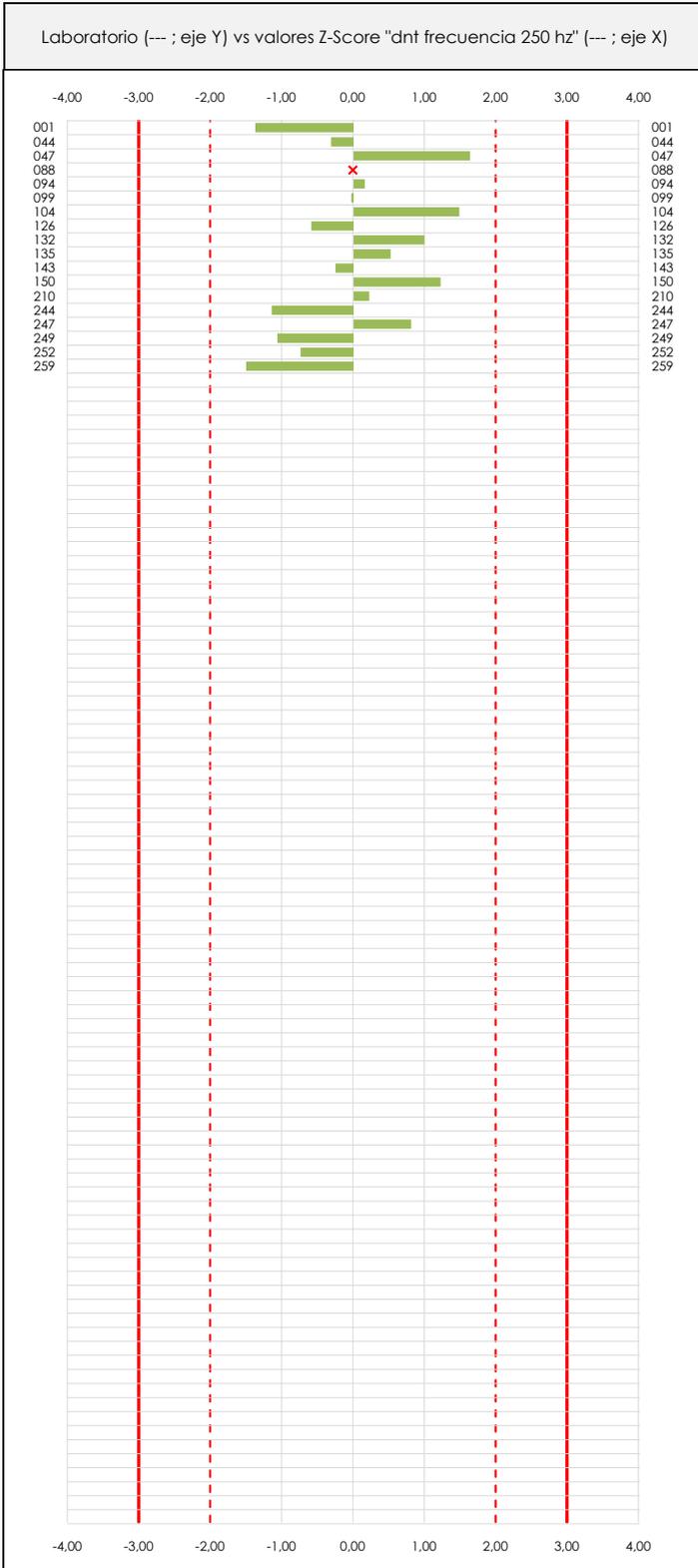
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

## 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
01	31,30	33,70	34,70	32,80	33,10	33,12	1,250	-6,25	✓	✓	✓			-1,378	S
44	36,70	35,80	32,60	35,80	33,20	34,82	1,803	-1,44	✓	✓	✓			-0,317	S
47	38,60	37,50	38,10	38,00	37,50	37,94	0,462	7,39	✓	✓	✓			1,631	S
88	28,60	35,70	37,20	35,90	36,90	34,86	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	35,00	35,80	35,20	37,00	34,90	35,58	0,867	0,71	✓	✓	✓			0,158	S
99	37,10	34,80	35,20	35,90	33,40	35,28	1,366	-0,13	✓	✓	✓			-0,030	S
104	37,60	38,30	37,80	38,40	36,40	37,70	0,800	6,72	✓	✓	✓			1,481	S
126	33,60	34,00	34,50	34,80	35,00	34,38	0,576	-2,68	✓	✓	✓			-0,592	S
132	36,30	36,80	36,80	38,10	36,60	36,92	0,691	4,51	✓	✓	✓			0,994	S
135	36,90	36,40	36,00	36,70	34,80	36,16	0,832	2,36	✓	✓	✓			0,520	S
143	36,50	34,00	35,40	34,90	33,80	34,92	1,099	-1,15	✓	✓	✓			-0,254	S
150	37,10	39,10	36,70	36,60	36,90	37,28	1,035	5,53	✓	✓	✓			1,219	S
210	35,30	36,10	36,60	35,60	34,80	35,68	0,698	1,00	✓	✓	✓			0,220	S
244	34,30	34,31	33,09	33,38	32,36	33,49	0,835	-5,21	✓	✓	✓			-1,148	S
247	34,30	38,50	36,10	35,80	38,40	36,62	1,805	3,66	✓	✓	✓			0,807	S
249	32,50	34,30	33,70	34,20	33,40	33,62	0,726	-4,83	✓	✓	✓			-1,066	S
252	33,10	34,10	34,40	34,30	34,80	34,14	0,635	-3,36	✓	✓	✓			-0,741	S
259	33,10	32,60	33,10	33,00	32,80	32,92	0,217	-6,81	✓	✓	✓			-1,503	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.

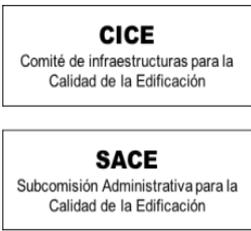
<sup>02</sup> "S<sub>Li</sub>" es la desviación típica intralaboratorios y "D<sub>iarit</sub> %" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

<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]

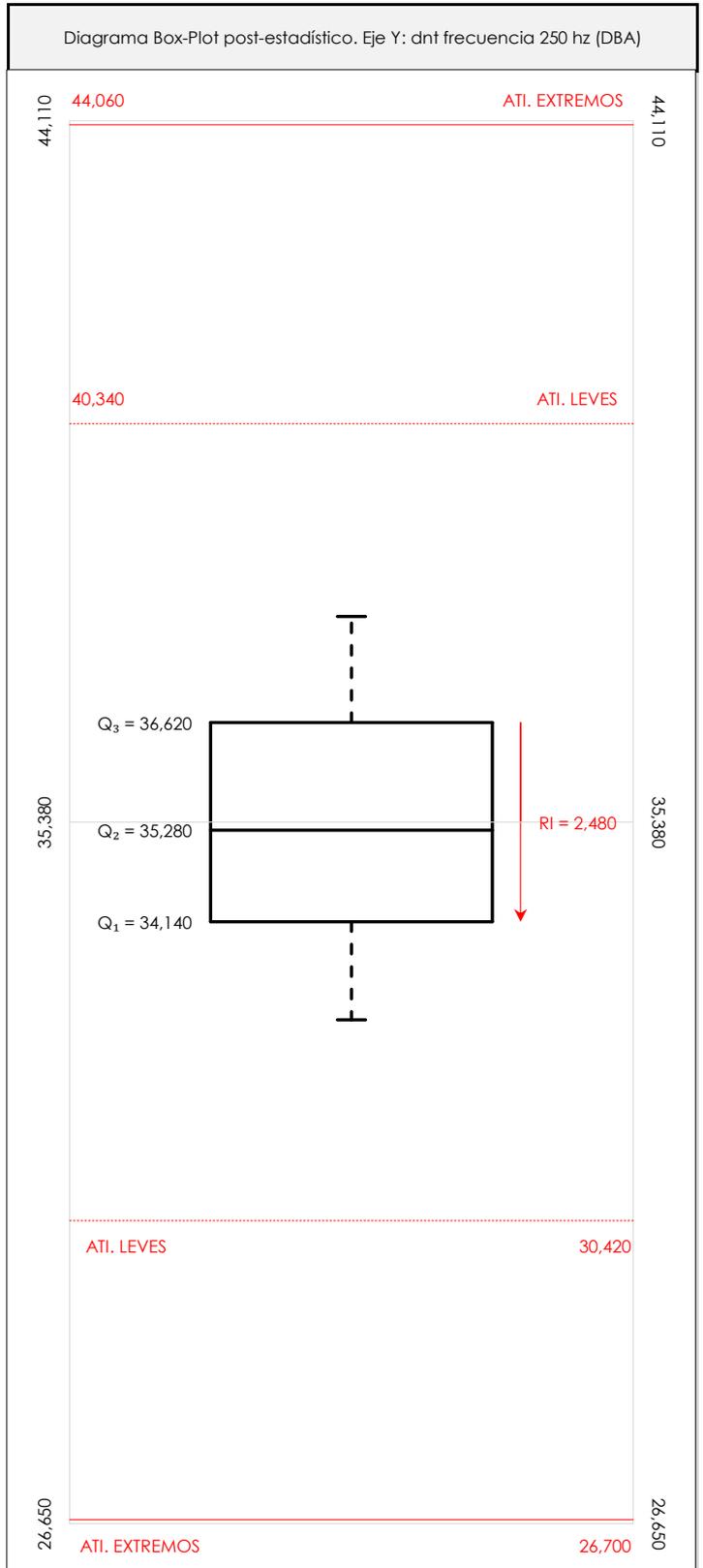
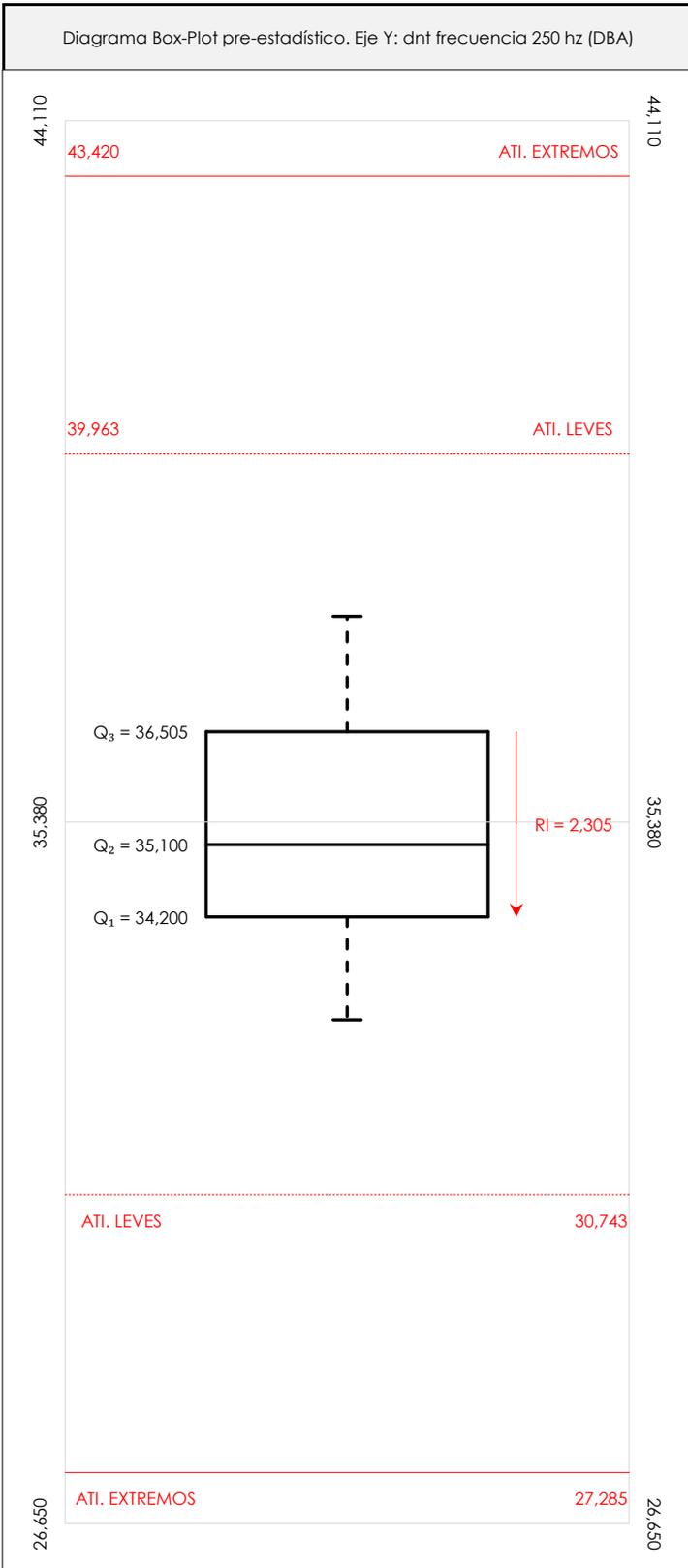
[insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 250 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 250 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 250 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 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>	38,60	39,10	38,10	38,40	38,40	37,94	38,60	39,10	38,10	38,40	38,40	37,94
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	28,60	32,60	32,60	32,80	32,36	32,92	31,30	32,60	32,60	32,80	32,36	32,92
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	34,88	35,66	35,40	35,62	34,95	35,30	35,25	35,65	35,29	35,60	34,83	35,33
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	2,54	1,85	1,64	1,69	1,80	1,56	2,06	1,90	1,63	1,74	1,78	1,60
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	1,674	3,587	2,092	3,767	5,380		1,029	2,811	2,360	3,389	5,103	
<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>	2,35	1,77	0,249	2,894	0,2990	2,35	1,77	0,261	2,894	0,2990
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,87	1,52	0,209	2,620	0,3822	1,87	1,52	0,219	2,620	0,3822

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 17 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

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

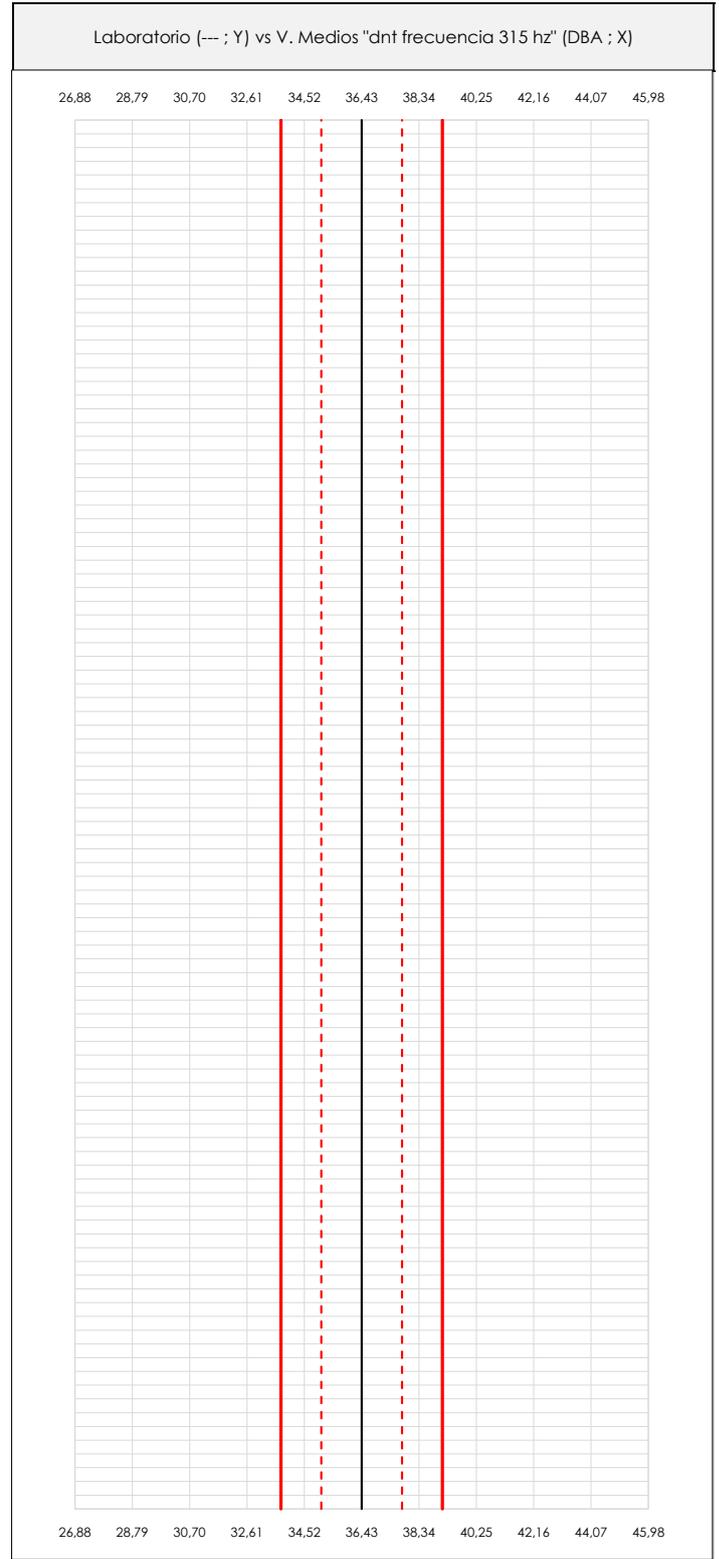
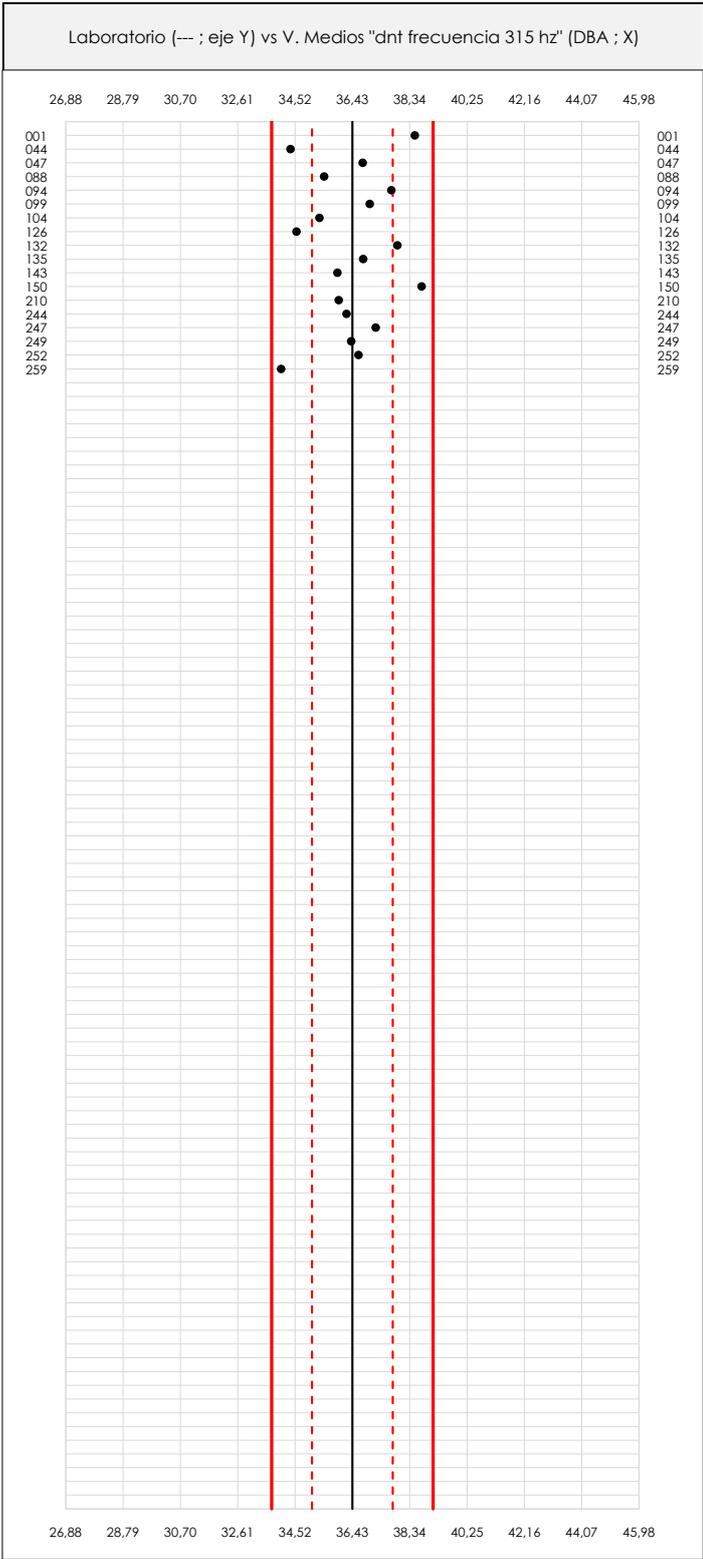
DNT FRECUENCIA 315 HZ



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

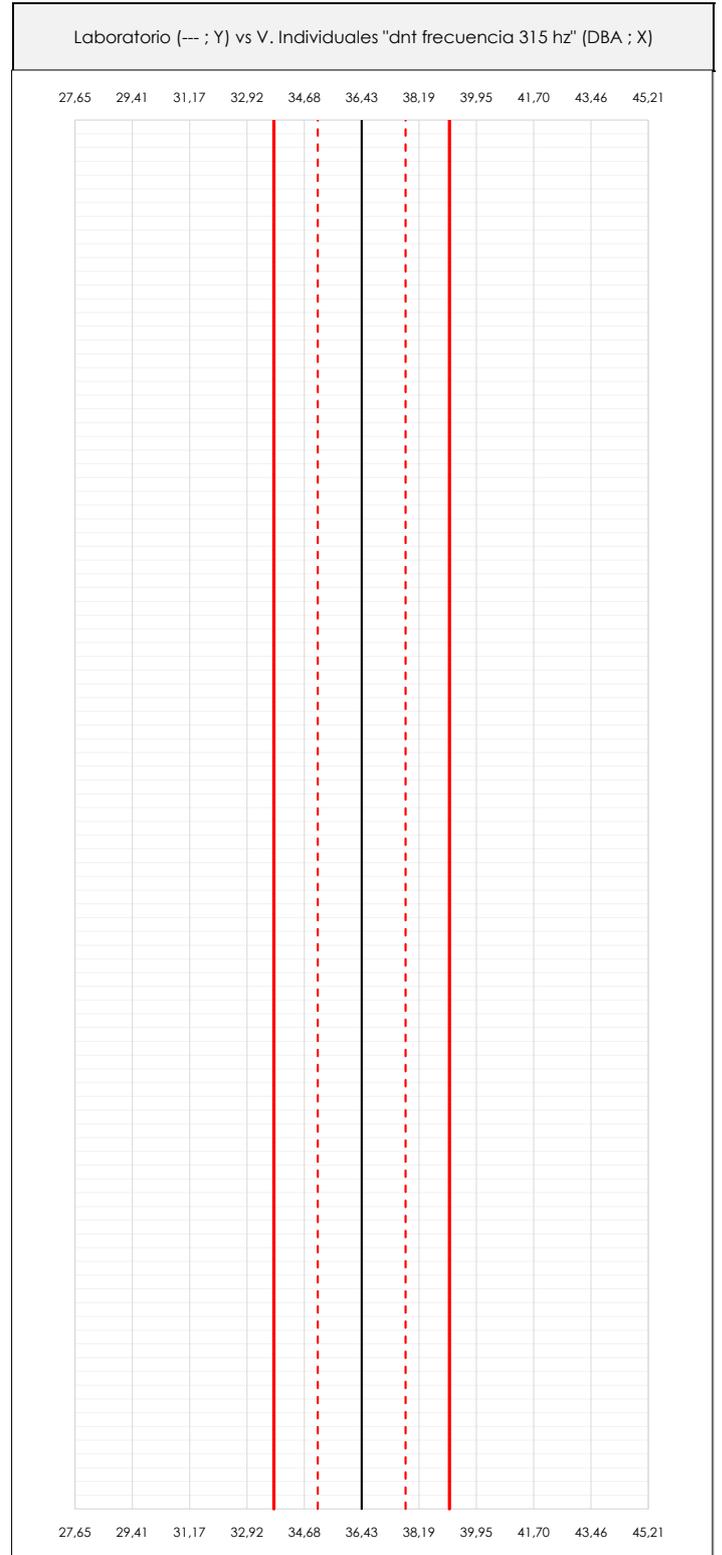
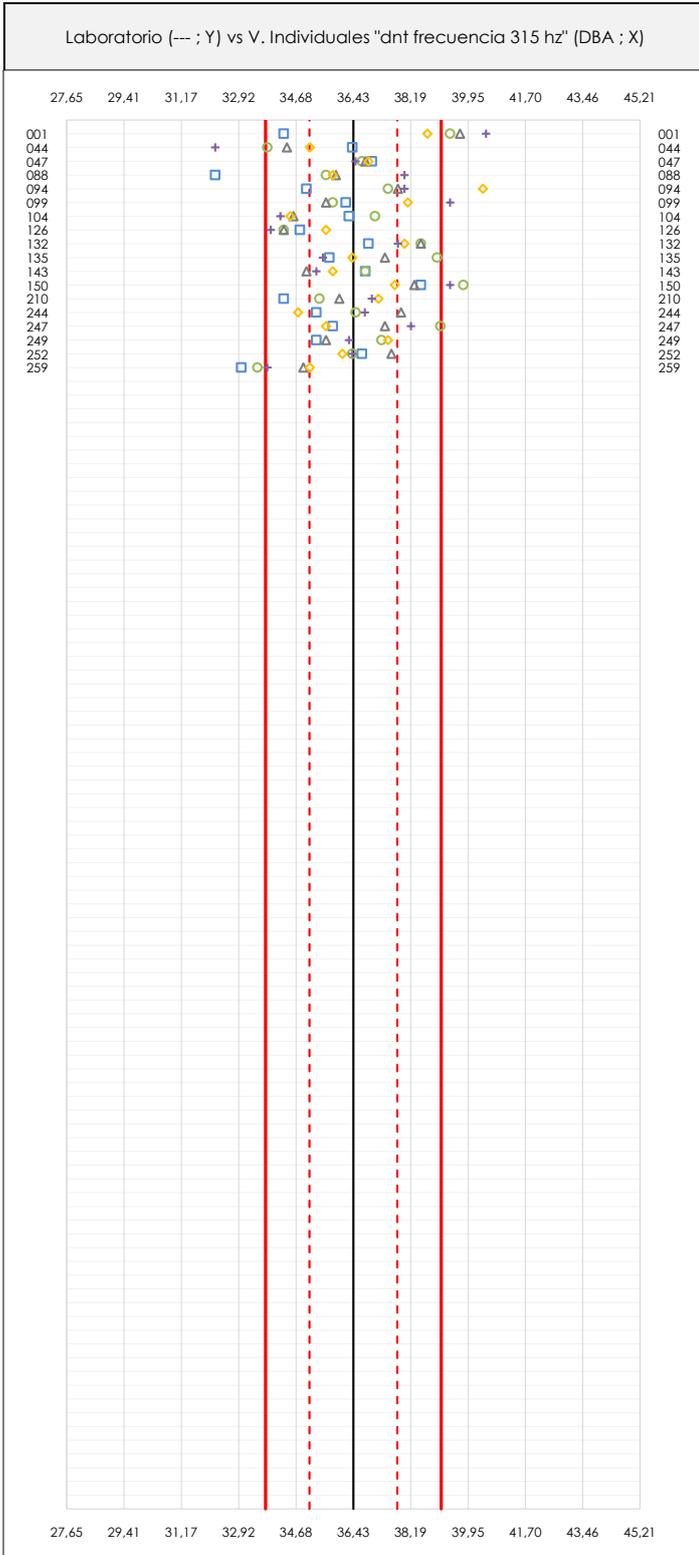
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (36,43 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,78/35,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,12/33,75 ; 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 FRECUENCIA 315 HZ (DBA)

## 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 (36,43 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (37,78/35,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (39,12/33,75 ; 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.

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 315 HZ (DBA)****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
01	34,30	39,40	39,70	38,70	40,50	38,52	2,446	5,72	✓	
44	36,40	33,80	34,40	35,10	32,20	34,38	1,556	-5,64	✓	
47	37,00	36,70	36,80	36,90	36,50	36,78	0,192	0,95	✓	
88	32,20	35,60	35,90	35,80	38,00	35,50	2,086	-2,57	✓	
94	35,00	37,50	37,80	40,40	38,00	37,74	1,918	3,58	✓	
99	36,20	35,80	35,60	38,10	39,40	37,02	1,659	1,61	✓	
104	36,30	37,10	34,60	34,50	34,20	35,34	1,282	-3,00	✓	
126	34,80	34,30	34,30	35,60	33,90	34,58	0,653	-5,09	✓	
132	36,90	38,50	38,50	38,00	37,80	37,94	0,658	4,13	✓	
135	35,70	39,00	37,40	36,40	35,50	36,80	1,437	1,00	✓	
143	36,80	36,80	35,00	35,80	35,30	35,94	0,835	-1,36	✓	
150	38,50	39,80	38,30	37,70	39,40	38,74	0,850	6,33	✓	
210	34,30	35,40	36,00	37,20	37,00	35,98	1,192	-1,25	✓	
244	35,30	36,51	37,90	34,74	36,79	36,25	1,250	-0,52	✓	
247	35,80	39,10	37,40	35,60	38,20	37,22	1,514	2,16	✓	
249	35,30	37,30	35,60	37,50	36,30	36,40	0,985	-0,10	✓	
252	36,70	36,40	37,60	36,10	36,40	36,64	0,577	0,56	✓	
259	33,00	33,50	34,90	35,10	33,80	34,06	0,907	-6,52	✓	

**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 FRECUENCIA 315 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 315 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 315 HZ (DBA)

## 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
0,71	34,300	39,400	39,700	38,700	40,500	38,520	2,446	5,72	1,55	1,82**	0,183				0,6466	✓
44	36,40	33,800	34,400	35,100	32,200	34,380	1,556	-5,64	-1,53	1,16				0,6394		✓
47	37,00	36,700	36,800	36,900	36,500	36,780	0,192	0,95	0,26	0,14						✓
88	32,20	35,600	35,900	35,800	38,000	35,500	2,086	-2,57	-0,70	1,55*	0,183					✓
94	35,00	37,500	37,800	40,400	38,000	37,740	1,918	3,58	0,97	1,42						✓
99	36,20	35,800	35,600	38,100	39,400	37,020	1,659	1,61	0,44	1,23						✓
104	36,30	37,100	34,600	34,500	34,200	35,340	1,282	-3,00	-0,81	0,95						✓
126	34,80	34,300	34,300	35,600	33,900	34,580	0,653	-5,09	-1,38	0,49						✓
132	36,90	38,500	38,500	38,000	37,800	37,940	0,658	4,13	1,12	0,49						✓
135	35,70	39,000	37,400	36,400	35,500	36,800	1,437	1,00	0,27	1,07						✓
143	36,80	36,800	35,000	35,800	35,300	35,940	0,835	-1,36	-0,37	0,62						✓
150	38,50	39,800	38,300	37,700	39,400	38,740	0,850	6,33	1,71	0,63			1,714		0,6466	✓
210	34,30	35,400	36,000	37,200	37,000	35,980	1,192	-1,25	-0,34	0,89						✓
244	35,30	36,507	37,896	34,740	36,789	36,246	1,250	-0,52	-0,14	0,93						✓
247	35,80	39,100	37,400	35,600	38,200	37,220	1,514	2,16	0,58	1,12						✓
249	35,30	37,300	35,600	37,500	36,300	36,400	0,985	-0,10	-0,03	0,73						✓
252	36,70	36,400	37,600	36,100	36,400	36,640	0,577	0,56	0,15	0,43						✓
259	33,00	33,500	34,900	35,100	33,800	34,060	0,907	-6,52	-1,77	0,67			1,766		0,6394	✓

**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]

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

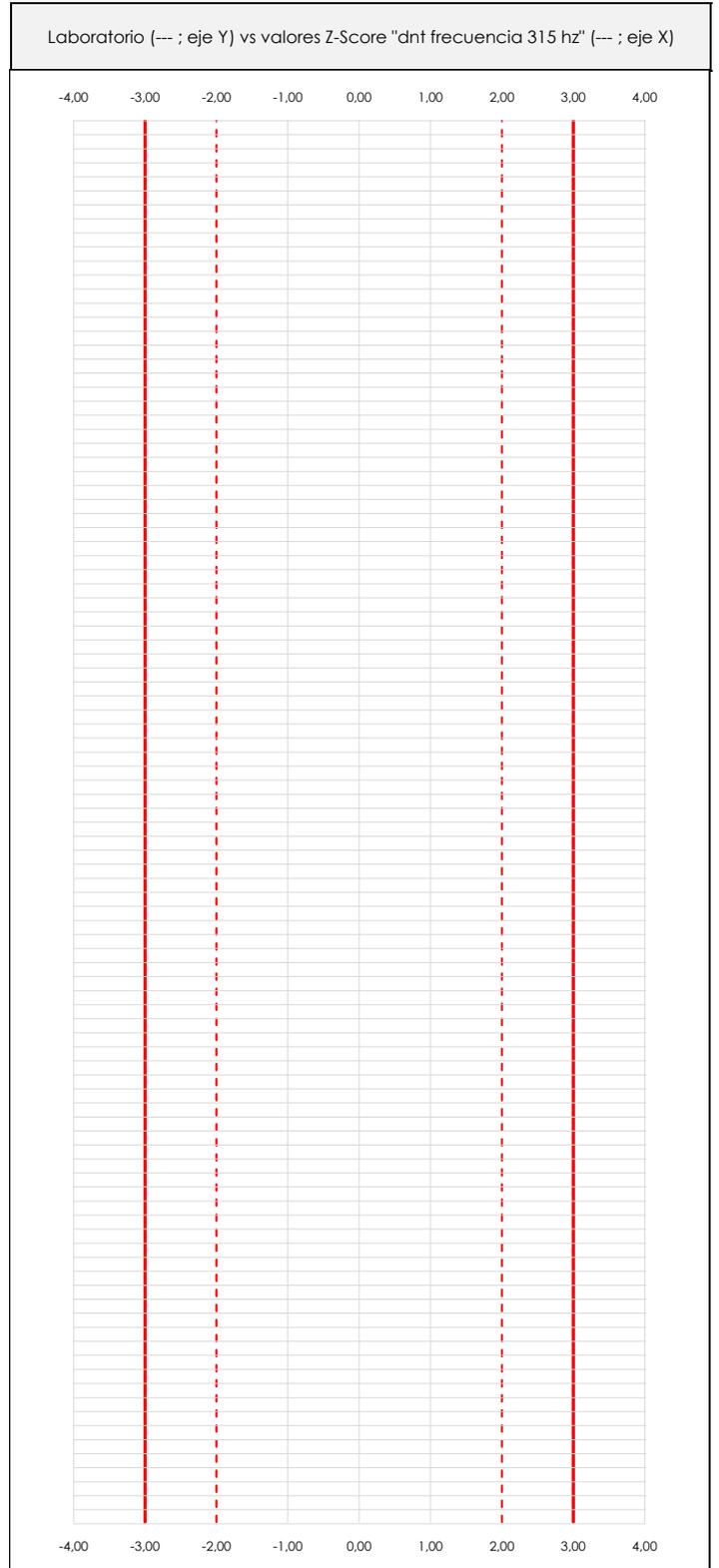
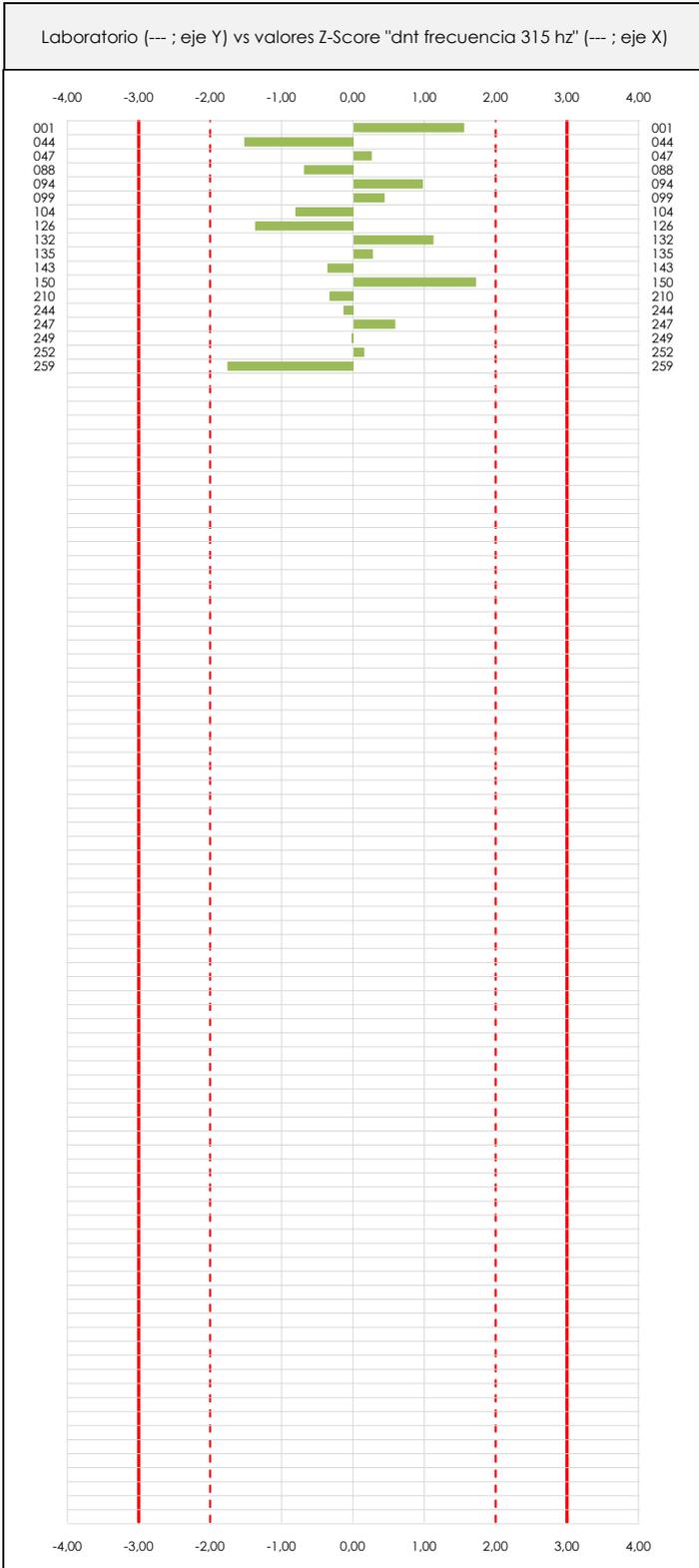
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DBA)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 315 HZ (DBA)

## 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
01	34,30	39,40	39,70	38,70	40,50	38,52	2,446	5,72	✓	✓	✓			1,550	S
44	36,40	33,80	34,40	35,10	32,20	34,38	1,556	-5,64	✓	✓	✓			-1,528	S
47	37,00	36,70	36,80	36,90	36,50	36,78	0,192	0,95	✓	✓	✓			0,257	S
88	32,20	35,60	35,90	35,80	38,00	35,50	2,086	-2,57	✓	✓	✓			-0,695	S
94	35,00	37,50	37,80	40,40	38,00	37,74	1,918	3,58	✓	✓	✓			0,970	S
99	36,20	35,80	35,60	38,10	39,40	37,02	1,659	1,61	✓	✓	✓			0,435	S
104	36,30	37,10	34,60	34,50	34,20	35,34	1,282	-3,00	✓	✓	✓			-0,814	S
126	34,80	34,30	34,30	35,60	33,90	34,58	0,653	-5,09	✓	✓	✓			-1,379	S
132	36,90	38,50	38,50	38,00	37,80	37,94	0,658	4,13	✓	✓	✓			1,119	S
135	35,70	39,00	37,40	36,40	35,50	36,80	1,437	1,00	✓	✓	✓			0,272	S
143	36,80	36,80	35,00	35,80	35,30	35,94	0,835	-1,36	✓	✓	✓			-0,368	S
150	38,50	39,80	38,30	37,70	39,40	38,74	0,850	6,33	✓	✓	✓			1,714	S
210	34,30	35,40	36,00	37,20	37,00	35,98	1,192	-1,25	✓	✓	✓			-0,338	S
244	35,30	36,51	37,90	34,74	36,79	36,25	1,250	-0,52	✓	✓	✓			-0,140	S
247	35,80	39,10	37,40	35,60	38,20	37,22	1,514	2,16	✓	✓	✓			0,584	S
249	35,30	37,30	35,60	37,50	36,30	36,40	0,985	-0,10	✓	✓	✓			-0,026	S
252	36,70	36,40	37,60	36,10	36,40	36,64	0,577	0,56	✓	✓	✓			0,153	S
259	33,00	33,50	34,90	35,10	33,80	34,06	0,907	-6,52	✓	✓	✓			-1,766	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].

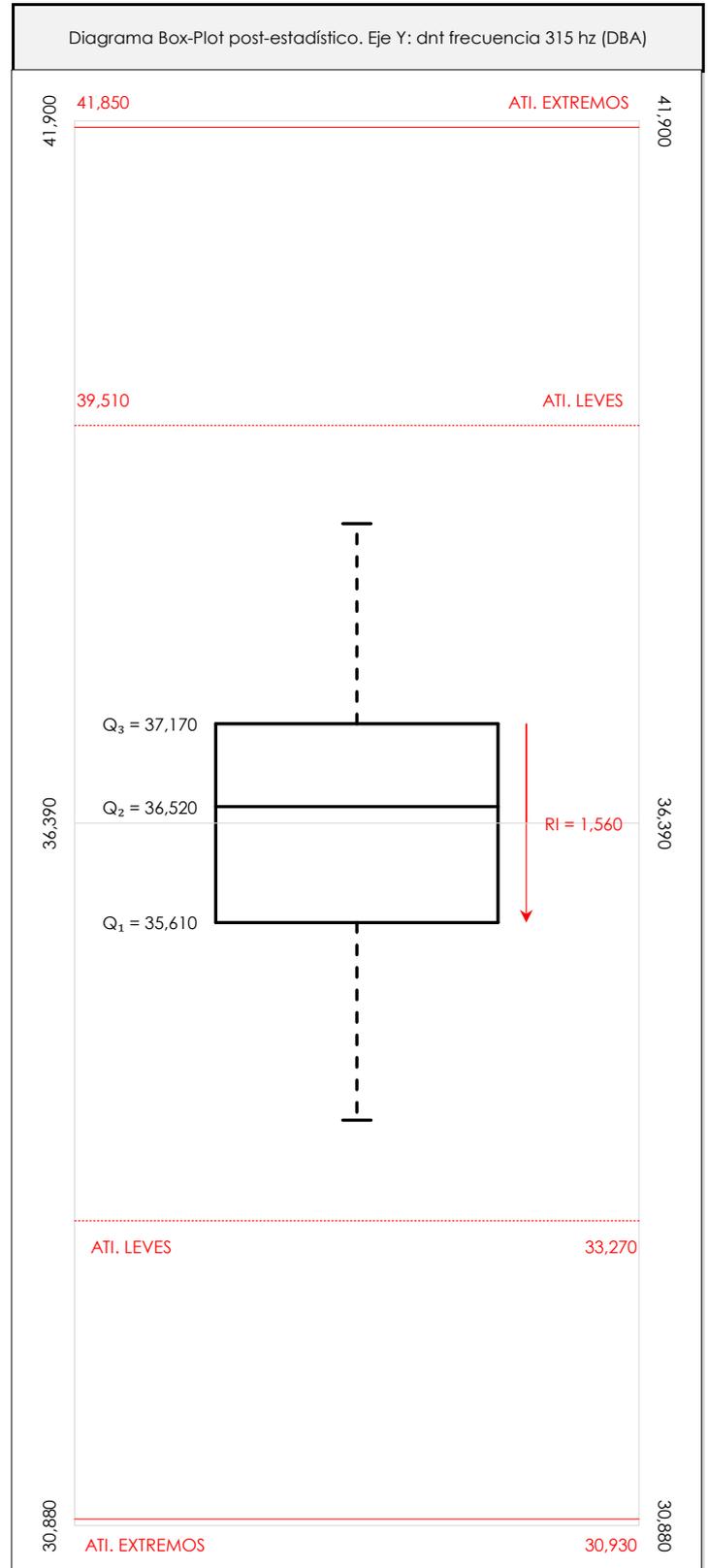
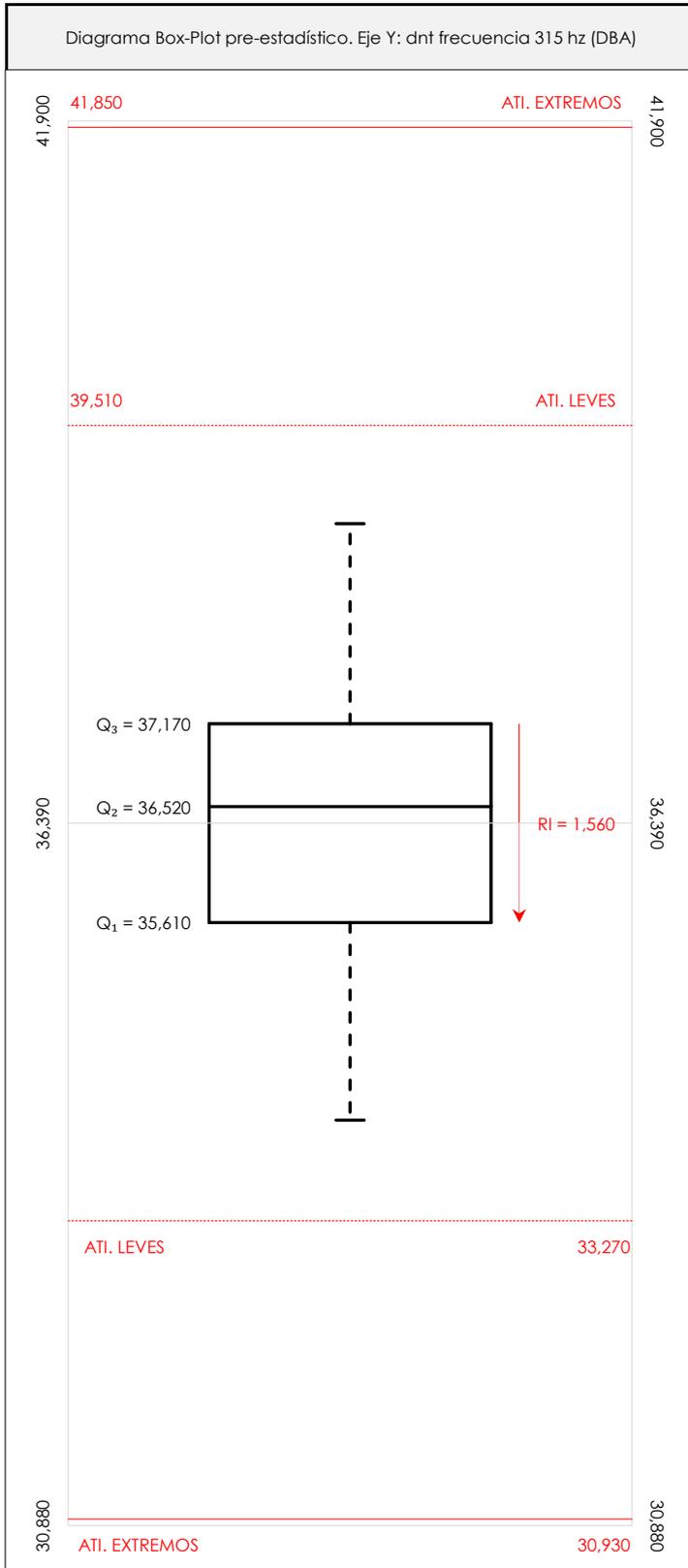
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 315 HZ (DBA)****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 FRECUENCIA 315 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 315 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 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>	38,50	39,80	39,70	40,40	40,50	38,74	38,50	39,80	39,70	40,40	40,50	38,74
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	32,20	33,50	34,30	34,50	32,20	34,06	32,20	33,50	34,30	34,50	32,20	34,06
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	35,58	36,81	36,54	36,62	36,62	36,43	35,58	36,81	36,54	36,62	36,62	36,43
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,52	1,89	1,61	1,56	2,20	1,34	1,52	1,89	1,61	1,56	2,20	1,34
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	0,04	0,04	0,05	0,04	0,04	0,06	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>	1,812	3,731	1,446	3,258	5,003		1,812	3,731	1,446	3,258	5,003	
<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>	2,36	1,77	0,249	2,932	0,3200	2,36	1,77	0,249	2,932	0,3200
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,88	1,52	0,209	2,651	0,4025	1,88	1,52	0,209	2,651	0,4025

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 18 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

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

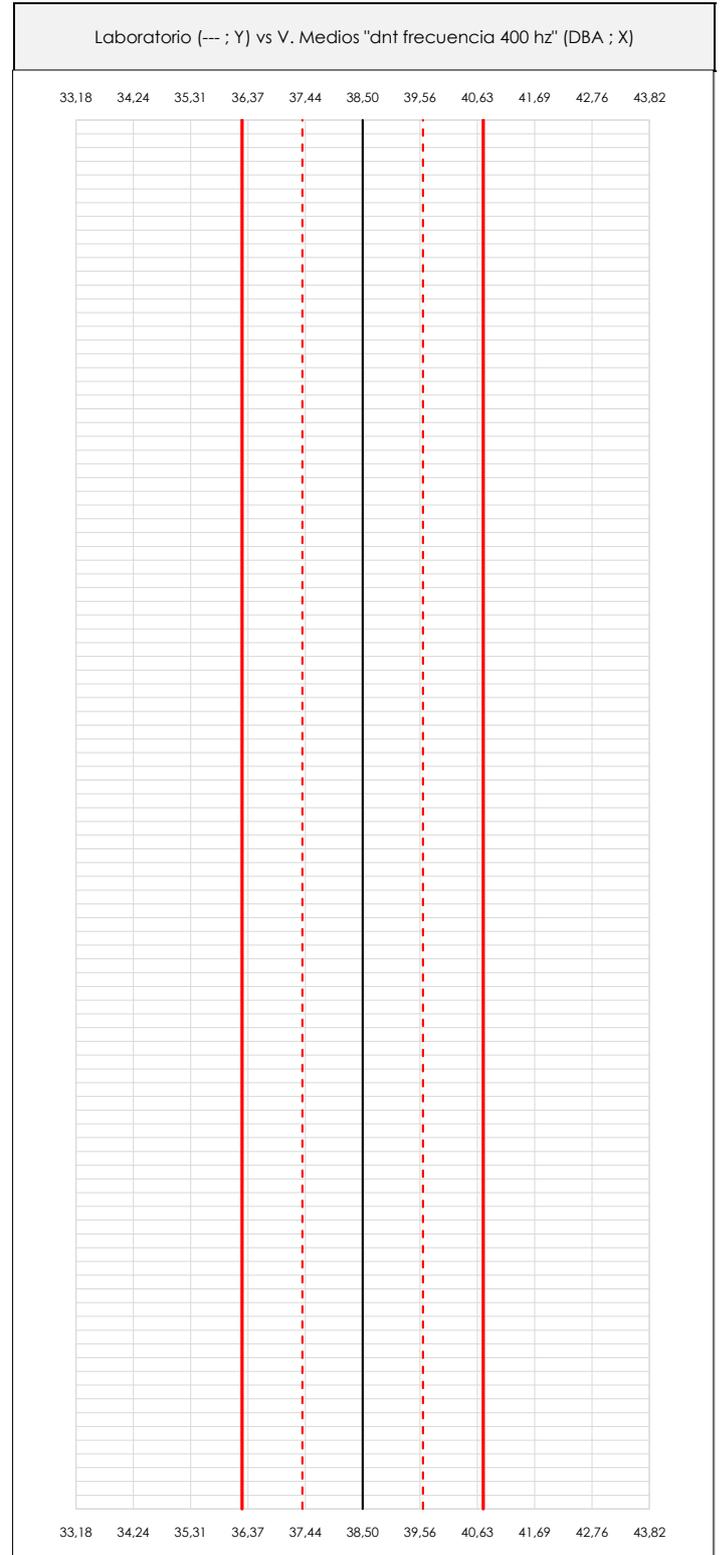
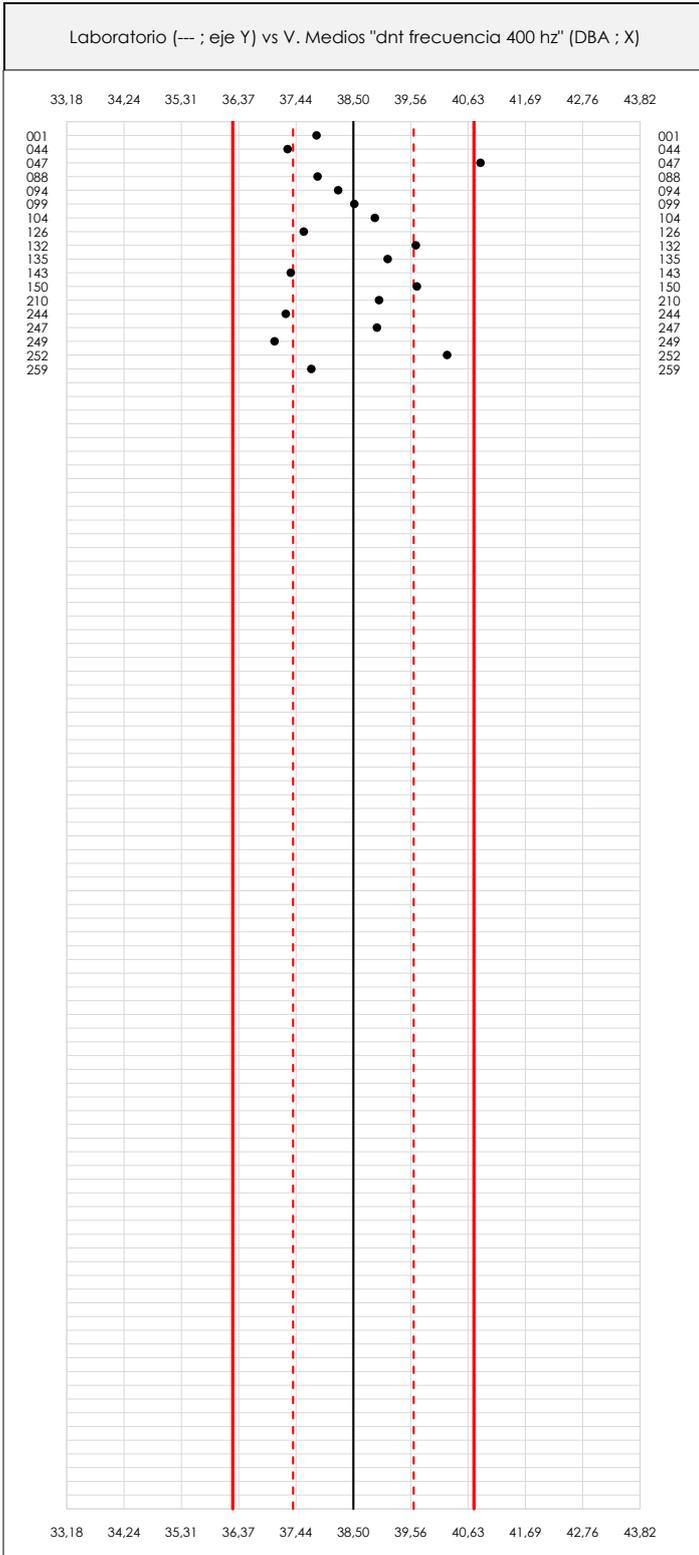
DNT FRECUENCIA 400 HZ



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

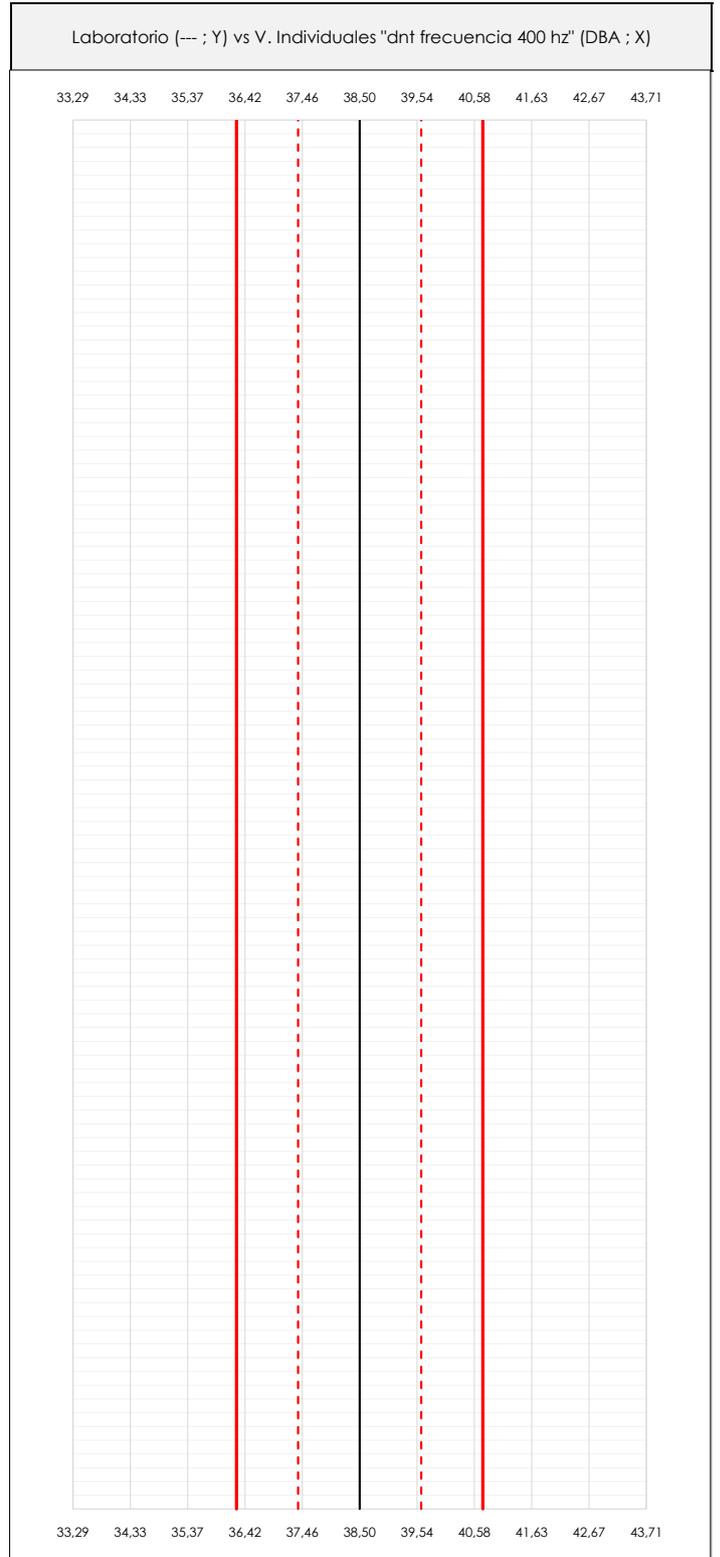
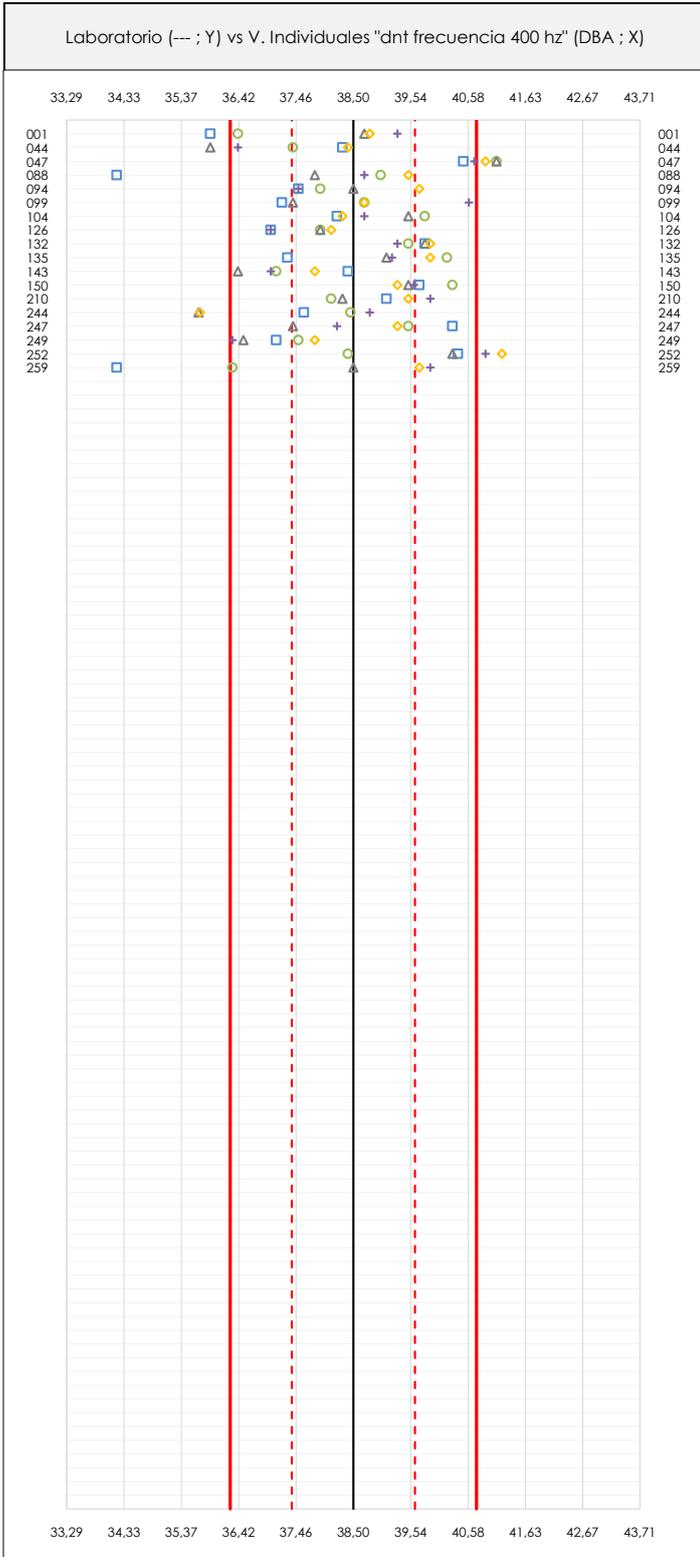
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,62/37,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,74/36,26 ; 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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (38,50 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (39,62/37,38 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (40,74/36,26 ; 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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)****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
01	35,90	36,40	38,70	38,80	39,30	37,82	1,551	-1,77	✓	
44	38,30	37,40	35,90	38,40	36,40	37,28	1,117	-3,17	✓	
47	40,50	41,10	41,10	40,90	40,70	40,86	0,261	6,13	✓	
88	34,20	39,00	37,80	39,50	38,70	37,84	2,127	-1,72	✓	
94	37,50	37,90	38,50	39,70	37,50	38,22	0,923	-0,73	✓	
99	37,20	38,70	37,40	38,70	40,60	38,52	1,359	0,05	✓	
104	38,20	39,80	39,50	38,30	38,70	38,90	0,718	1,04	✓	
126	37,00	37,90	37,90	38,10	37,00	37,58	0,536	-2,39	✓	
132	39,80	39,50	39,80	39,90	39,30	39,66	0,251	3,01	✓	
135	37,30	40,20	39,10	39,90	39,20	39,14	1,128	1,66	✓	
143	38,40	37,10	36,40	37,80	37,00	37,34	0,773	-3,01	✓	
150	39,70	40,30	39,50	39,30	39,60	39,68	0,377	3,06	✓	
210	39,10	38,10	38,30	39,50	39,90	38,98	0,769	1,25	✓	
244	37,60	38,45	35,69	35,71	38,80	37,25	1,480	-3,25	✓	
247	40,30	39,50	37,40	39,30	38,20	38,94	1,141	1,14	✓	
249	37,10	37,50	36,50	37,80	36,30	37,04	0,639	-3,79	✓	
252	40,40	38,40	40,30	41,20	40,90	40,24	1,092	4,52	✓	
259	34,20	36,30	38,50	39,70	39,90	37,72	2,434	-2,03	✓	

**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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

### 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		
0,71	35,900	36,400	38,700	38,800	39,300	37,820	1,551	-1,61	-0,61	1,56*	0,161						✓	
44	38,30	37,400	35,900	38,400	36,400	37,280	1,117	-3,02	-1,13	1,12							✓	
47	40,50	41,100	41,100	40,900	40,700	40,860	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
88	34,20	39,000	37,800	39,500	38,700	37,840	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
94	37,50	37,900	38,500	39,700	37,500	38,220	0,923	-0,57	-0,21	0,93							✓	
99	37,20	38,700	37,400	38,700	40,600	38,520	1,359	0,21	0,08	1,36							✓	
104	38,20	39,800	39,500	38,300	38,700	38,900	0,718	1,20	0,45	0,72							✓	
126	37,00	37,900	37,900	38,100	37,000	37,580	0,536	-2,24	-0,84	0,54							✓	
132	39,80	39,500	39,800	39,900	39,300	39,660	0,251	3,18	1,19	0,25							✓	
135	37,30	40,200	39,100	39,900	39,200	39,140	1,128	1,82	0,69	1,13							✓	
143	38,40	37,100	36,400	37,800	37,000	37,340	0,773	-2,86	-1,08	0,78							✓	
150	39,70	40,300	39,500	39,300	39,600	39,680	0,377	3,23	1,21	0,38					0,6243		✓	
210	39,10	38,100	38,300	39,500	39,900	38,980	0,769	1,41	0,53	0,77							✓	
244	37,60	38,447	35,688	35,712	38,801	37,249	1,480	-3,10	-1,16	1,48					0,7340		✓	
247	40,30	39,500	37,400	39,300	38,200	38,940	1,141	1,30	0,49	1,14							✓	
249	37,10	37,500	36,500	37,800	36,300	37,040	0,639	-3,64	-1,37	0,64		1,369			0,7340		✓	
252	40,40	38,400	40,300	41,200	40,900	40,240	1,092	4,68	1,76	1,10			1,762		0,6243		✓	
259	34,20	36,300	38,500	39,700	39,900	37,720	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---		X

**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:

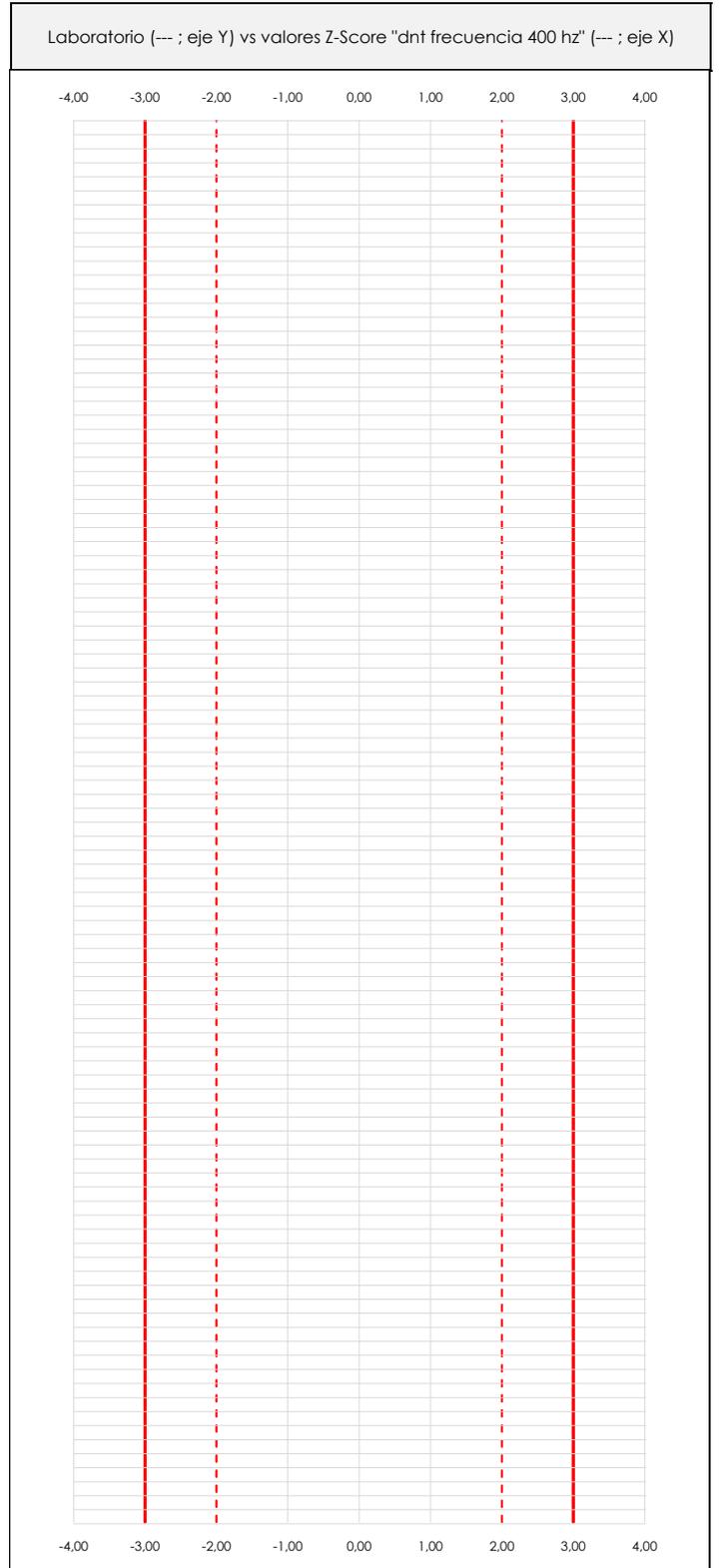
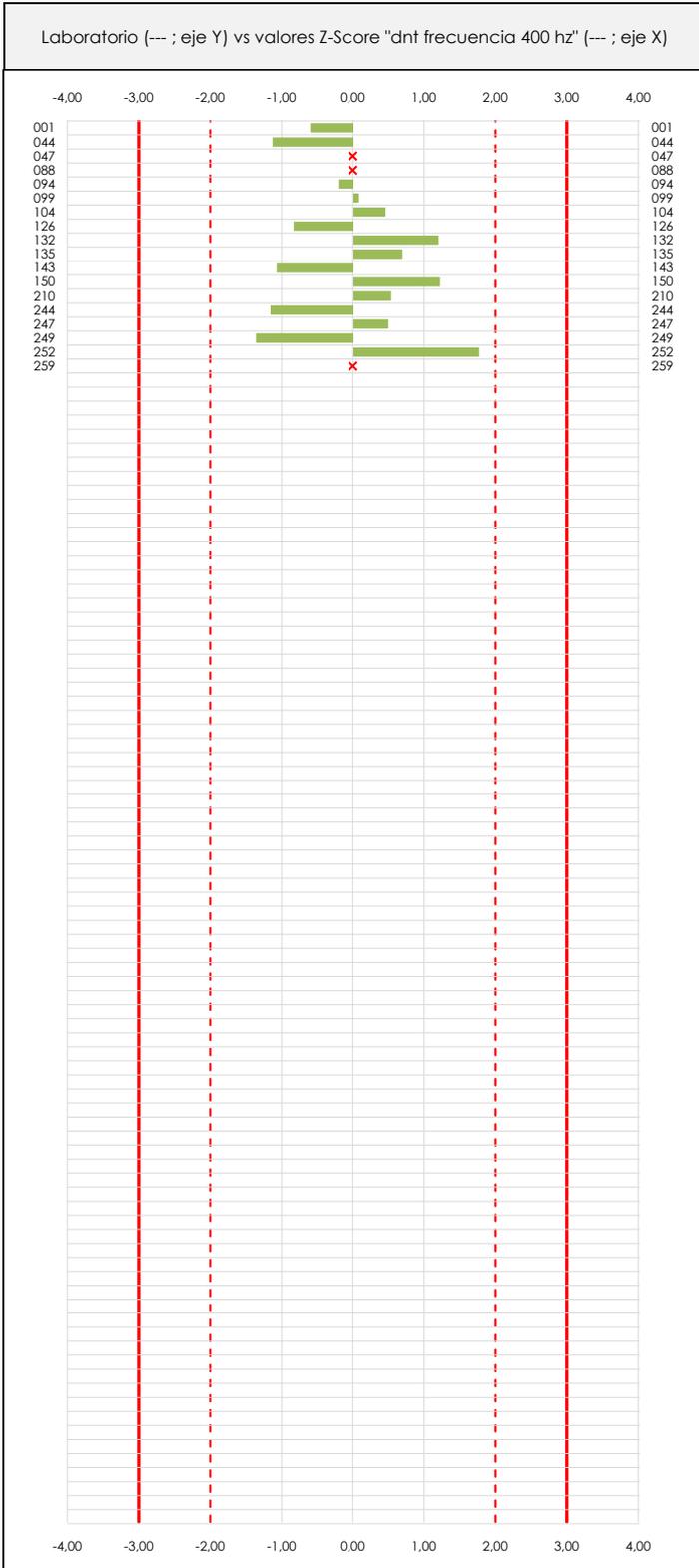
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

## 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
01	35,90	36,40	38,70	38,80	39,30	37,82	1,551	-1,61	✓	✓	✓			-0,606	S
44	38,30	37,40	35,90	38,40	36,40	37,28	1,117	-3,02	✓	✓	✓			-1,134	S
47	40,50	41,10	41,10	40,90	40,70	40,86	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
88	34,20	39,00	37,80	39,50	38,70	37,84	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
94	37,50	37,90	38,50	39,70	37,50	38,22	0,923	-0,57	✓	✓	✓			-0,215	S
99	37,20	38,70	37,40	38,70	40,60	38,52	1,359	0,21	✓	✓	✓			0,079	S
104	38,20	39,80	39,50	38,30	38,70	38,90	0,718	1,20	✓	✓	✓			0,451	S
126	37,00	37,90	37,90	38,10	37,00	37,58	0,536	-2,24	✓	✓	✓			-0,841	S
132	39,80	39,50	39,80	39,90	39,30	39,66	0,251	3,18	✓	✓	✓			1,194	S
135	37,30	40,20	39,10	39,90	39,20	39,14	1,128	1,82	✓	✓	✓			0,686	S
143	38,40	37,10	36,40	37,80	37,00	37,34	0,773	-2,86	✓	✓	✓			-1,076	S
150	39,70	40,30	39,50	39,30	39,60	39,68	0,377	3,23	✓	✓	✓			1,214	S
210	39,10	38,10	38,30	39,50	39,90	38,98	0,769	1,41	✓	✓	✓			0,529	S
244	37,60	38,45	35,69	35,71	38,80	37,25	1,480	-3,10	✓	✓	✓			-1,164	S
247	40,30	39,50	37,40	39,30	38,20	38,94	1,141	1,30	✓	✓	✓			0,490	S
249	37,10	37,50	36,50	37,80	36,30	37,04	0,639	-3,64	✓	✓	✓			-1,369	S
252	40,40	38,40	40,30	41,20	40,90	40,24	1,092	4,68	✓	✓	✓			1,762	S
259	34,20	36,30	38,50	39,70	39,90	37,72	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---

**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]

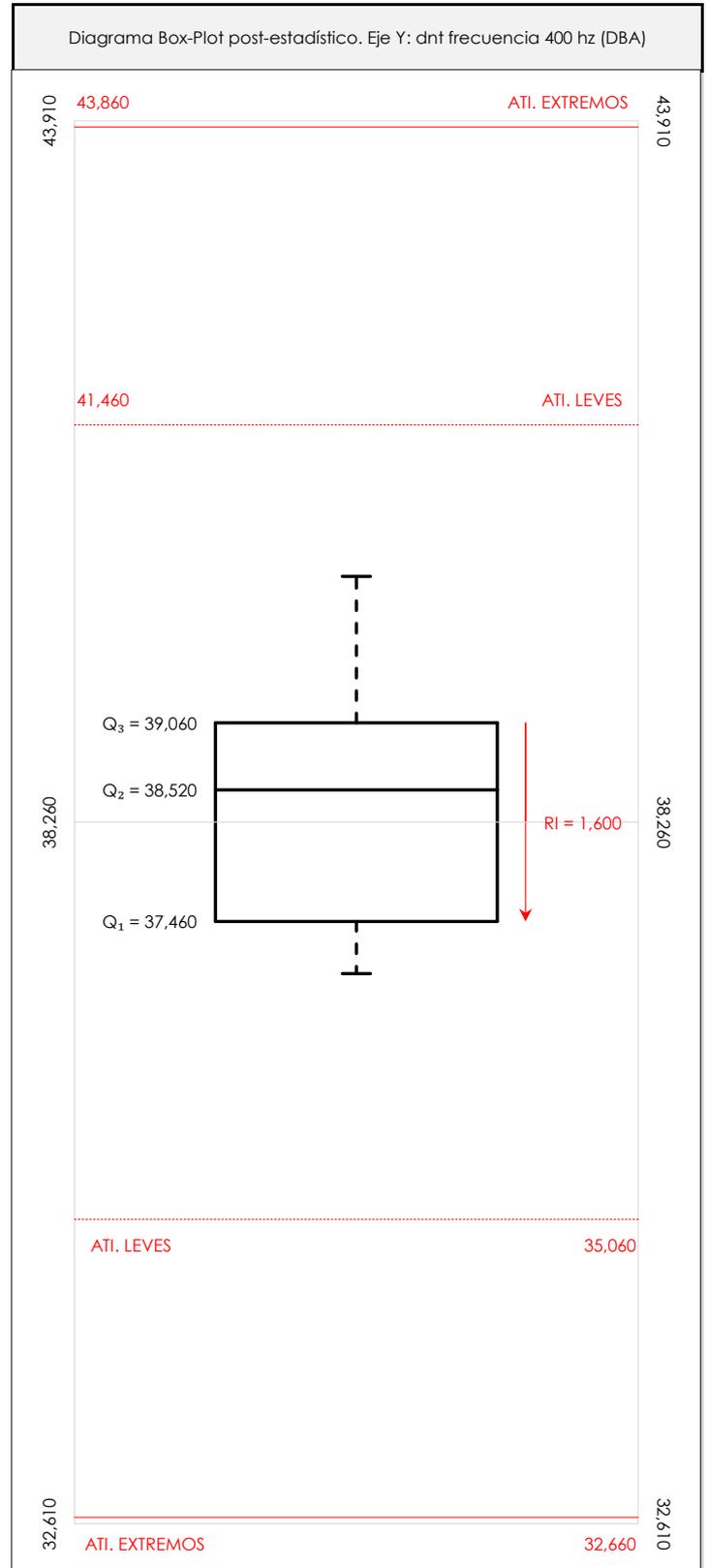
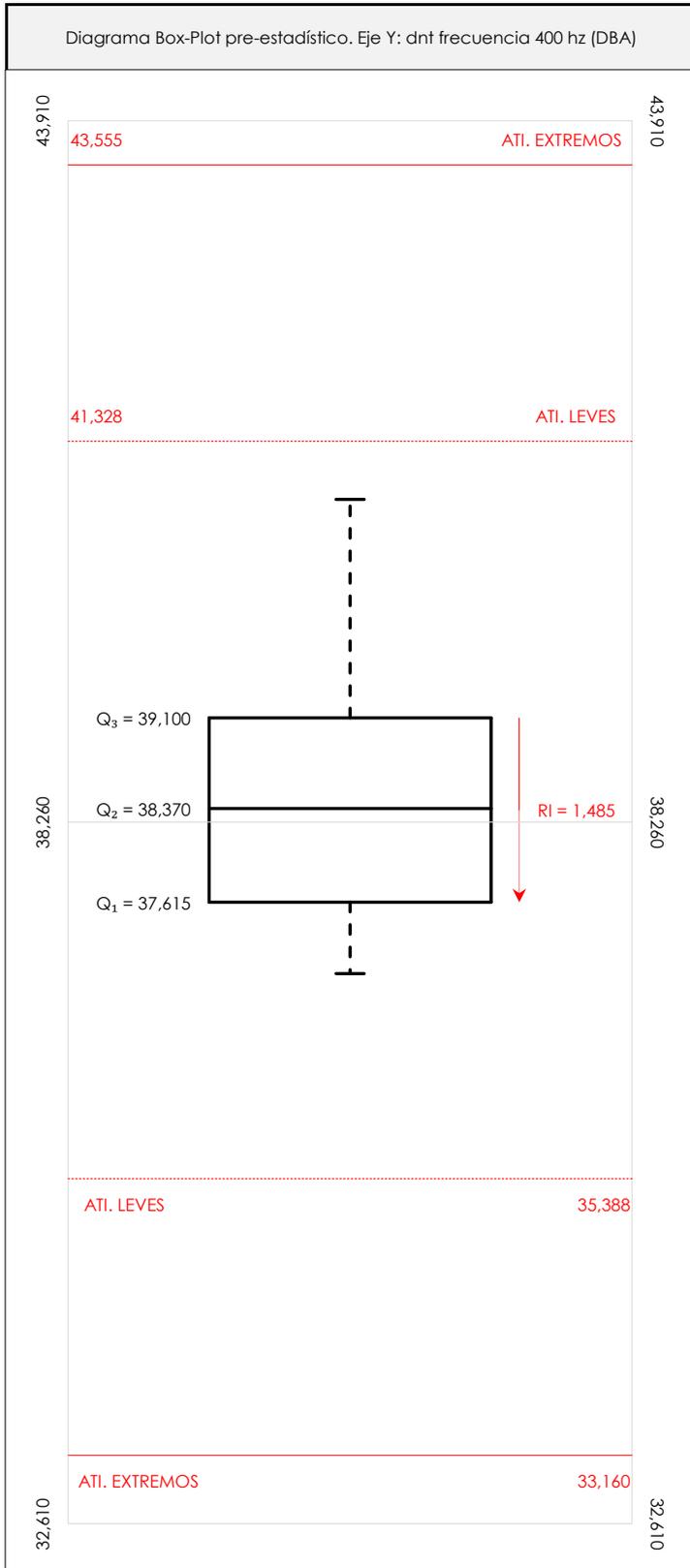
[insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 400 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 400 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 400 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	40,50	41,10	41,10	41,20	40,90	40,86	40,40	40,30	40,30	41,20	40,90	40,24
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	34,20	36,30	35,69	35,71	36,30	37,04	35,90	36,40	35,69	35,71	36,30	37,04
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	37,93	38,53	38,24	39,03	38,78	38,50	38,25	38,48	38,06	38,83	38,58	38,44
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,90	1,35	1,52	1,26	1,45	1,12	1,35	1,17	1,47	1,27	1,46	1,02
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,05	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03	0,04	0,03
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	1,413	3,295	0,970	2,383	4,279		0,995	2,764	0,845	1,840	3,760	
<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>	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 15 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

INSTITUTO  
DE EDU-  
CACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

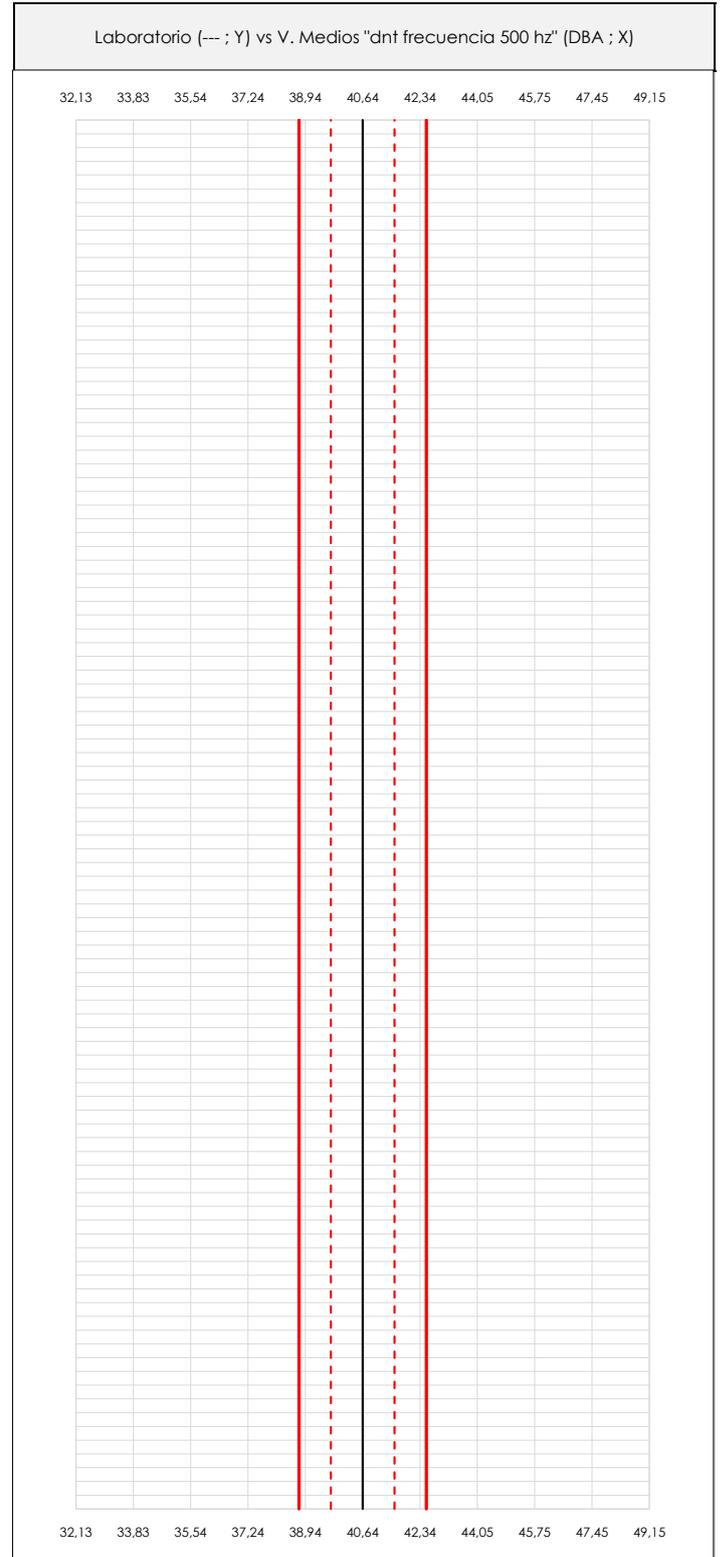
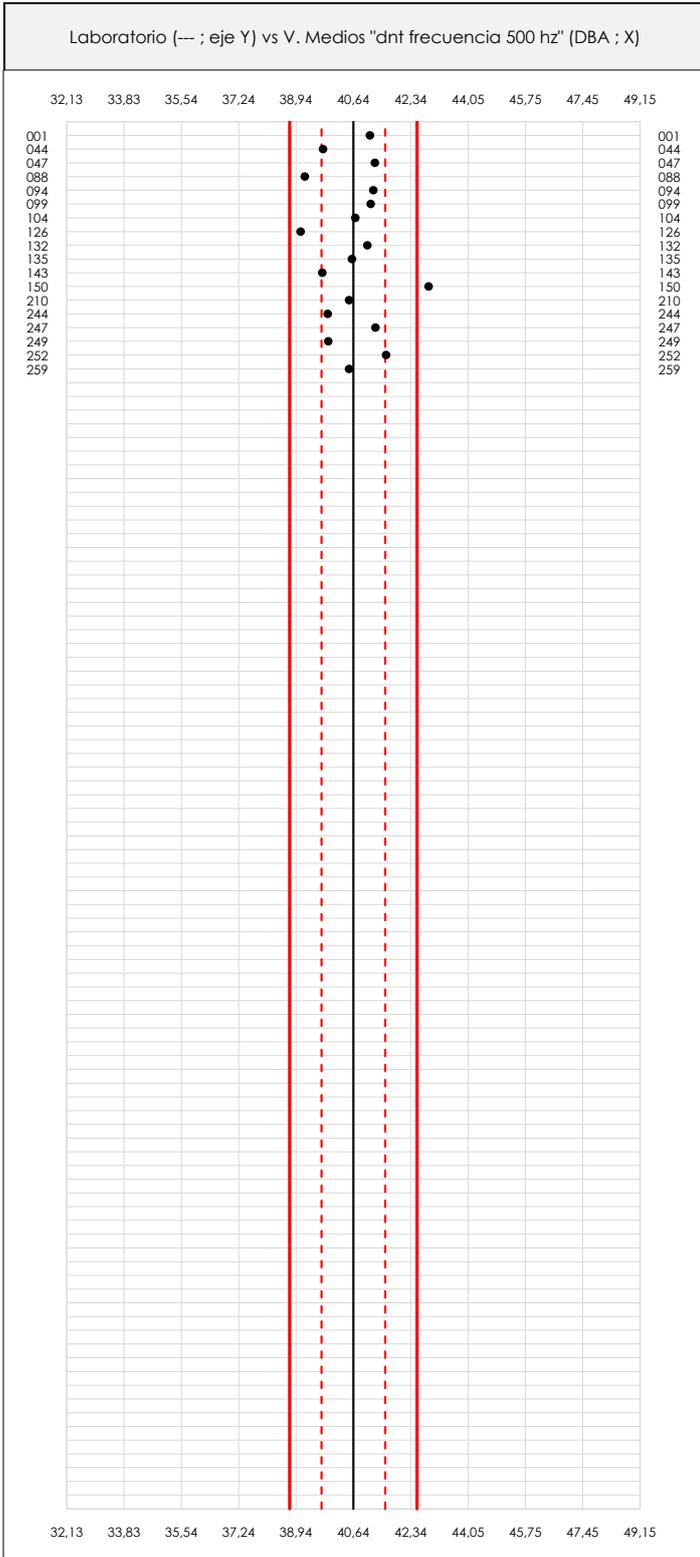
DNT FRECUENCIA 500 HZ



# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

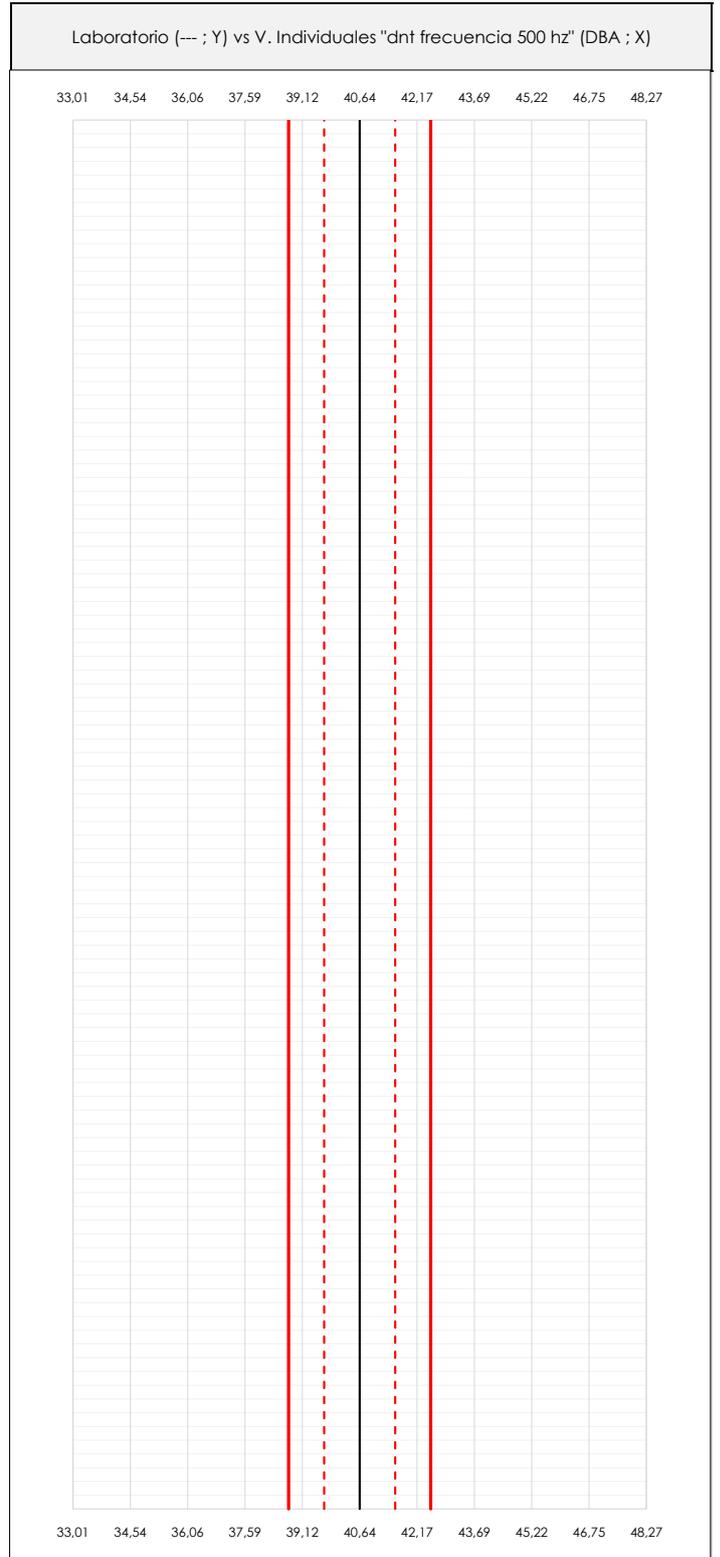
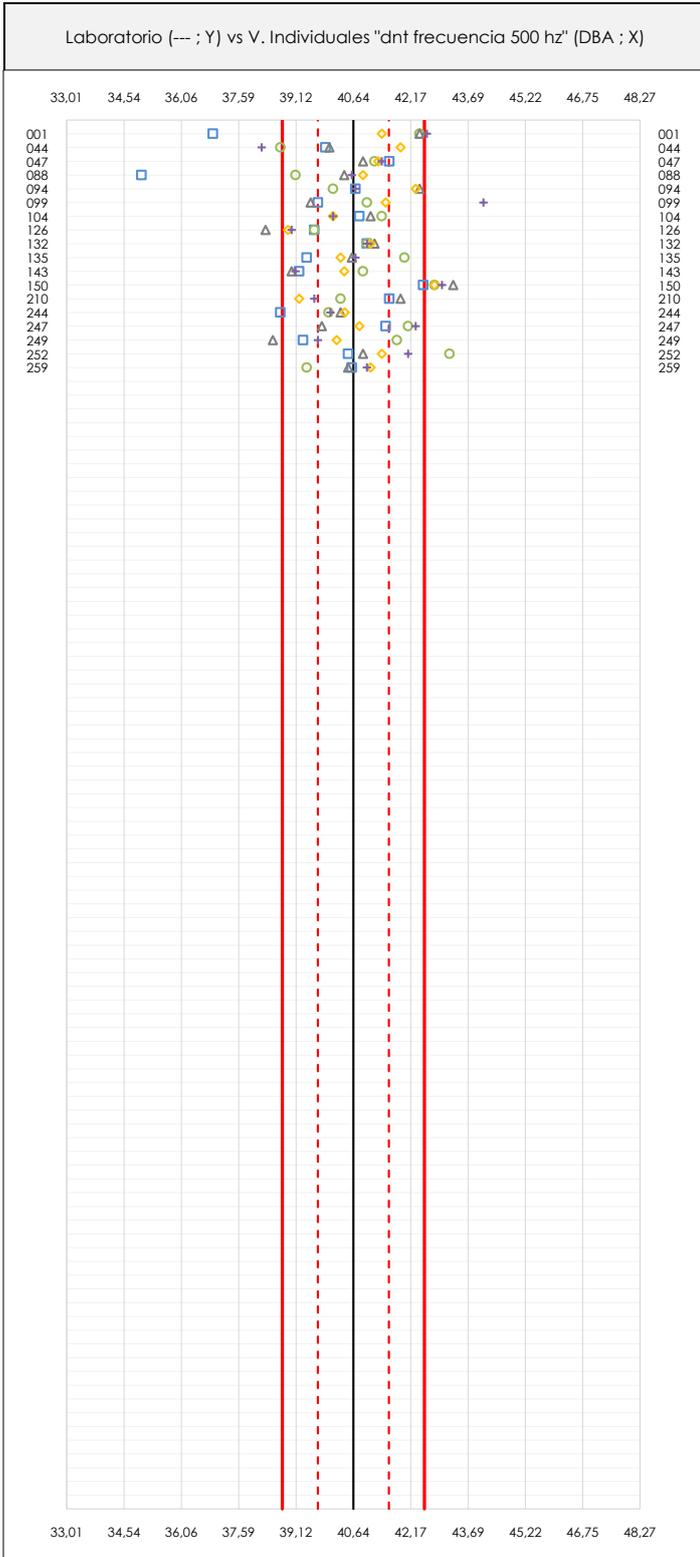
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (40,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,59/39,70 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,53/38,75 ; 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 FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## 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 (40,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (41,59/39,70 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (42,53/38,75 ; líneas rojas de trazo continuo).

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



# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.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> %	Pasa A	Observaciones
01	36,90	42,40	42,40	41,40	42,60	41,14	2,416	1,23	✓	
44	39,90	38,70	40,00	41,90	38,20	39,74	1,433	-2,22	✓	
47	41,60	41,20	40,90	41,30	41,40	41,28	0,259	1,57	✓	
88	35,00	39,10	40,40	40,90	40,60	39,20	2,446	-3,55	✓	
94	40,70	40,10	42,40	42,30	40,70	41,24	1,043	1,47	✓	
99	39,70	41,00	39,50	41,50	44,10	41,16	1,849	1,28	✓	
104	40,80	41,40	41,10	40,10	40,10	40,70	0,587	0,14	✓	
126	39,60	39,60	38,30	38,90	39,00	39,08	0,545	-3,84	✓	
132	41,00	41,00	41,20	41,10	41,00	41,06	0,089	1,03	✓	
135	39,40	42,00	40,60	40,30	40,70	40,60	0,935	-0,10	✓	
143	39,20	40,90	39,00	40,40	39,10	39,72	0,870	-2,27	✓	
150	42,50	42,80	43,30	42,80	43,00	42,88	0,295	5,51	✓	
210	41,60	40,30	41,90	39,20	39,60	40,52	1,195	-0,30	✓	
244	38,70	39,98	40,30	40,42	40,03	39,89	0,687	-1,86	✓	
247	41,50	42,10	39,80	40,80	42,30	41,30	1,022	1,62	✓	
249	39,30	41,80	38,50	40,20	39,70	39,90	1,231	-1,82	✓	
252	40,50	43,20	40,90	41,40	42,10	41,62	1,066	2,41	✓	
259	40,60	39,40	40,50	41,10	41,00	40,52	0,676	-0,30	✓	

**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> 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 FRECUENCIA 500 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 500 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## 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		
0,71	36,900	42,400	42,400	41,400	42,600	41,140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
44	39,90	38,700	40,000	41,900	38,200	39,740	1,433	-2,01	-1,10	1,43							✓	
47	41,60	41,200	40,900	41,300	41,400	41,280	0,259	1,79	0,97	0,26							✓	
88	35,00	39,100	40,400	40,900	40,600	39,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	40,70	40,100	42,400	42,300	40,700	41,240	1,043	1,69	0,92	1,04							✓	
99	39,70	41,000	39,500	41,500	44,100	41,160	1,849	1,49	0,81	1,85**	0,228						✓	
104	40,80	41,400	41,100	40,100	40,100	40,700	0,587	0,36	0,19	0,59							✓	
126	39,60	39,600	38,300	38,900	39,000	39,080	0,545	-3,64	-1,98*	0,55	0,228	1,983		0,5760			✓	
132	41,00	41,000	41,200	41,100	41,000	41,060	0,089	1,25	0,68	0,09							✓	
135	39,40	42,000	40,600	40,300	40,700	40,600	0,935	0,11	0,06	0,94							✓	
143	39,20	40,900	39,000	40,400	39,100	39,720	0,870	-2,06	-1,12	0,87				0,5760			✓	
150	42,50	42,800	43,300	42,800	43,000	42,880	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	41,60	40,300	41,900	39,200	39,600	40,520	1,195	-0,09	-0,05	1,20							✓	
244	38,70	39,981	40,303	40,415	40,029	39,886	0,687	-1,65	-0,90	0,69							✓	
247	41,50	42,100	39,800	40,800	42,300	41,300	1,022	1,84	1,00	1,02					0,7494		✓	
249	39,30	41,800	38,500	40,200	39,700	39,900	1,231	-1,62	-0,88	1,23							✓	
252	40,50	43,200	40,900	41,400	42,100	41,620	1,066	2,63	1,43	1,07			1,432		0,7494		✓	
259	40,60	39,400	40,500	41,100	41,000	40,520	0,676	-0,09	-0,05	0,68							✓	

**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:

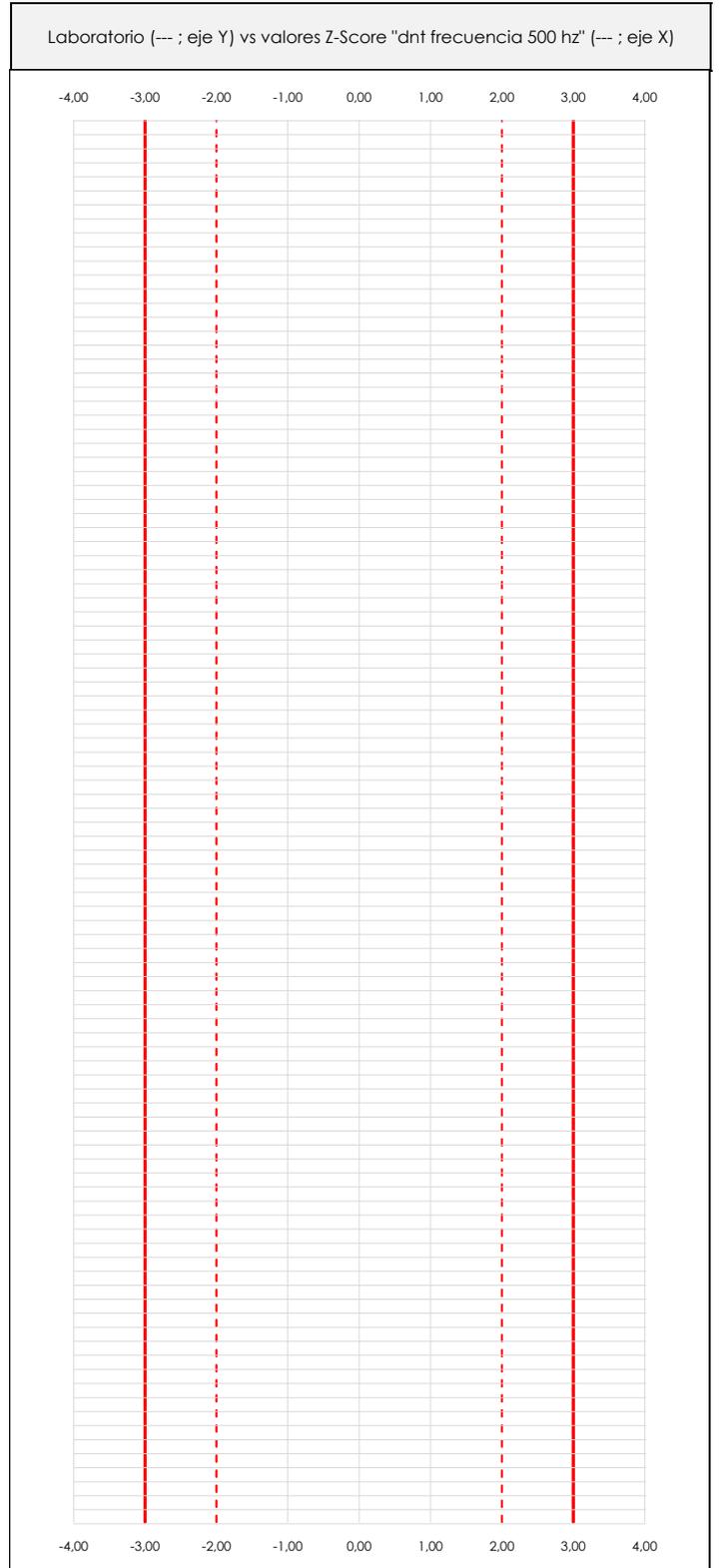
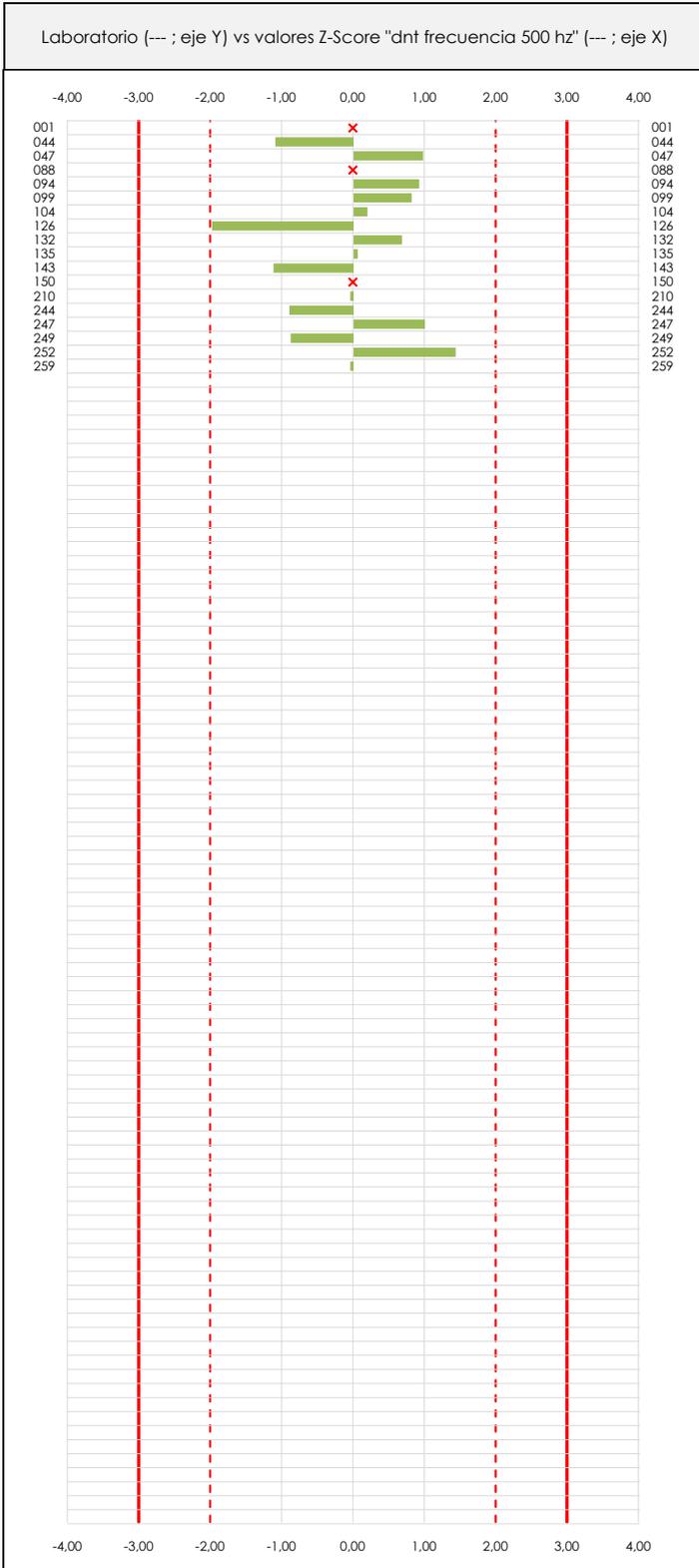
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## 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
01	36,90	42,40	42,40	41,40	42,60	41,14	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
44	39,90	38,70	40,00	41,90	38,20	39,74	1,433	-2,01	✓	✓	✓			-1,096	S
47	41,60	41,20	40,90	41,30	41,40	41,28	0,259	1,79	✓	✓	✓			0,975	S
88	35,00	39,10	40,40	40,90	40,60	39,20	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
94	40,70	40,10	42,40	42,30	40,70	41,24	1,043	1,69	✓	✓	✓			0,921	S
99	39,70	41,00	39,50	41,50	44,10	41,16	1,849	1,49	✓	✓	✓			0,813	S
104	40,80	41,40	41,10	40,10	40,10	40,70	0,587	0,36	✓	✓	✓			0,195	S
126	39,60	39,60	38,30	38,90	39,00	39,08	0,545	-3,64	✓	✓	✓			-1,983	S
132	41,00	41,00	41,20	41,10	41,00	41,06	0,089	1,25	✓	✓	✓			0,679	S
135	39,40	42,00	40,60	40,30	40,70	40,60	0,935	0,11	✓	✓	✓			0,060	S
143	39,20	40,90	39,00	40,40	39,10	39,72	0,870	-2,06	✓	✓	✓			-1,123	S
150	42,50	42,80	43,30	42,80	43,00	42,88	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
210	41,60	40,30	41,90	39,20	39,60	40,52	1,195	-0,09	✓	✓	✓			-0,047	S
244	38,70	39,98	40,30	40,42	40,03	39,89	0,687	-1,65	✓	✓	✓			-0,900	S
247	41,50	42,10	39,80	40,80	42,30	41,30	1,022	1,84	✓	✓	✓			1,002	S
249	39,30	41,80	38,50	40,20	39,70	39,90	1,231	-1,62	✓	✓	✓			-0,881	S
252	40,50	43,20	40,90	41,40	42,10	41,62	1,066	2,63	✓	✓	✓			1,432	S
259	40,60	39,40	40,50	41,10	41,00	40,52	0,676	-0,09	✓	✓	✓			-0,047	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].

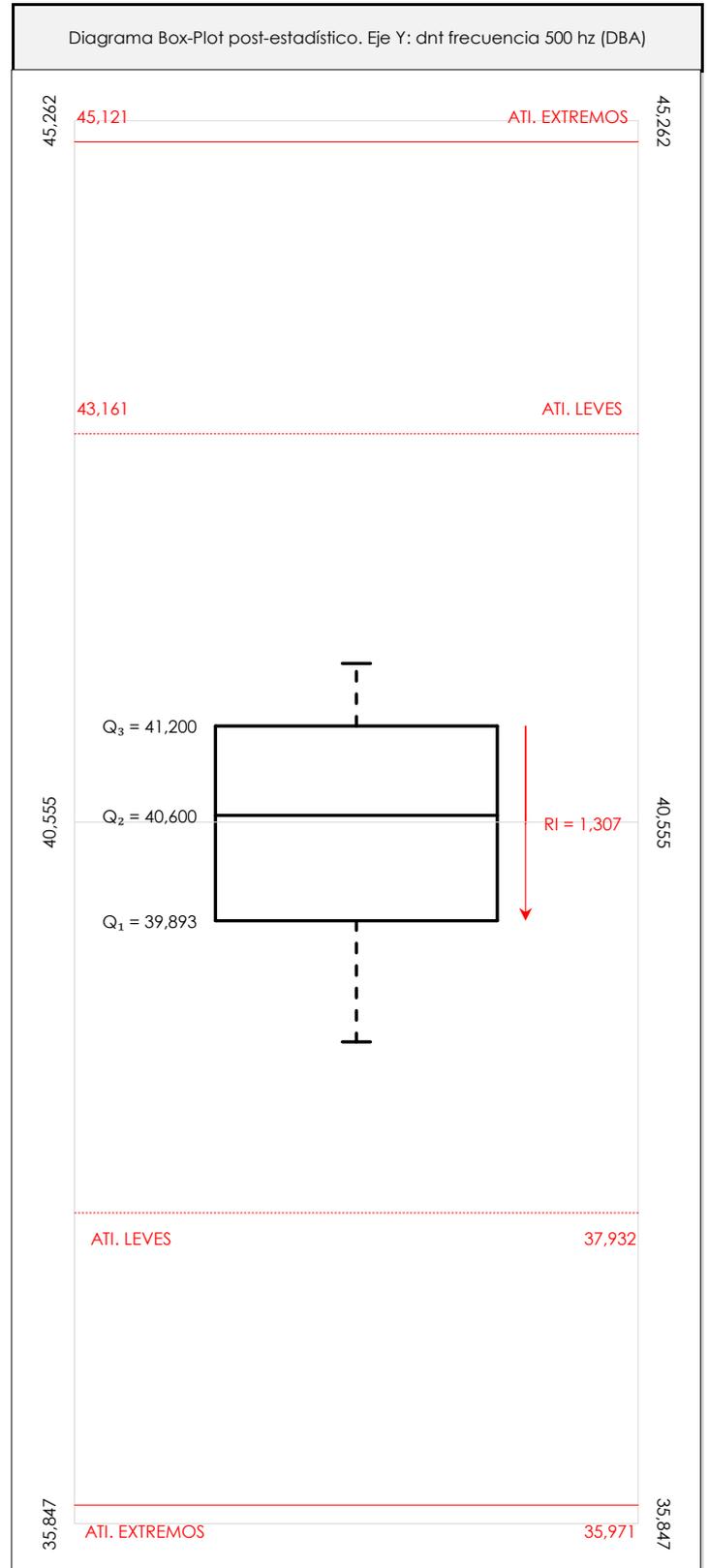
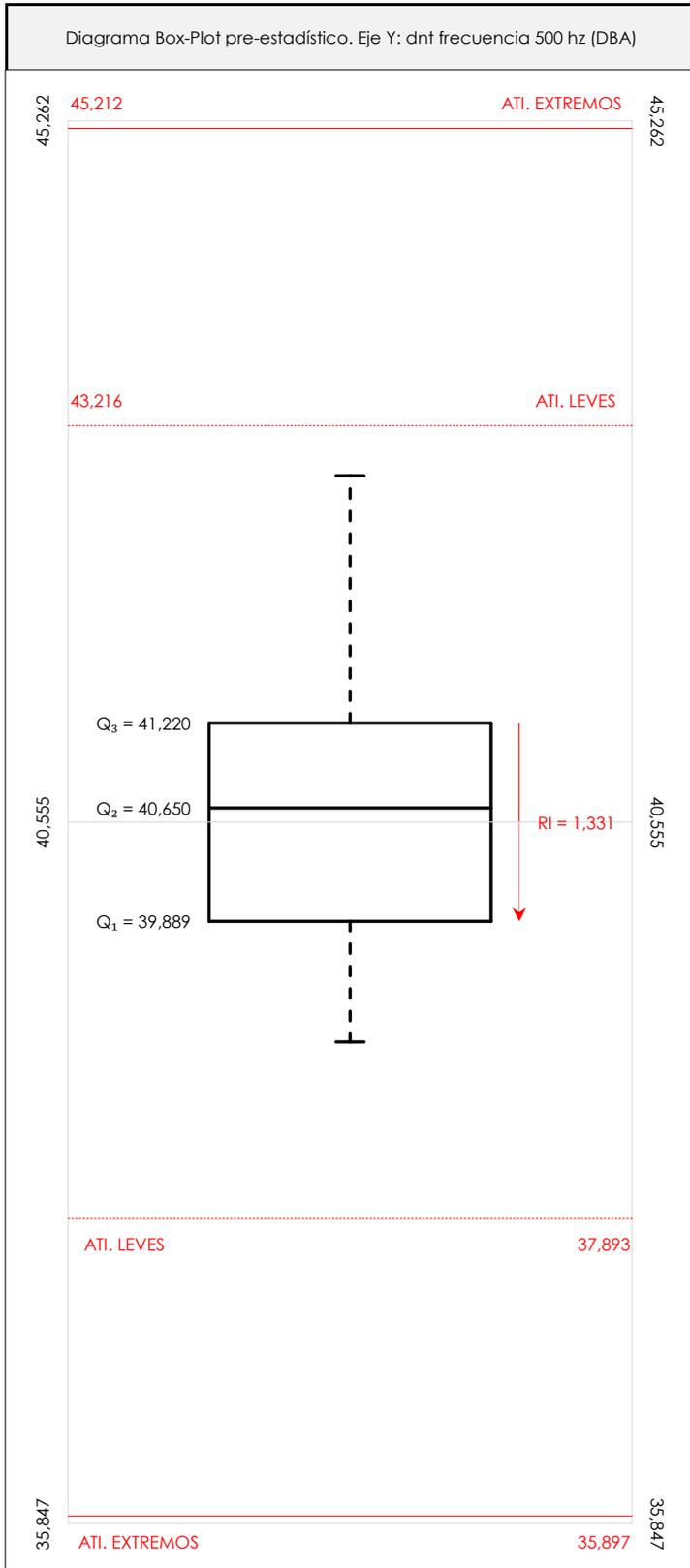
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso] [insatisfactorio]

# DNT FRECUENCIA 500 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 500 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 500 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	42,50	43,20	43,30	42,80	44,10	42,88	41,60	43,20	42,40	42,30	44,10	41,62
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	35,00	38,70	38,30	38,90	38,20	39,08	38,70	38,70	38,30	38,90	38,20	39,08
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	39,92	40,94	40,61	40,89	40,85	40,64	40,27	40,85	40,33	40,73	40,60	40,56
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,79	1,30	1,35	0,99	1,53	0,95	0,94	1,19	1,17	0,94	1,50	0,74
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,04	0,02
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	1,493	3,387	0,595	2,088	4,005		0,997	2,768	0,354	1,351	3,222	
<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>	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 15 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

INSTITUTO  
DE EDU-  
CACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

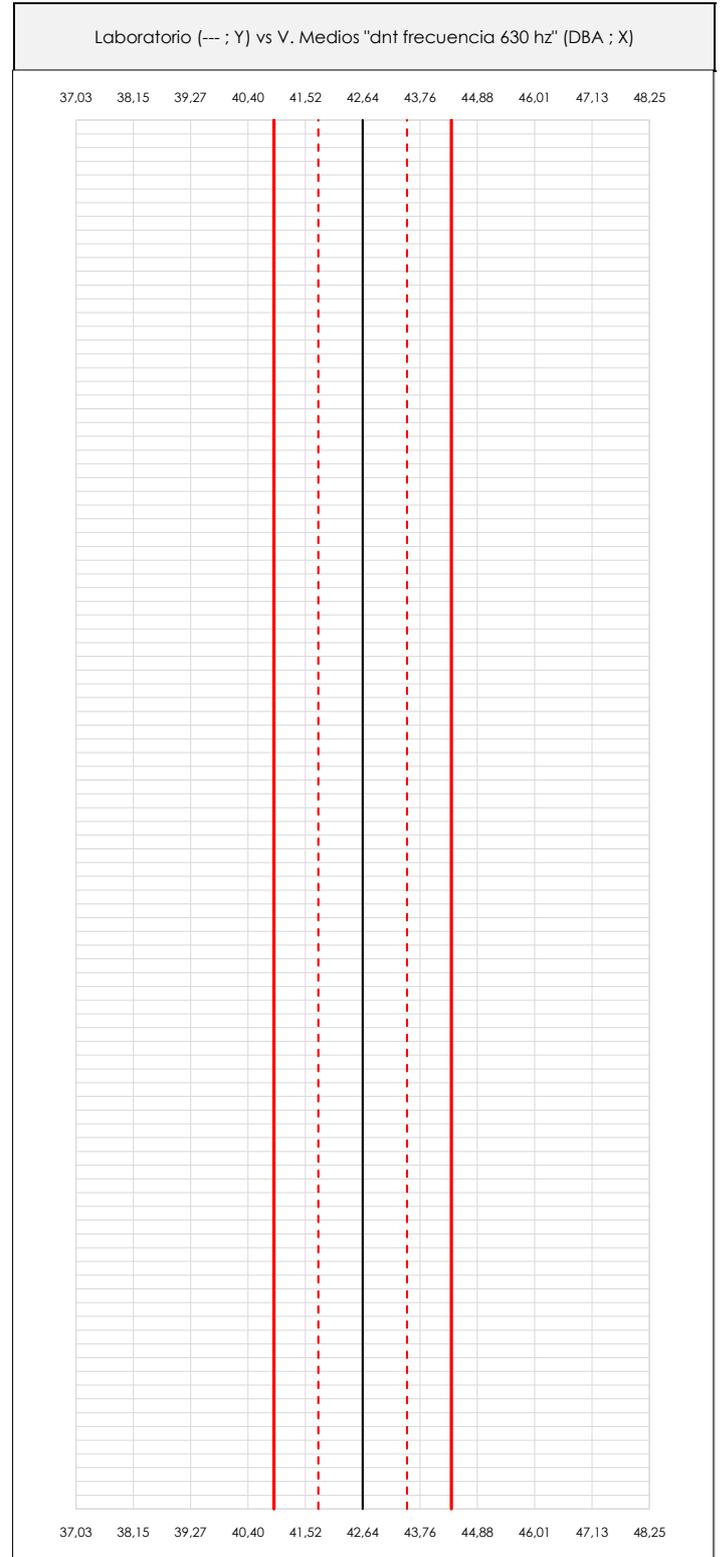
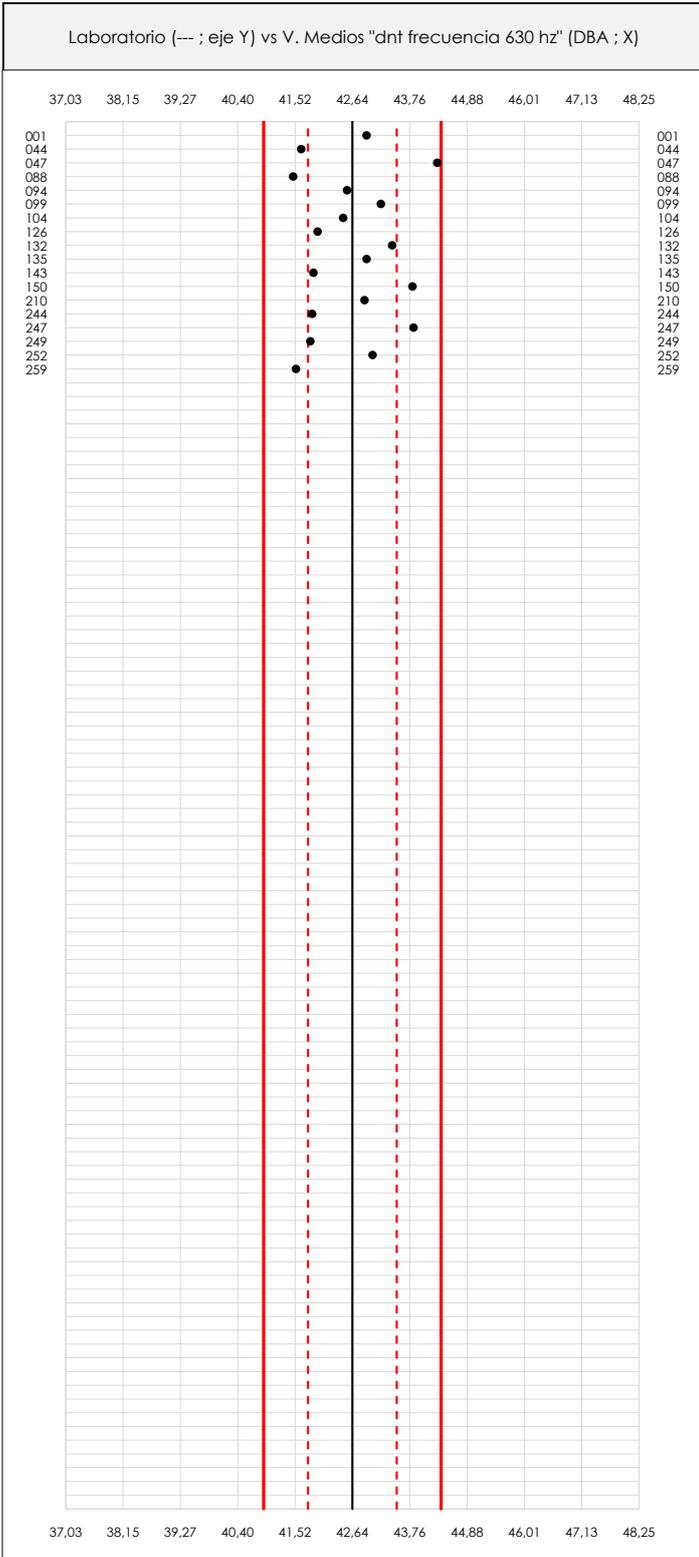
DNT FRECUENCIA 630 HZ



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

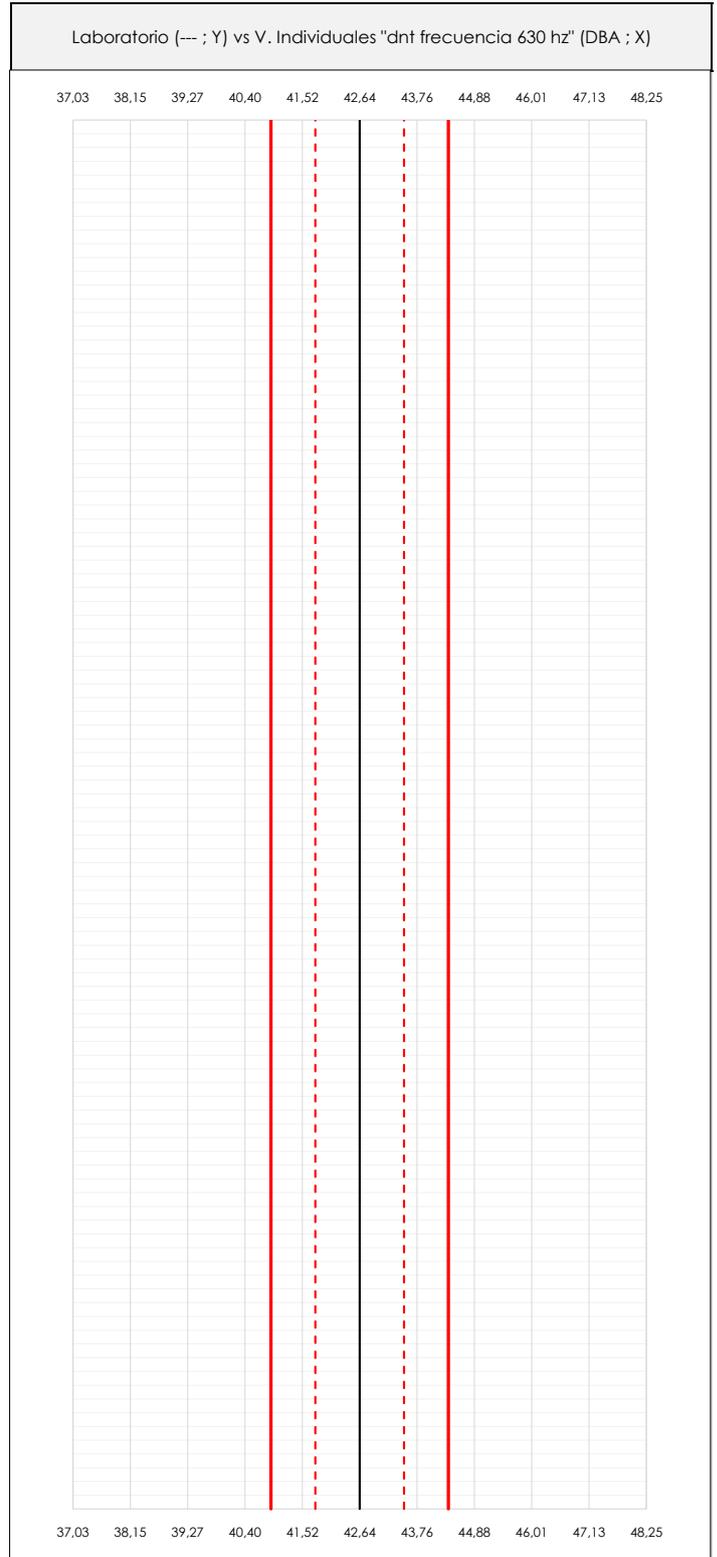
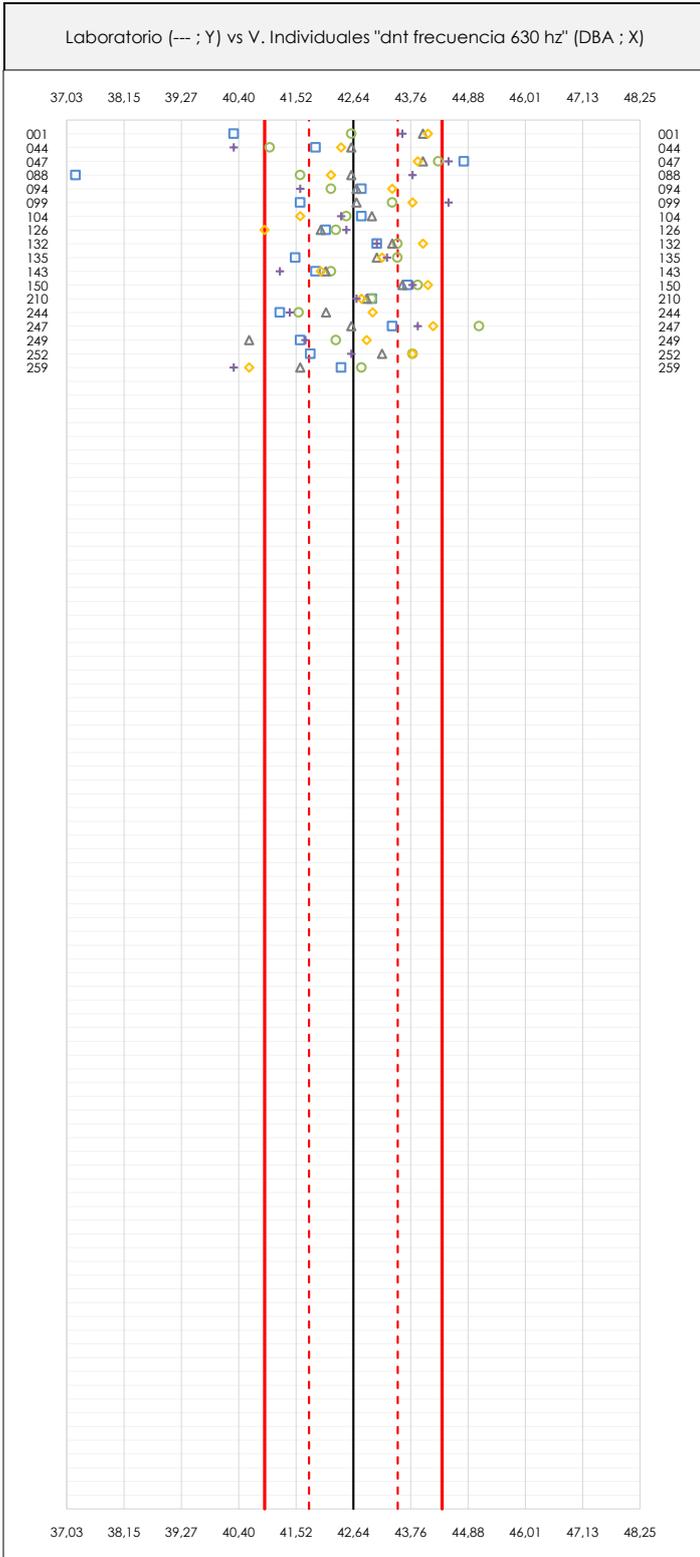
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,51/41,77 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,38/40,90 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



**ANALISIS GRAFICOS DE DISPERSION INDIVIDUAL (ANTES DE ANALISIS ESTADISTICO)**

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (42,64 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (43,51/41,77 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (44,38/40,90 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) 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 FRECUENCIA 630 HZ (DBA)****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
01	40,30	42,60	44,00	44,10	43,60	42,92	1,580	0,66	✓	
44	41,90	41,00	42,60	42,40	40,30	41,64	0,971	-2,34	✓	
47	44,80	44,30	44,00	43,90	44,50	44,30	0,367	3,89	✓	
88	37,20	41,60	42,60	42,20	43,80	41,48	2,524	-2,72	✓	
94	42,80	42,20	42,70	43,40	41,60	42,54	0,677	-0,23	✓	
99	41,60	43,40	42,70	43,80	44,50	43,20	1,107	1,31	✓	
104	42,80	42,50	43,00	41,60	42,40	42,46	0,537	-0,42	✓	
126	42,10	42,30	42,00	40,90	42,50	41,96	0,623	-1,59	✓	
132	43,10	43,50	43,40	44,00	43,10	43,42	0,370	1,83	✓	
135	41,50	43,50	43,10	43,20	43,30	42,92	0,807	0,66	✓	
143	41,90	42,20	42,10	42,00	41,20	41,88	0,396	-1,78	✓	
150	43,70	43,90	43,60	44,10	43,80	43,82	0,192	2,77	✓	
210	43,00	43,00	42,90	42,80	42,70	42,88	0,130	0,56	✓	
244	41,20	41,57	42,10	43,02	41,39	41,86	0,731	-1,84	✓	
247	43,40	45,10	42,60	44,20	43,90	43,84	0,929	2,81	✓	
249	41,60	42,30	40,60	42,90	41,70	41,82	0,858	-1,92	✓	
252	41,80	43,80	43,20	43,80	42,60	43,04	0,853	0,94	✓	
259	42,40	42,80	41,60	40,60	40,30	41,54	1,090	-2,58	✓	

**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 FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## 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	
0,71	40,300	42,600	44,000	44,100	43,600	42,920	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	41,90	41,000	42,600	42,400	40,300	41,640	0,971	-2,23	-1,21	1,30	---	---	---	0,7319	---	---	✓
47	44,80	44,300	44,000	43,900	44,500	44,300	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
88	37,20	41,600	42,600	42,200	43,800	41,480	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	42,80	42,200	42,700	43,400	41,600	42,540	0,677	-0,11	-0,06	0,91	---	---	---	---	---	---	✓
99	41,60	43,400	42,700	43,800	44,500	43,200	1,107	1,44	0,78	1,48	---	---	---	---	---	---	✓
104	42,80	42,500	43,000	41,600	42,400	42,460	0,537	-0,30	-0,16	0,72	---	---	---	---	---	---	✓
126	42,10	42,300	42,000	40,900	42,500	41,960	0,623	-1,47	-0,80	0,83	---	---	---	---	---	---	✓
132	43,10	43,500	43,400	44,000	43,100	43,420	0,370	1,95	1,06	0,50	---	---	---	---	---	---	✓
135	41,50	43,500	43,100	43,200	43,300	42,920	0,807	0,78	0,42	1,08	---	---	---	---	---	---	✓
143	41,90	42,200	42,100	42,000	41,200	41,880	0,396	-1,66	-0,90	0,53	---	---	---	---	---	---	✓
150	43,70	43,900	43,600	44,100	43,800	43,820	0,192	2,89	1,57	0,26	---	---	---	---	0,5853	---	✓
210	43,00	43,000	42,900	42,800	42,700	42,880	0,130	0,69	0,37	0,17	---	---	---	---	---	---	✓
244	41,20	41,567	42,103	43,017	41,394	41,856	0,731	-1,72	-0,93	0,98	---	---	---	---	---	---	✓
247	43,40	45,100	42,600	44,200	43,900	43,840	0,929	2,94	1,60	1,24	---	---	1,599	---	0,5853	---	✓
249	41,60	42,300	40,600	42,900	41,700	41,820	0,858	-1,80	-0,98	1,15	---	---	---	---	---	---	✓
252	41,80	43,800	43,200	43,800	42,600	43,040	0,853	1,06	0,58	1,14	---	---	---	---	---	---	✓
259	42,40	42,800	41,600	40,600	40,300	41,540	1,090	-2,46	-1,34	1,46	---	---	1,338	---	0,7319	---	✓

**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:

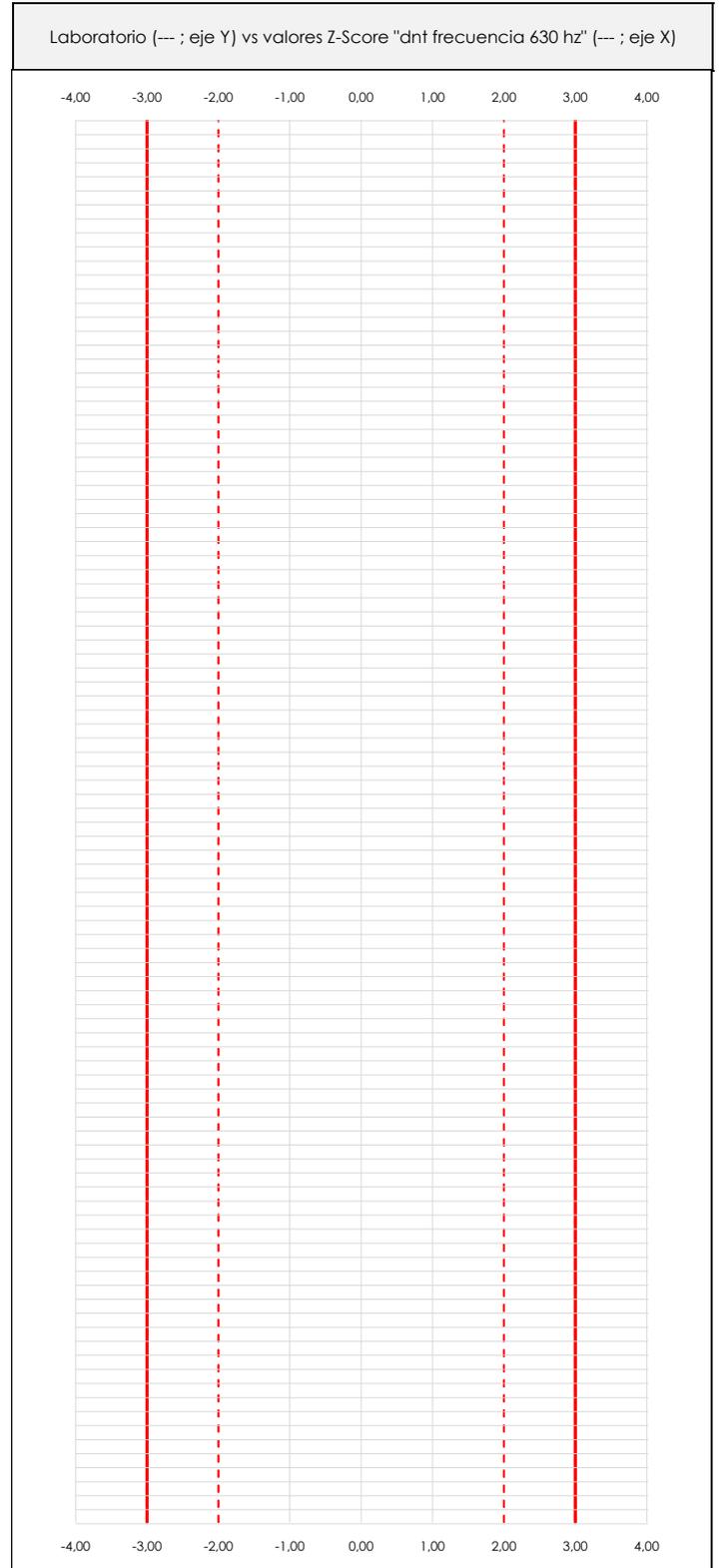
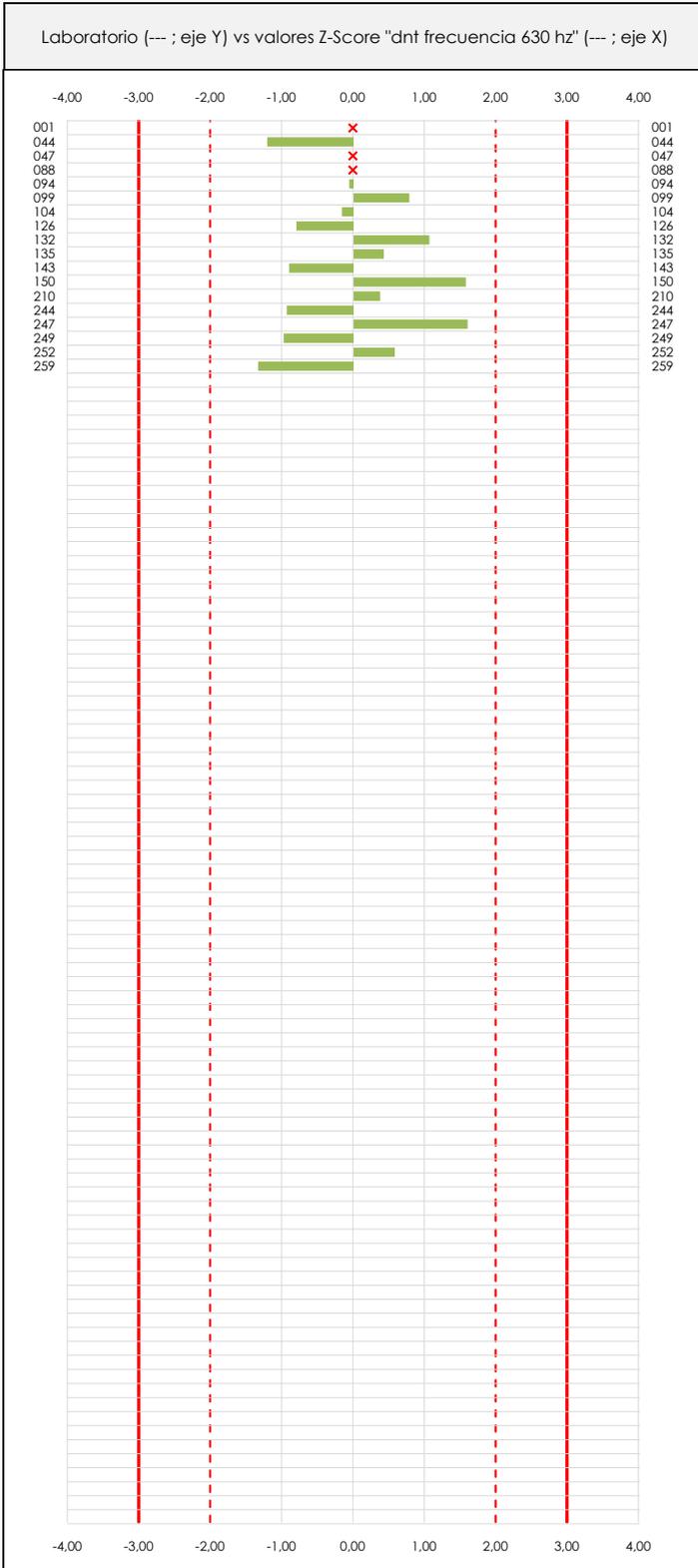
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## 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
01	40,30	42,60	44,00	44,10	43,60	42,92	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	41,90	41,00	42,60	42,40	40,30	41,64	0,971	-2,23	✓	✓	✓			-1,210	S
47	44,80	44,30	44,00	43,90	44,50	44,30	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
88	37,20	41,60	42,60	42,20	43,80	41,48	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	42,80	42,20	42,70	43,40	41,60	42,54	0,677	-0,11	✓	✓	✓			-0,061	S
99	41,60	43,40	42,70	43,80	44,50	43,20	1,107	1,44	✓	✓	✓			0,782	S
104	42,80	42,50	43,00	41,60	42,40	42,46	0,537	-0,30	✓	✓	✓			-0,163	S
126	42,10	42,30	42,00	40,90	42,50	41,96	0,623	-1,47	✓	✓	✓			-0,801	S
132	43,10	43,50	43,40	44,00	43,10	43,42	0,370	1,95	✓	✓	✓			1,063	S
135	41,50	43,50	43,10	43,20	43,30	42,92	0,807	0,78	✓	✓	✓			0,424	S
143	41,90	42,20	42,10	42,00	41,20	41,88	0,396	-1,66	✓	✓	✓			-0,904	S
150	43,70	43,90	43,60	44,10	43,80	43,82	0,192	2,89	✓	✓	✓			1,573	S
210	43,00	43,00	42,90	42,80	42,70	42,88	0,130	0,69	✓	✓	✓			0,373	S
244	41,20	41,57	42,10	43,02	41,39	41,86	0,731	-1,72	✓	✓	✓			-0,934	S
247	43,40	45,10	42,60	44,20	43,90	43,84	0,929	2,94	✓	✓	✓			1,599	S
249	41,60	42,30	40,60	42,90	41,70	41,82	0,858	-1,80	✓	✓	✓			-0,980	S
252	41,80	43,80	43,20	43,80	42,60	43,04	0,853	1,06	✓	✓	✓			0,577	S
259	42,40	42,80	41,60	40,60	40,30	41,54	1,090	-2,46	✓	✓	✓			-1,338	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]

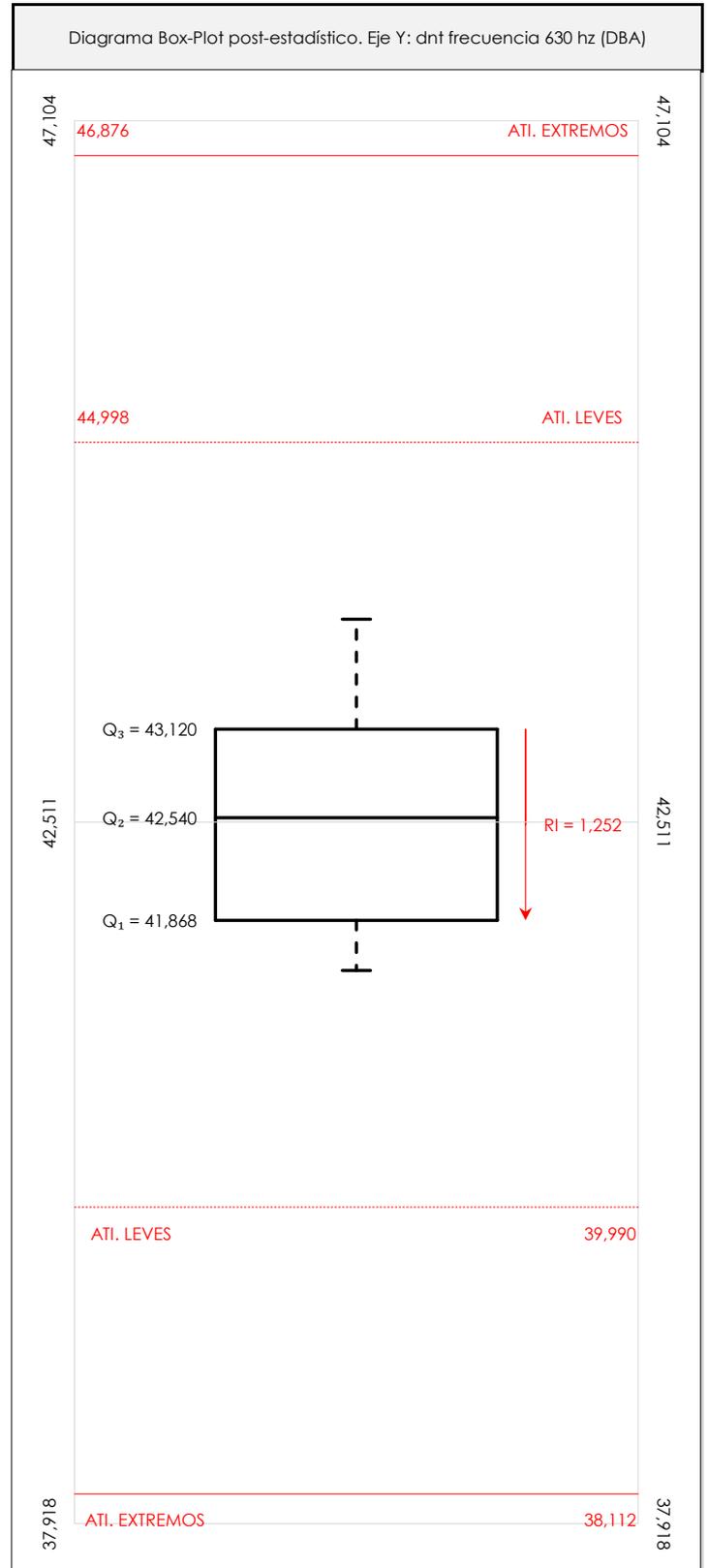
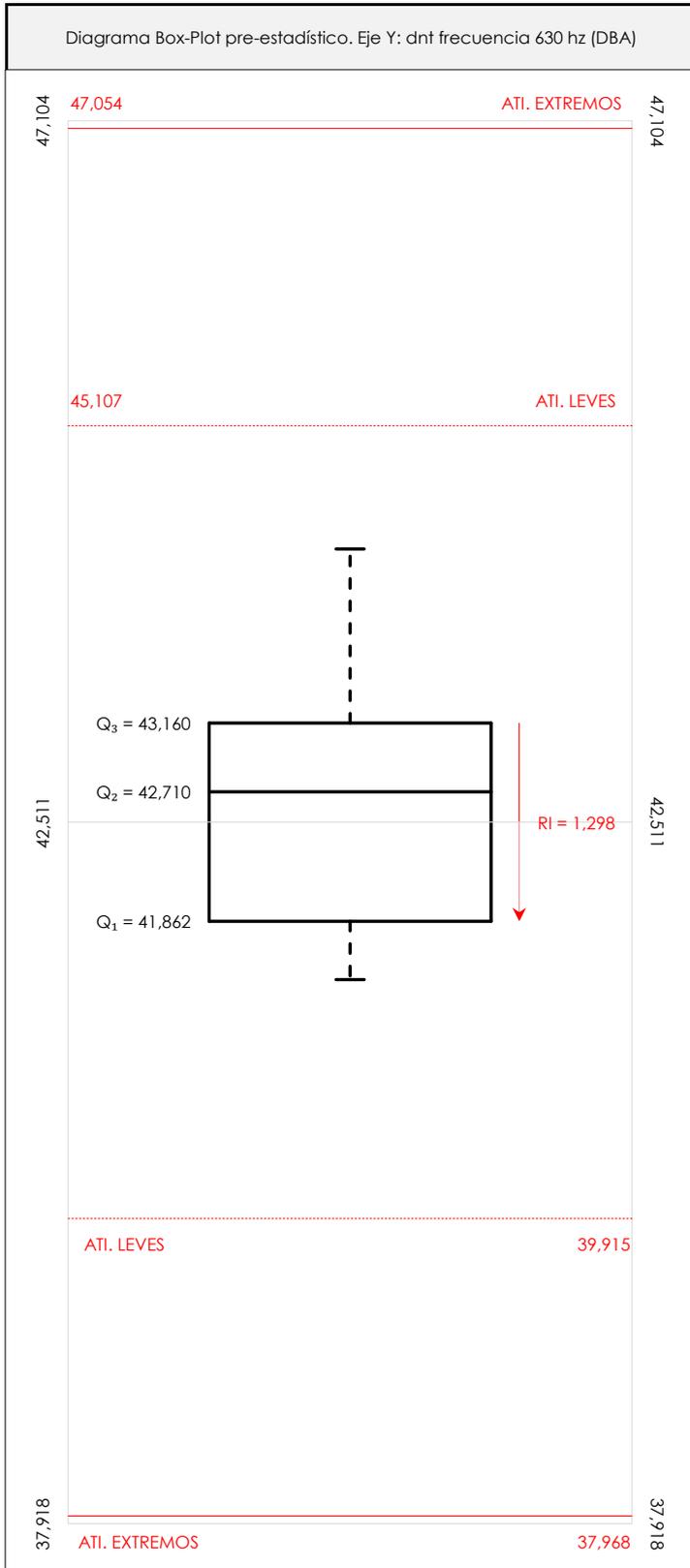
[insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 630 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 630 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 630 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	44,80	45,10	44,00	44,20	44,50	44,30	43,70	45,10	43,60	44,20	44,50	43,84
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	37,20	41,00	40,60	40,60	40,30	41,48	41,20	41,00	40,60	40,60	40,30	41,54
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	42,06	42,86	42,71	42,94	42,62	42,64	42,32	42,87	42,55	42,85	42,35	42,59
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,60	1,05	0,84	1,12	1,31	0,87	0,77	1,03	0,77	1,14	1,27	0,78
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,02	0,02	0,03	0,03	0,02	0,02	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	
<b>Valor Calculado</b>	0,964	2,722	0,561	1,525	3,423		0,557	2,068	0,502	1,059	2,852	
<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>	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 15 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

INSTITUTO  
DE  
EDUCACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

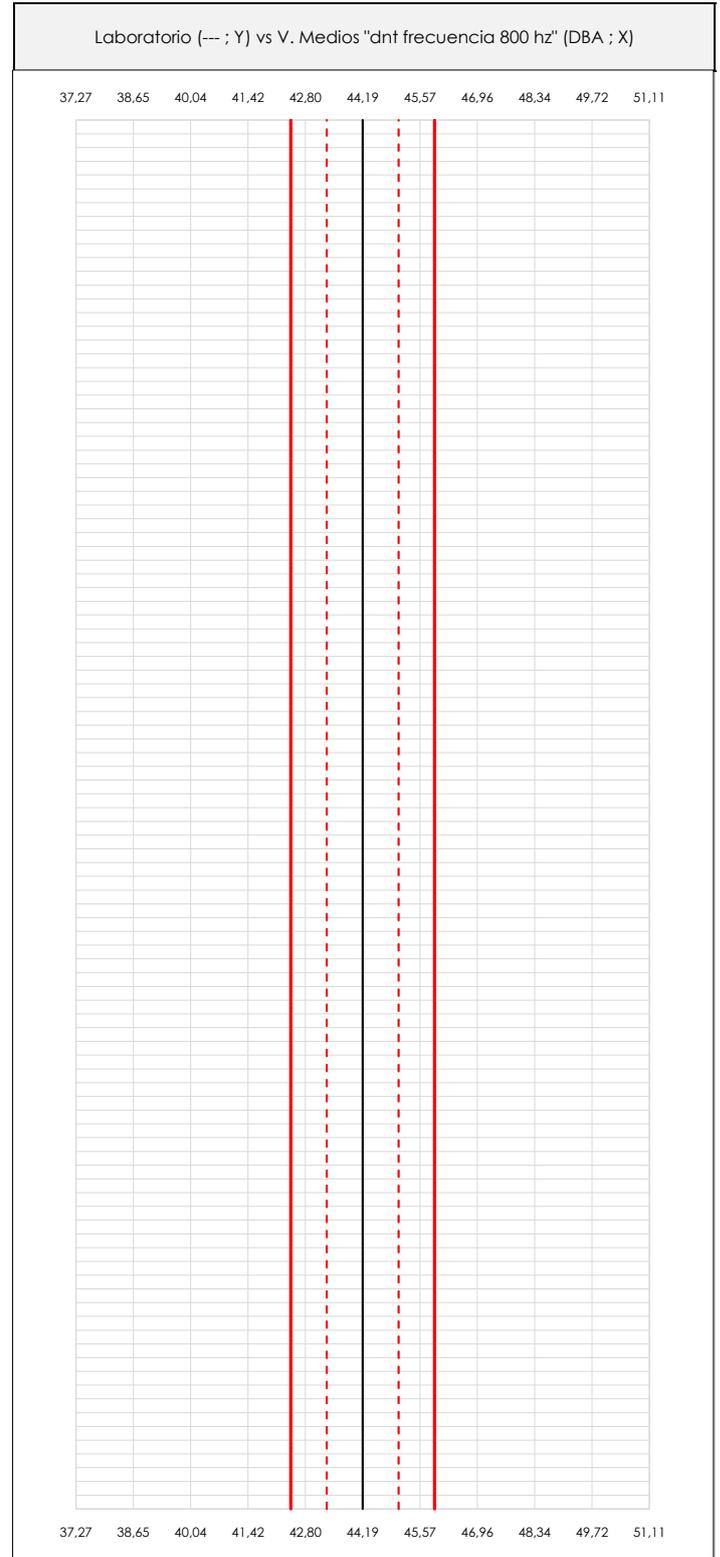
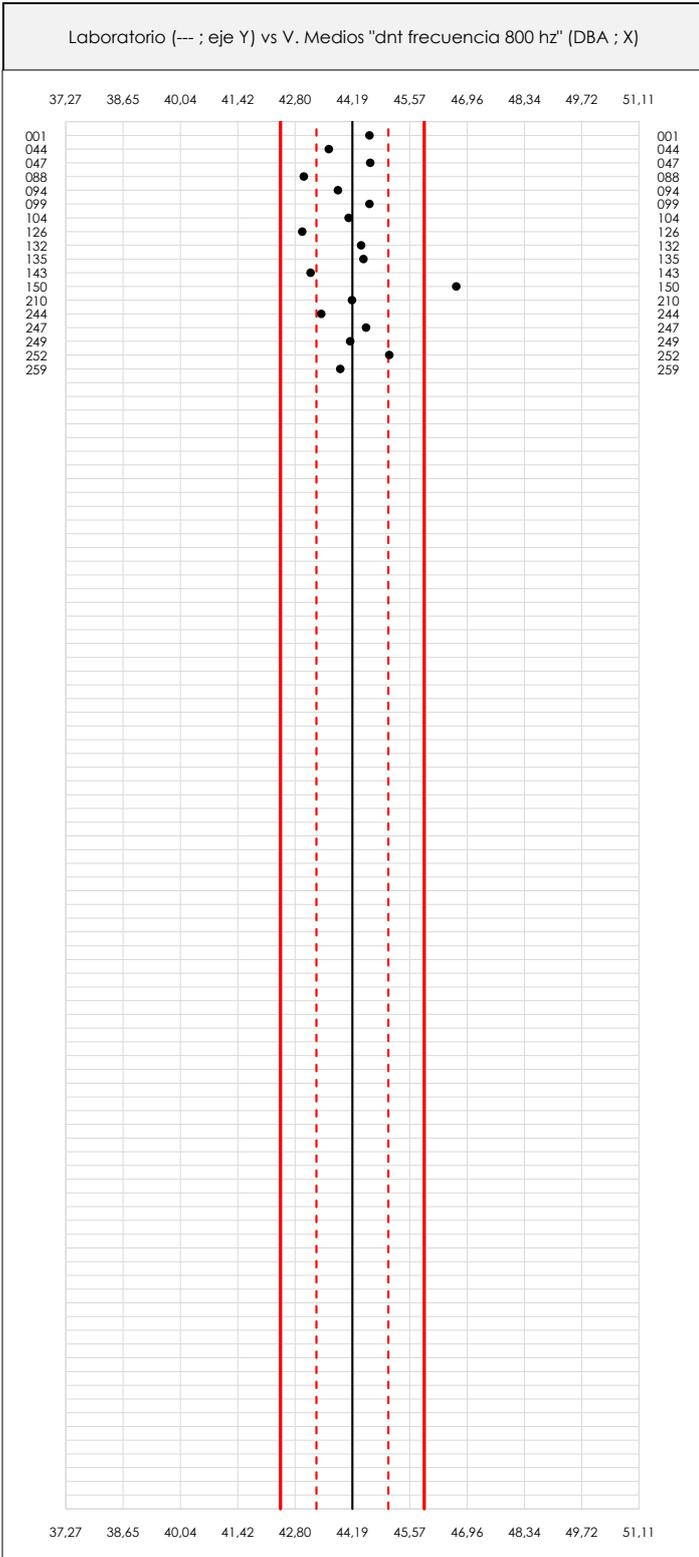
DNT FRECUENCIA 800 HZ



# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

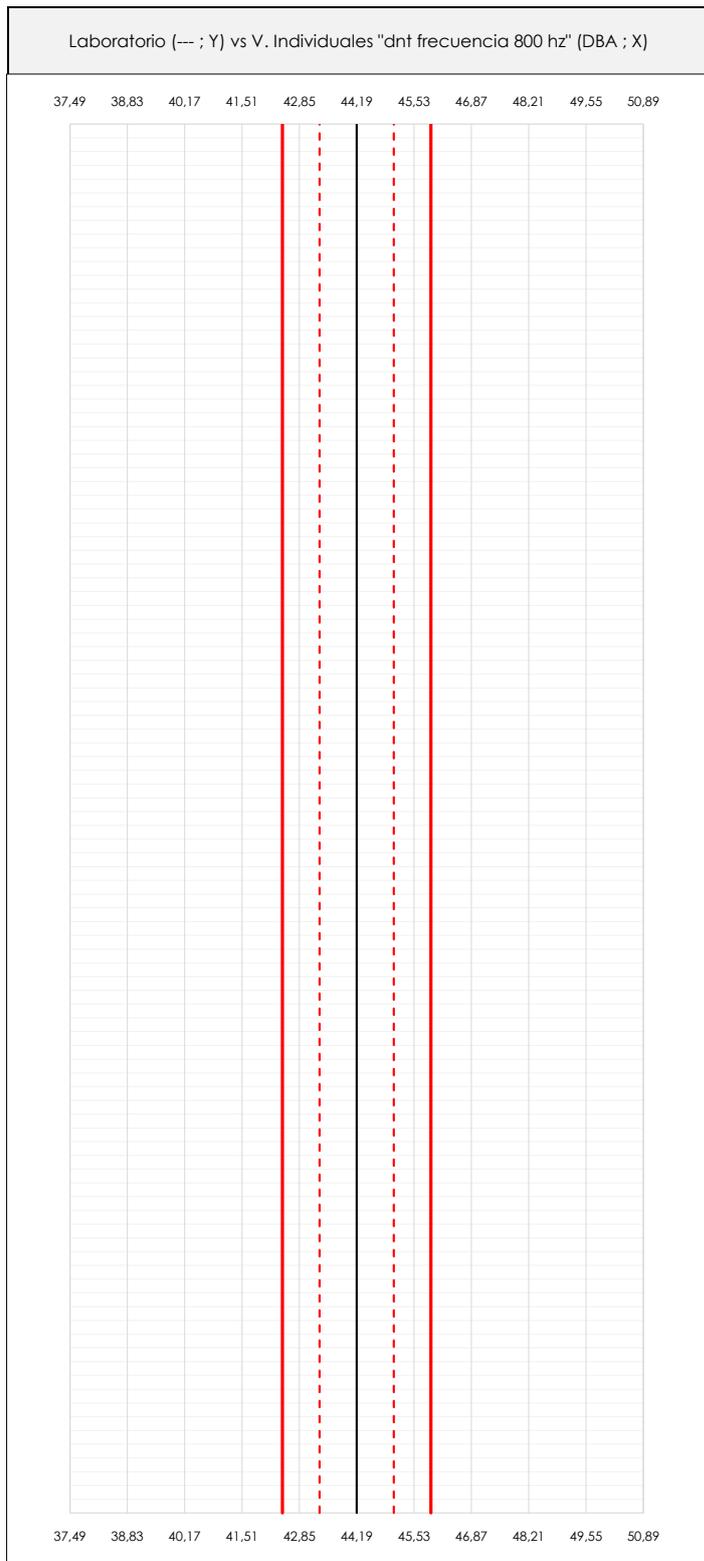
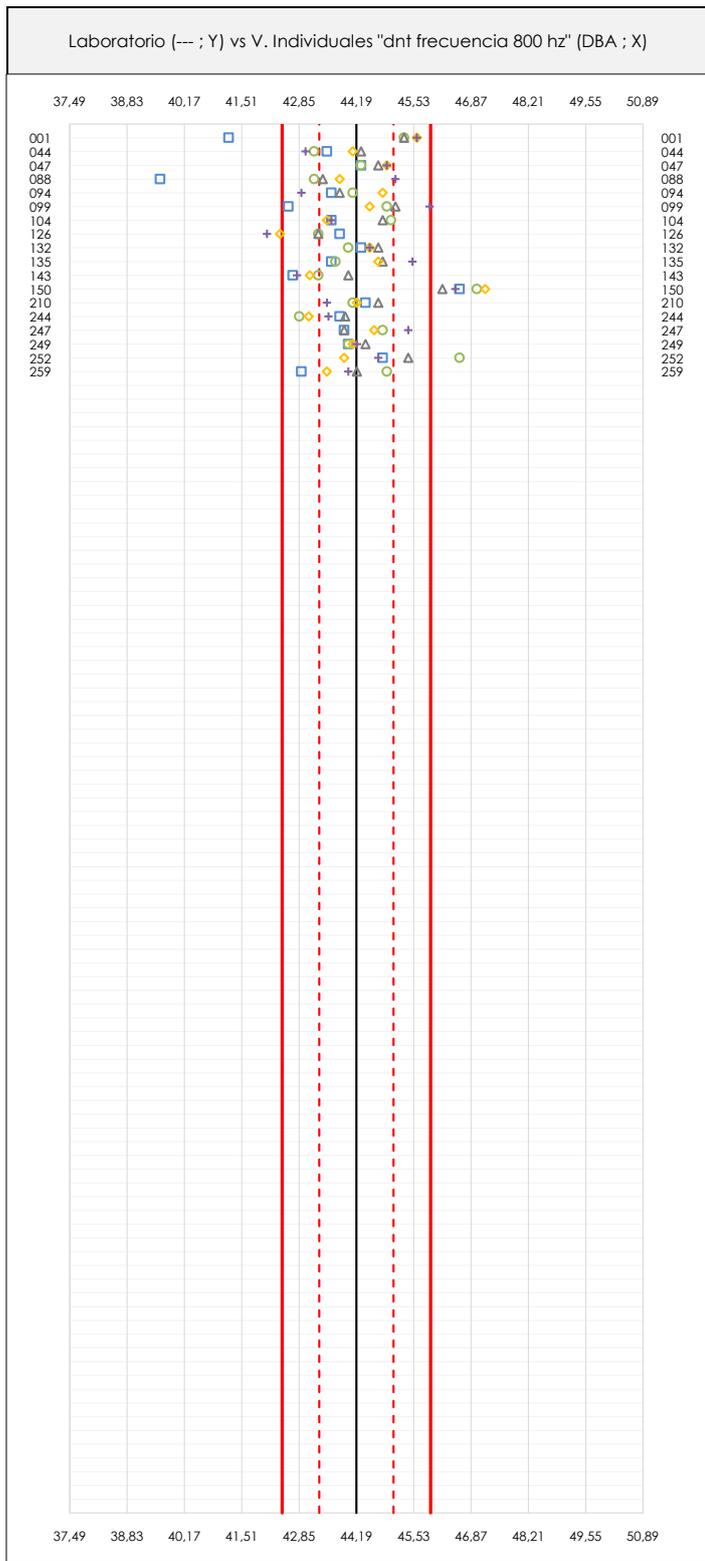
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (44,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,06/43,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,92/42,45 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DBA)

## 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 (44,19 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,06/43,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,92/42,45 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: 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 FRECUENCIA 800 HZ (DBA)****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
01	41,20	45,30	45,30	45,60	45,60	44,60	1,907	0,93	✓	
44	43,50	43,20	44,30	44,10	43,00	43,62	0,563	-1,28	✓	
47	44,30	44,30	44,70	44,90	44,90	44,62	0,303	0,98	✓	
88	39,60	43,20	43,40	43,80	45,10	43,02	2,050	-2,64	✓	
94	43,60	44,10	43,80	44,80	42,90	43,84	0,695	-0,79	✓	
99	42,60	44,90	45,10	44,50	45,90	44,60	1,229	0,93	✓	
104	43,60	45,00	44,80	43,50	43,60	44,10	0,735	-0,20	✓	
126	43,80	43,30	43,30	42,40	42,10	42,98	0,705	-2,73	✓	
132	44,30	44,00	44,70	44,50	44,50	44,40	0,265	0,48	✓	
135	43,60	43,70	44,80	44,70	45,50	44,46	0,802	0,62	✓	
143	42,70	43,30	44,00	43,10	42,80	43,18	0,517	-2,28	✓	
150	46,60	47,00	46,20	47,20	46,50	46,70	0,400	5,69	✓	
210	44,40	44,10	44,70	44,20	43,50	44,18	0,444	-0,02	✓	
244	43,80	42,85	43,93	43,07	43,54	43,44	0,462	-1,70	✓	
247	43,90	44,80	43,90	44,60	45,40	44,52	0,638	0,75	✓	
249	44,00	44,00	44,40	44,10	44,20	44,14	0,167	-0,11	✓	
252	44,80	46,60	45,40	43,90	44,70	45,08	1,003	2,02	✓	
259	42,90	44,90	44,20	43,50	44,00	43,90	0,752	-0,65	✓	

**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 FRECUENCIA 800 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 800 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 800 HZ (DBA)

## 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	
0,71	41,200	45,300	45,300	45,600	45,600	44,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	43,50	43,200	44,300	44,100	43,000	43,620	0,563	-1,02	-0,77	0,83							✓
47	44,30	44,300	44,700	44,900	44,900	44,620	0,303	1,25	0,94	0,45					0,6825		✓
88	39,60	43,200	43,400	43,800	45,100	43,020	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	43,60	44,100	43,800	44,800	42,900	43,840	0,695	-0,52	-0,40	1,03							✓
99	42,60	44,900	45,100	44,500	45,900	44,600	1,229	1,20	0,91	1,82**	0,221						✓
104	43,60	45,000	44,800	43,500	43,600	44,100	0,735	0,07	0,05	1,09							✓
126	43,80	43,300	43,300	42,400	42,100	42,980	0,705	-2,47	-1,87*	1,04	0,221	1,873		0,5190			✓
132	44,30	44,000	44,700	44,500	44,500	44,400	0,265	0,75	0,57	0,39							✓
135	43,60	43,700	44,800	44,700	45,500	44,460	0,802	0,88	0,67	1,19							✓
143	42,70	43,300	44,000	43,100	42,800	43,180	0,517	-2,02	-1,53	0,77				0,5190			✓
150	46,60	47,000	46,200	47,200	46,500	46,700	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	44,40	44,100	44,700	44,200	43,500	44,180	0,444	0,25	0,19	0,66							✓
244	43,80	42,852	43,928	43,074	43,536	43,438	0,462	-1,43	-1,09	0,68							✓
247	43,90	44,800	43,900	44,600	45,400	44,520	0,638	1,02	0,77	0,94							✓
249	44,00	44,000	44,400	44,100	44,200	44,140	0,167	0,16	0,12	0,25							✓
252	44,80	46,600	45,400	43,900	44,700	45,080	1,003	2,29	1,73	1,49			1,733		0,6825		✓
259	42,90	44,900	44,200	43,500	44,000	43,900	0,752	-0,39	-0,29	1,11							✓

**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:

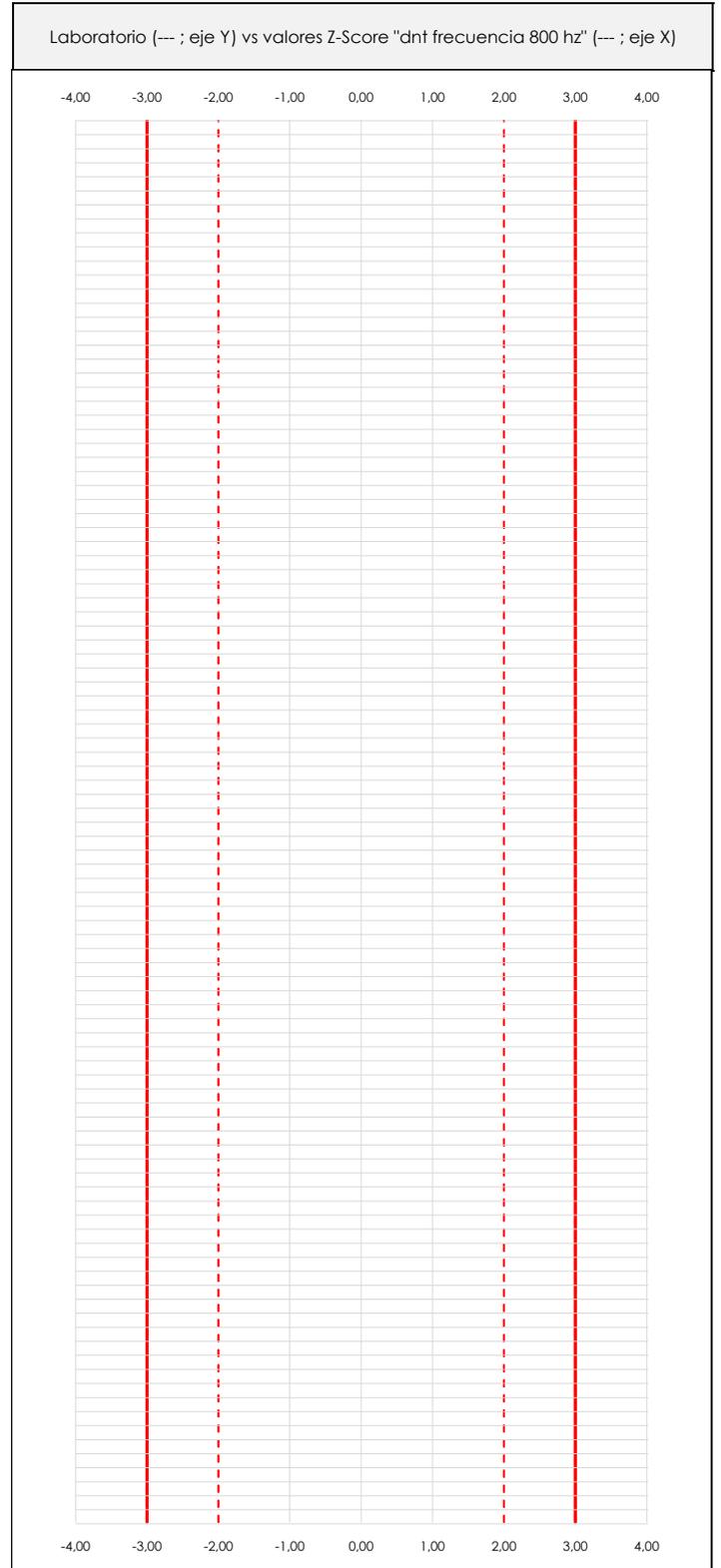
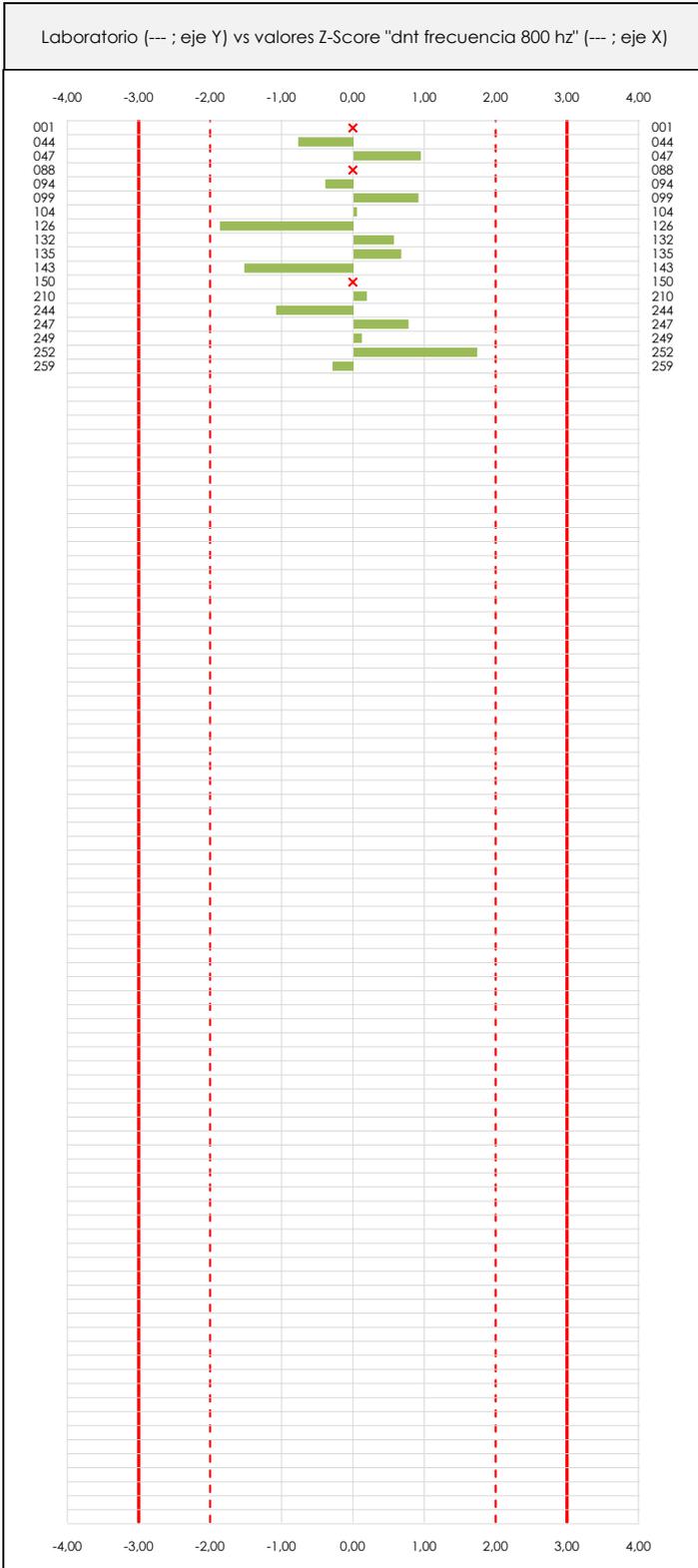
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 800 HZ (DBA)

## 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>i\text{arit}}</sub> %	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
01	41,20	45,30	45,30	45,60	45,60	44,60	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	43,50	43,20	44,30	44,10	43,00	43,62	0,563	-1,02	✓	✓	✓			-0,774	S
47	44,30	44,30	44,70	44,90	44,90	44,62	0,303	1,25	✓	✓	✓			0,943	S
88	39,60	43,20	43,40	43,80	45,10	43,02	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	43,60	44,10	43,80	44,80	42,90	43,84	0,695	-0,52	✓	✓	✓			-0,396	S
99	42,60	44,90	45,10	44,50	45,90	44,60	1,229	1,20	✓	✓	✓			0,909	S
104	43,60	45,00	44,80	43,50	43,60	44,10	0,735	0,07	✓	✓	✓			0,051	S
126	43,80	43,30	43,30	42,40	42,10	42,98	0,705	-2,47	✓	✓	✓			-1,873	S
132	44,30	44,00	44,70	44,50	44,50	44,40	0,265	0,75	✓	✓	✓			0,566	S
135	43,60	43,70	44,80	44,70	45,50	44,46	0,802	0,88	✓	✓	✓			0,669	S
143	42,70	43,30	44,00	43,10	42,80	43,18	0,517	-2,02	✓	✓	✓			-1,529	S
150	46,60	47,00	46,20	47,20	46,50	46,70	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	44,40	44,10	44,70	44,20	43,50	44,18	0,444	0,25	✓	✓	✓			0,188	S
244	43,80	42,85	43,93	43,07	43,54	43,44	0,462	-1,43	✓	✓	✓			-1,086	S
247	43,90	44,80	43,90	44,60	45,40	44,52	0,638	1,02	✓	✓	✓			0,772	S
249	44,00	44,00	44,40	44,10	44,20	44,14	0,167	0,16	✓	✓	✓			0,119	S
252	44,80	46,60	45,40	43,90	44,70	45,08	1,003	2,29	✓	✓	✓			1,733	S
259	42,90	44,90	44,20	43,50	44,00	43,90	0,752	-0,39	✓	✓	✓			-0,293	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>i\text{arit}}</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:

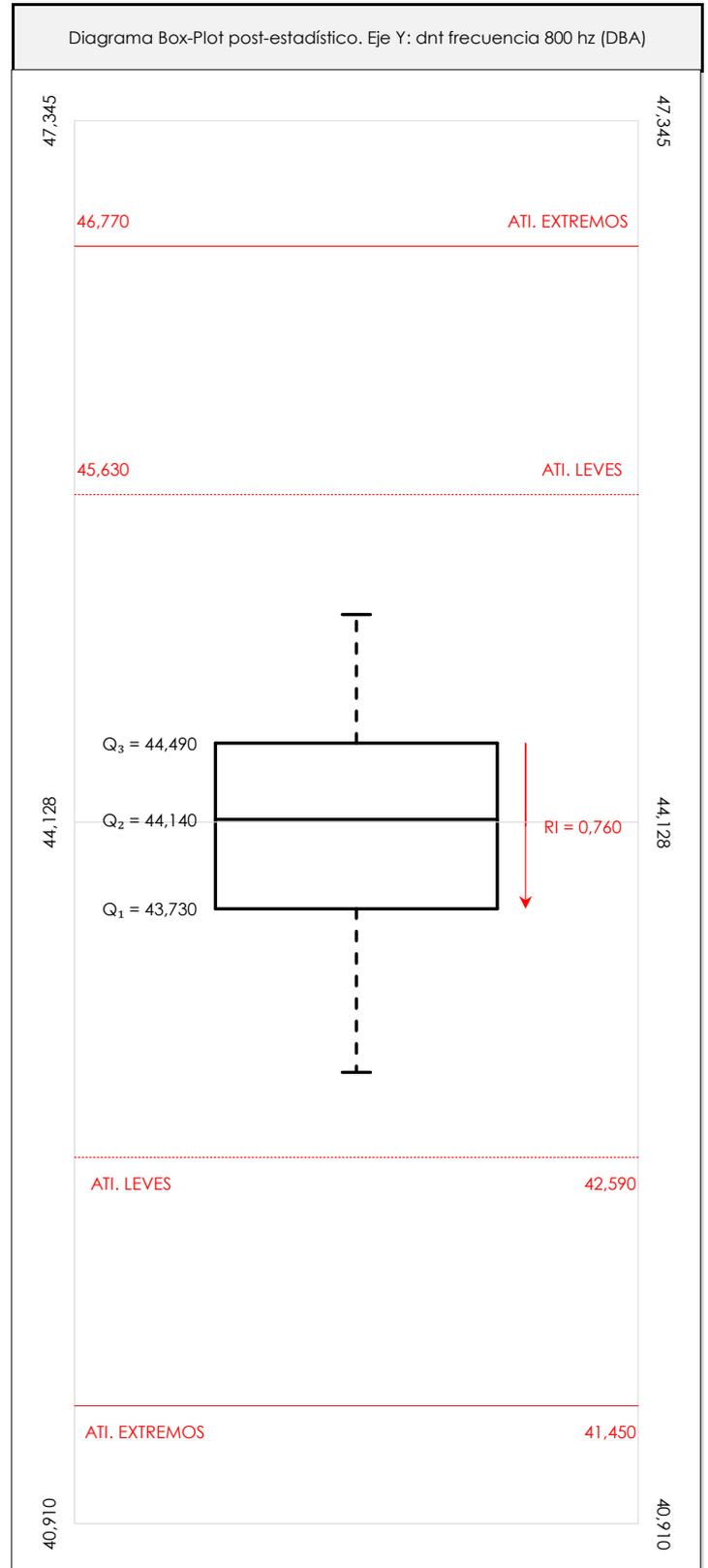
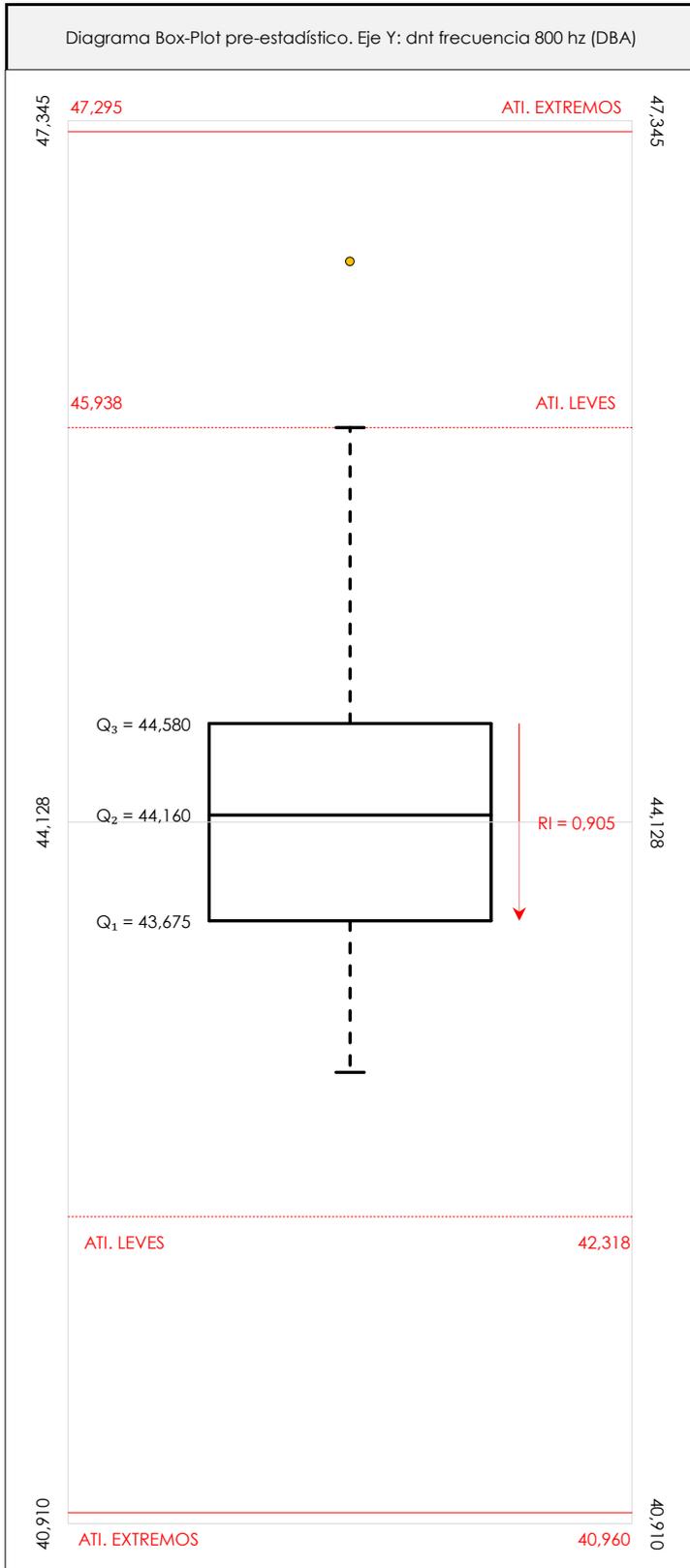
[dudoso]

[insatisfactorio]

# DNT FRECUENCIA 800 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 800 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 800 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	46,60	47,00	46,20	47,20	46,50	46,70	44,80	46,60	45,40	44,90	45,90	45,08
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	39,60	42,85	43,30	42,40	42,10	42,98	42,60	42,85	43,30	42,40	42,10	42,98
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	43,51	44,36	44,50	44,25	44,32	44,19	43,72	44,20	44,40	43,99	44,04	44,07
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,46	1,14	0,74	1,07	1,22	0,87	0,63	0,95	0,56	0,74	1,11	0,58
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	0,03	0,02	0,02	0,03	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,03	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>	0,824	2,516	0,588	1,412	3,294		0,456	1,871	0,248	0,704	2,325	
<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>	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 15 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

INSTITUTO  
DE EDU-  
CACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNT FRECUENCIA 1000 HZ

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

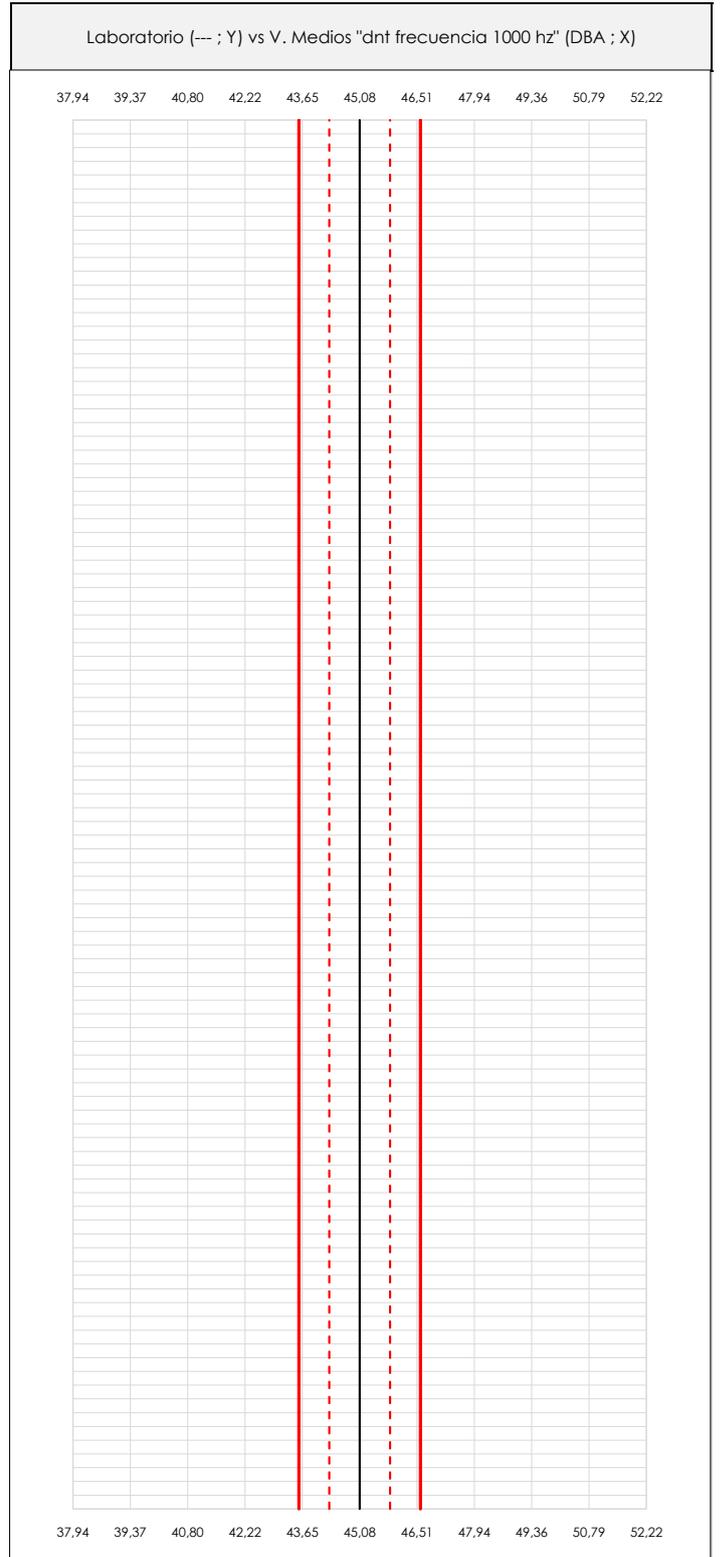
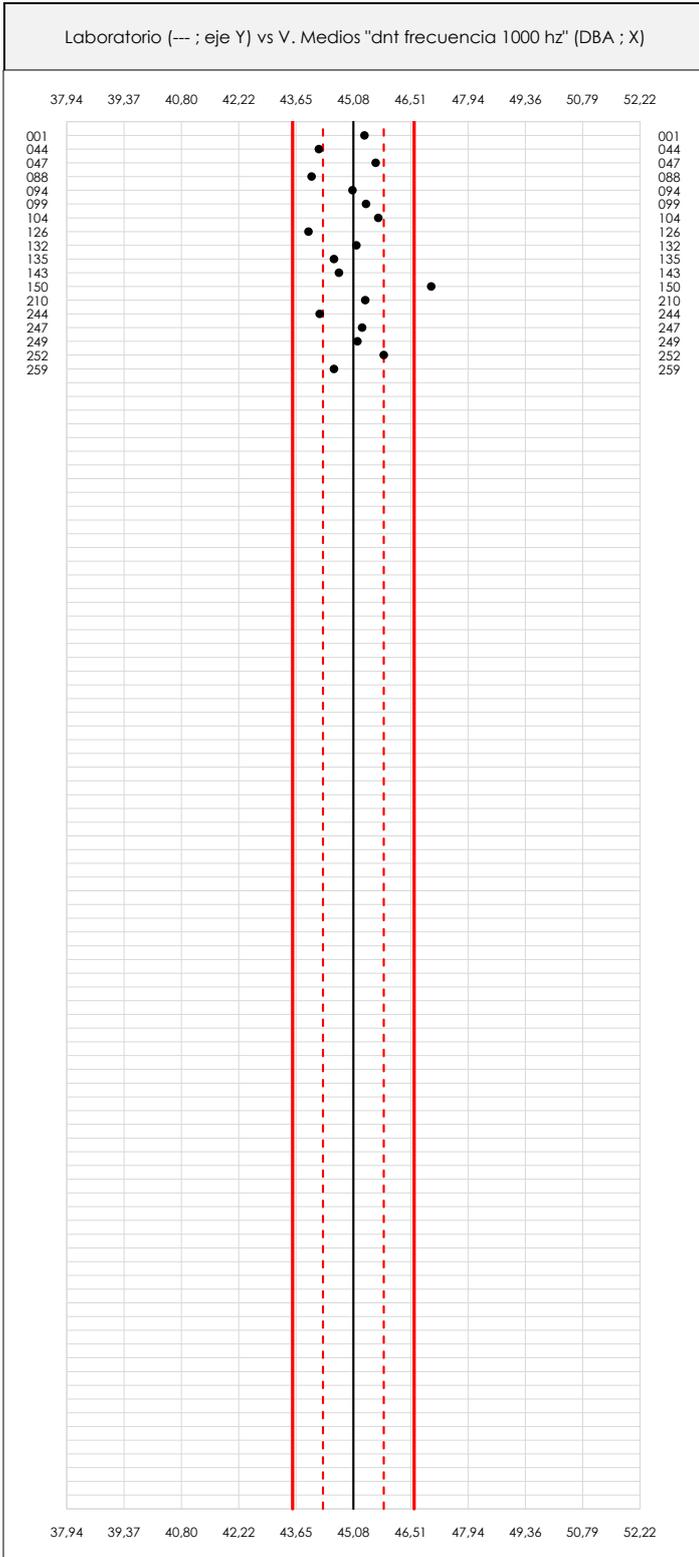
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

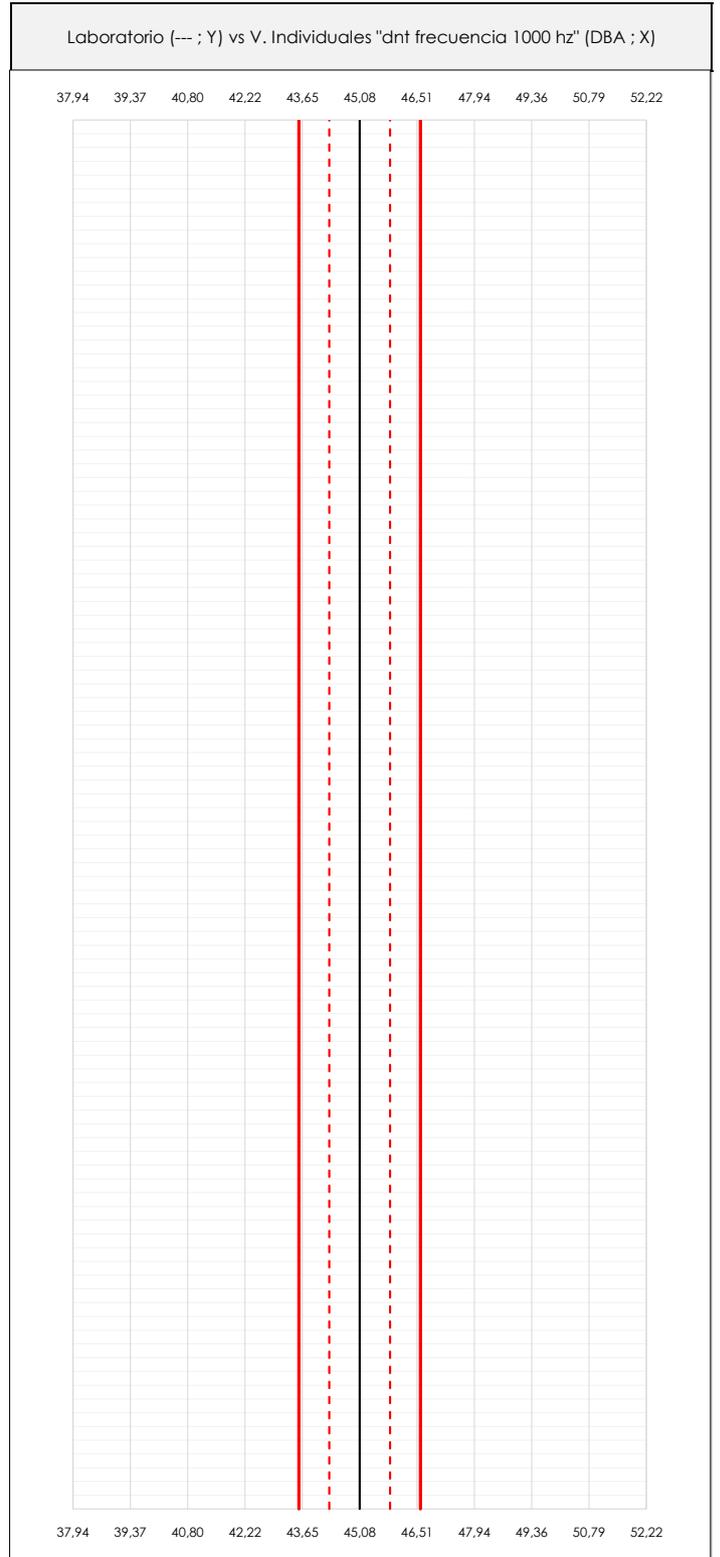
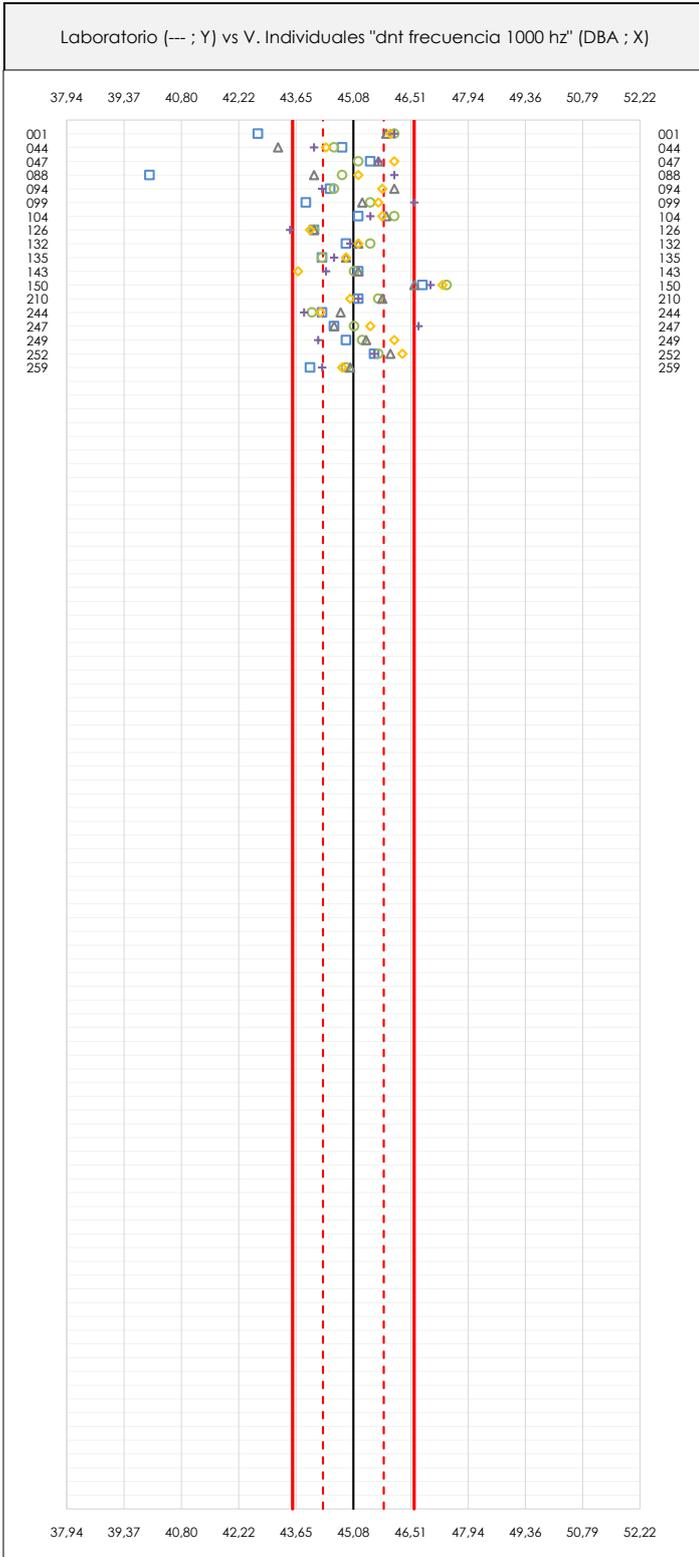
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (45,08 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,84/44,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,59/43,57 ; 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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)

## 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 (45,08 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,84/44,32 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,59/43,57 ; 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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)****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
01	42,70	46,10	45,90	46,00	46,10	45,36	1,489	0,62	✓	
44	44,80	44,60	43,20	44,40	44,10	44,22	0,626	-1,91	✓	
47	45,50	45,20	45,70	46,10	45,70	45,64	0,329	1,24	✓	
88	40,00	44,80	44,10	45,20	46,10	44,04	2,371	-2,31	✓	
94	44,50	44,60	46,10	45,80	44,30	45,06	0,826	-0,04	✓	
99	43,90	45,50	45,30	45,70	46,60	45,40	0,975	0,71	✓	
104	45,20	46,10	45,90	45,80	45,50	45,70	0,354	1,38	✓	
126	44,10	44,10	44,10	44,00	43,50	43,96	0,261	-2,48	✓	
132	44,90	45,50	45,20	45,20	45,00	45,16	0,230	0,18	✓	
135	44,30	44,30	44,90	44,90	44,60	44,60	0,300	-1,06	✓	
143	45,20	45,10	45,20	43,70	44,40	44,72	0,661	-0,80	✓	
150	46,80	47,40	46,60	47,30	47,00	47,02	0,335	4,31	✓	
210	45,20	45,70	45,80	45,00	45,20	45,38	0,349	0,67	✓	
244	44,30	44,05	44,76	44,26	43,85	44,24	0,340	-1,85	✓	
247	44,60	45,10	44,60	45,50	46,70	45,30	0,869	0,49	✓	
249	44,90	45,30	45,40	46,10	44,20	45,18	0,698	0,22	✓	
252	45,60	45,70	46,00	46,30	45,60	45,84	0,305	1,69	✓	
259	44,00	44,90	45,00	44,80	44,30	44,60	0,430	-1,06	✓	

**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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)

### 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	
0,71	42,700	46,100	45,900	46,000	46,100	45,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	44,80	44,600	43,200	44,400	44,100	44,220	0,626	-1,73	-1,34	1,12				0,5879			✓
47	45,50	45,200	45,700	46,100	45,700	45,640	0,329	1,42	1,10	0,59							✓
88	40,00	44,800	44,100	45,200	46,100	44,040	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	44,50	44,600	46,100	45,800	44,300	45,060	0,826	0,13	0,10	1,48							✓
99	43,90	45,500	45,300	45,700	46,600	45,400	0,975	0,89	0,69	1,75*	0,204						✓
104	45,20	46,100	45,900	45,800	45,500	45,700	0,354	1,55	1,20	0,63					0,7083		✓
126	44,10	44,100	44,100	44,000	43,500	43,960	0,261	-2,31	-1,79	0,47		1,791		0,5879			✓
132	44,90	45,500	45,200	45,200	45,000	45,160	0,230	0,35	0,28	0,41							✓
135	44,30	44,300	44,900	44,900	44,600	44,600	0,300	-0,89	-0,69	0,54							✓
143	45,20	45,100	45,200	43,700	44,400	44,720	0,661	-0,62	-0,48	1,19							✓
150	46,80	47,400	46,600	47,300	47,000	47,020	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	45,20	45,700	45,800	45,000	45,200	45,380	0,349	0,84	0,65	0,63							✓
244	44,30	44,048	44,760	44,262	43,850	44,244	0,340	-1,68	-1,30	0,61							✓
247	44,60	45,100	44,600	45,500	46,700	45,300	0,869	0,67	0,52	1,56*	0,204						✓
249	44,90	45,300	45,400	46,100	44,200	45,180	0,698	0,40	0,31	1,25							✓
252	45,60	45,700	46,000	46,300	45,600	45,840	0,305	1,87	1,45	0,55			1,446		0,7083		✓
259	44,00	44,900	45,000	44,800	44,300	44,600	0,430	-0,89	-0,69	0,77							✓

**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]

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

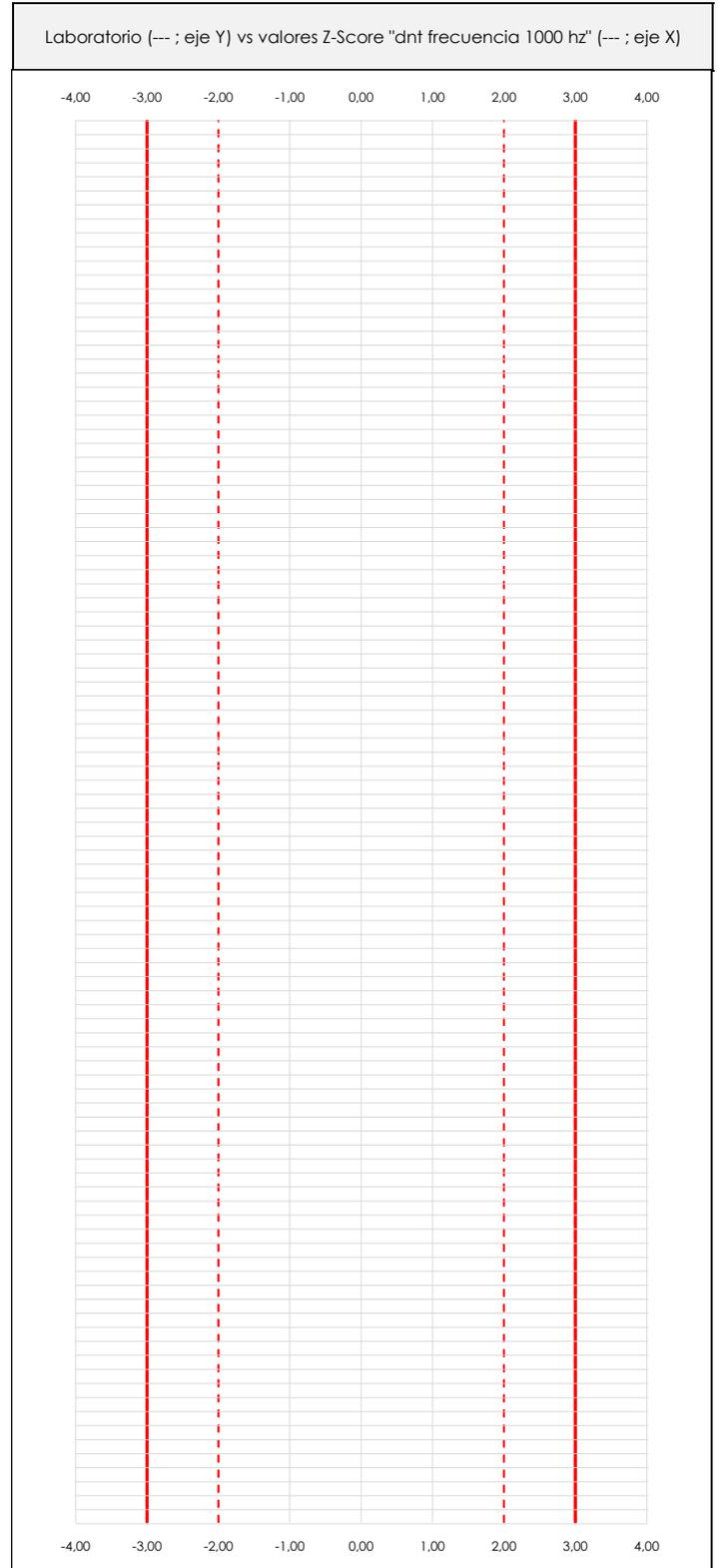
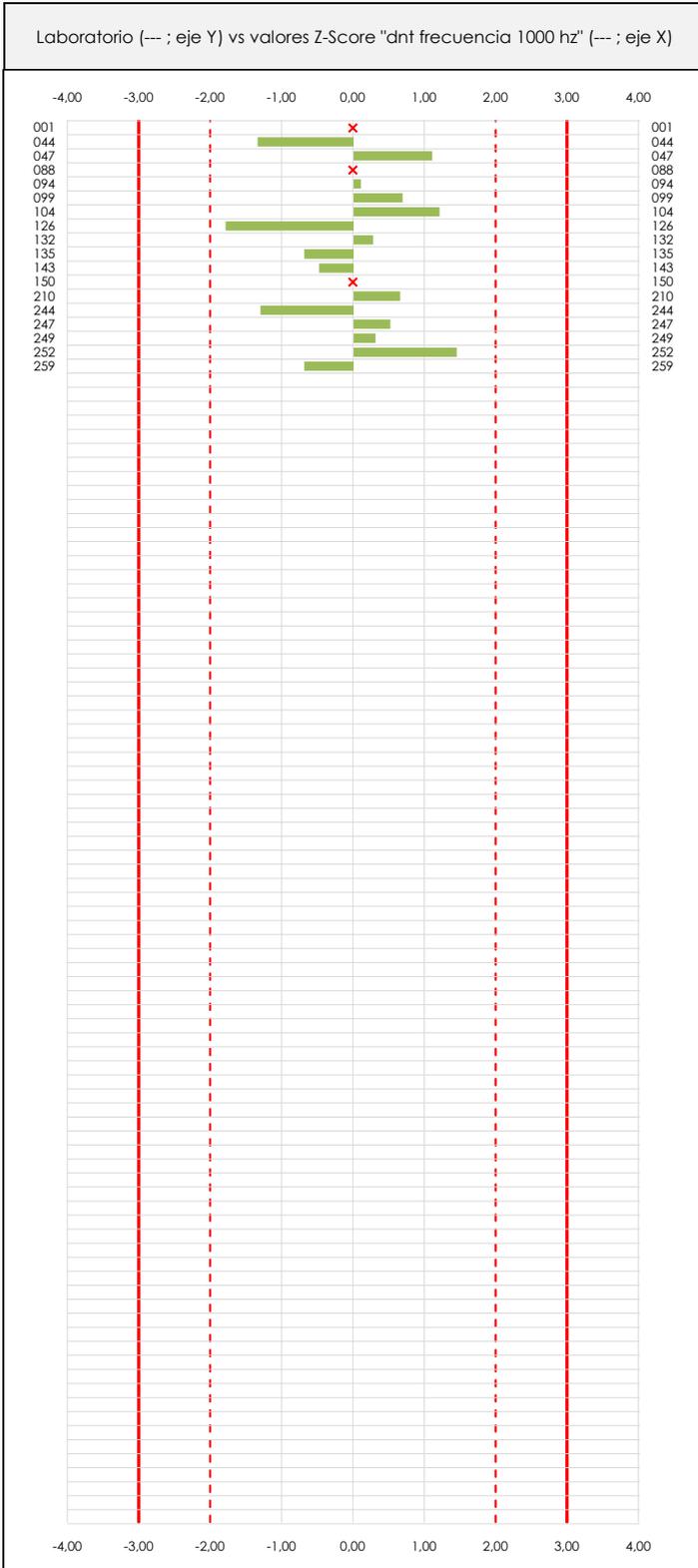
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)

### 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
01	42,70	46,10	45,90	46,00	46,10	45,36	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	44,80	44,60	43,20	44,40	44,10	44,22	0,626	-1,73	✓	✓	✓			-1,344	S
47	45,50	45,20	45,70	46,10	45,70	45,64	0,329	1,42	✓	✓	✓			1,102	S
88	40,00	44,80	44,10	45,20	46,10	44,04	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	44,50	44,60	46,10	45,80	44,30	45,06	0,826	0,13	✓	✓	✓			0,103	S
99	43,90	45,50	45,30	45,70	46,60	45,40	0,975	0,89	✓	✓	✓			0,688	S
104	45,20	46,10	45,90	45,80	45,50	45,70	0,354	1,55	✓	✓	✓			1,205	S
126	44,10	44,10	44,10	44,00	43,50	43,96	0,261	-2,31	✓	✓	✓			-1,791	S
132	44,90	45,50	45,20	45,20	45,00	45,16	0,230	0,35	✓	✓	✓			0,275	S
135	44,30	44,30	44,90	44,90	44,60	44,60	0,300	-0,89	✓	✓	✓			-0,689	S
143	45,20	45,10	45,20	43,70	44,40	44,72	0,661	-0,62	✓	✓	✓			-0,483	S
150	46,80	47,40	46,60	47,30	47,00	47,02	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	45,20	45,70	45,80	45,00	45,20	45,38	0,349	0,84	✓	✓	✓			0,654	S
244	44,30	44,05	44,76	44,26	43,85	44,24	0,340	-1,68	✓	✓	✓			-1,303	S
247	44,60	45,10	44,60	45,50	46,70	45,30	0,869	0,67	✓	✓	✓			0,516	S
249	44,90	45,30	45,40	46,10	44,20	45,18	0,698	0,40	✓	✓	✓			0,310	S
252	45,60	45,70	46,00	46,30	45,60	45,84	0,305	1,87	✓	✓	✓			1,446	S
259	44,00	44,90	45,00	44,80	44,30	44,60	0,430	-0,89	✓	✓	✓			-0,689	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:

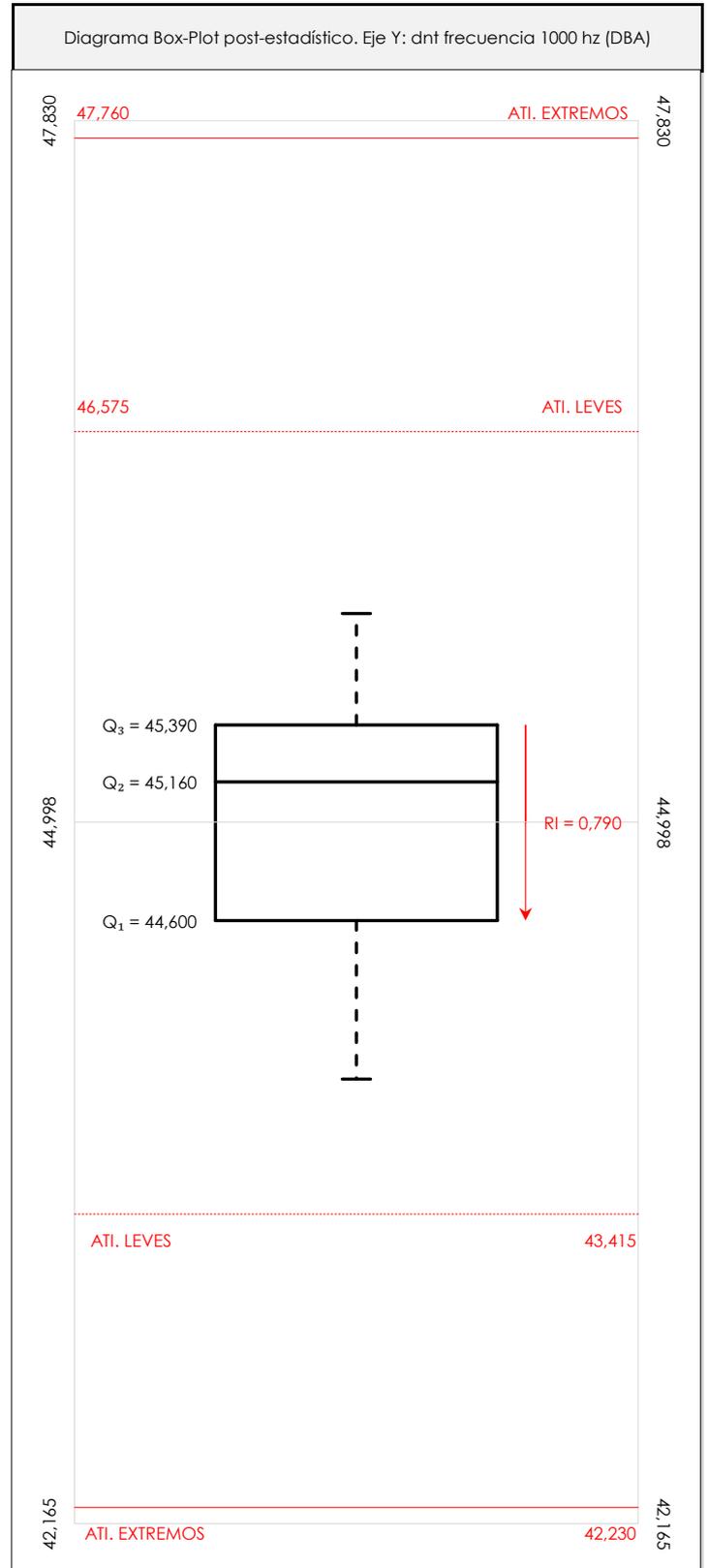
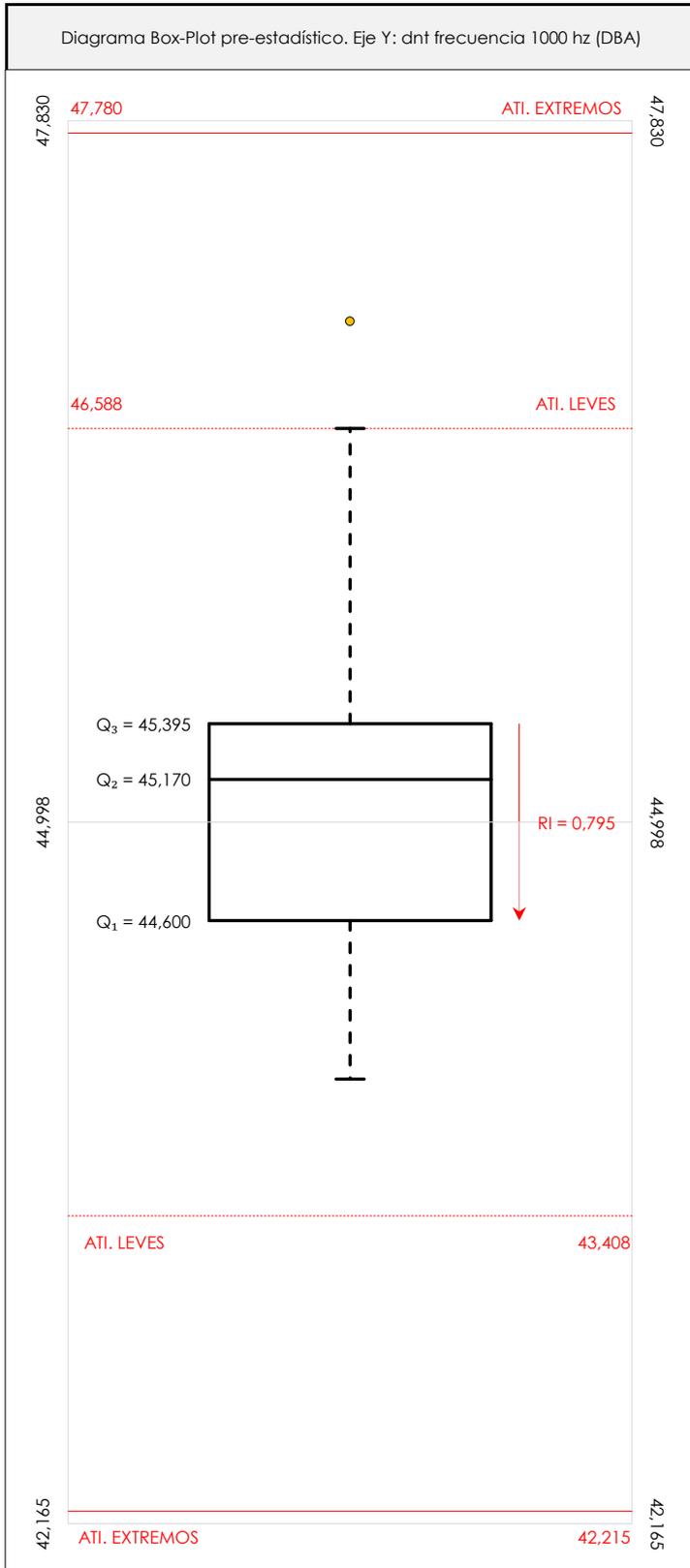
[dudoso]

[insatisfactorio]

# DNT FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 1000 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 1000 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 3 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 3 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 2 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	46,80	47,40	46,60	47,30	47,00	47,02	45,60	46,10	46,10	46,30	46,70	45,84
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	40,00	44,05	43,20	43,70	43,50	43,96	43,90	44,05	43,20	43,70	43,50	43,96
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	44,47	45,22	45,21	45,34	45,15	45,08	44,73	45,05	45,14	45,17	44,90	45,00
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,41	0,82	0,85	0,91	1,06	0,76	0,54	0,62	0,78	0,82	0,96	0,58
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R		$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	
<b>Valor Calculado</b>	0,701	2,321	0,433	1,134	2,951		0,311	1,546	0,275	0,586	2,122	
<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>	2,32	1,76	0,249	2,806	0,2530	2,32	1,76	0,288	2,806	0,2530
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,86	1,52	0,209	2,549	0,3367	1,86	1,52	0,242	2,549	0,3367

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 15 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

INSTITUTO  
DE EDIFICACIÓN  
Y  
ACÚSTICA

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

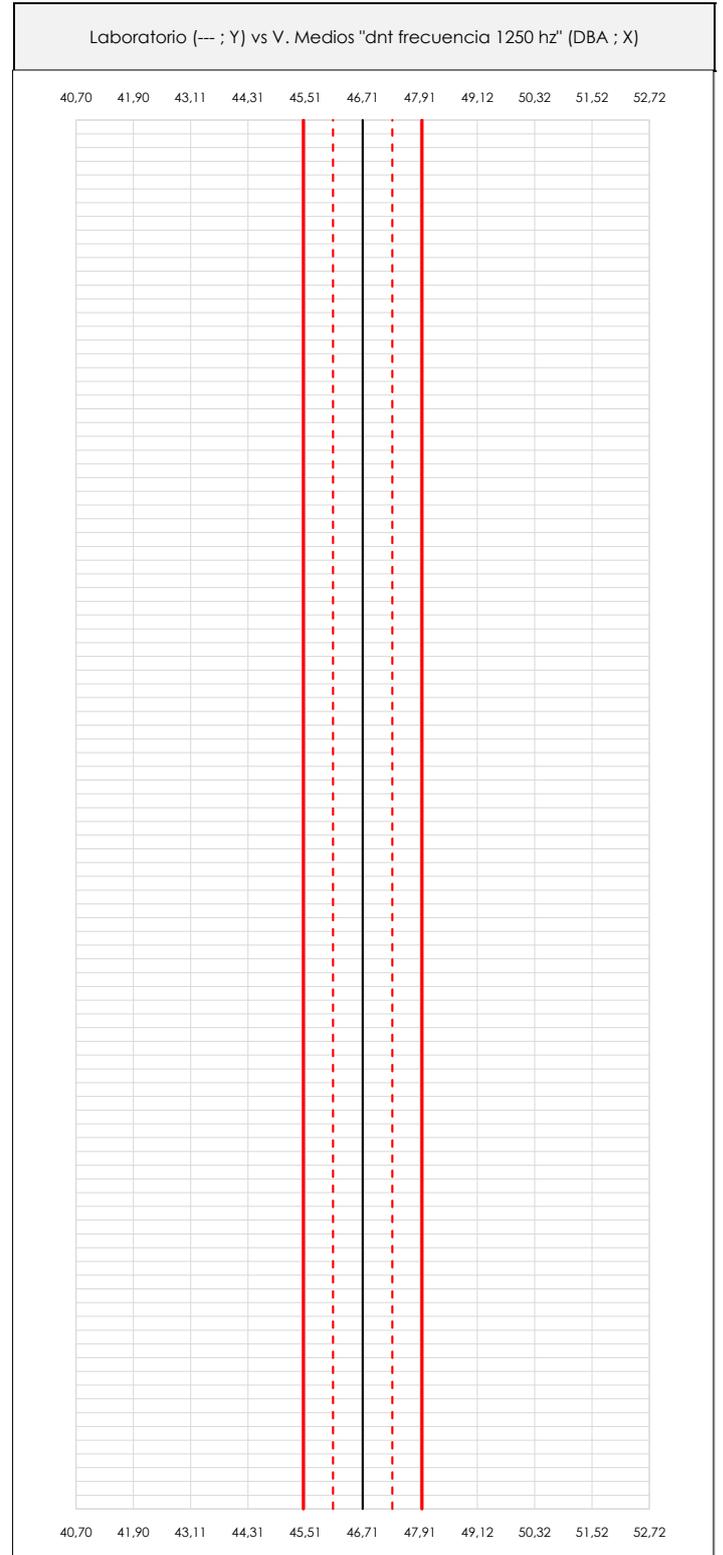
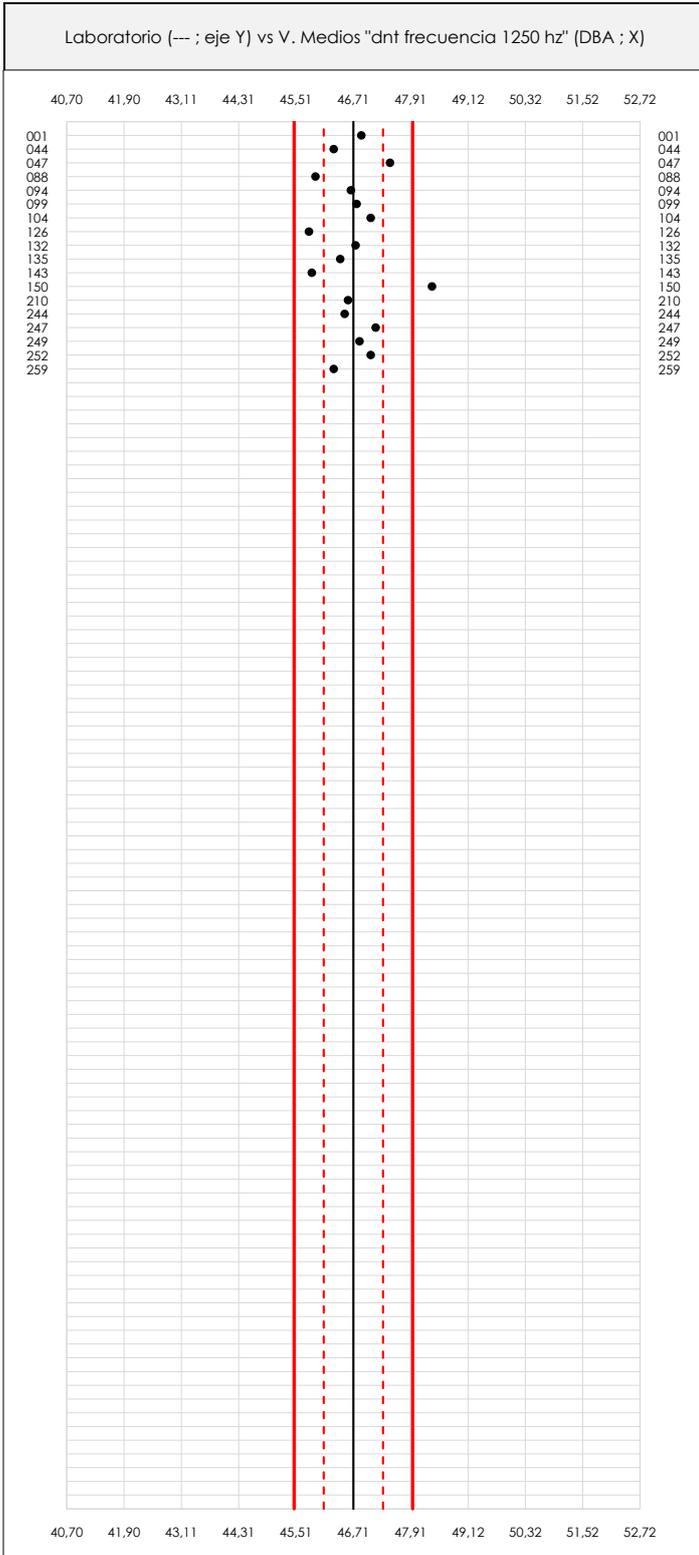
DNT FRECUENCIA 1250 HZ



# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

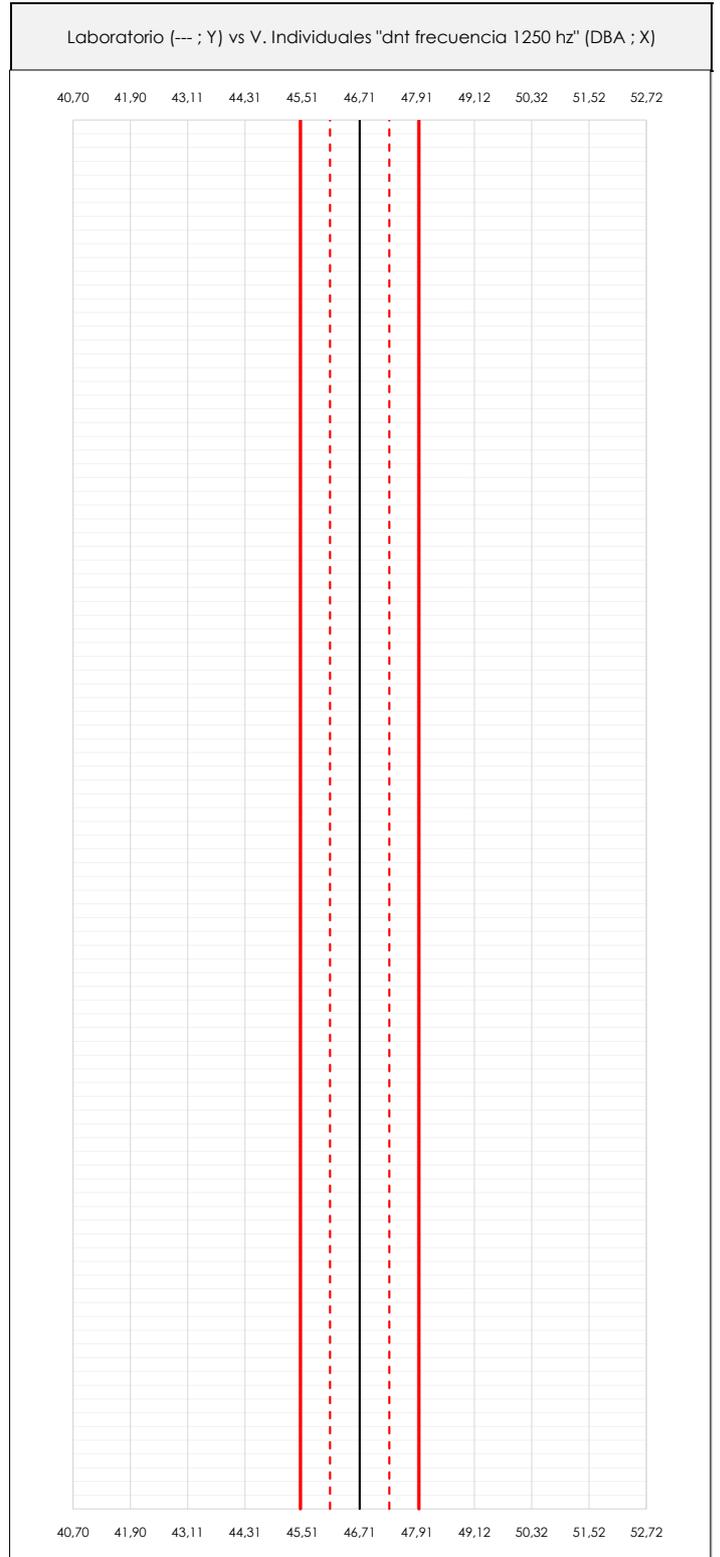
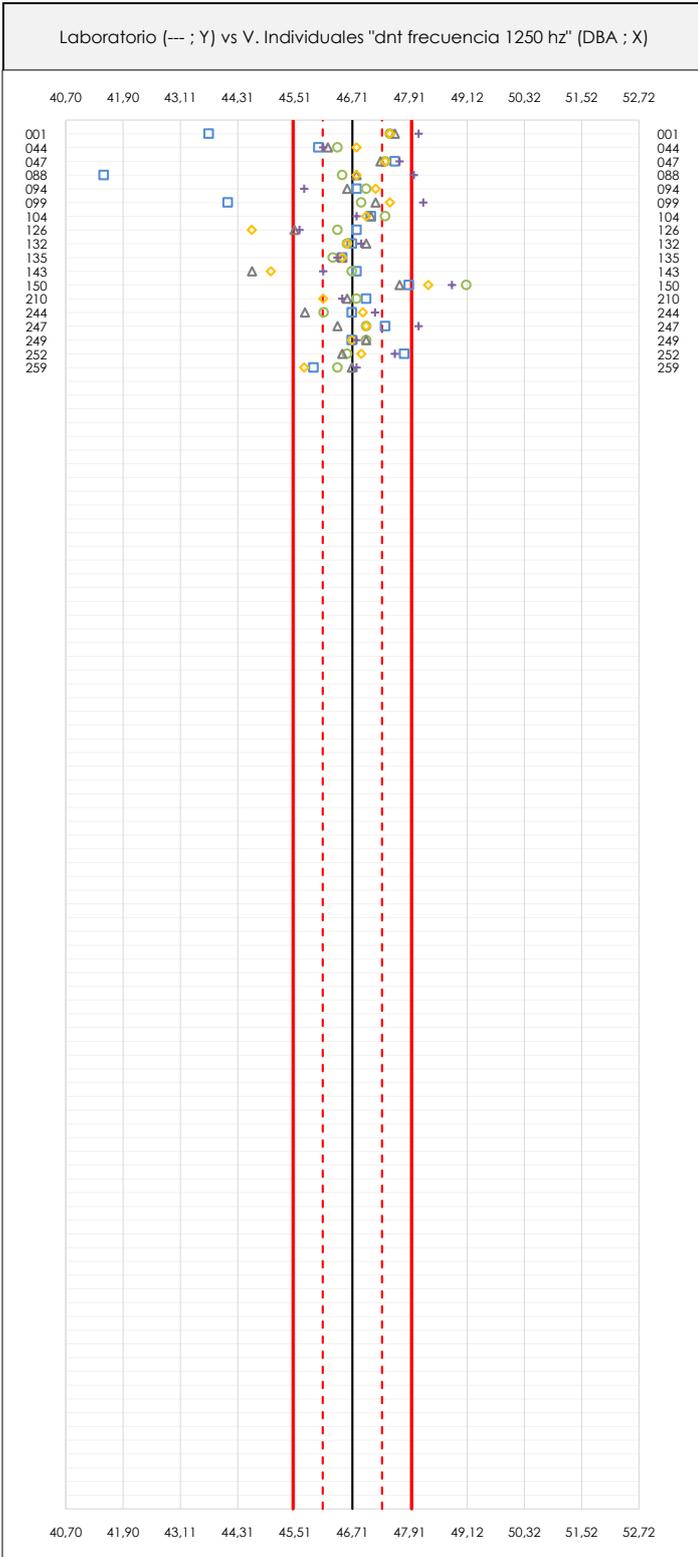
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,33/46,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,95/45,47 ; 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de los valores individuales respecto de la media aritmética inter-laboratorios (46,71 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (47,33/46,09 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (47,95/45,47 ; 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)****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
01	43,70	47,50	47,60	47,50	48,10	46,88	1,795	0,36	✓	
44	46,00	46,40	46,20	46,80	46,10	46,30	0,316	-0,88	✓	
47	47,60	47,40	47,30	47,40	47,70	47,48	0,164	1,64	✓	
88	41,50	46,50	46,80	46,80	48,00	45,92	2,537	-1,69	✓	
94	46,80	47,00	46,60	47,20	45,70	46,66	0,581	-0,11	✓	
99	44,10	46,90	47,20	47,50	48,20	46,78	1,574	0,15	✓	
104	47,10	47,40	47,10	47,00	46,80	47,08	0,217	0,79	✓	
126	46,80	46,40	45,50	44,60	45,60	45,78	0,856	-1,99	✓	
132	46,70	46,60	47,00	46,60	46,90	46,76	0,182	0,10	✓	
135	46,50	46,30	46,50	46,50	46,40	46,44	0,089	-0,58	✓	
143	46,80	46,70	44,61	45,00	46,10	45,84	0,993	-1,86	✓	Se modifica x3 por error de transcripción. Se cambia 446.10 por 44.61
150	47,90	49,10	47,70	48,30	48,80	48,36	0,590	3,53	✓	
210	47,00	46,80	46,60	46,10	46,50	46,60	0,339	-0,24	✓	
244	46,70	46,11	45,72	46,93	47,19	46,53	0,605	-0,39	✓	
247	47,40	47,00	46,40	47,00	48,10	47,18	0,626	1,00	✓	
249	46,70	47,00	47,00	46,70	46,80	46,84	0,152	0,27	✓	
252	47,80	46,60	46,50	46,90	47,60	47,08	0,589	0,79	✓	
259	45,90	46,40	46,70	45,70	46,80	46,30	0,485	-0,88	✓	

**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 FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

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

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



## DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

## 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		
0,71	43,700	47,500	47,600	47,500	48,100	46,880	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
44	46,00	46,400	46,200	46,800	46,100	46,300	0,316	-1,01	-1,27	0,77	---	1,267	---	0,6498	---	---	✓	
47	47,60	47,400	47,300	47,400	47,700	47,480	0,164	1,52	1,91*	0,40	0,193	---	1,909	---	0,4763	---	✓	
88	41,50	46,500	46,800	46,800	48,000	45,920	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	46,80	47,000	46,600	47,200	45,700	46,660	0,581	-0,24	-0,30	1,41	---	---	---	---	---	---	---	✓
99	44,10	46,900	47,200	47,500	48,200	46,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	47,10	47,400	47,100	47,000	46,800	47,080	0,217	0,66	0,83	0,53	---	---	---	---	---	---	---	✓
126	46,80	46,400	45,500	44,600	45,600	45,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
132	46,70	46,600	47,000	46,600	46,900	46,760	0,182	-0,02	-0,03	0,44	---	---	---	---	---	---	---	✓
135	46,50	46,300	46,500	46,500	46,400	46,440	0,089	-0,71	-0,89	0,22	---	---	---	---	---	---	---	✓
143	46,80	46,700	44,610	45,000	46,100	45,842	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
150	47,90	49,100	47,700	48,300	48,800	48,360	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	47,00	46,800	46,600	46,100	46,500	46,600	0,339	-0,37	-0,46	0,82	---	---	---	---	---	---	---	✓
244	46,70	46,109	45,717	46,932	47,189	46,529	0,605	-0,52	-0,65	1,47	---	---	---	---	---	---	---	✓
247	47,40	47,000	46,400	47,000	48,100	47,180	0,626	0,87	1,10	1,52*	0,193	---	---	---	0,4763	---	---	✓
249	46,70	47,000	47,000	46,700	46,800	46,840	0,152	0,15	0,19	0,37	---	---	---	---	---	---	---	✓
252	47,80	46,600	46,500	46,900	47,600	47,080	0,589	0,66	0,83	1,43	---	---	---	---	---	---	---	✓
259	45,90	46,400	46,700	45,700	46,800	46,300	0,485	-1,01	-1,27	1,18	---	1,267	---	0,6498	---	---	---	✓

**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:

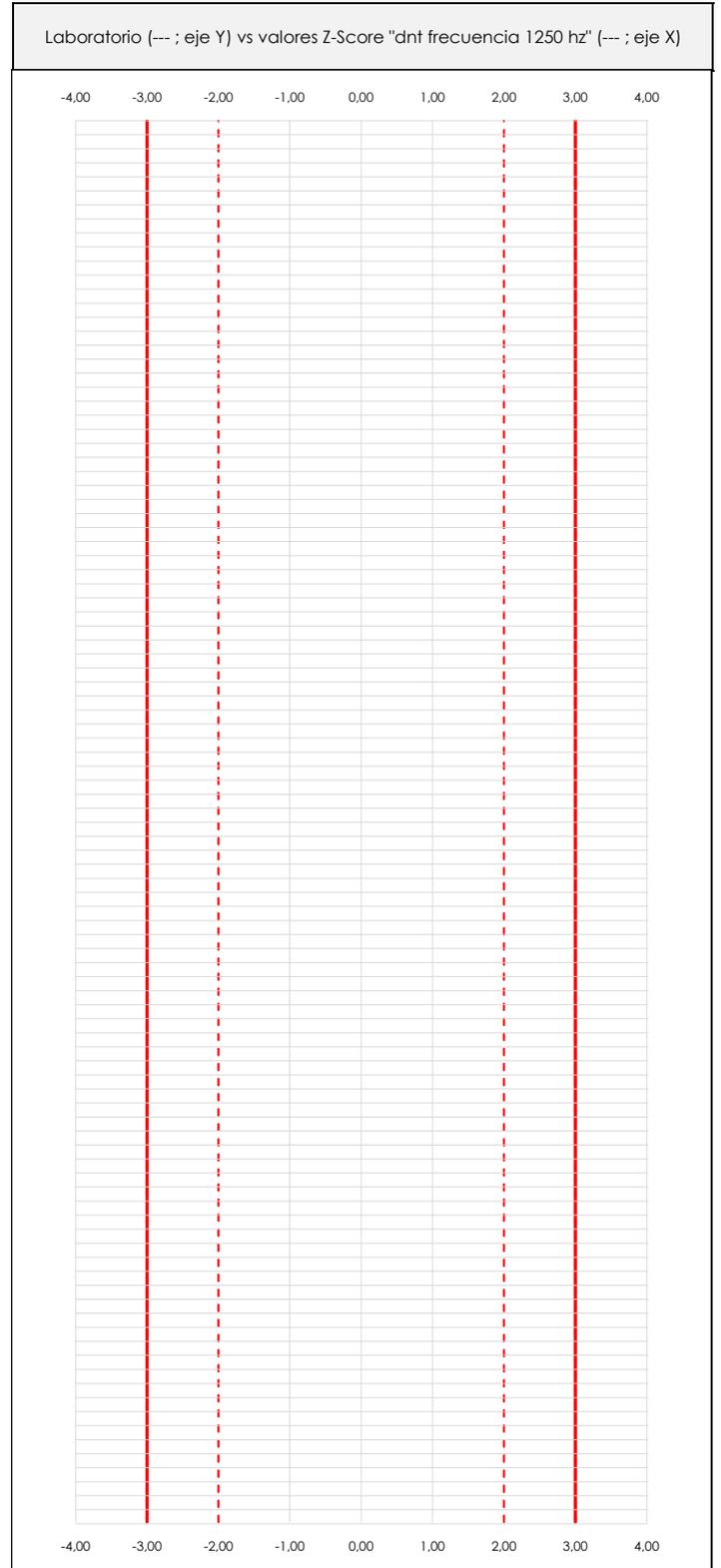
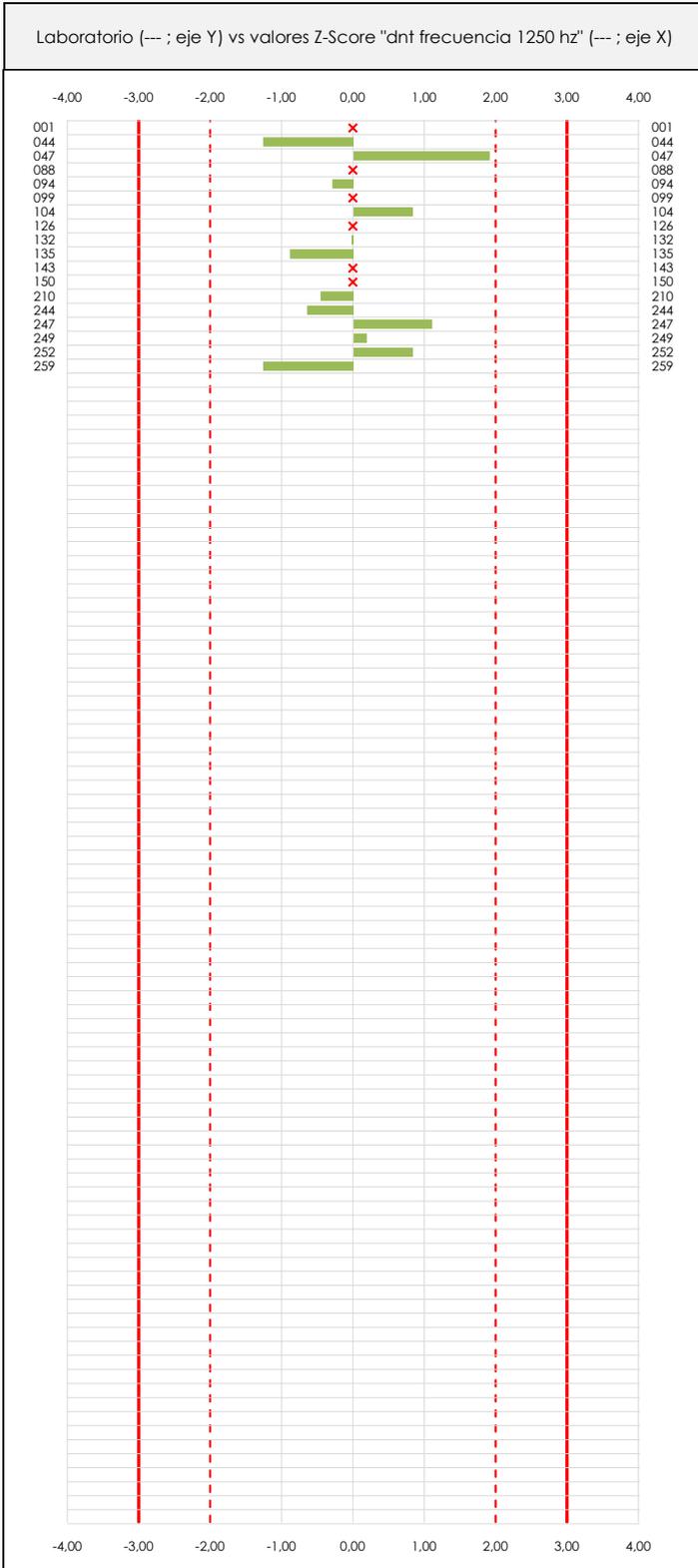
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

## 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
01	43,70	47,50	47,60	47,50	48,10	46,88	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	46,00	46,40	46,20	46,80	46,10	46,30	0,316	-1,01	✓	✓	✓			-1,267	S
47	47,60	47,40	47,30	47,40	47,70	47,48	0,164	1,52	✓	✓	✓			1,909	S
88	41,50	46,50	46,80	46,80	48,00	45,92	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	46,80	47,00	46,60	47,20	45,70	46,66	0,581	-0,24	✓	✓	✓			-0,298	S
99	44,10	46,90	47,20	47,50	48,20	46,78	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	47,10	47,40	47,10	47,00	46,80	47,08	0,217	0,66	✓	✓	✓			0,832	S
126	46,80	46,40	45,50	44,60	45,60	45,78	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
132	46,70	46,60	47,00	46,60	46,90	46,76	0,182	-0,02	✓	✓	✓			-0,029	S
135	46,50	46,30	46,50	46,50	46,40	46,44	0,089	-0,71	✓	✓	✓			-0,890	S
143	46,80	46,70	44,61	45,00	46,10	45,84	---	---	✓	✗	✗	AN	1	---	---
150	47,90	49,10	47,70	48,30	48,80	48,36	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	47,00	46,80	46,60	46,10	46,50	46,60	0,339	-0,37	✓	✓	✓			-0,460	S
244	46,70	46,11	45,72	46,93	47,19	46,53	0,605	-0,52	✓	✓	✓			-0,650	S
247	47,40	47,00	46,40	47,00	48,10	47,18	0,626	0,87	✓	✓	✓			1,101	S
249	46,70	47,00	47,00	46,70	46,80	46,84	0,152	0,15	✓	✓	✓			0,186	S
252	47,80	46,60	46,50	46,90	47,60	47,08	0,589	0,66	✓	✓	✓			0,832	S
259	45,90	46,40	46,70	45,70	46,80	46,30	0,485	-1,01	✓	✓	✓			-1,267	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:

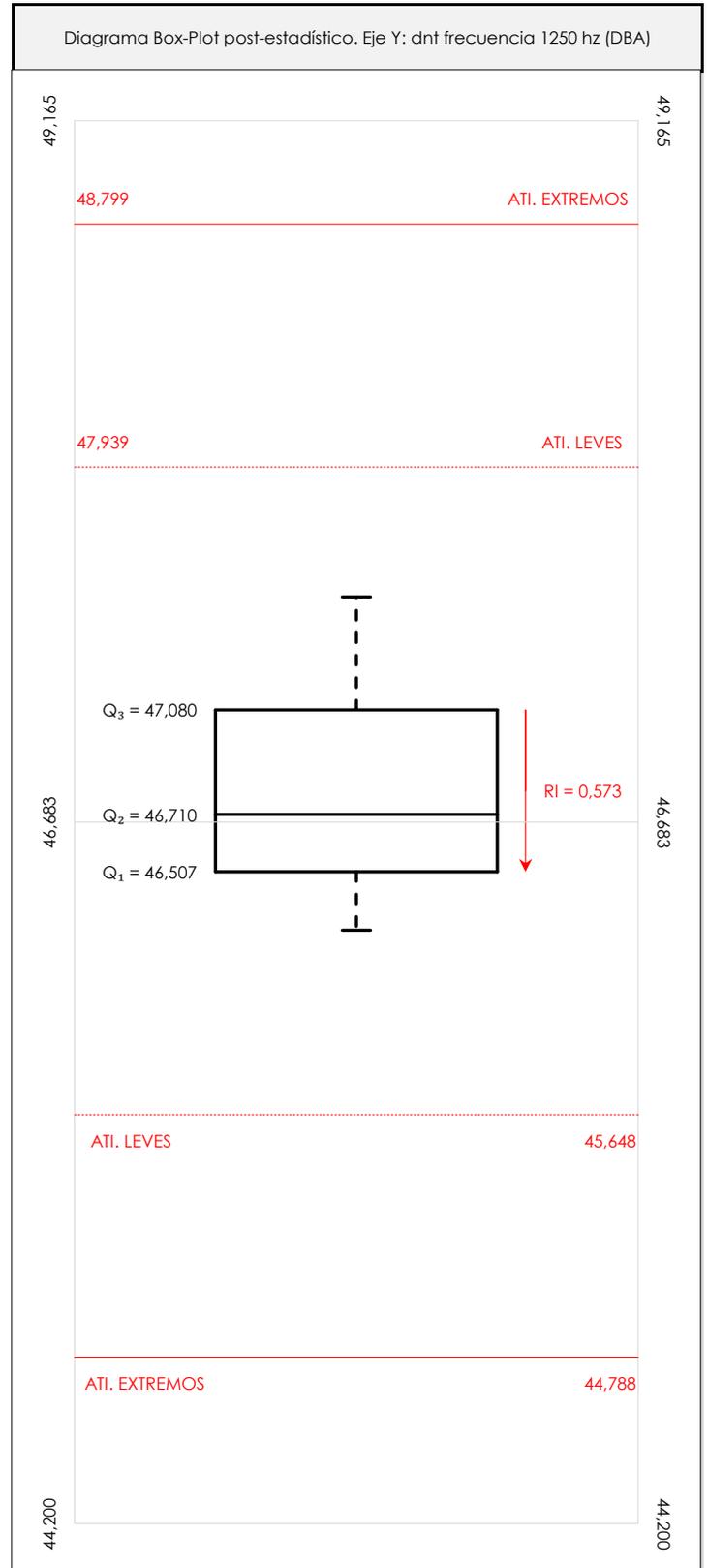
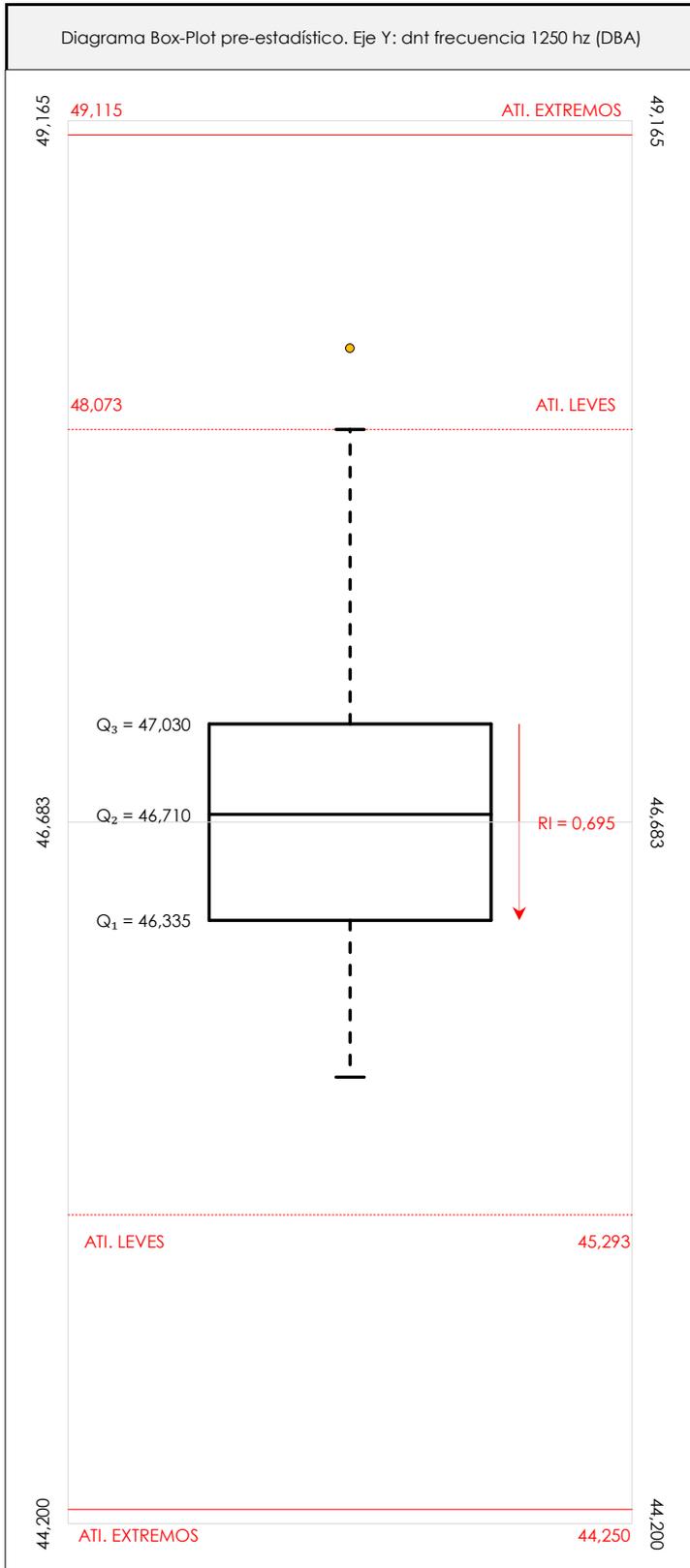
[dudoso]

[insatisfactorio]

# DNT FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 1250 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 1250 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 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 6 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 6 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>	47,90	49,10	47,70	48,30	48,80	48,36	47,80	47,40	47,30	47,40	48,10	47,48
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	41,50	46,11	44,61	44,60	45,60	45,78	45,90	46,11	45,72	45,70	45,70	46,30
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	46,28	46,89	46,61	46,70	47,08	46,71	46,85	46,75	46,63	46,74	46,88	46,77
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,63	0,68	0,76	0,89	0,94	0,62	0,58	0,42	0,43	0,47	0,69	0,37
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,01	0,02	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>	0,902	2,632	0,206	1,107	2,917		0,169	1,140	0,104	0,273	1,450	
<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>	2,25	1,75	0,249	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,83	1,51	0,209	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

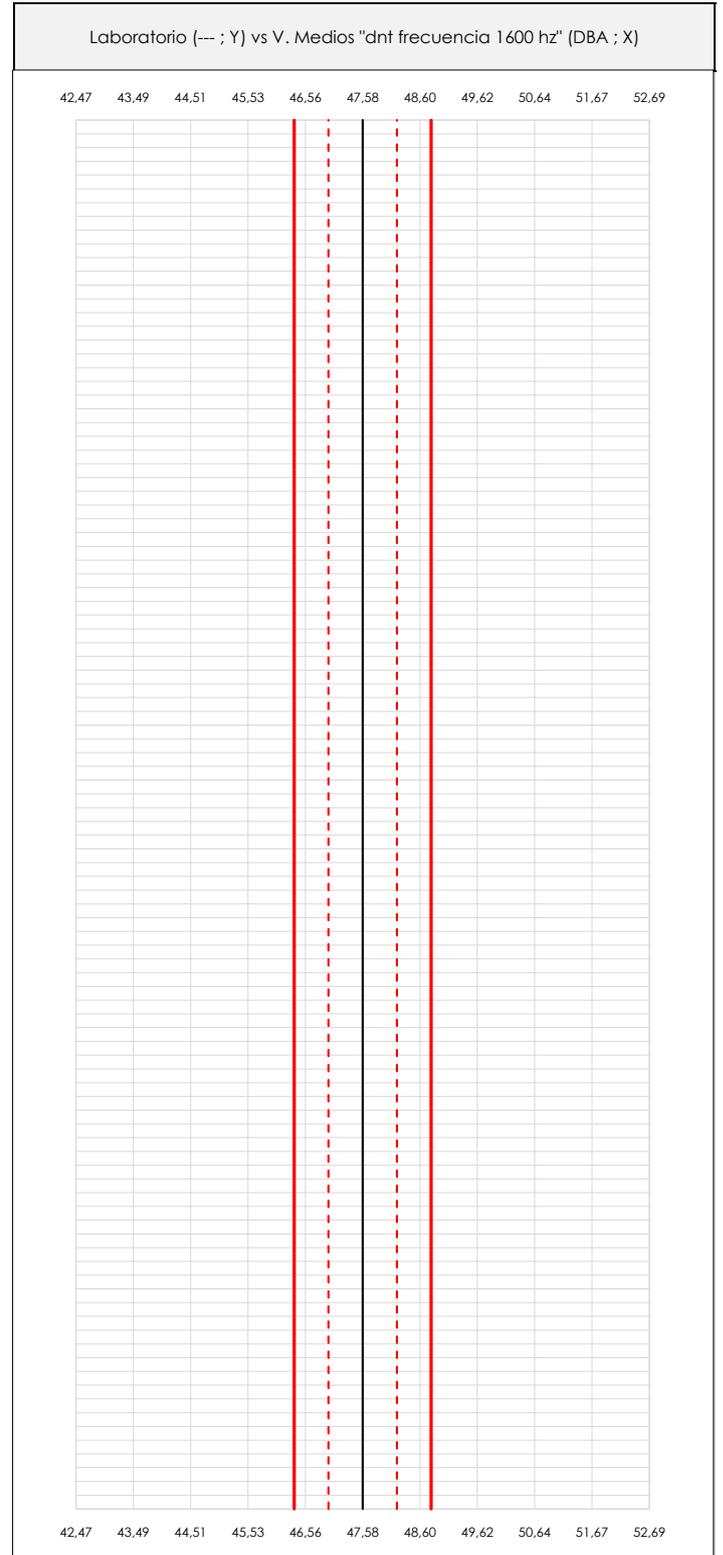
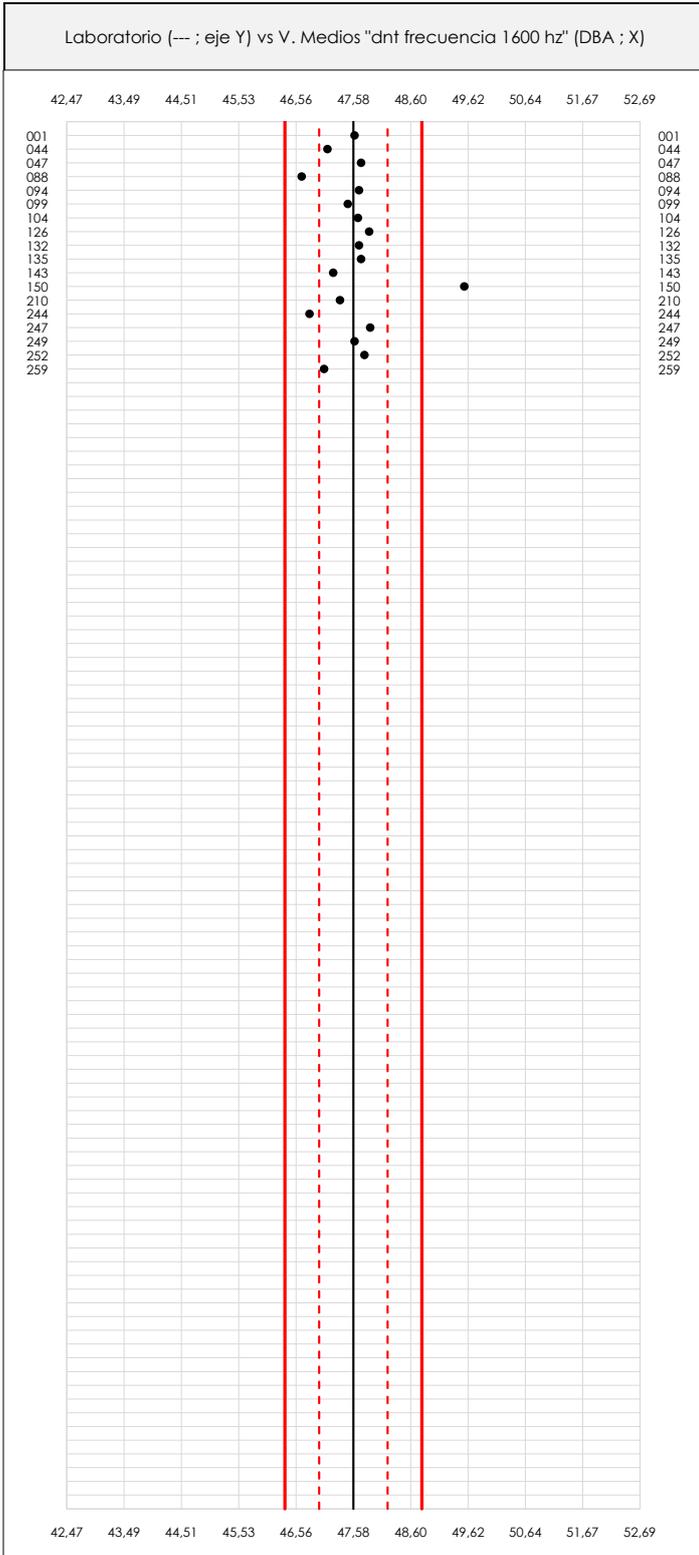
DNT FRECUENCIA 1600 HZ



# DNT FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

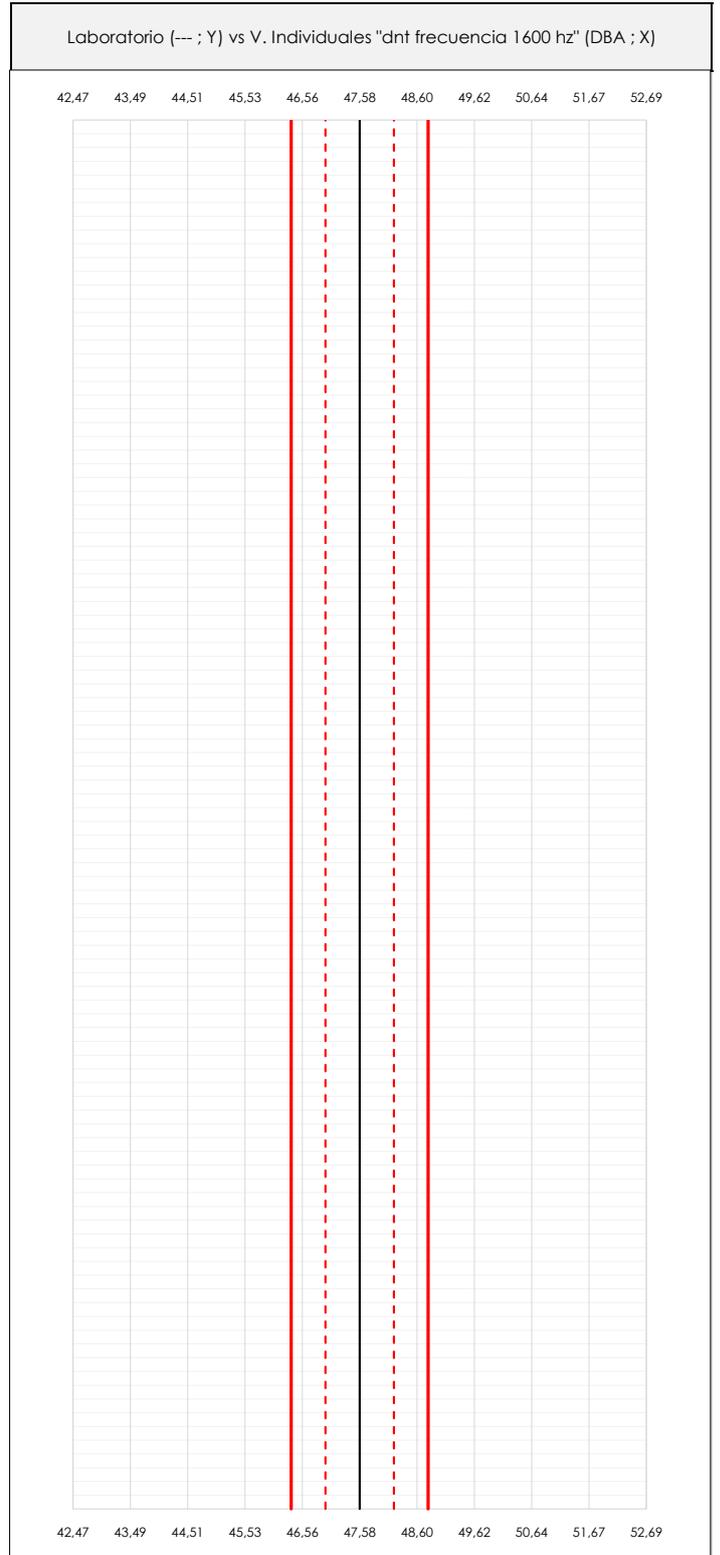
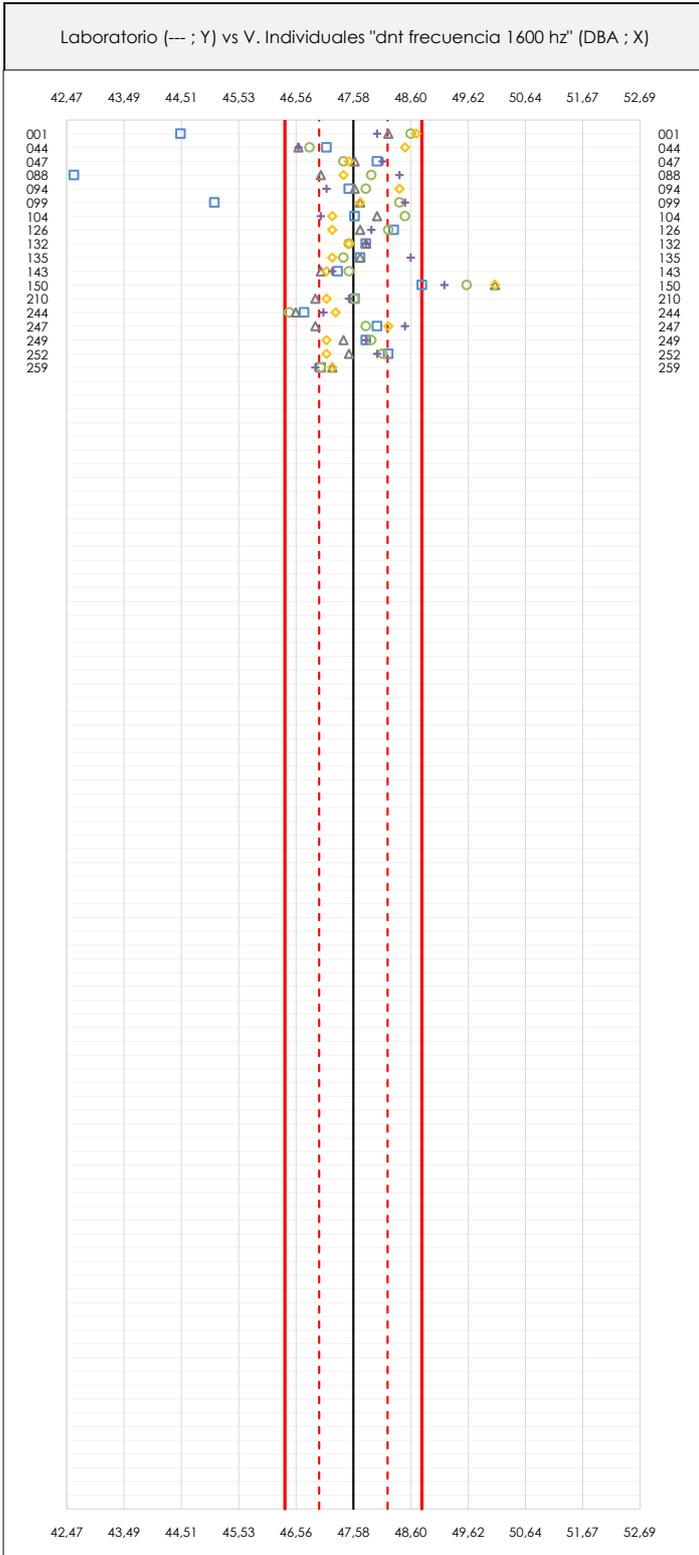
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,58 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,19/46,97 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,80/46,36 ; 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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)

## 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 (47,58 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,19/46,97 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (48,80/46,36 ; 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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)****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
01	44,50	48,60	48,20	48,70	48,00	47,60	1,756	0,04	✓	
44	47,10	46,80	46,60	48,50	46,60	47,12	0,798	-0,96	✓	
47	48,00	47,40	47,60	47,50	48,10	47,72	0,311	0,30	✓	
88	42,60	47,90	47,00	47,40	48,40	46,66	2,330	-1,93	✓	
94	47,50	47,80	47,60	48,40	47,10	47,68	0,476	0,21	✓	
99	45,10	48,40	47,70	47,70	48,50	47,48	1,383	-0,21	✓	
104	47,60	48,50	48,00	47,20	47,00	47,66	0,607	0,17	✓	
126	48,30	48,20	47,70	47,20	47,90	47,86	0,439	0,59	✓	
132	47,80	47,50	47,80	47,50	47,80	47,68	0,164	0,21	✓	
135	47,70	47,40	47,70	47,20	48,60	47,72	0,536	0,30	✓	
143	47,30	47,50	47,00	47,10	47,20	47,22	0,192	-0,75	✓	
150	48,80	49,60	50,10	50,10	49,20	49,56	0,568	4,16	✓	
210	47,60	47,60	46,90	47,10	47,50	47,34	0,321	-0,50	✓	
244	46,70	46,44	46,55	47,26	47,04	46,80	0,347	-1,64	✓	
247	48,00	47,80	46,90	48,20	48,50	47,88	0,606	0,63	✓	
249	47,80	47,90	47,40	47,10	47,80	47,60	0,339	0,04	✓	
252	48,20	48,10	47,50	47,10	48,00	47,78	0,466	0,42	✓	Error de transcripción de X5. Se sustituye 480 por 48,0
259	47,00	47,00	47,20	47,20	46,90	47,06	0,134	-1,09	✓	

**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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)

### 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
0,71	44,500	48,600	48,200	48,700	48,000	47,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	47,10	46,800	46,600	48,500	46,600	47,120	0,798	-0,82	-1,15	1,78**	0,226					✓
47	48,00	47,400	47,600	47,500	48,100	47,720	0,311	0,45	0,63	0,69						✓
88	42,60	47,900	47,000	47,400	48,400	46,660	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	47,50	47,800	47,600	48,400	47,100	47,680	0,476	0,36	0,51	1,06						✓
99	45,10	48,400	47,700	47,700	48,500	47,480	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	47,60	48,500	48,000	47,200	47,000	47,660	0,607	0,32	0,45	1,35						✓
126	48,30	48,200	47,700	47,200	47,900	47,860	0,439	0,74	1,04	0,98				0,7941		✓
132	47,80	47,500	47,800	47,500	47,800	47,680	0,164	0,36	0,51	0,37						✓
135	47,70	47,400	47,700	47,200	48,600	47,720	0,536	0,45	0,63	1,20						✓
143	47,30	47,500	47,000	47,100	47,200	47,220	0,192	-0,61	-0,85	0,43						✓
150	48,80	49,600	50,100	50,100	49,200	49,560	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	47,60	47,600	46,900	47,100	47,500	47,340	0,321	-0,35	-0,50	0,72						✓
244	46,70	46,435	46,550	47,265	47,044	46,799	0,347	-1,49	-2,10*	0,77	0,226	2,102		0,4491		✓
247	48,00	47,800	46,900	48,200	48,500	47,880	0,606	0,78	1,10	1,35			1,100		0,7941	✓
249	47,80	47,900	47,400	47,100	47,800	47,600	0,339	0,19	0,27	0,76						✓
252	48,20	48,100	47,500	47,100	48,000	47,780	0,466	0,57	0,80	1,04						✓
259	47,00	47,000	47,200	47,200	46,900	47,060	0,134	-0,94	-1,33	0,30				0,4491		✓

**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]

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

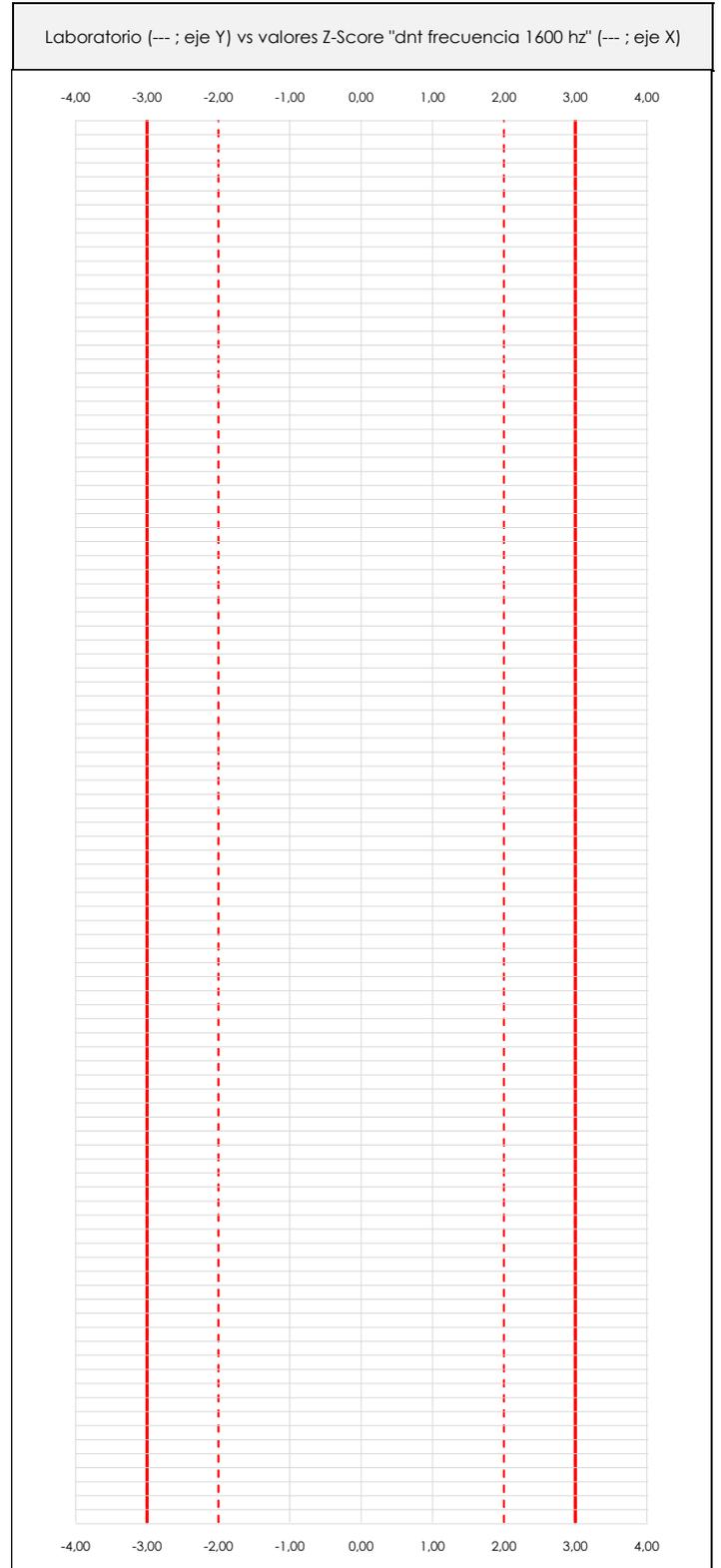
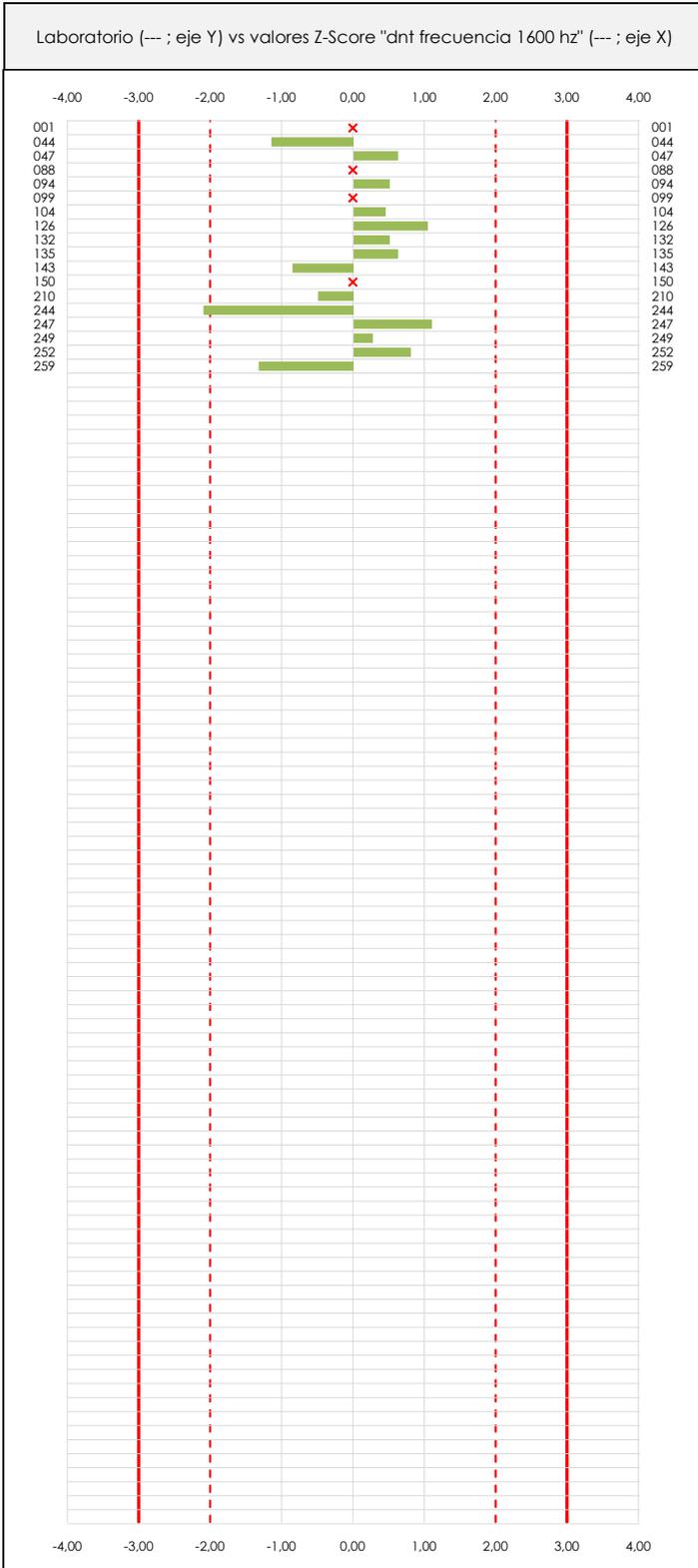
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)

## 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\text{crit}}\%</sub>	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
01	44,50	48,60	48,20	48,70	48,00	47,60	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	47,10	46,80	46,60	48,50	46,60	47,12	0,798	-0,82	✓	✓	✓			-1,150	S
47	48,00	47,40	47,60	47,50	48,10	47,72	0,311	0,45	✓	✓	✓			0,626	S
88	42,60	47,90	47,00	47,40	48,40	46,66	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	47,50	47,80	47,60	48,40	47,10	47,68	0,476	0,36	✓	✓	✓			0,508	S
99	45,10	48,40	47,70	47,70	48,50	47,48	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	47,60	48,50	48,00	47,20	47,00	47,66	0,607	0,32	✓	✓	✓			0,449	S
126	48,30	48,20	47,70	47,20	47,90	47,86	0,439	0,74	✓	✓	✓			1,041	S
132	47,80	47,50	47,80	47,50	47,80	47,68	0,164	0,36	✓	✓	✓			0,508	S
135	47,70	47,40	47,70	47,20	48,60	47,72	0,536	0,45	✓	✓	✓			0,626	S
143	47,30	47,50	47,00	47,10	47,20	47,22	0,192	-0,61	✓	✓	✓			-0,854	S
150	48,80	49,60	50,10	50,10	49,20	49,56	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	47,60	47,60	46,90	47,10	47,50	47,34	0,321	-0,35	✓	✓	✓			-0,499	S
244	46,70	46,44	46,55	47,26	47,04	46,80	0,347	-1,49	✓	✓	✓			-2,102	D
247	48,00	47,80	46,90	48,20	48,50	47,88	0,606	0,78	✓	✓	✓			1,100	S
249	47,80	47,90	47,40	47,10	47,80	47,60	0,339	0,19	✓	✓	✓			0,271	S
252	48,20	48,10	47,50	47,10	48,00	47,78	0,466	0,57	✓	✓	✓			0,804	S
259	47,00	47,00	47,20	47,20	46,90	47,06	0,134	-0,94	✓	✓	✓			-1,328	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\text{crit}}\%" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.</sub>

<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].

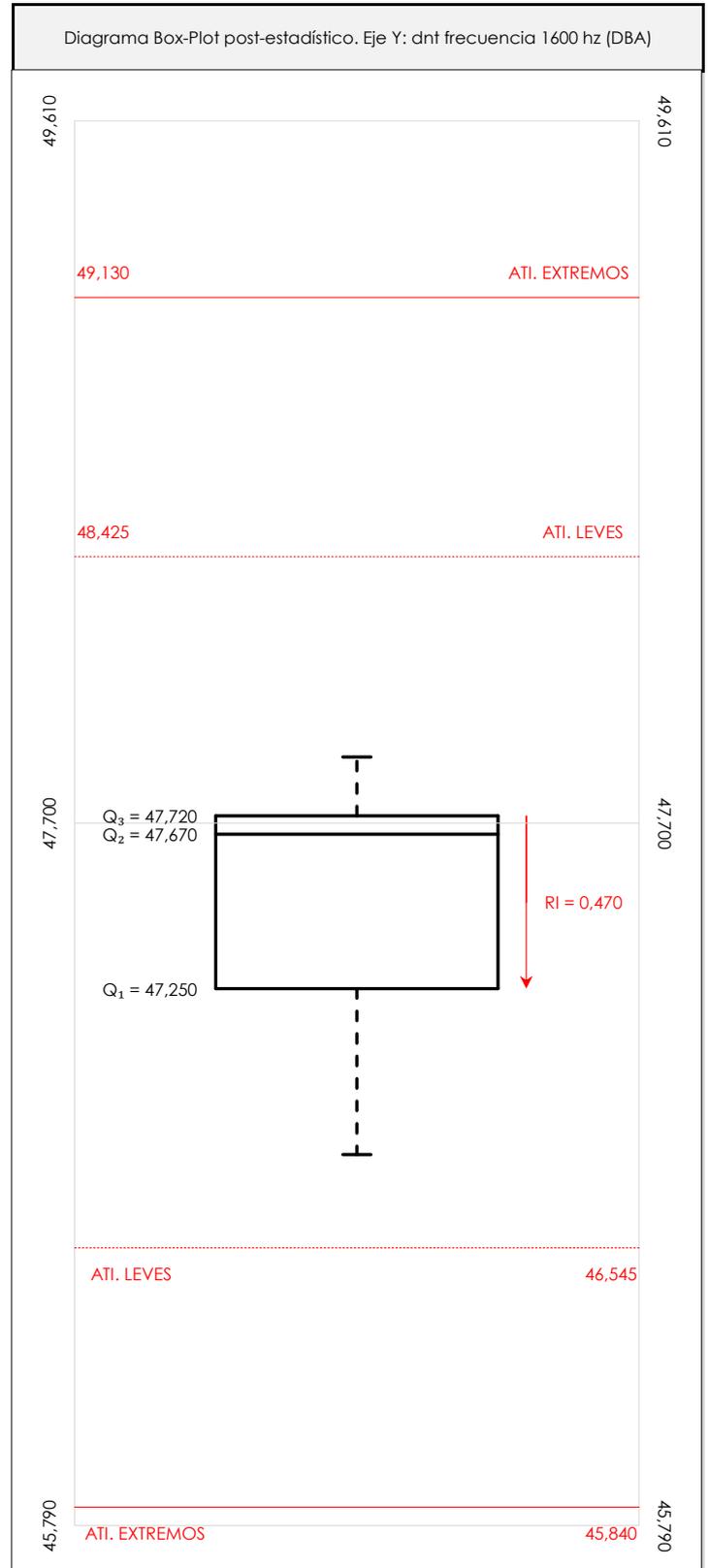
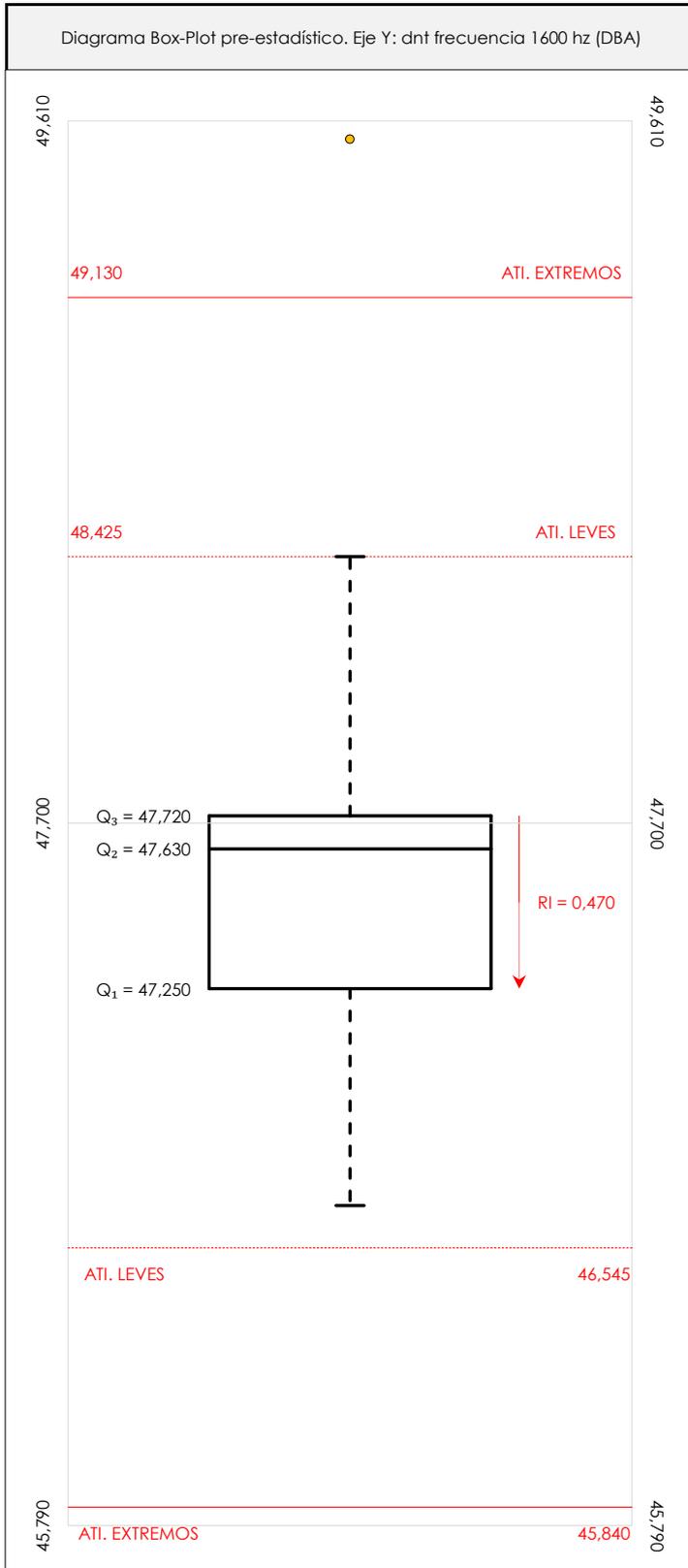
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)****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 FRECUENCIA 1600 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 1600 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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>	48,80	49,60	50,10	50,10	49,20	49,56	48,30	48,50	48,00	48,50	48,60	47,88
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	42,60	46,44	46,55	47,10	46,60	46,66	46,70	46,44	46,55	47,10	46,60	46,80
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	47,09	47,80	47,53	47,69	47,79	47,58	47,61	47,57	47,32	47,47	47,57	47,51
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,54	0,73	0,80	0,80	0,71	0,61	0,46	0,56	0,46	0,51	0,62	0,34
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	0,02	0,02	0,02	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>	0,753	2,406	0,222	0,975	2,737		0,201	1,243	0,074	0,275	1,453	
<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>	2,30	1,76	0,249	2,755	0,2280	2,30	1,76	0,304	2,755	0,2280
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,85	1,52	0,209	2,507	0,3112	1,85	1,52	0,255	2,507	0,3112

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 13 resultados satisfactorios, 1 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

**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

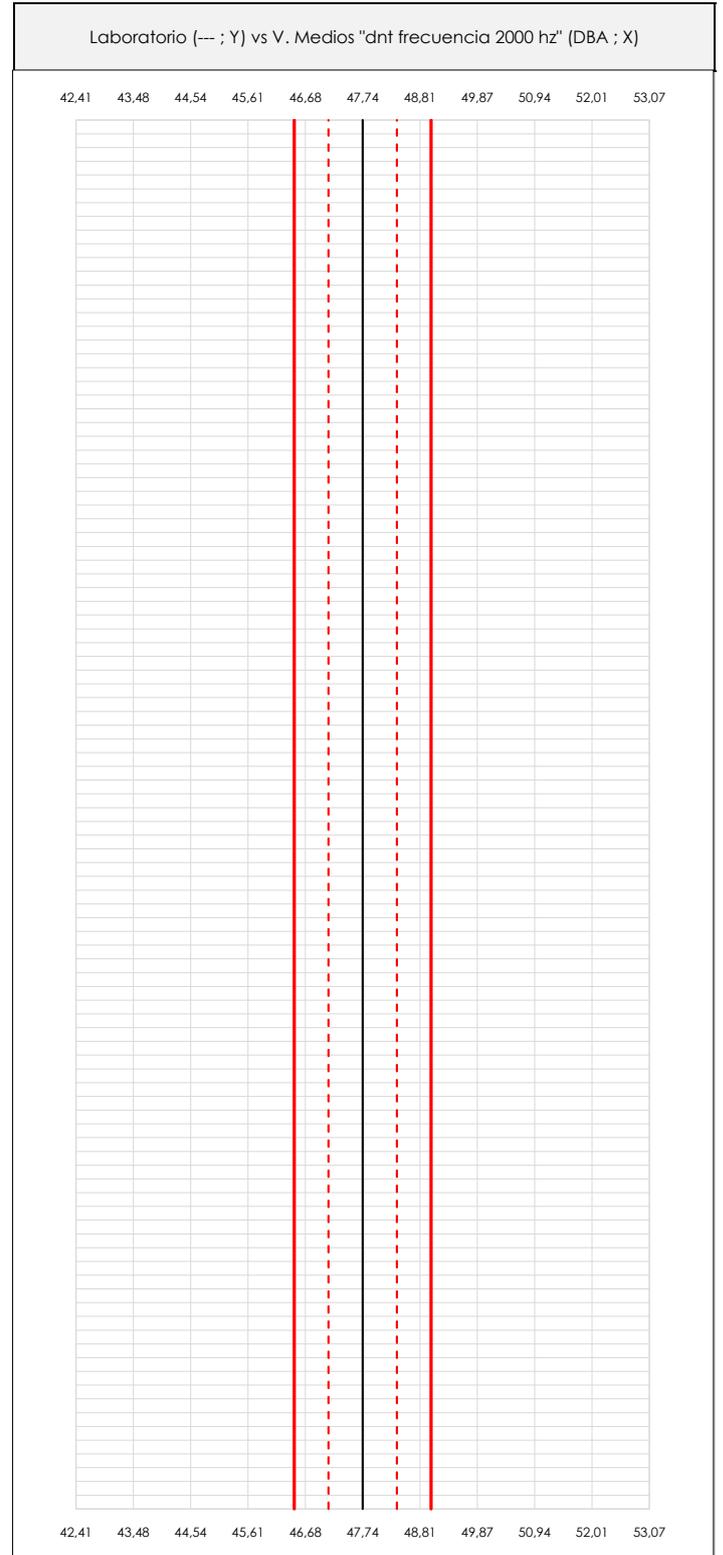
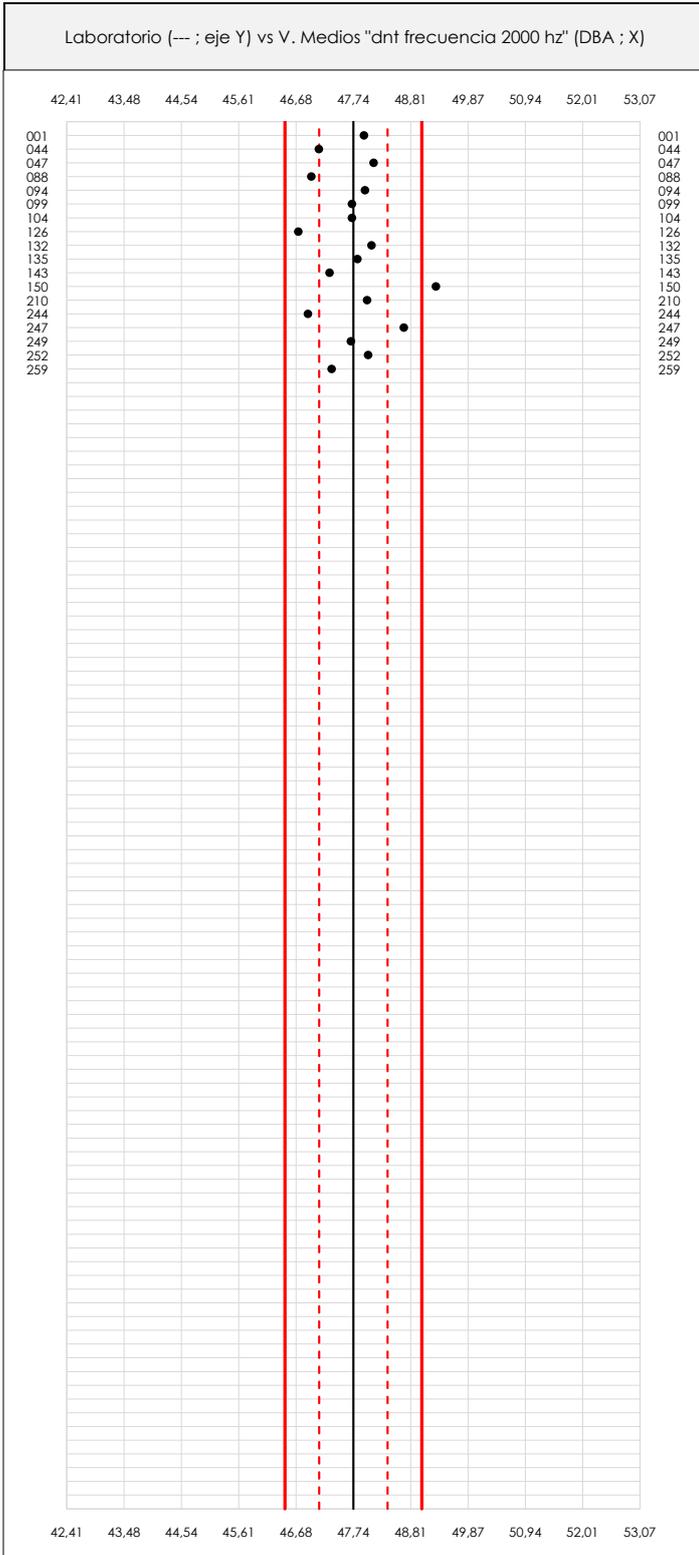
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNT FRECUENCIA 2000 HZ

# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

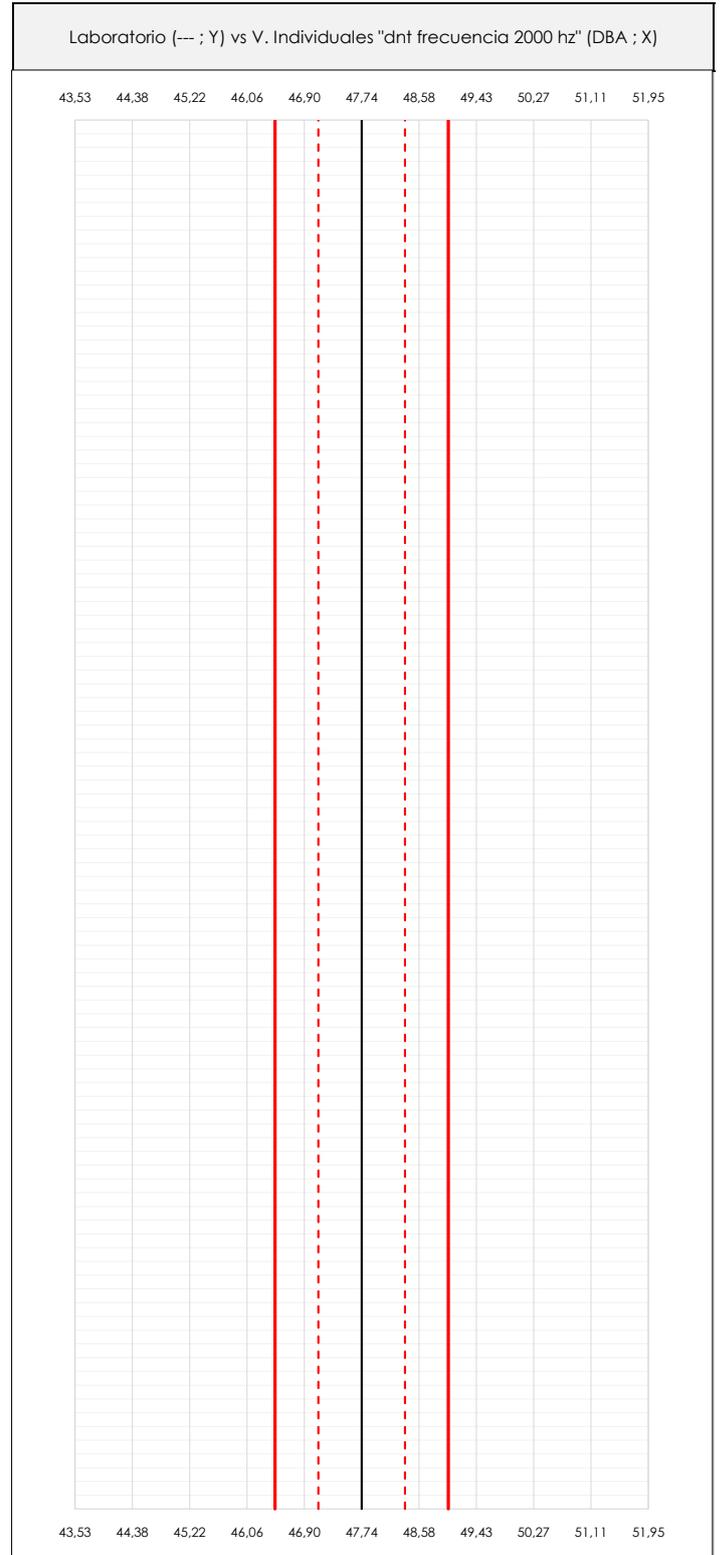
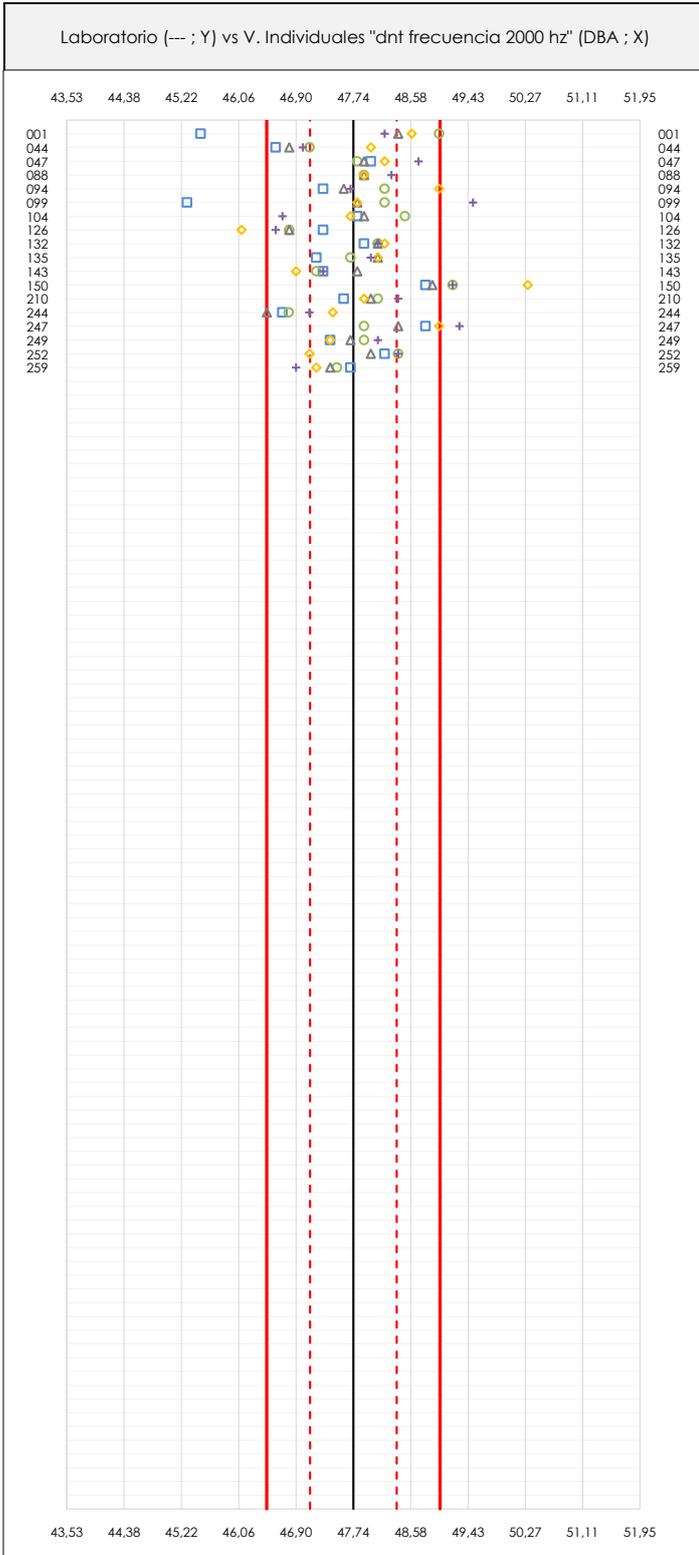
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (47,74 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,38/47,11 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,01/46,47 ; 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 FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)

## 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 (47,74 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (48,38/47,11 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,01/46,47 ; 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 FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)****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
01	45,50	49,00	48,40	48,60	48,20	47,94	1,396	0,41	✓	
44	46,60	47,10	46,80	48,00	47,00	47,10	0,539	-1,35	✓	
47	48,00	47,80	47,90	48,20	48,70	48,12	0,356	0,79	✓	
88	42,80	47,90	47,90	47,90	48,30	46,96	2,332	-1,64	✓	
94	47,30	48,20	47,60	49,00	47,70	47,96	0,666	0,46	✓	
99	45,30	48,20	47,80	47,80	49,50	47,72	1,522	-0,05	✓	
104	47,80	48,50	47,90	47,70	46,70	47,72	0,650	-0,05	✓	
126	47,30	46,80	46,80	46,10	46,60	46,72	0,432	-2,14	✓	
132	47,90	48,10	48,10	48,20	48,10	48,08	0,110	0,71	✓	
135	47,20	47,70	48,10	48,10	48,00	47,82	0,383	0,16	✓	
143	47,30	47,20	47,80	46,90	47,30	47,30	0,324	-0,93	✓	
150	48,80	49,20	48,90	50,30	49,20	49,28	0,597	3,22	✓	
210	47,60	48,10	48,00	47,90	48,40	48,00	0,292	0,54	✓	
244	46,70	46,79	46,47	47,44	47,09	46,90	0,375	-1,77	✓	
247	48,80	47,90	48,40	49,00	49,30	48,68	0,545	1,96	✓	
249	47,40	47,90	47,70	47,40	48,10	47,70	0,308	-0,09	✓	
252	48,20	48,40	48,00	47,10	48,40	48,02	0,540	0,58	✓	
259	47,70	47,50	47,40	47,20	46,90	47,34	0,305	-0,84	✓	

**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 FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)**  
**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.

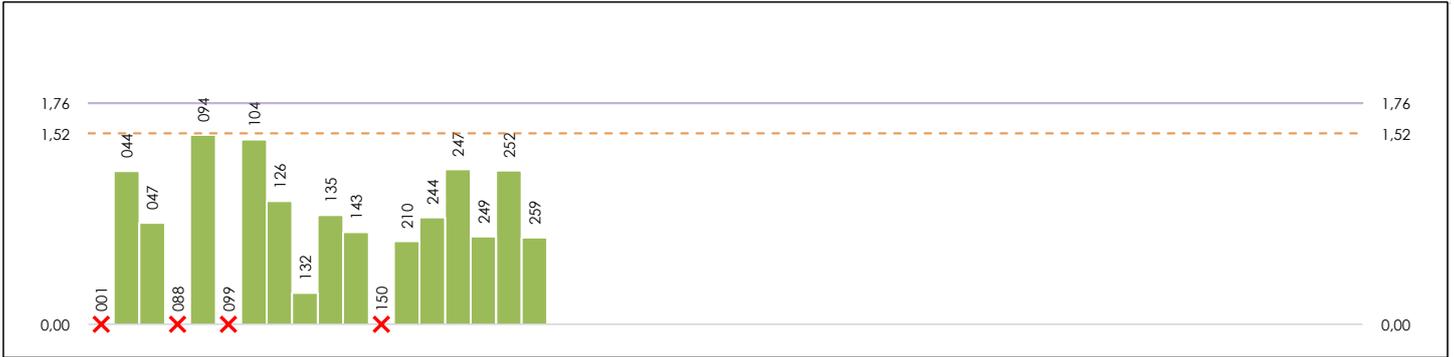
**CICE**  
Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación

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



**DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)

### 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	
0,71	45,500	49,000	48,400	48,600	48,200	47,940	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	46,60	47,100	46,800	48,000	47,000	47,100	0,539	-1,21	-1,06	1,22							✓
47	48,00	47,800	47,900	48,200	48,700	48,120	0,356	0,93	0,82	0,81					0,6365		✓
88	42,80	47,900	47,900	47,900	48,300	46,960	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	47,30	48,200	47,600	49,000	47,700	47,960	0,666	0,60	0,53	1,51							✓
99	45,30	48,200	47,800	47,800	49,500	47,720	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	47,80	48,500	47,900	47,700	46,700	47,720	0,650	0,09	0,08	1,47							✓
126	47,30	46,800	46,800	46,100	46,600	46,720	0,432	-2,00	-1,77	0,98		1,768		0,5351			✓
132	47,90	48,100	48,100	48,200	48,100	48,080	0,110	0,85	0,75	0,25							✓
135	47,20	47,700	48,100	48,100	48,000	47,820	0,383	0,30	0,27	0,87							✓
143	47,30	47,200	47,800	46,900	47,300	47,300	0,324	-0,79	-0,69	0,73							✓
150	48,80	49,200	48,900	50,300	49,200	49,280	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	47,60	48,100	48,000	47,900	48,400	48,000	0,292	0,68	0,60	0,66							✓
244	46,70	46,792	46,471	47,438	47,094	46,899	0,375	-1,63	-1,44	0,85				0,5351			✓
247	48,80	47,900	48,400	49,000	49,300	48,680	0,545	2,11	1,86*	1,23	0,162		1,858		0,6365		✓
249	47,40	47,900	47,700	47,400	48,100	47,700	0,308	0,05	0,05	0,70							✓
252	48,20	48,400	48,000	47,100	48,400	48,020	0,540	0,72	0,64	1,22							✓
259	47,70	47,500	47,400	47,200	46,900	47,340	0,305	-0,70	-0,62	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 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:

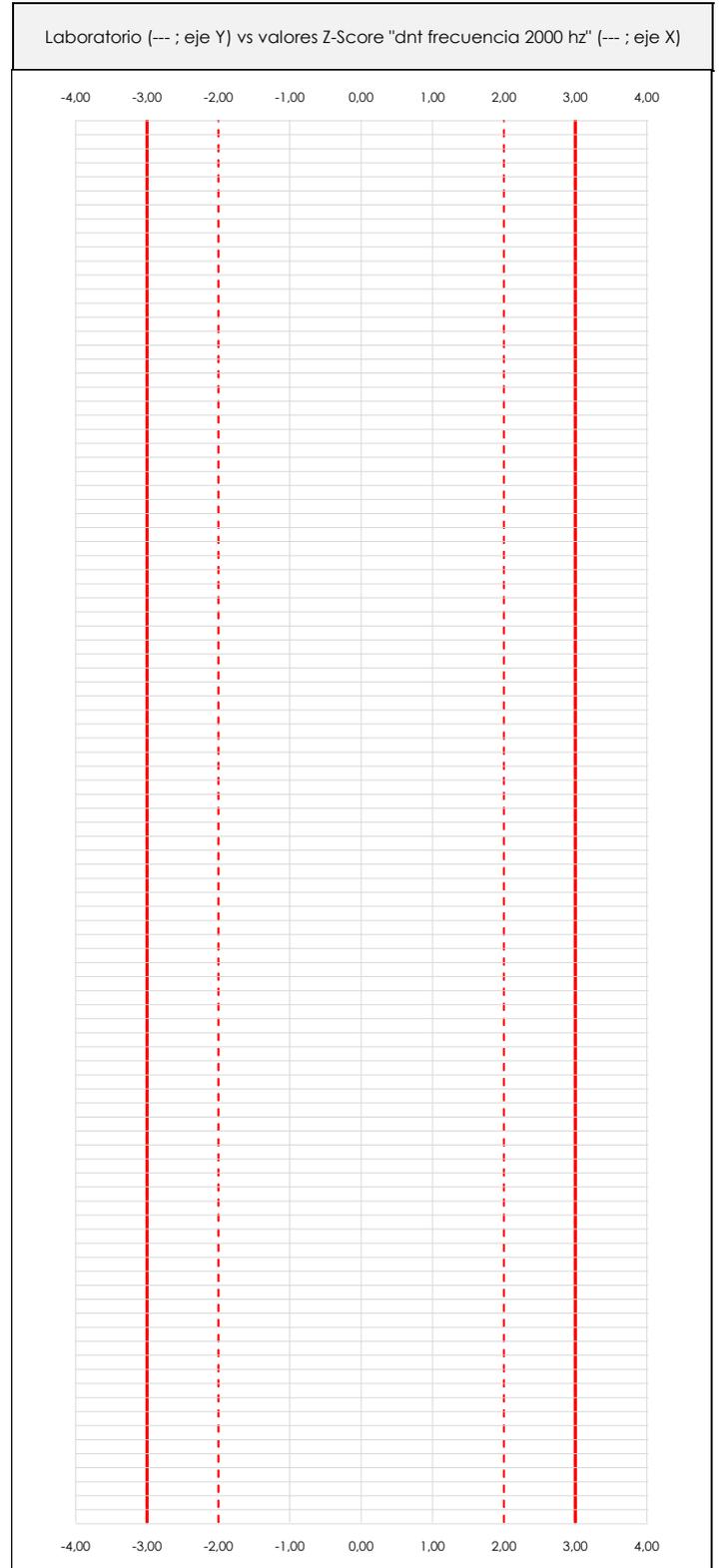
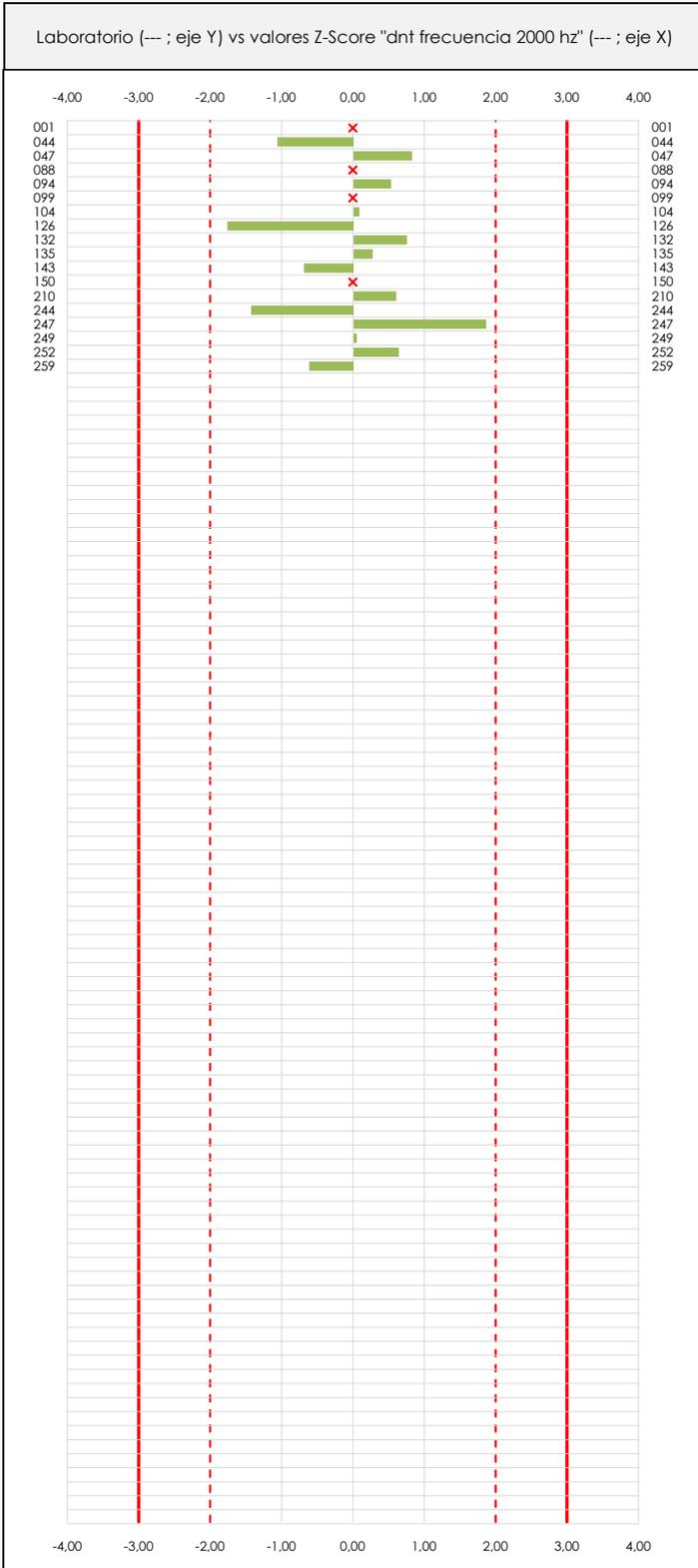
[aberrante]
[anómalo]
[máximo]
[mínimo]



# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)

## 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\text{crit}}\%</sub>	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
01	45,50	49,00	48,40	48,60	48,20	47,94	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	46,60	47,10	46,80	48,00	47,00	47,10	0,539	-1,21	✓	✓	✓			-1,065	S
47	48,00	47,80	47,90	48,20	48,70	48,12	0,356	0,93	✓	✓	✓			0,822	S
88	42,80	47,90	47,90	47,90	48,30	46,96	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	47,30	48,20	47,60	49,00	47,70	47,96	0,666	0,60	✓	✓	✓			0,526	S
99	45,30	48,20	47,80	47,80	49,50	47,72	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	47,80	48,50	47,90	47,70	46,70	47,72	0,650	0,09	✓	✓	✓			0,082	S
126	47,30	46,80	46,80	46,10	46,60	46,72	0,432	-2,00	✓	✓	✓			-1,768	S
132	47,90	48,10	48,10	48,20	48,10	48,08	0,110	0,85	✓	✓	✓			0,748	S
135	47,20	47,70	48,10	48,10	48,00	47,82	0,383	0,30	✓	✓	✓			0,267	S
143	47,30	47,20	47,80	46,90	47,30	47,30	0,324	-0,79	✓	✓	✓			-0,695	S
150	48,80	49,20	48,90	50,30	49,20	49,28	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	47,60	48,10	48,00	47,90	48,40	48,00	0,292	0,68	✓	✓	✓			0,600	S
244	46,70	46,79	46,47	47,44	47,09	46,90	0,375	-1,63	✓	✓	✓			-1,436	S
247	48,80	47,90	48,40	49,00	49,30	48,68	0,545	2,11	✓	✓	✓			1,858	S
249	47,40	47,90	47,70	47,40	48,10	47,70	0,308	0,05	✓	✓	✓			0,045	S
252	48,20	48,40	48,00	47,10	48,40	48,02	0,540	0,72	✓	✓	✓			0,637	S
259	47,70	47,50	47,40	47,20	46,90	47,34	0,305	-0,70	✓	✓	✓			-0,621	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\text{crit}}\%" la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.</sub>

<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:

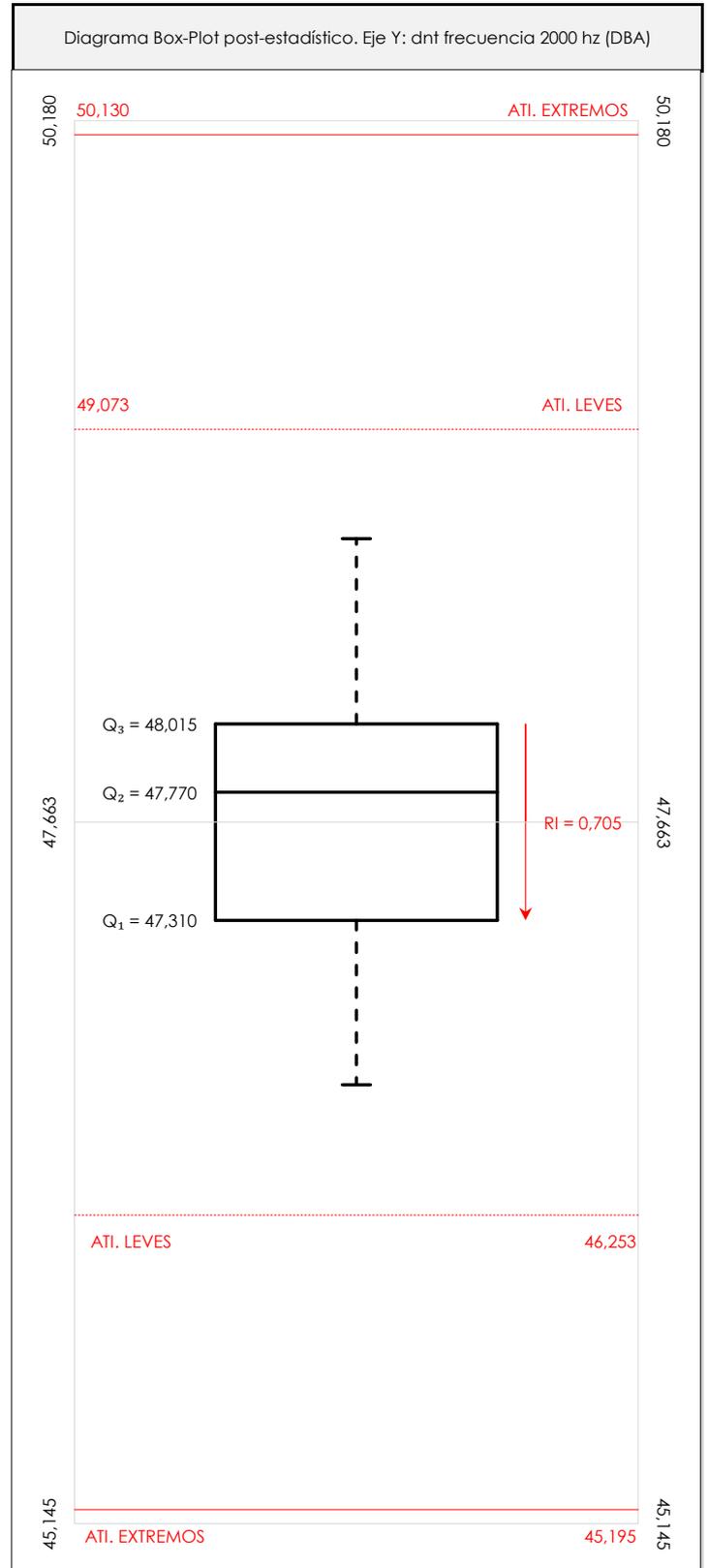
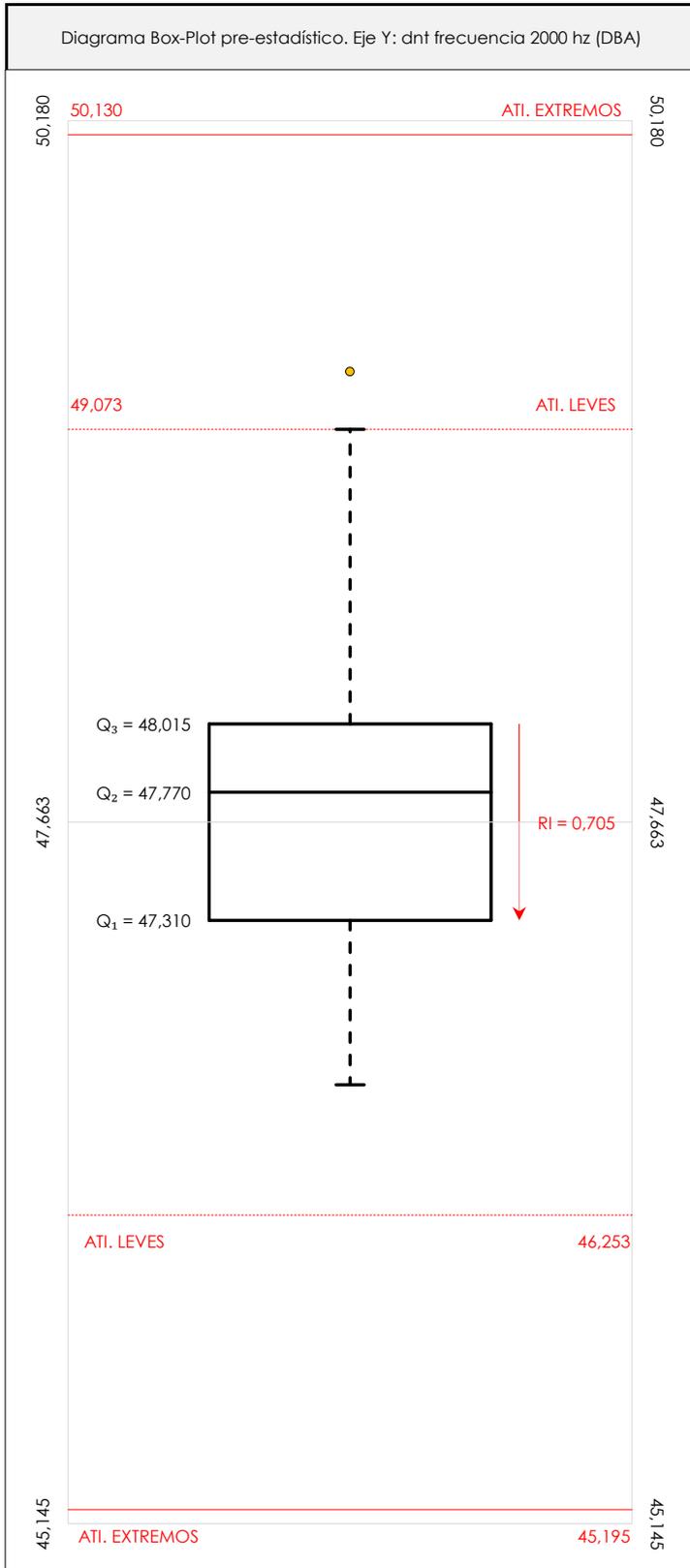
[dudoso]

[insatisfactorio]

# DNT FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 2000 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 2000 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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>	48,80	49,20	48,90	50,30	49,50	49,28	48,80	48,50	48,40	49,00	49,30	48,68
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	42,80	46,79	46,47	46,10	46,60	46,72	46,60	46,79	46,47	46,10	46,60	46,72
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	47,12	47,91	47,78	47,94	47,97	47,74	47,56	47,71	47,64	47,73	47,74	47,68
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,42	0,67	0,60	0,93	0,89	0,64	0,58	0,56	0,57	0,79	0,82	0,54
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	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>	0,711	2,337	0,262	0,973	2,735		0,195	1,225	0,253	0,449	1,856	
<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>	2,30	1,76	0,249	2,755	0,2280	2,30	1,76	0,304	2,755	0,2280
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,85	1,52	0,209	2,507	0,3112	1,85	1,52	0,255	2,507	0,3112

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 14 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

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

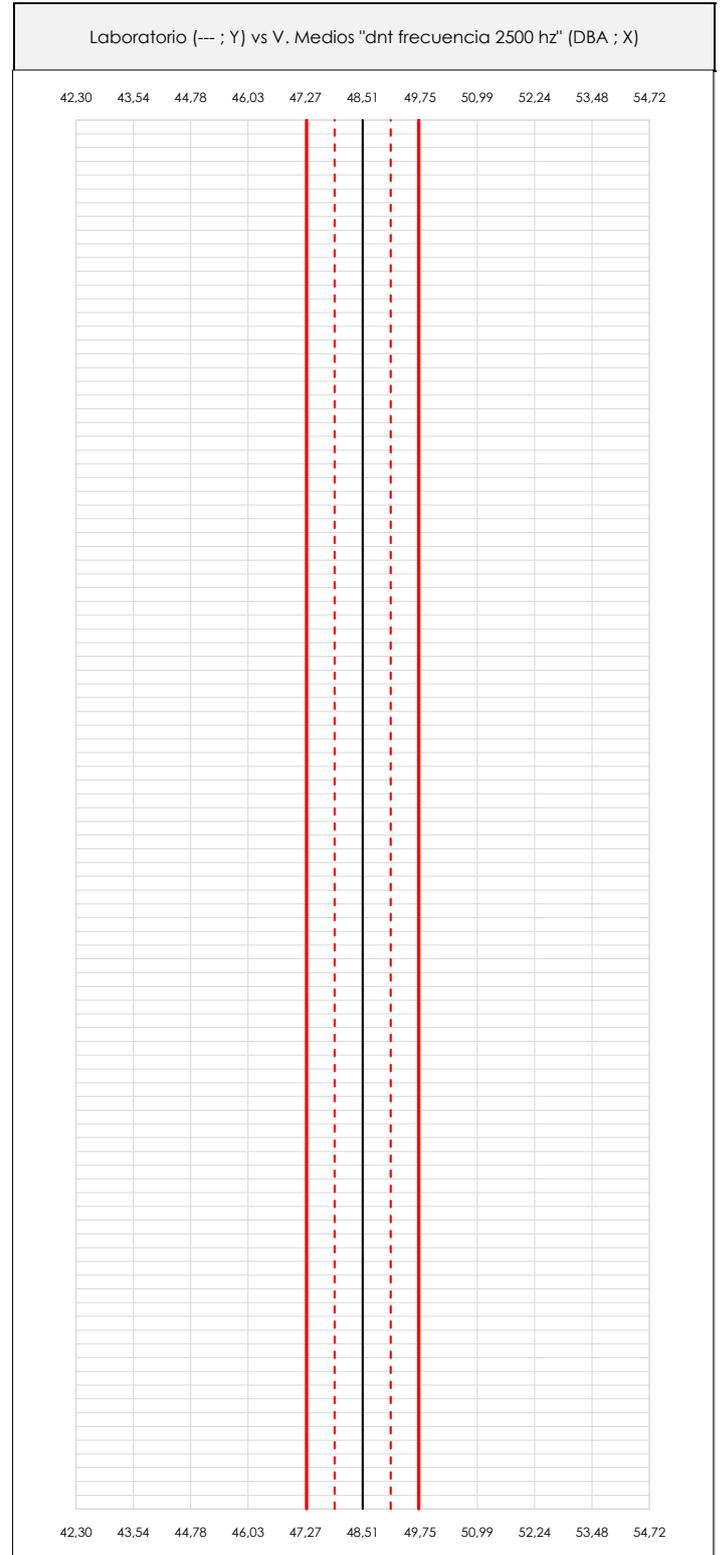
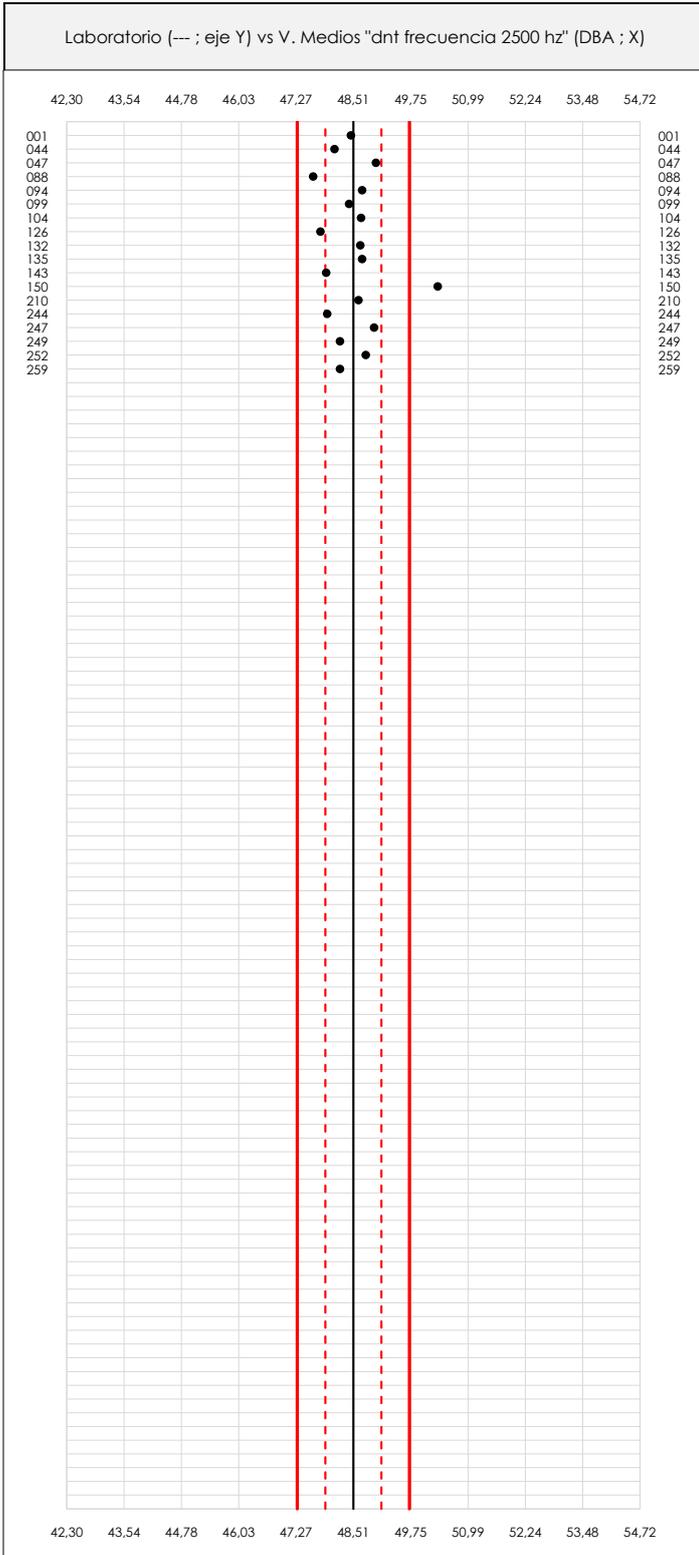
DNT FRECUENCIA 2500 HZ



# DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

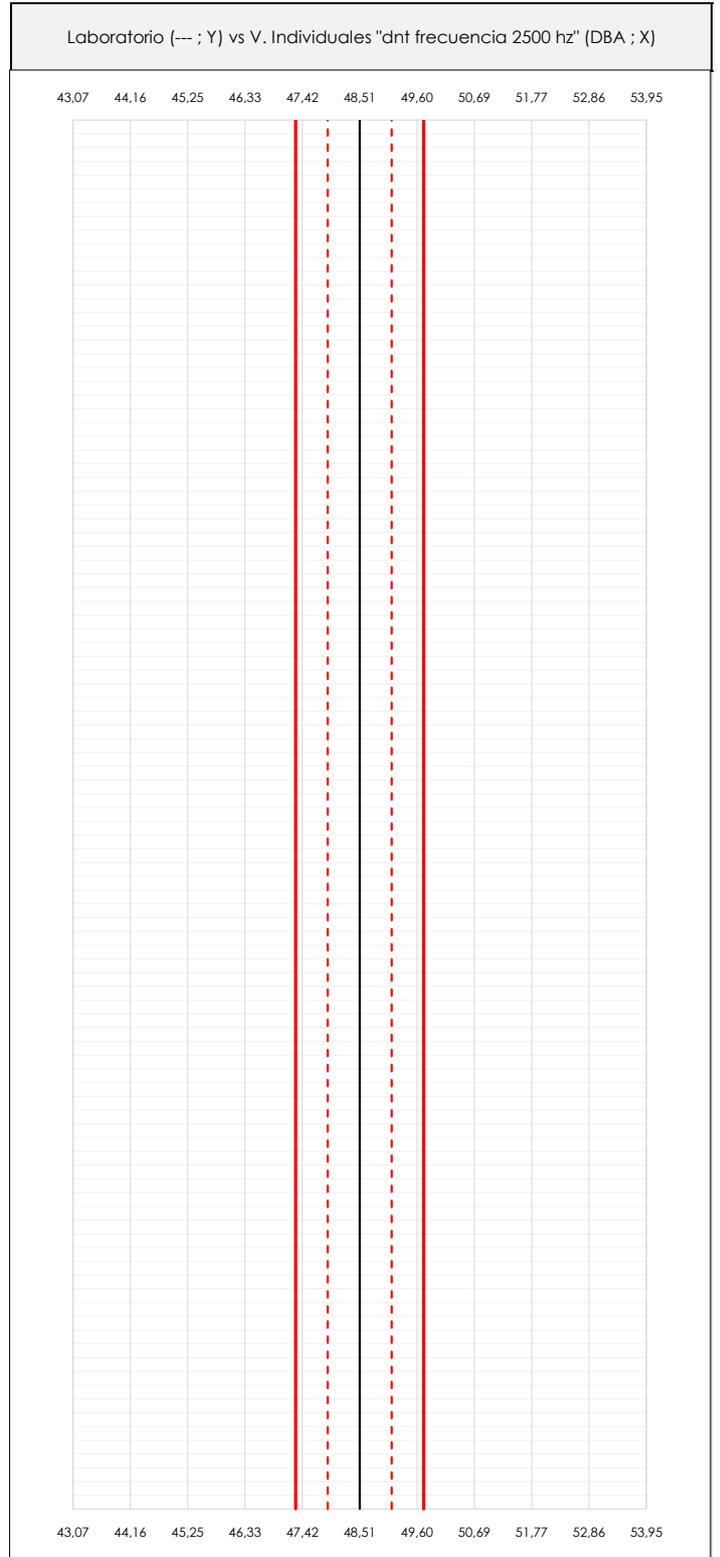
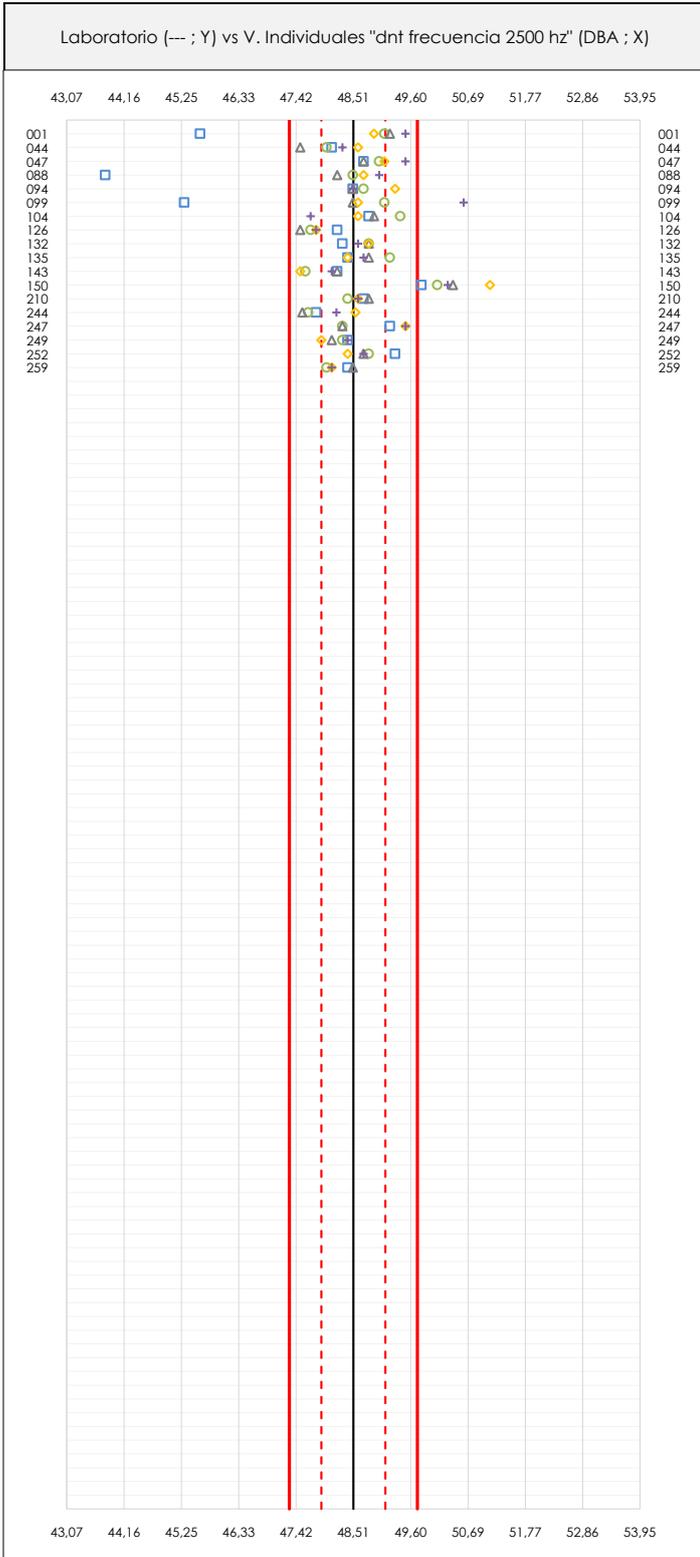
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (48,51 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,12/47,90 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,72/47,29 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)

## 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 (48,51 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (49,12/47,90 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (49,72/47,29 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: el primero ( $X_{i,1}$ ) 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 FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)****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
01	45,60	49,10	49,20	48,90	49,50	48,46	1,613	-0,10	✓	
44	48,10	48,00	47,50	48,60	48,30	48,10	0,406	-0,84	✓	
47	48,70	49,00	48,70	49,10	49,50	49,00	0,332	1,01	✓	
88	43,80	48,50	48,20	48,70	49,00	47,64	2,166	-1,79	✓	
94	48,50	48,70	48,50	49,30	48,50	48,70	0,346	0,39	✓	
99	45,30	49,10	48,50	48,60	50,60	48,42	1,936	-0,18	✓	
104	48,80	49,40	48,90	48,60	47,70	48,68	0,622	0,35	✓	
126	48,20	47,70	47,50	47,80	47,80	47,80	0,255	-1,46	✓	
132	48,30	48,80	48,80	48,80	48,60	48,66	0,219	0,31	✓	
135	48,40	49,20	48,80	48,40	48,70	48,70	0,332	0,39	✓	
143	48,20	47,60	48,20	47,50	48,10	47,92	0,342	-1,21	✓	
150	49,80	50,10	50,40	51,10	50,30	50,34	0,483	3,77	✓	
210	48,70	48,40	48,80	48,60	48,60	48,62	0,148	0,23	✓	
244	47,80	47,65	47,54	48,55	48,19	47,95	0,417	-1,16	✓	
247	49,20	48,30	48,30	49,50	49,50	48,96	0,615	0,93	✓	
249	48,40	48,30	48,10	47,90	48,40	48,22	0,217	-0,60	✓	
252	49,30	48,80	48,70	48,40	48,70	48,78	0,327	0,56	✓	
259	48,40	48,00	48,50	48,10	48,10	48,22	0,217	-0,60	✓	

**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 FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)

### 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
0,71	45,600	49,100	49,200	48,900	49,500	48,460	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	48,10	48,000	47,500	48,600	48,300	48,100	0,406	-0,72	-0,87	1,10						✓
47	48,70	49,000	48,700	49,100	49,500	49,000	0,332	1,13	1,36	0,90			1,365		0,6892	✓
88	43,80	48,500	48,200	48,700	49,000	47,640	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	48,50	48,700	48,500	49,300	48,500	48,700	0,346	0,52	0,62	0,94						✓
99	45,30	49,100	48,500	48,600	50,600	48,420	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	48,80	49,400	48,900	48,600	47,700	48,680	0,622	0,47	0,57	1,69*	0,204					✓
126	48,20	47,700	47,500	47,800	47,800	47,800	0,255	-1,34	-1,62	0,69			1,615		0,6107	✓
132	48,30	48,800	48,800	48,800	48,600	48,660	0,219	0,43	0,52	0,60						✓
135	48,40	49,200	48,800	48,400	48,700	48,700	0,332	0,52	0,62	0,90						✓
143	48,20	47,600	48,200	47,500	48,100	47,920	0,342	-1,09	-1,32	0,93					0,6107	✓
150	49,80	50,100	50,400	51,100	50,300	50,340	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	48,70	48,400	48,800	48,600	48,600	48,620	0,148	0,35	0,42	0,40						✓
244	47,80	47,652	47,541	48,550	48,187	47,946	0,417	-1,04	-1,25	1,13						✓
247	49,20	48,300	48,300	49,500	49,500	48,960	0,615	1,05	1,27	1,67*	0,204				0,6892	✓
249	48,40	48,300	48,100	47,900	48,400	48,220	0,217	-0,48	-0,57	0,59						✓
252	49,30	48,800	48,700	48,400	48,700	48,780	0,327	0,68	0,82	0,89						✓
259	48,40	48,000	48,500	48,100	48,100	48,220	0,217	-0,48	-0,57	0,59						✓

**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]
-------------	-----------	----------	----------

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

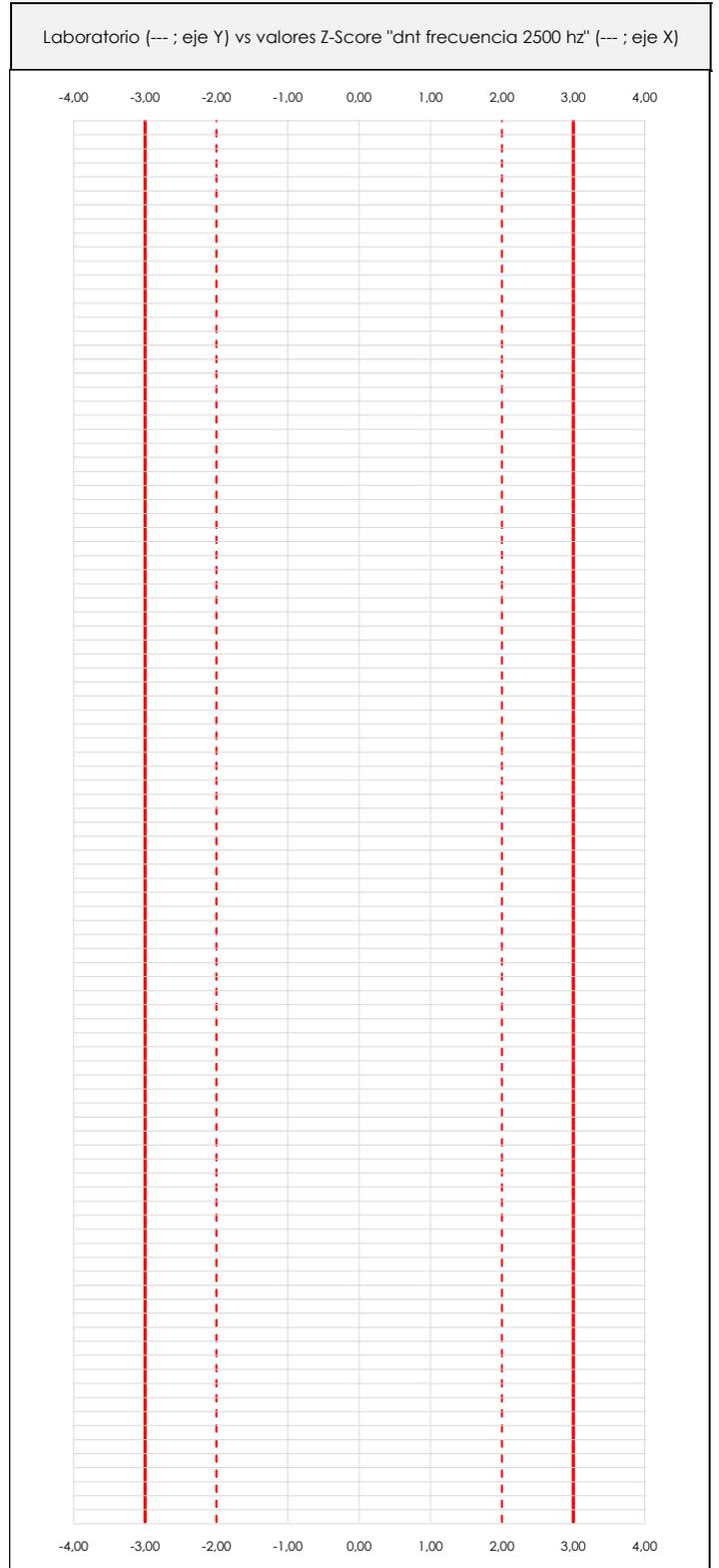
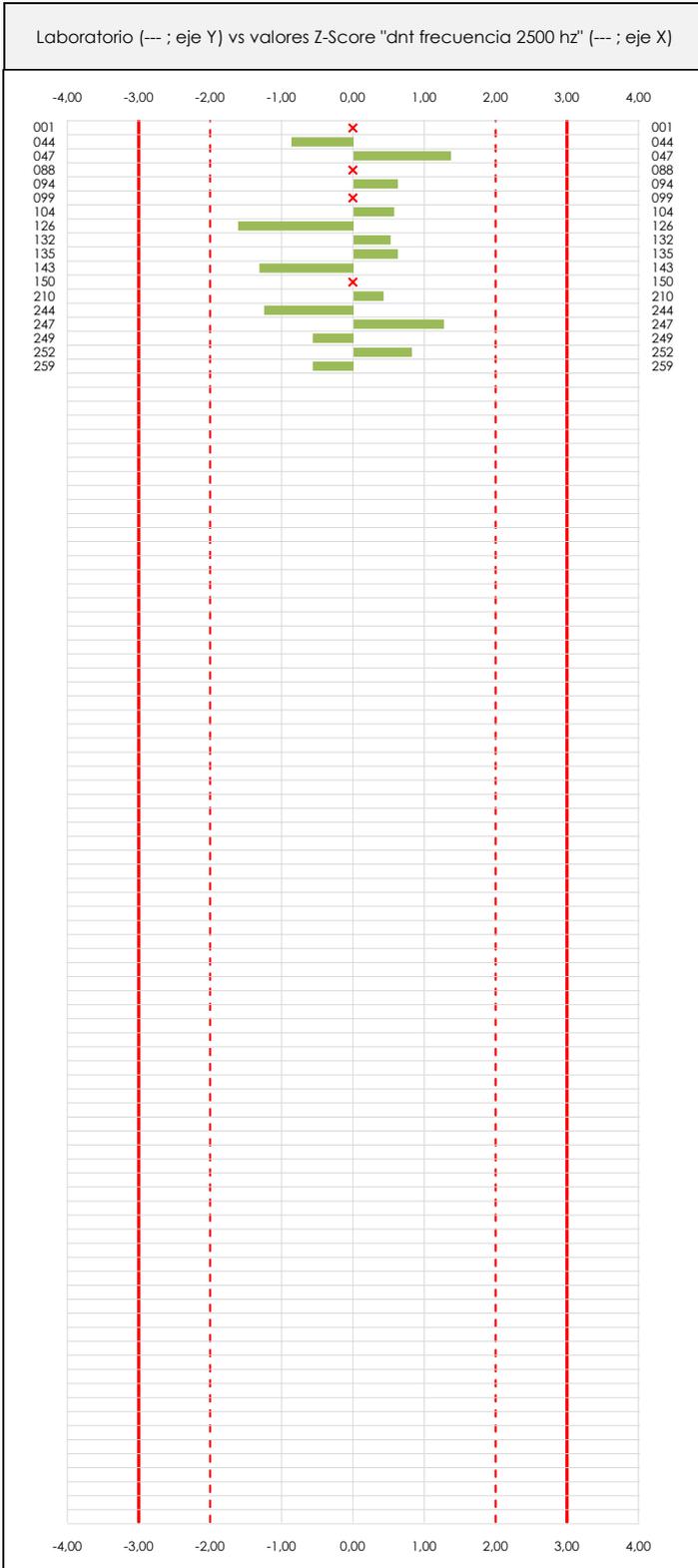
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



## DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)

## 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
01	45,60	49,10	49,20	48,90	49,50	48,46	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	48,10	48,00	47,50	48,60	48,30	48,10	0,406	-0,72	✓	✓	✓			-0,870	S
47	48,70	49,00	48,70	49,10	49,50	49,00	0,332	1,13	✓	✓	✓			1,365	S
88	43,80	48,50	48,20	48,70	49,00	47,64	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	48,50	48,70	48,50	49,30	48,50	48,70	0,346	0,52	✓	✓	✓			0,620	S
99	45,30	49,10	48,50	48,60	50,60	48,42	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	48,80	49,40	48,90	48,60	47,70	48,68	0,622	0,47	✓	✓	✓			0,570	S
126	48,20	47,70	47,50	47,80	47,80	47,80	0,255	-1,34	✓	✓	✓			-1,615	S
132	48,30	48,80	48,80	48,80	48,60	48,66	0,219	0,43	✓	✓	✓			0,520	S
135	48,40	49,20	48,80	48,40	48,70	48,70	0,332	0,52	✓	✓	✓			0,620	S
143	48,20	47,60	48,20	47,50	48,10	47,92	0,342	-1,09	✓	✓	✓			-1,317	S
150	49,80	50,10	50,40	51,10	50,30	50,34	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	48,70	48,40	48,80	48,60	48,60	48,62	0,148	0,35	✓	✓	✓			0,421	S
244	47,80	47,65	47,54	48,55	48,19	47,95	0,417	-1,04	✓	✓	✓			-1,253	S
247	49,20	48,30	48,30	49,50	49,50	48,96	0,615	1,05	✓	✓	✓			1,265	S
249	48,40	48,30	48,10	47,90	48,40	48,22	0,217	-0,48	✓	✓	✓			-0,572	S
252	49,30	48,80	48,70	48,40	48,70	48,78	0,327	0,68	✓	✓	✓			0,818	S
259	48,40	48,00	48,50	48,10	48,10	48,22	0,217	-0,48	✓	✓	✓			-0,572	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].

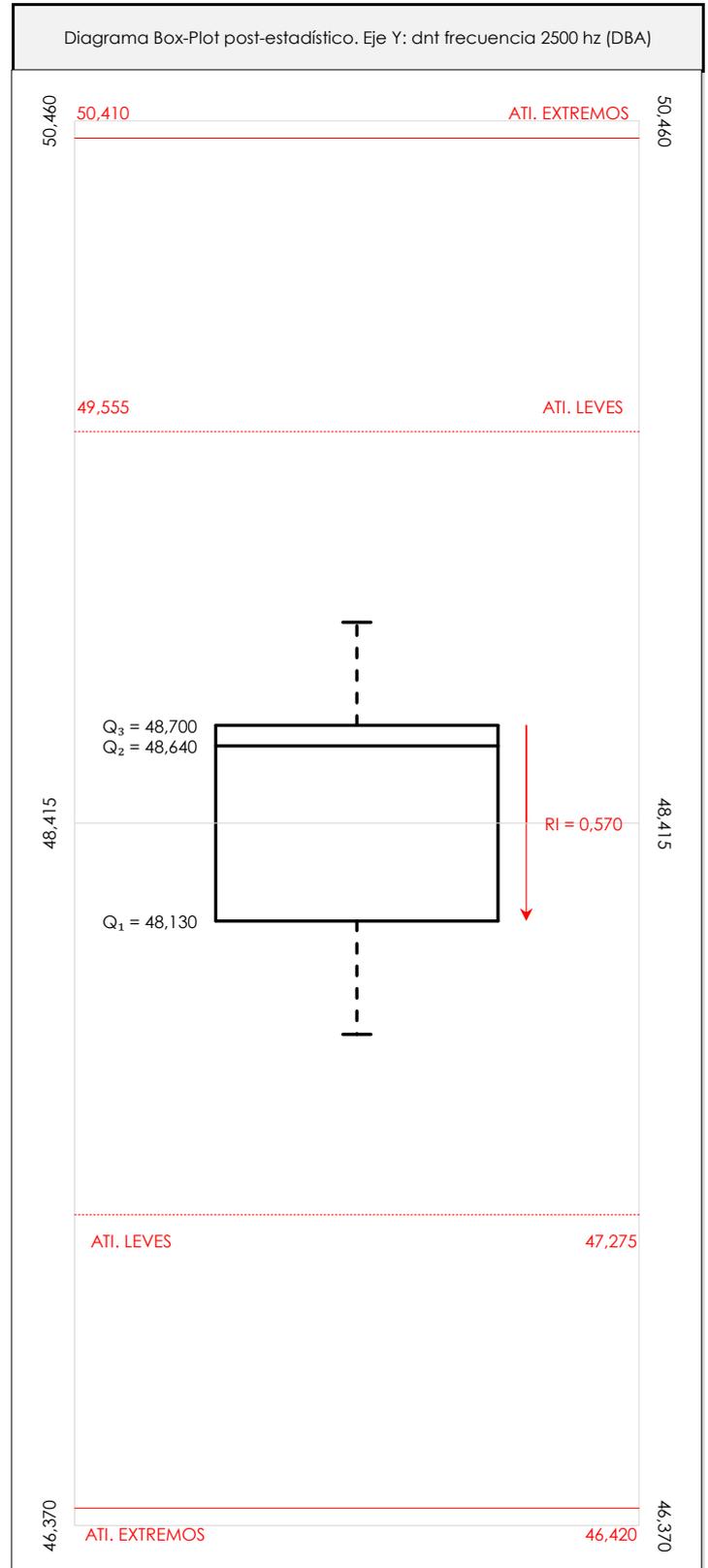
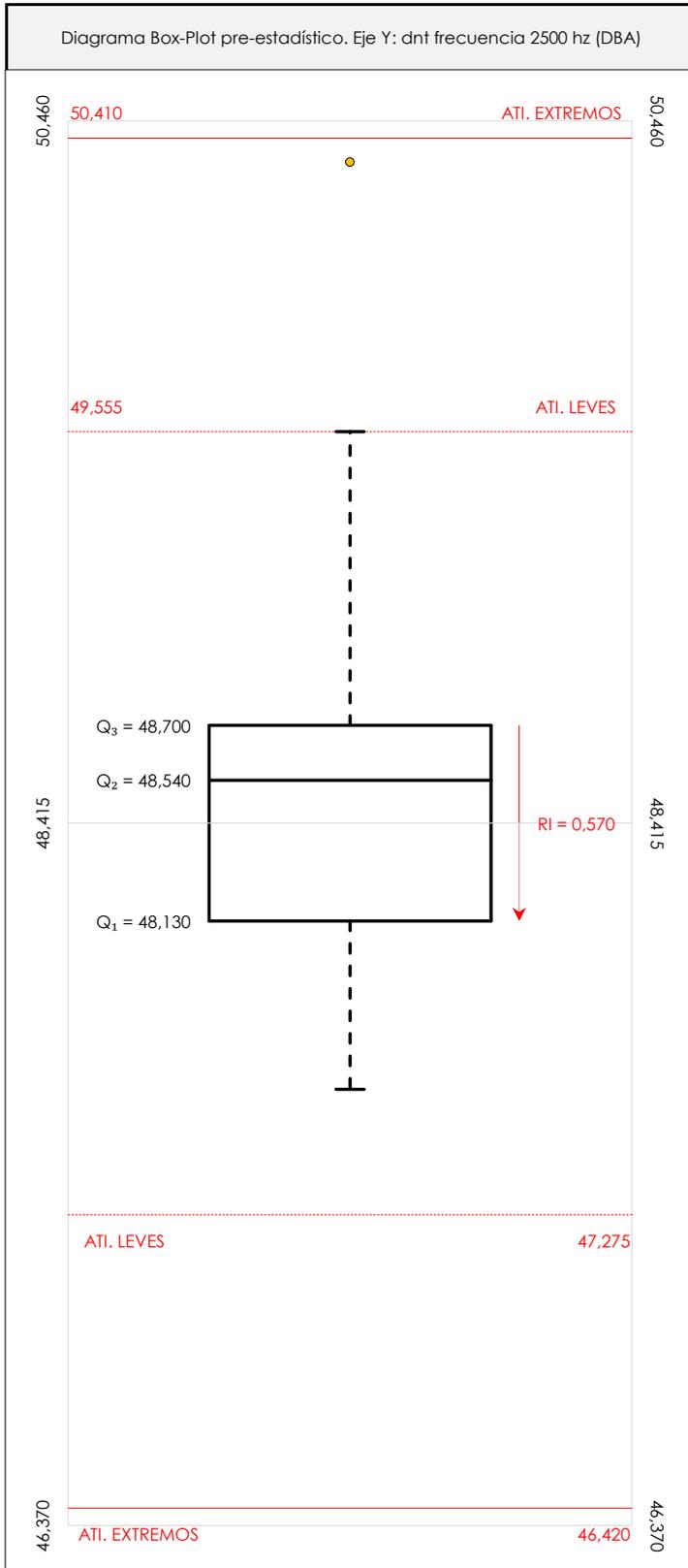
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)****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 FRECUENCIA 2500 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 2500 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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>	49,80	50,10	50,40	51,10	50,60	50,34	49,30	49,40	48,90	49,50	49,50	49,00
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	43,80	47,60	47,50	47,50	47,70	47,64	47,80	47,60	47,50	47,50	47,70	47,80
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	47,97	48,59	48,51	48,69	48,78	48,51	48,50	48,42	48,35	48,51	48,48	48,45
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,53	0,67	0,68	0,78	0,81	0,61	0,41	0,58	0,51	0,57	0,53	0,40
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,03	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>	0,732	2,371	0,223	0,955	2,708		0,135	1,020	0,135	0,271	1,442	
<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>	2,30	1,76	0,249	2,755	0,2280	2,30	1,76	0,304	2,755	0,2280
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,85	1,52	0,209	2,507	0,3112	1,85	1,52	0,255	2,507	0,3112

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 14 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

INSTITUTO  
DE EDU-  
CACIÓN  
SUPERIOR

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

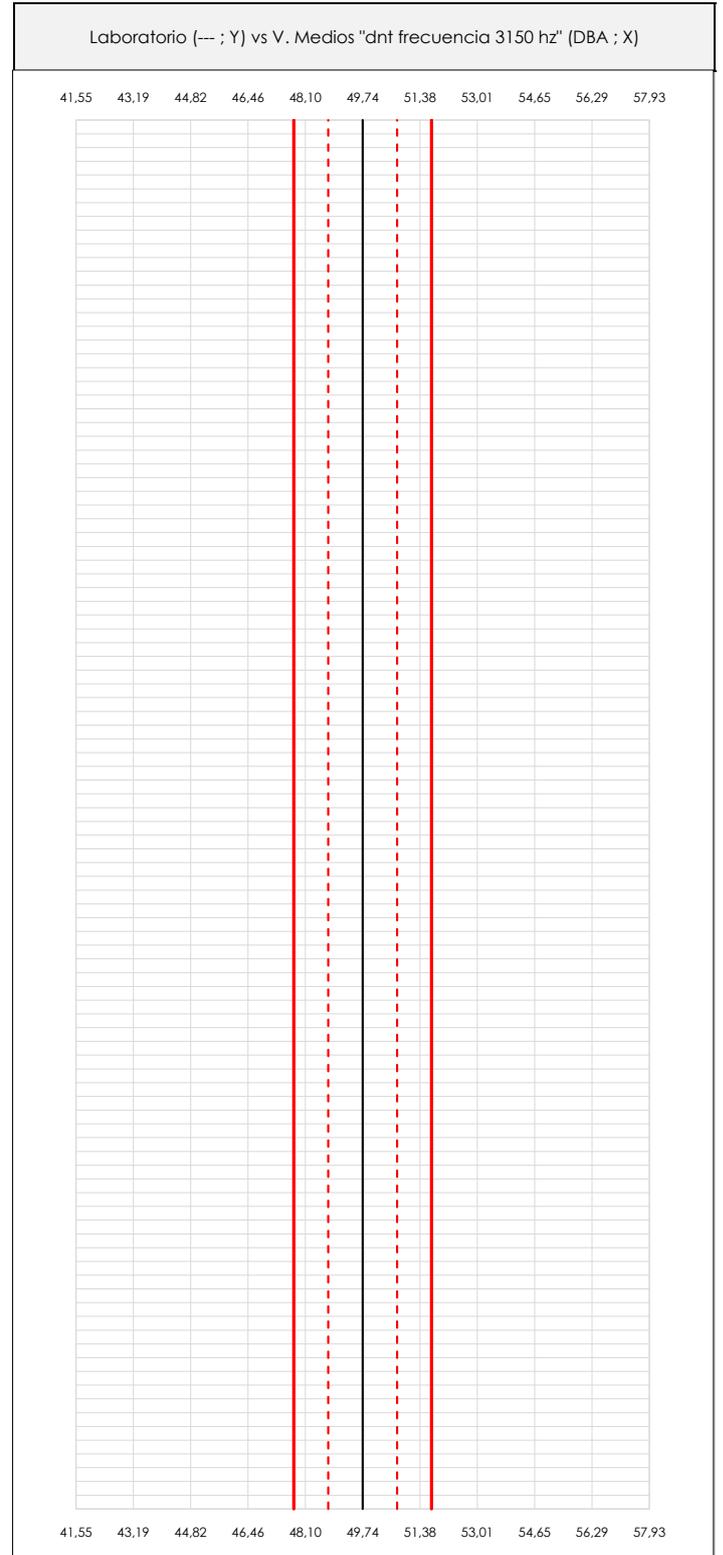
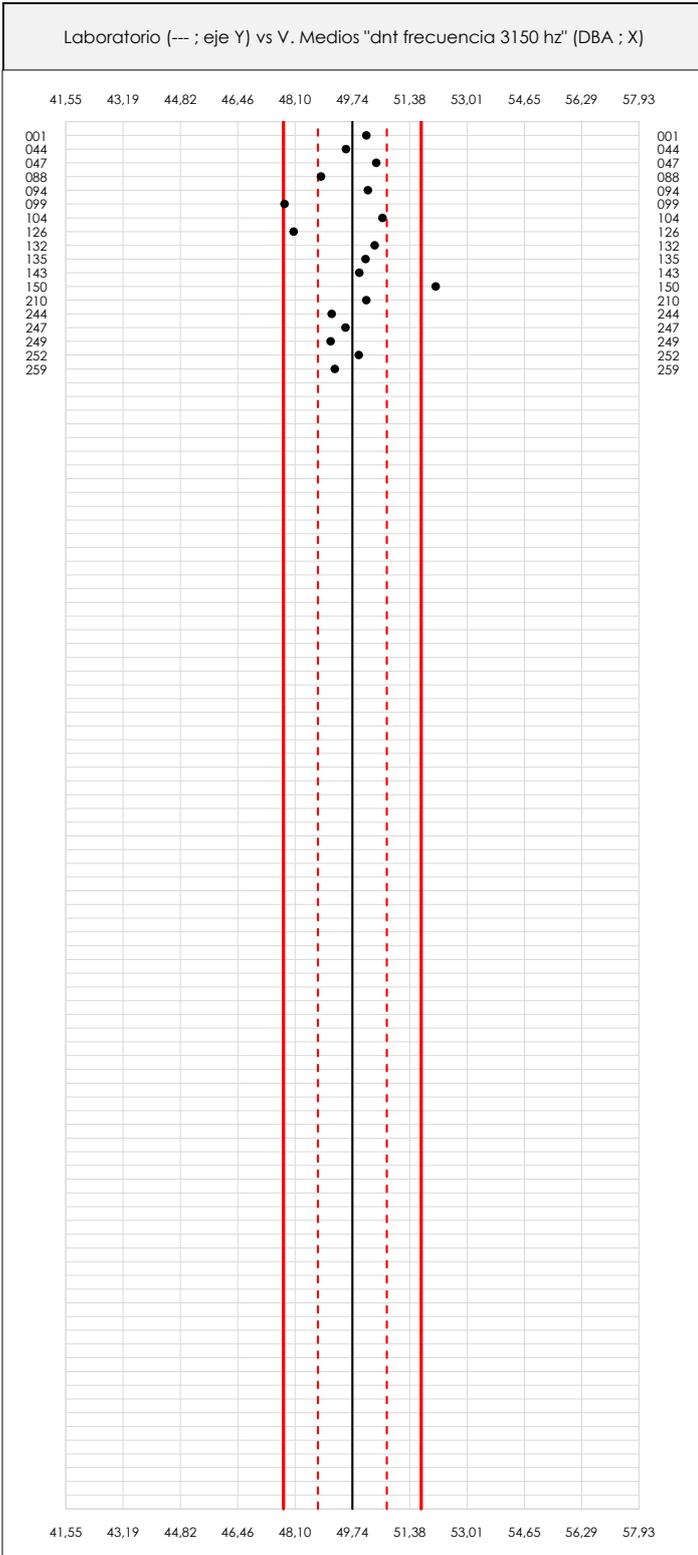
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNT FRECUENCIA 3150 HZ

# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

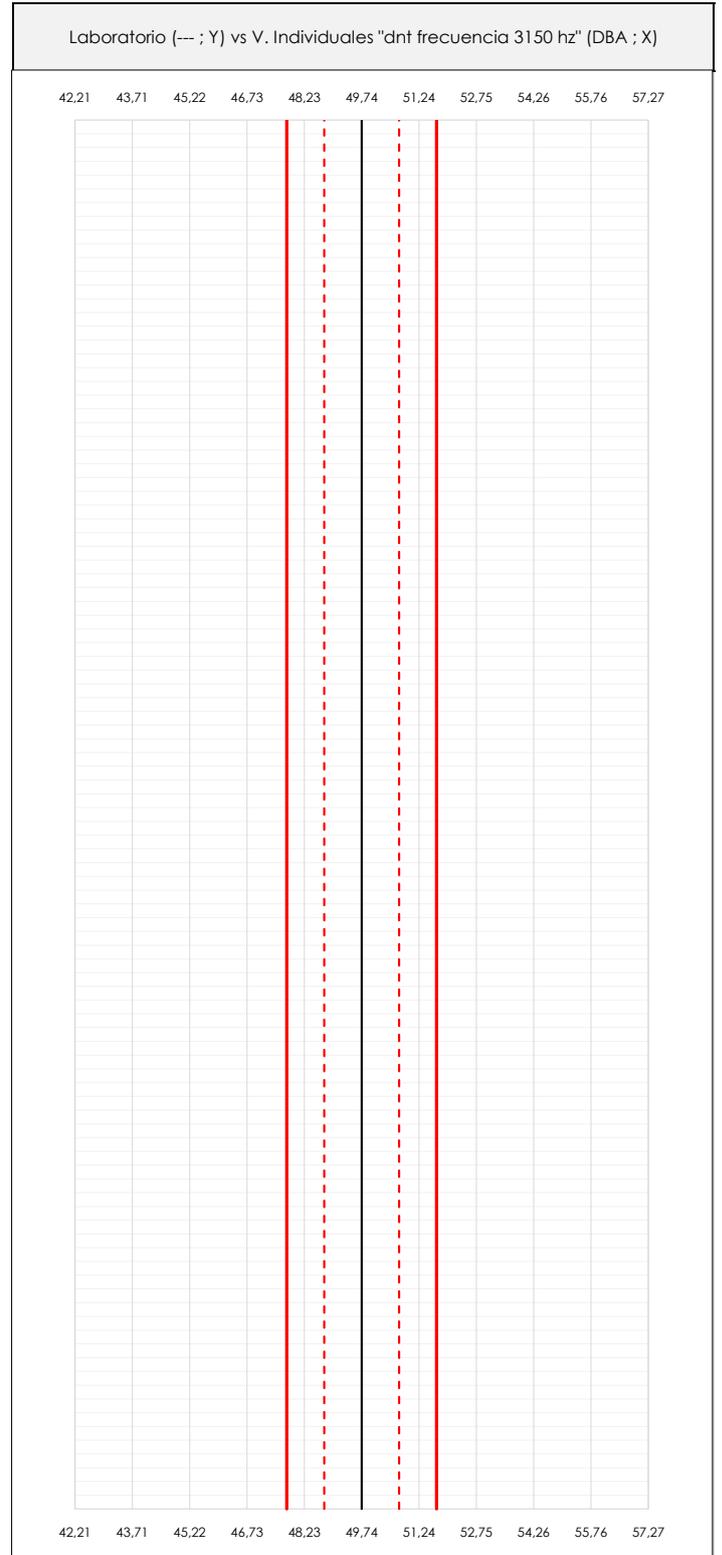
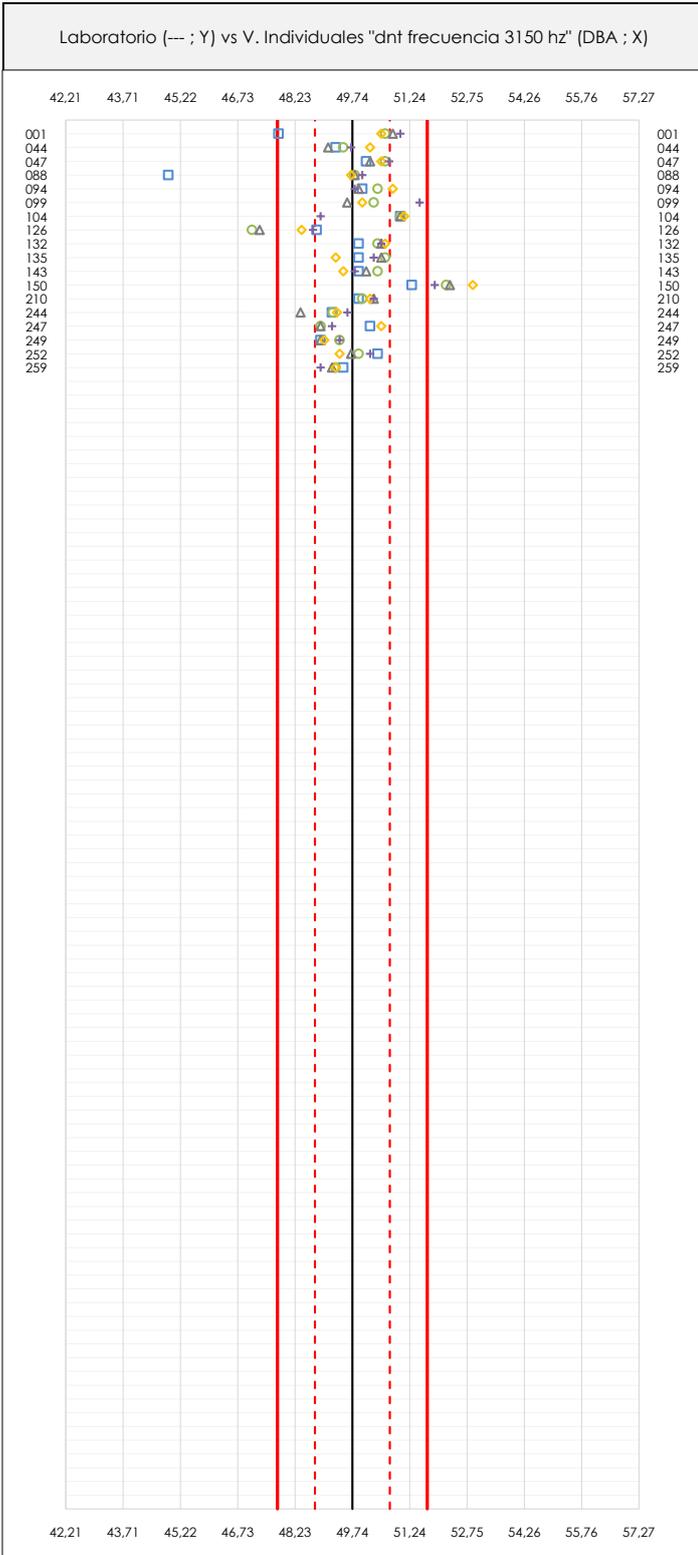
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (49,74 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,72/48,75 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,71/47,77 ; 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 FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)

## 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 (49,74 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (50,72/48,75 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (51,71/47,77 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)****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
01	47,80	50,60	50,80	50,50	51,00	50,14	1,322	0,81	✓	
44	49,30	49,50	49,10	50,20	49,70	49,56	0,422	-0,36	✓	
47	50,10	50,60	50,20	50,50	50,70	50,42	0,259	1,37	✓	
88	44,90	49,80	49,80	49,70	50,00	48,84	2,205	-1,80	✓	
94	50,00	50,40	49,90	50,80	49,80	50,18	0,415	0,89	✓	
99	37,60	50,30	49,60	50,00	51,50	47,80	5,746	-3,89	✓	
104	51,00	51,00	51,00	51,10	48,90	50,60	0,951	1,73	✓	
126	48,80	47,10	47,30	48,40	48,70	48,06	0,802	-3,37	✓	
132	49,90	50,40	50,50	50,60	50,50	50,38	0,277	1,29	✓	
135	49,90	50,60	50,50	49,30	50,30	50,12	0,531	0,77	✓	
143	49,90	50,40	50,10	49,50	49,80	49,94	0,336	0,41	✓	
150	51,30	52,20	52,30	52,90	51,90	52,12	0,585	4,79	✓	
210	49,90	50,00	50,30	50,20	50,30	50,14	0,182	0,81	✓	
244	49,20	49,22	48,37	49,33	49,61	49,15	0,463	-1,19	✓	
247	50,20	48,90	48,90	50,50	49,20	49,54	0,757	-0,40	✓	
249	48,90	49,40	48,90	49,00	49,40	49,12	0,259	-1,24	✓	
252	50,40	49,90	49,70	49,40	50,20	49,92	0,396	0,37	✓	
259	49,50	49,30	49,20	49,30	48,90	49,24	0,219	-1,00	✓	

**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 FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)

## 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		
0,71	47,800	50,600	50,800	50,500	51,000	50,140	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X	
44	49,30	49,500	49,100	50,200	49,700	49,560	0,422	-0,55	-0,56	1,18	---	---	---	---	---	---	✓	
47	50,10	50,600	50,200	50,500	50,700	50,420	0,259	1,18	1,21	0,72	---	---	1,206	---	0,6678	---	✓	
88	44,90	49,800	49,800	49,700	50,000	48,840	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	50,00	50,400	49,900	50,800	49,800	50,180	0,415	0,70	0,71	1,16	---	---	---	---	---	---	---	✓
99	37,60	50,300	49,600	50,000	51,500	47,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	51,00	51,000	51,000	51,100	48,900	50,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
126	48,80	47,100	47,300	48,400	48,700	48,060	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
132	49,90	50,400	50,500	50,600	50,500	50,380	0,277	1,10	1,12	0,78	---	---	---	---	0,6678	---	✓	
135	49,90	50,600	50,500	49,300	50,300	50,120	0,531	0,58	0,59	1,48	---	---	---	---	---	---	---	✓
143	49,90	50,400	50,100	49,500	49,800	49,940	0,336	0,21	0,22	0,94	---	---	---	---	---	---	---	✓
150	51,30	52,200	52,300	52,900	51,900	52,120	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	49,90	50,000	50,300	50,200	50,300	50,140	0,182	0,62	0,63	0,51	---	---	---	---	---	---	---	✓
244	49,20	49,223	48,373	49,333	49,609	49,147	0,463	-1,38	-1,41	1,29	---	---	---	---	0,4937	---	---	✓
247	50,20	48,900	48,900	50,500	49,200	49,540	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
249	48,90	49,400	48,900	49,000	49,400	49,120	0,259	-1,43	-1,47	0,72	---	---	1,467	---	0,4937	---	---	✓
252	50,40	49,900	49,700	49,400	50,200	49,920	0,396	0,17	0,18	1,11	---	---	---	---	---	---	---	✓
259	49,50	49,300	49,200	49,300	48,900	49,240	0,219	-1,19	-1,22	0,61	---	---	---	---	---	---	---	✓

**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]

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

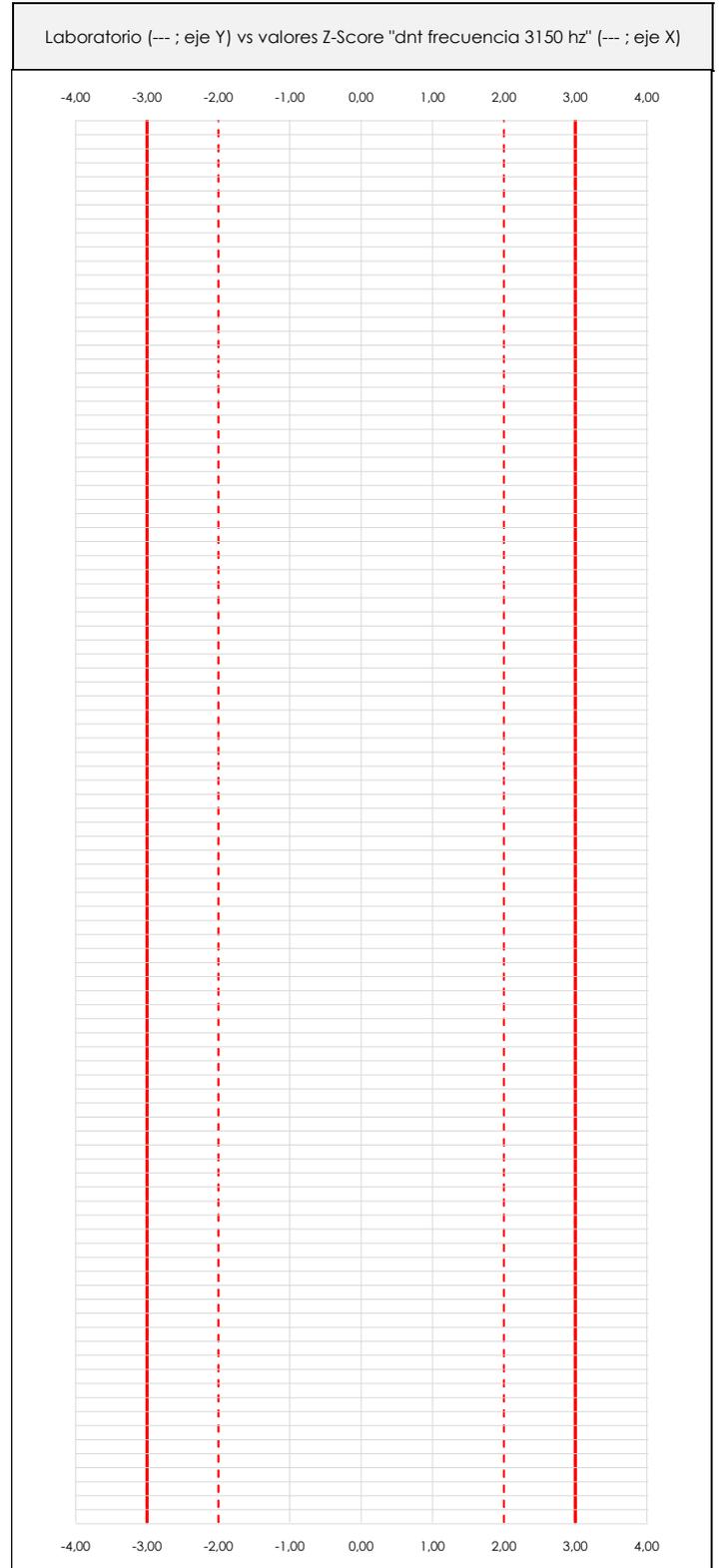
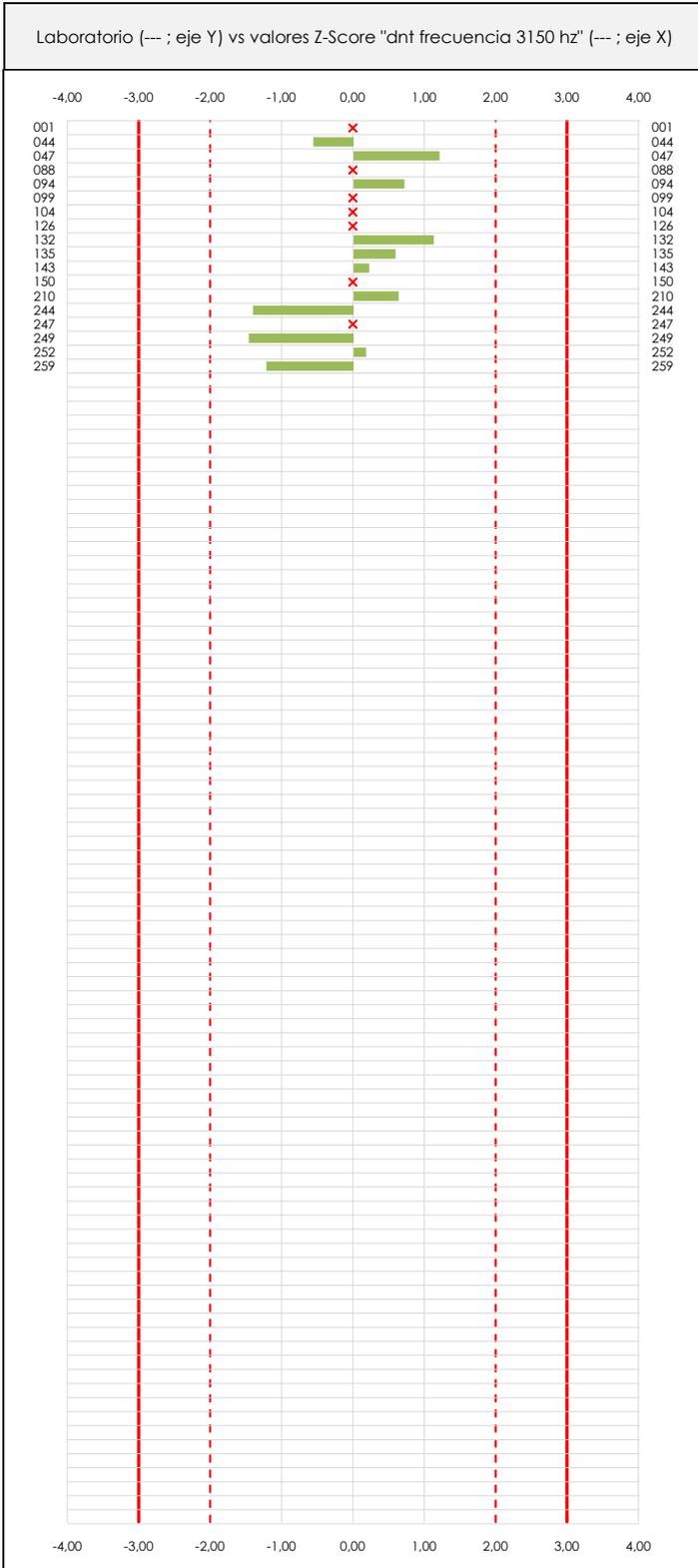
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



## DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)

### 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
01	47,80	50,60	50,80	50,50	51,00	50,14	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
44	49,30	49,50	49,10	50,20	49,70	49,56	0,422	-0,55	✓	✓	✓			-0,562	S
47	50,10	50,60	50,20	50,50	50,70	50,42	0,259	1,18	✓	✓	✓			1,206	S
88	44,90	49,80	49,80	49,70	50,00	48,84	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
94	50,00	50,40	49,90	50,80	49,80	50,18	0,415	0,70	✓	✓	✓			0,713	S
99	37,60	50,30	49,60	50,00	51,50	47,80	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	51,00	51,00	51,00	51,10	48,90	50,60	---	---	✓	✗	✗	AN	2	---	---
126	48,80	47,10	47,30	48,40	48,70	48,06	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
132	49,90	50,40	50,50	50,60	50,50	50,38	0,277	1,10	✓	✓	✓			1,124	S
135	49,90	50,60	50,50	49,30	50,30	50,12	0,531	0,58	✓	✓	✓			0,589	S
143	49,90	50,40	50,10	49,50	49,80	49,94	0,336	0,21	✓	✓	✓			0,219	S
150	51,30	52,20	52,30	52,90	51,90	52,12	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	49,90	50,00	50,30	50,20	50,30	50,14	0,182	0,62	✓	✓	✓			0,631	S
244	49,20	49,22	48,37	49,33	49,61	49,15	0,463	-1,38	✓	✓	✓			-1,411	S
247	50,20	48,90	48,90	50,50	49,20	49,54	---	---	✓	✗	✗	AN	2	---	---
249	48,90	49,40	48,90	49,00	49,40	49,12	0,259	-1,43	✓	✓	✓			-1,467	S
252	50,40	49,90	49,70	49,40	50,20	49,92	0,396	0,17	✓	✓	✓			0,178	S
259	49,50	49,30	49,20	49,30	48,90	49,24	0,219	-1,19	✓	✓	✓			-1,220	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

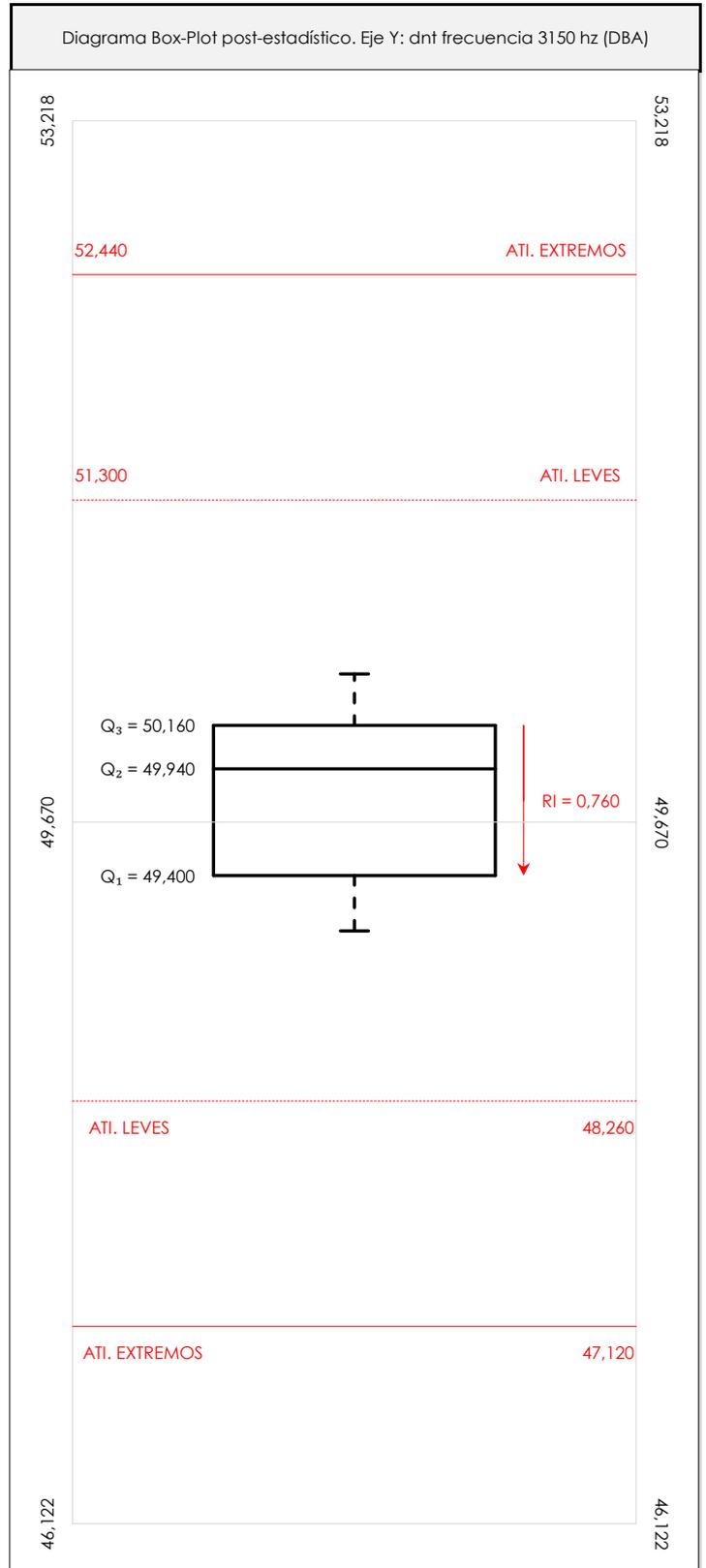
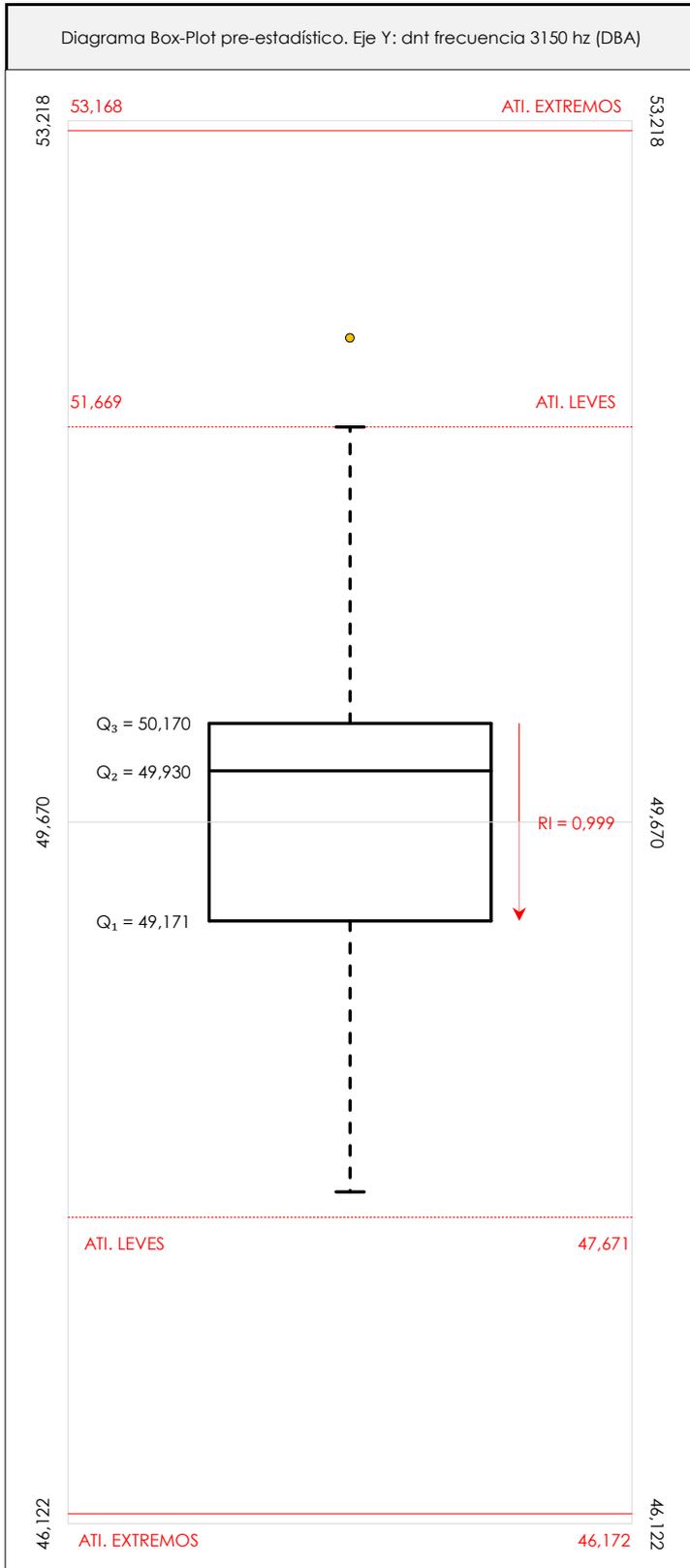
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 3150 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 3150 HZ", ha contado con la participación de un total de 18 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 7 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 7 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 4 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
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>	51,30	52,20	52,30	52,90	51,90	52,12	50,40	50,60	50,50	50,80	50,70	50,42
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	37,60	47,10	47,30	48,40	48,70	47,80	48,90	49,22	48,37	49,00	48,90	49,12
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	48,81	49,98	49,80	50,07	50,02	49,74	49,73	49,97	49,71	49,83	49,93	49,83
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	3,13	1,05	1,11	1,00	0,88	0,98	0,45	0,54	0,71	0,64	0,53	0,49
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,06	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	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>	2,416	4,309	0,485	2,901	4,721		0,128	0,992	0,211	0,339	1,614	
<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>	2,22	1,74	0,249	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,82	1,51	0,209	2,355	0,2213	1,82	1,51	0,308	2,355	0,2213

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

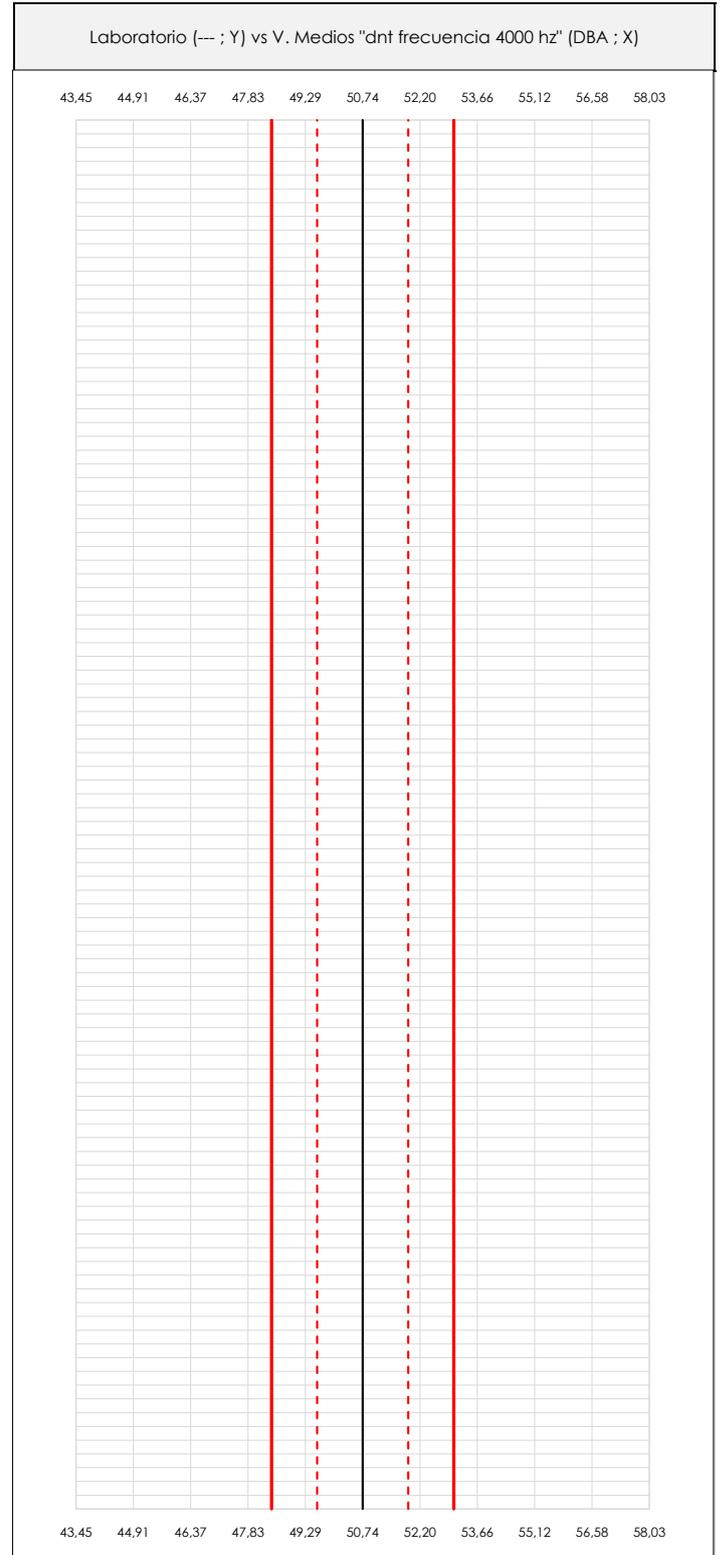
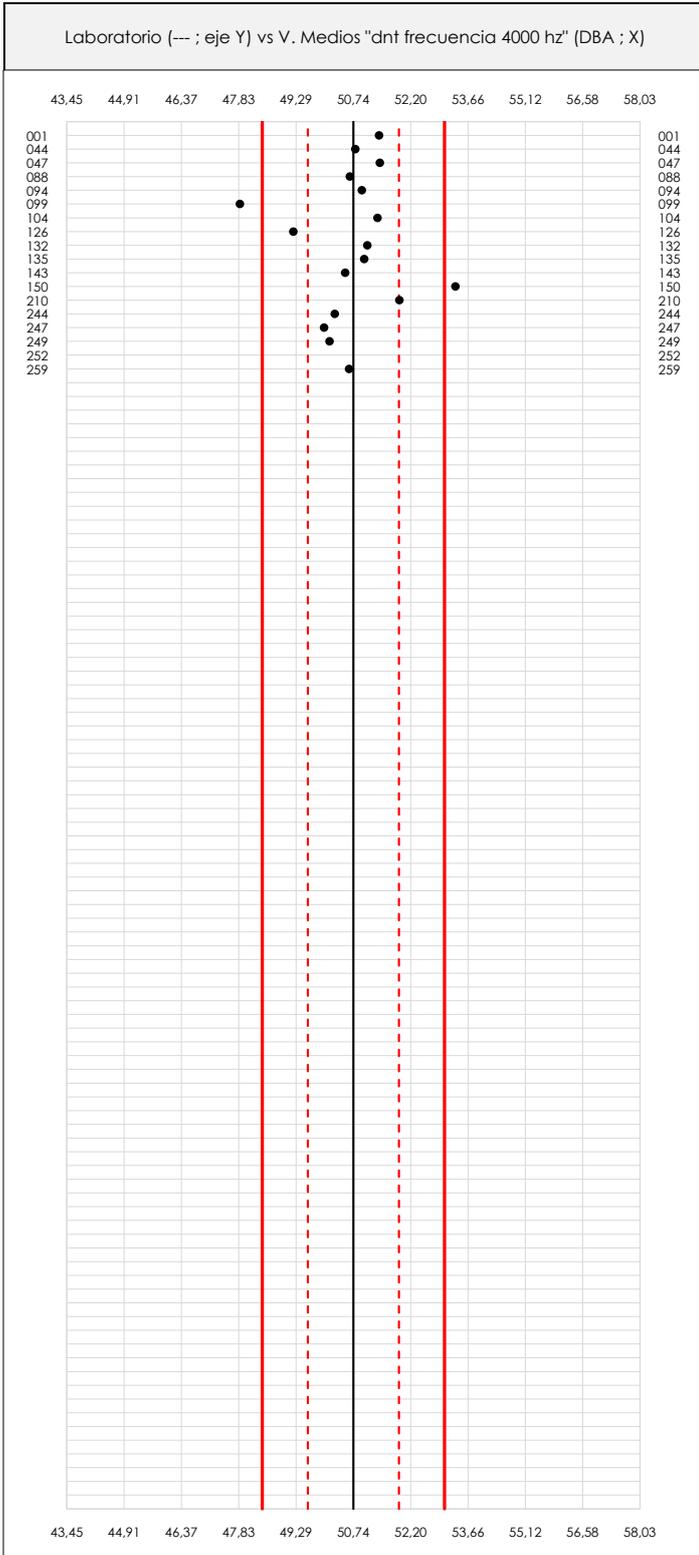
DNT FRECUENCIA 4000 HZ



# DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

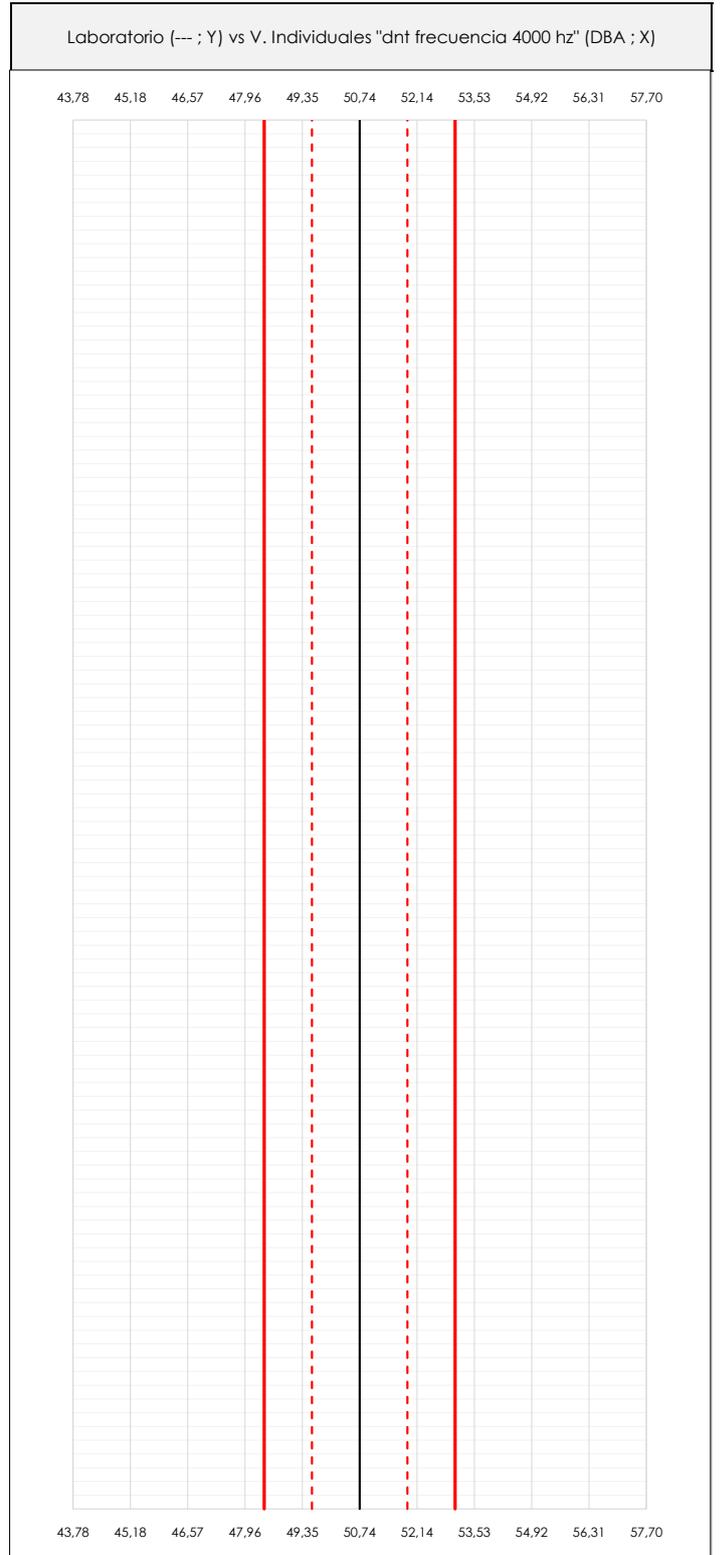
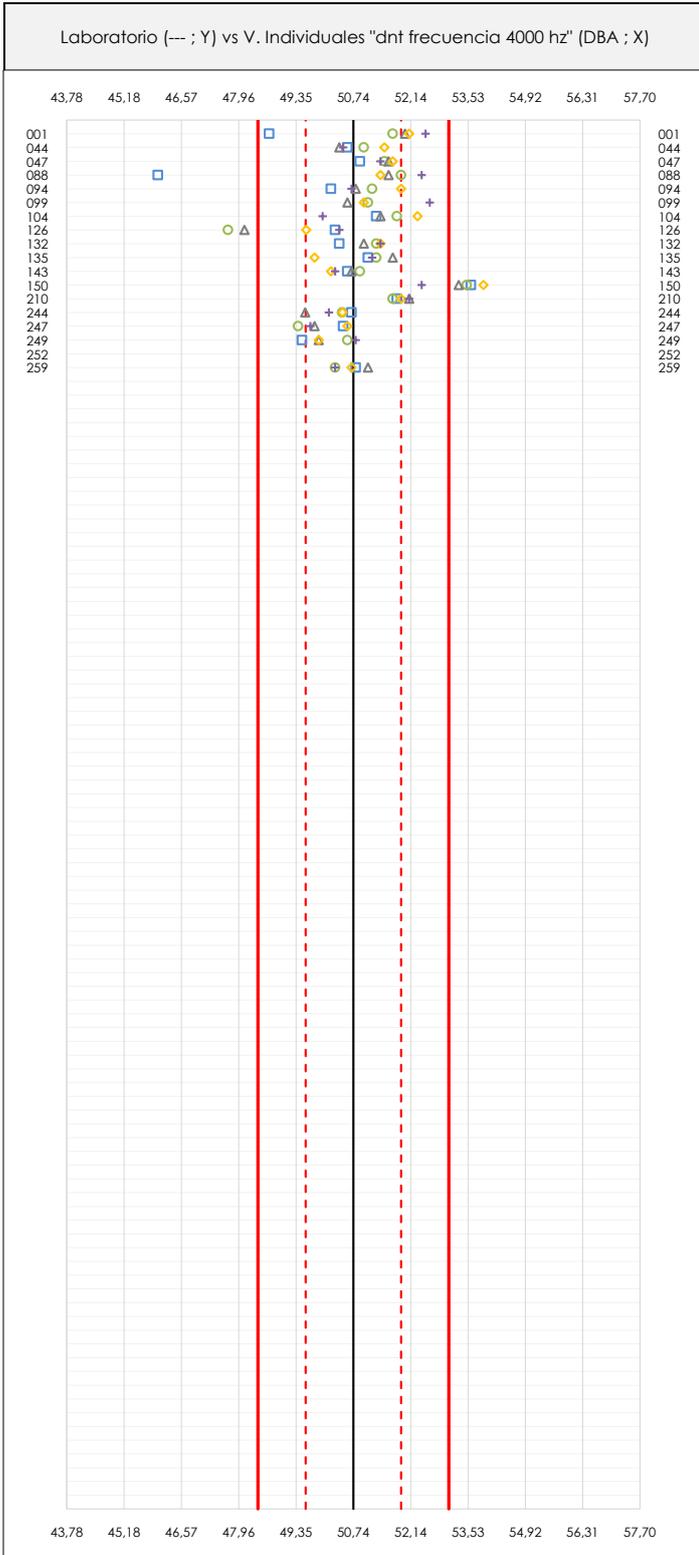
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (50,74 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,90/49,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,06/48,43 ; 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

## 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 (50,74 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (51,90/49,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (53,06/48,43 ; 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.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> %	Pasa A	Observaciones
01	48,70	51,70	52,00	52,10	52,50	51,40	1,536	1,29	✓	
44	50,60	51,00	50,40	51,50	50,50	50,80	0,453	0,11	✓	
47	50,90	51,50	51,60	51,70	51,40	51,42	0,311	1,33	✓	
88	46,00	51,90	51,60	51,40	52,40	50,66	2,632	-0,17	✓	
94	50,20	51,20	50,80	51,90	50,70	50,96	0,635	0,42	✓	
99	34,00	51,10	50,60	51,00	52,60	47,86	7,785	-5,68	✓	
104	51,30	51,80	51,40	52,30	50,00	51,36	0,856	1,21	✓	
126	50,30	47,70	48,10	49,60	50,40	49,22	1,252	-3,00	✓	
132	50,40	51,30	51,00	51,40	51,40	51,10	0,424	0,70	✓	
135	51,10	51,30	51,70	49,80	51,20	51,02	0,719	0,54	✓	
143	50,60	50,90	50,70	50,20	50,30	50,54	0,288	-0,40	✓	
150	53,60	53,50	53,30	53,90	52,40	53,34	0,568	5,11	✓	
210	51,80	51,70	52,10	51,90	52,10	51,92	0,179	2,32	✓	
244	50,70	50,47	49,57	50,48	50,15	50,28	0,439	-0,92	✓	
247	50,50	49,40	49,80	50,60	49,70	50,00	0,524	-1,47	✓	
249	49,50	50,60	49,90	49,90	50,80	50,14	0,541	-1,19	✓	
252									X	
259	50,80	50,30	51,10	50,70	50,30	50,64	0,344	-0,21	✓	

**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> 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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

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

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

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



## DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

### 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

## 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
0,71	48,700	51,700	52,000	52,100	52,500	51,400	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	50,60	51,000	50,400	51,500	50,500	50,800	0,453	-0,09	-0,08	0,89	---	---	---	---	---	✓
47	50,90	51,500	51,600	51,700	51,400	51,420	0,311	1,12	1,01	0,61	---	---	---	0,5055	---	✓
88	46,00	51,900	51,600	51,400	52,400	50,660	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	50,20	51,200	50,800	51,900	50,700	50,960	0,635	0,22	0,20	1,24	---	---	---	---	---	✓
99	34,00	51,100	50,600	51,000	52,600	47,860	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	51,30	51,800	51,400	52,300	50,000	51,360	0,856	1,01	0,90	1,68*	0,234	---	---	---	---	✓
126	50,30	47,700	48,100	49,600	50,400	49,220	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
132	50,40	51,300	51,000	51,400	51,400	51,100	0,424	0,50	0,44	0,83	---	---	---	---	---	✓
135	51,10	51,300	51,700	49,800	51,200	51,020	0,719	0,34	0,30	1,41	---	---	---	---	---	✓
143	50,60	50,900	50,700	50,200	50,300	50,540	0,288	-0,61	-0,54	0,56	---	---	---	---	---	✓
150	53,60	53,500	53,300	53,900	52,400	53,340	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	51,80	51,700	52,100	51,900	52,100	51,920	0,179	2,11	1,89*	0,35	0,234	---	1,892	---	0,5055	✓
244	50,70	50,473	49,573	50,481	50,152	50,276	0,439	-1,13	-1,01	0,86	---	---	---	---	---	✓
247	50,50	49,400	49,800	50,600	49,700	50,000	0,524	-1,67	-1,50	1,03	---	1,496	---	0,5860	---	✓
249	49,50	50,600	49,900	49,900	50,800	50,140	0,541	-1,39	-1,25	1,06	---	---	---	0,5860	---	✓
252	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
259	50,80	50,300	51,100	50,700	50,300	50,640	0,344	-0,41	-0,37	0,67	---	---	---	---	---	✓

**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:

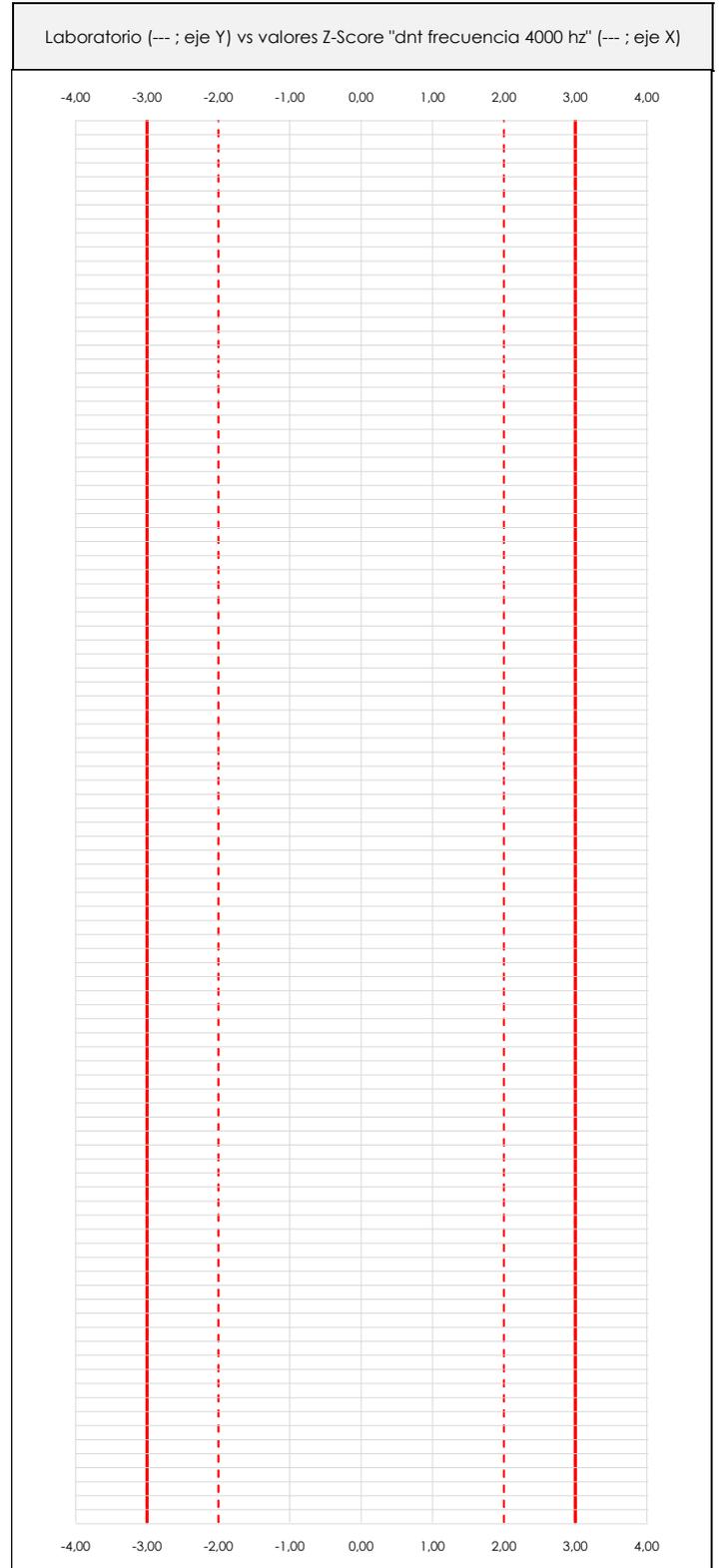
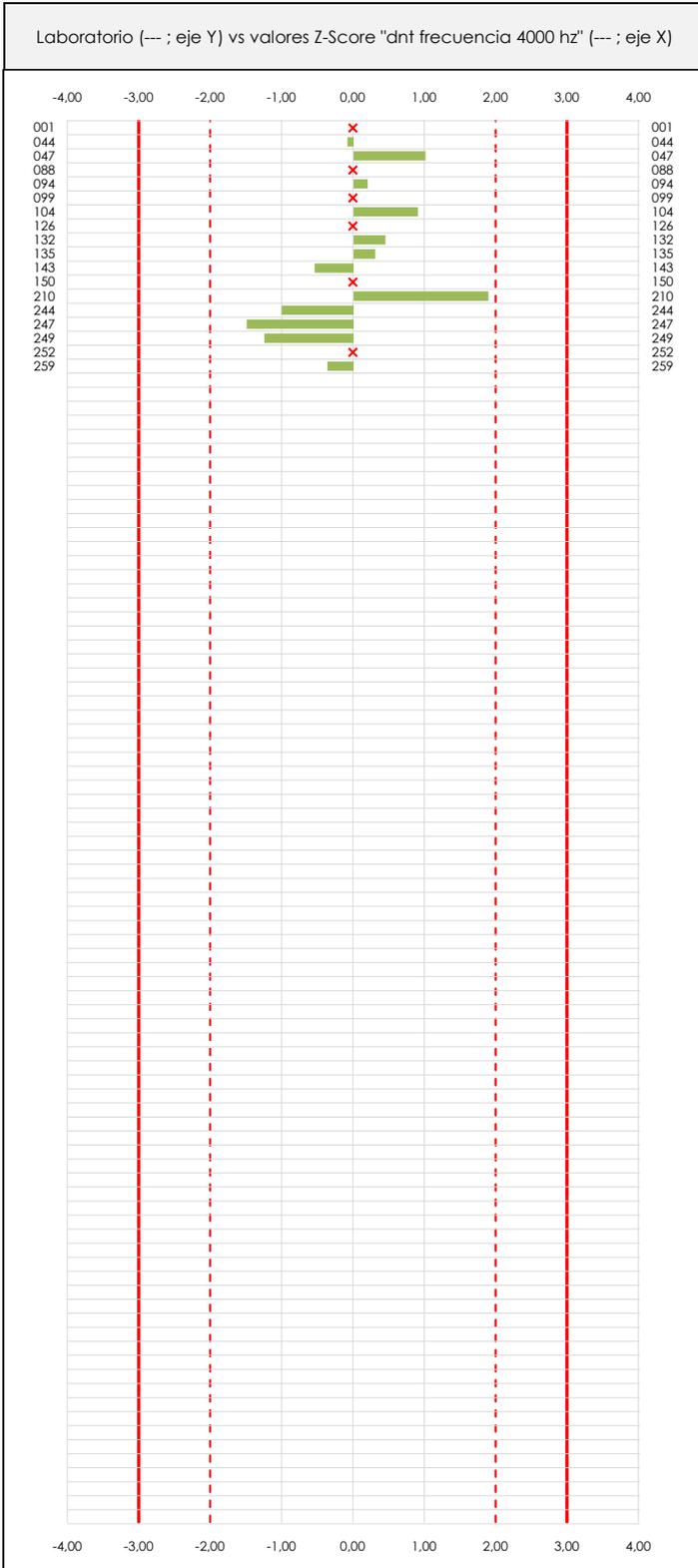
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)

## 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
01	48,70	51,70	52,00	52,10	52,50	51,40	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
44	50,60	51,00	50,40	51,50	50,50	50,80	0,453	-0,09	✓	✓	✓			-0,085	S
47	50,90	51,50	51,60	51,70	51,40	51,42	0,311	1,12	✓	✓	✓			1,009	S
88	46,00	51,90	51,60	51,40	52,40	50,66	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
94	50,20	51,20	50,80	51,90	50,70	50,96	0,635	0,22	✓	✓	✓			0,198	S
99	34,00	51,10	50,60	51,00	52,60	47,86	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	51,30	51,80	51,40	52,30	50,00	51,36	0,856	1,01	✓	✓	✓			0,904	S
126	50,30	47,70	48,10	49,60	50,40	49,22	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
132	50,40	51,30	51,00	51,40	51,40	51,10	0,424	0,50	✓	✓	✓			0,445	S
135	51,10	51,30	51,70	49,80	51,20	51,02	0,719	0,34	✓	✓	✓			0,304	S
143	50,60	50,90	50,70	50,20	50,30	50,54	0,288	-0,61	✓	✓	✓			-0,543	S
150	53,60	53,50	53,30	53,90	52,40	53,34	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	51,80	51,70	52,10	51,90	52,10	51,92	0,179	2,11	✓	✓	✓			1,892	S
244	50,70	50,47	49,57	50,48	50,15	50,28	0,439	-1,13	✓	✓	✓			-1,010	S
247	50,50	49,40	49,80	50,60	49,70	50,00	0,524	-1,67	✓	✓	✓			-1,496	S
249	49,50	50,60	49,90	49,90	50,80	50,14	0,541	-1,39	✓	✓	✓			-1,249	S
252							---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
259	50,80	50,30	51,10	50,70	50,30	50,64	0,344	-0,41	✓	✓	✓			-0,367	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].

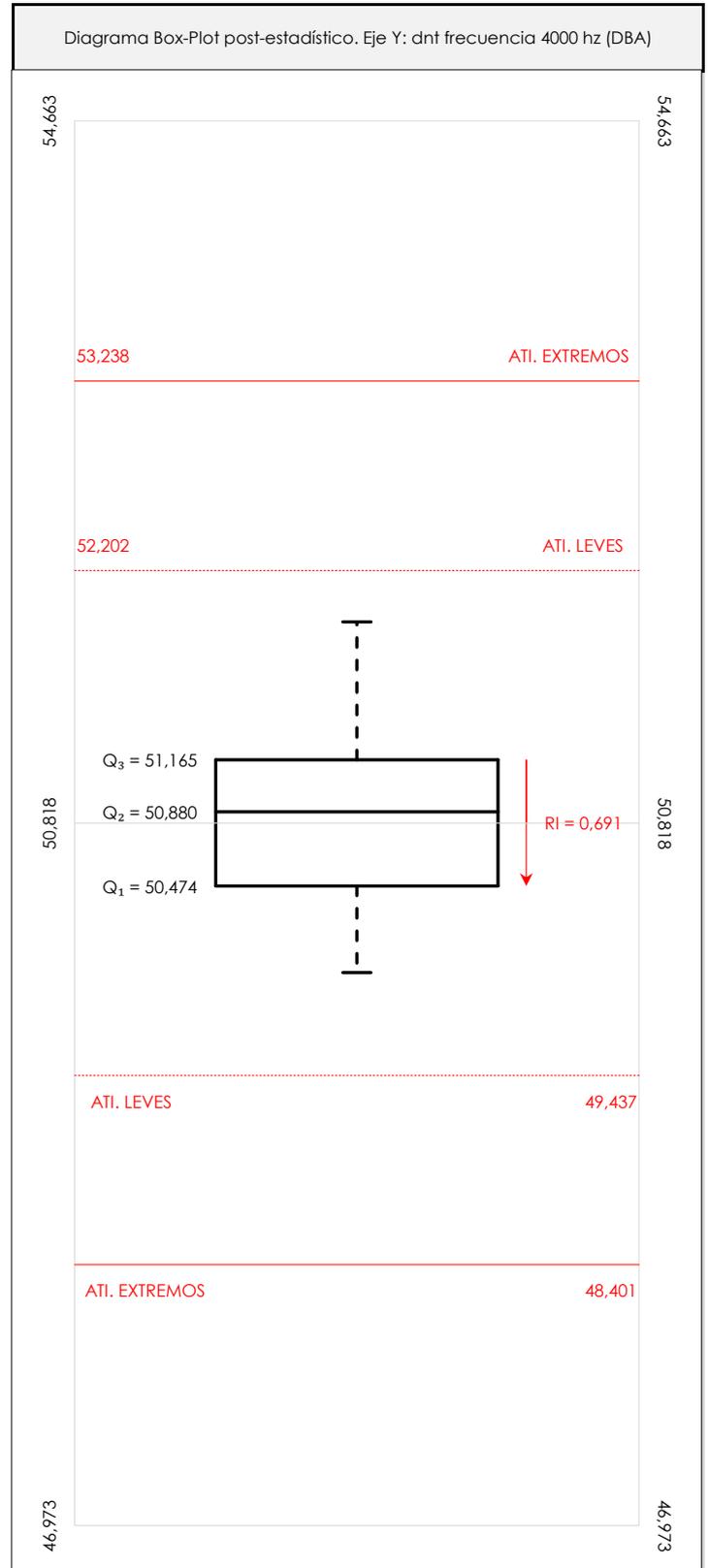
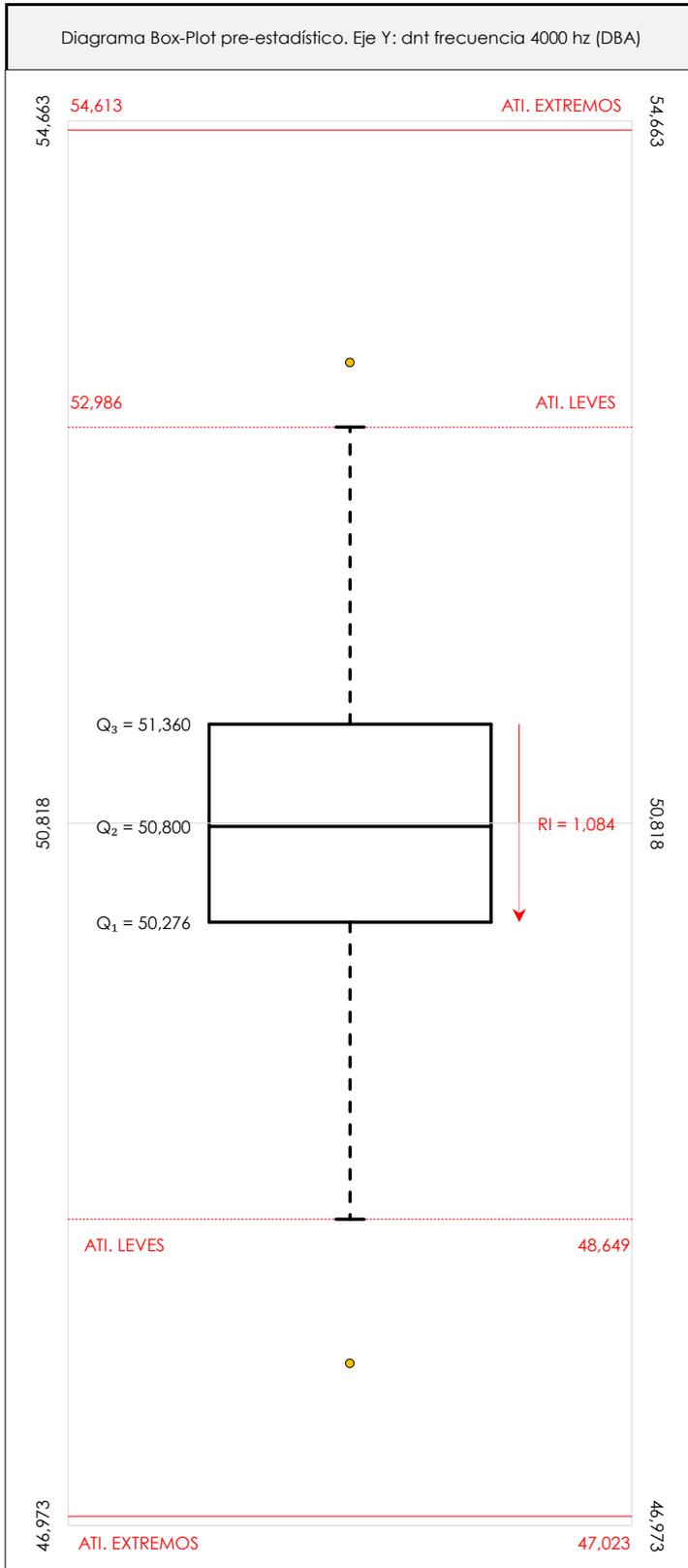
<sup>04</sup> El código colorimétrico empleado para las celdas es:

[dudoso]

[insatisfactorio]

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**SACE**Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación**DNT FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)****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 FRECUENCIA 4000 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 4000 HZ", ha contado con la participación de un total de 17 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 5 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 3 iteraciones.

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO						ESTADISTICO					
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$X_{i4}$	$X_{i5}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
<b>Valor Máximo (max ; %)</b>	53,60	53,50	53,30	53,90	52,60	53,34	51,80	51,80	52,10	52,30	52,10	51,92
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	34,00	47,70	48,10	49,60	49,70	47,86	49,50	49,40	49,57	49,80	49,70	50,00
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	49,47	51,02	50,92	51,20	51,11	50,74	50,70	50,96	50,84	51,03	50,71	50,85
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	4,27	1,21	1,19	1,09	0,98	1,16	0,57	0,68	0,80	0,85	0,70	0,57
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,09	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	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>	4,407	5,819	0,461	4,868	6,116		0,261	1,415	0,269	0,530	2,017	
<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>	2,25	1,75	0,261	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,83	1,51	0,219	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

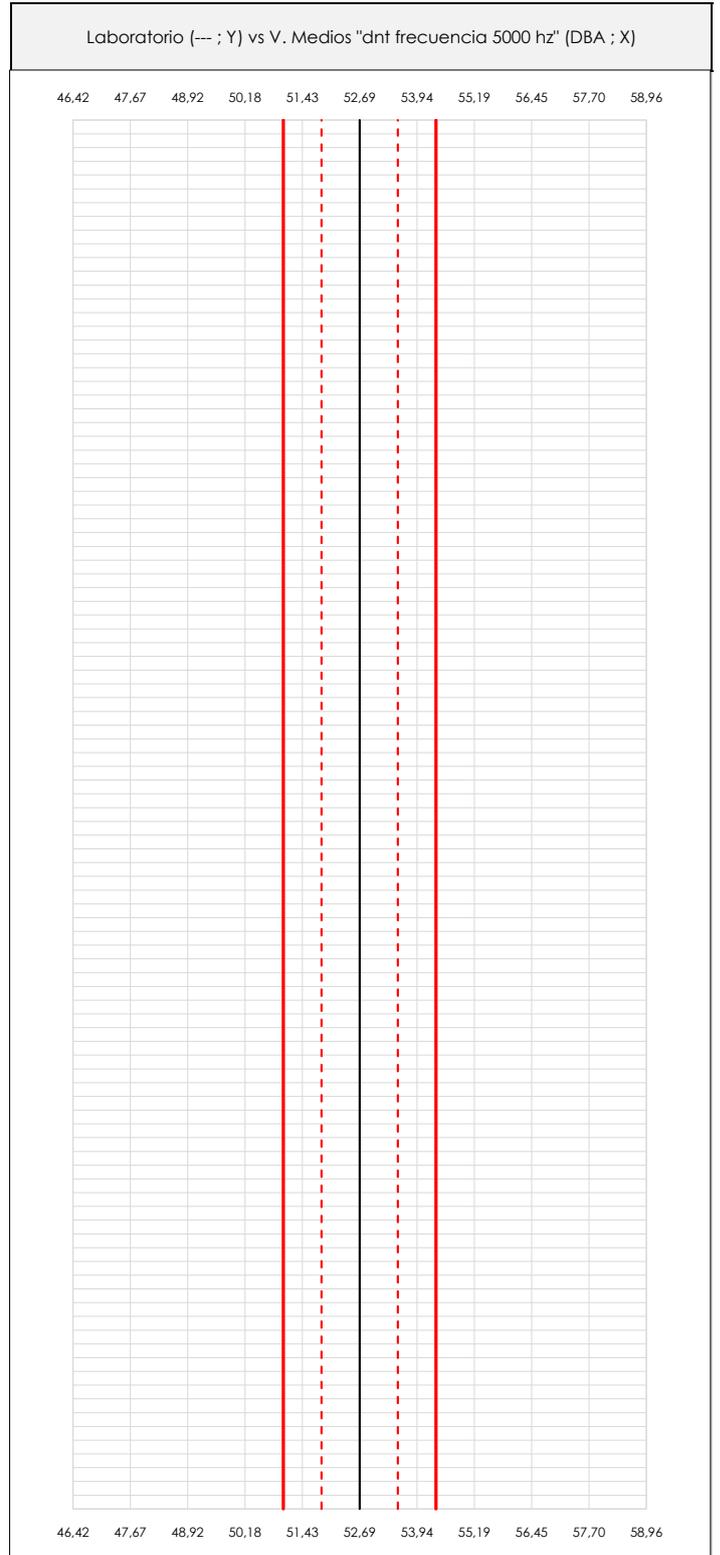
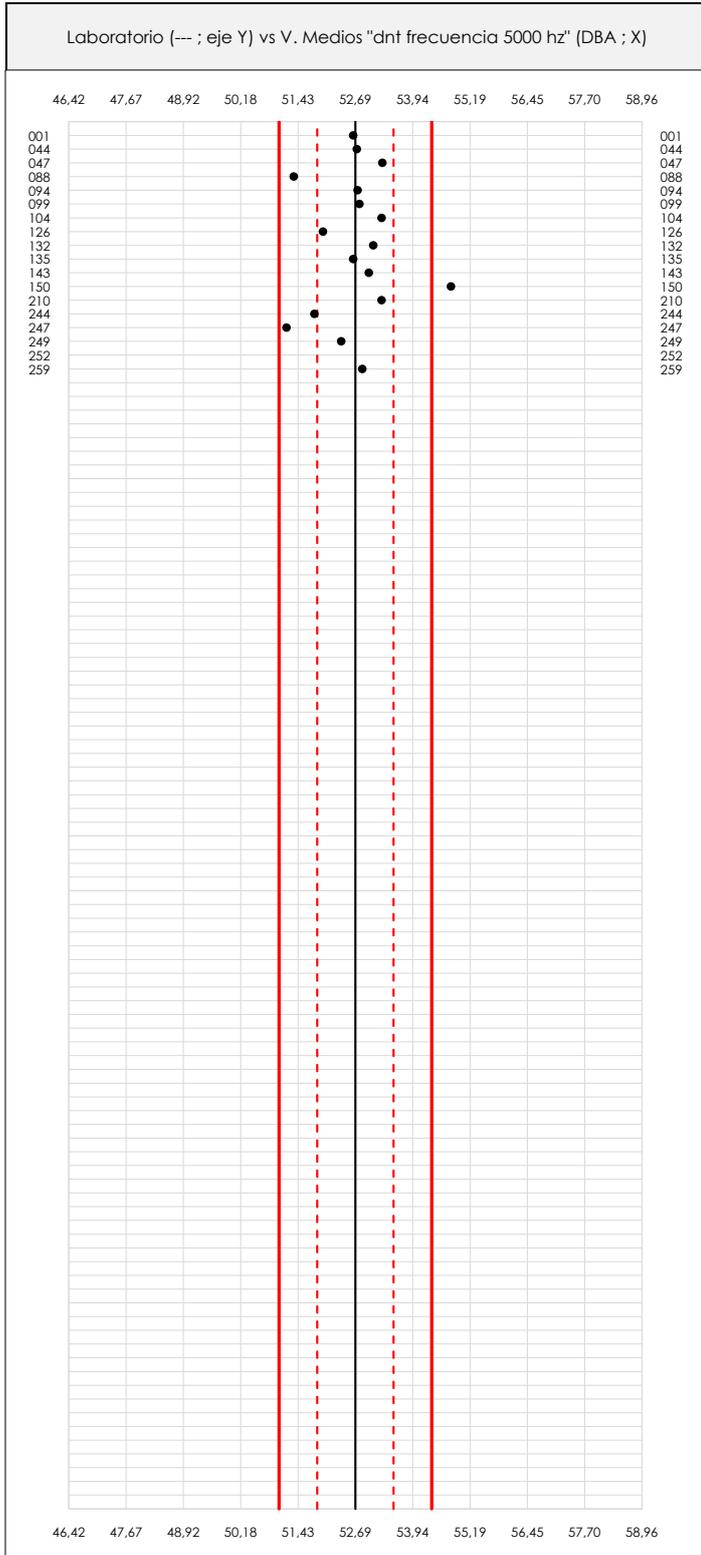
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNT FRECUENCIA 5000 HZ

# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

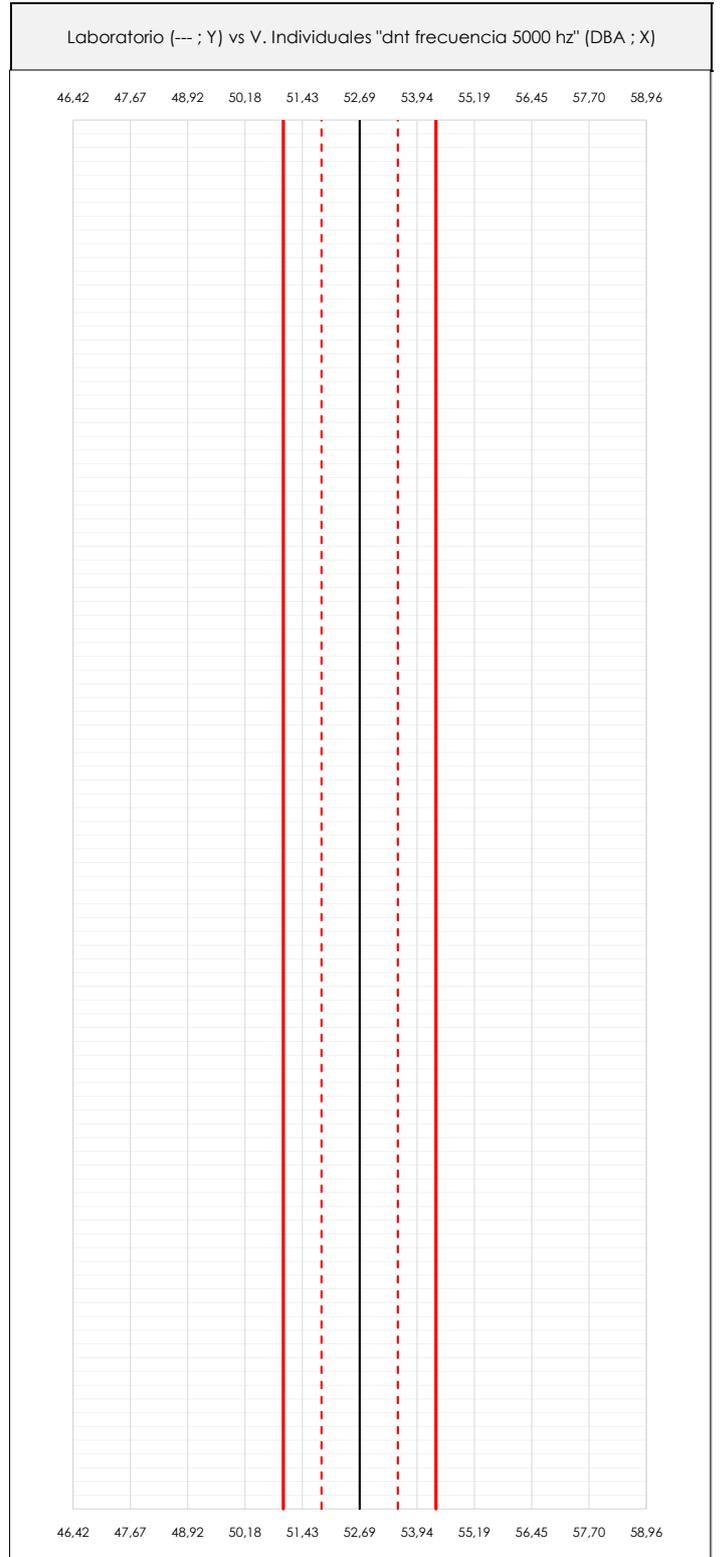
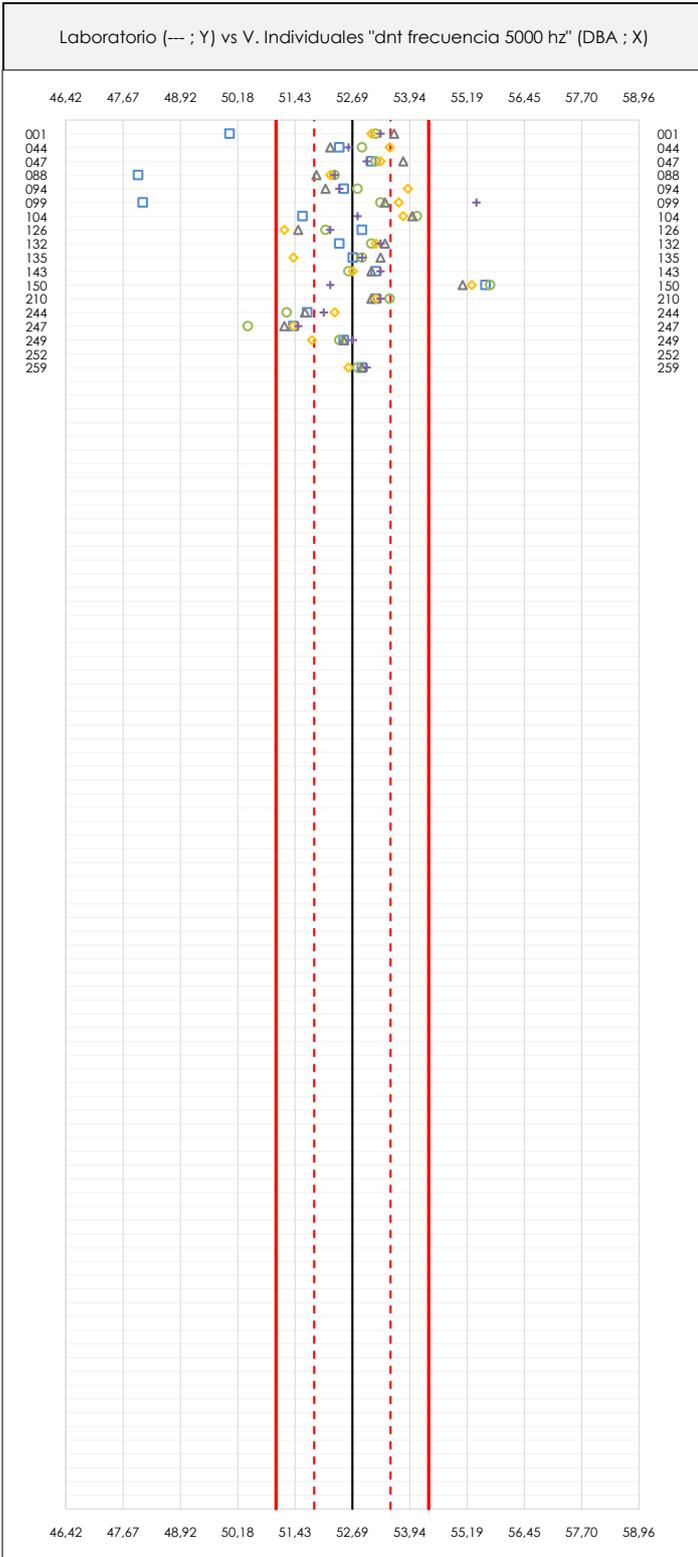
Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios respecto de la media aritmética inter-laboratorios (52,69 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (53,52/51,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,36/51,02 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)

## 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 (53,52/51,85 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (54,36/51,02 ; líneas rojas de trazo continuo).

En el eje Y (adimensional) queda reflejado el código del laboratorio participante y en el eje X (las unidades son las de los resultados del ensayo que se está analizando) los resultados individuales: 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 FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)****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
01	50,00	53,20	53,60	53,10	53,30	52,64	1,488	-0,09	✓	
44	52,40	52,90	52,20	53,50	52,60	52,72	0,507	0,06	✓	
47	53,10	53,20	53,80	53,30	53,00	53,28	0,311	1,13	✓	
88	48,00	52,30	51,90	52,20	52,30	51,34	1,874	-2,56	✓	
94	52,50	52,80	52,10	53,90	52,40	52,74	0,695	0,10	✓	
99	48,10	53,30	53,40	53,70	55,40	52,78	2,751	0,18	✓	
104	51,60	54,10	54,00	53,80	52,80	53,26	1,062	1,09	✓	
126	52,90	52,10	51,50	51,20	52,20	51,98	0,661	-1,34	✓	
132	52,40	53,10	53,40	53,20	53,30	53,08	0,396	0,75	✓	
135	52,70	52,90	53,30	51,40	52,90	52,64	0,727	-0,09	✓	
143	53,20	52,60	53,10	52,70	53,30	52,98	0,311	0,56	✓	
150	55,60	55,70	55,10	55,30	52,20	54,78	1,462	3,97	✓	
210	53,20	53,50	53,10	53,20	53,30	53,26	0,152	1,09	✓	
244	51,70	51,25	51,65	52,30	52,06	51,79	0,403	-1,70	✓	
247	51,40	50,40	51,20	51,40	51,50	51,18	0,449	-2,86	✓	
249	52,50	52,40	52,50	51,80	52,70	52,38	0,342	-0,58	✓	
252									X	
259	52,90	52,80	52,90	52,60	53,00	52,84	0,152	0,29	✓	

**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 FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)**  
**Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs**

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



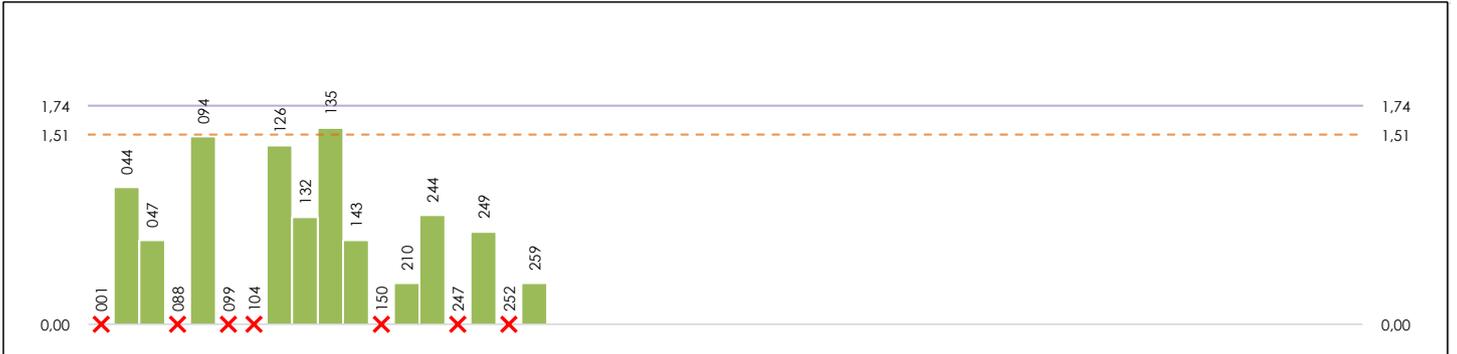
**ANÁLISIS GRÁFICO DE CONSISTENCIA INTER-LABORATORIOS**

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 FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)**  
**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 FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)

### 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
0,71	50,000	53,200	53,600	53,100	53,300	52,640	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	52,40	52,900	52,200	53,500	52,600	52,720	0,507	0,04	0,04	1,09	---	---	---	---	---	✓
47	53,10	53,200	53,800	53,300	53,000	53,280	0,311	1,10	1,20	0,67	---	---	1,199	---	0,6604	✓
88	48,00	52,300	51,900	52,200	52,300	51,340	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	52,50	52,800	52,100	53,900	52,400	52,740	0,695	0,08	0,08	1,49	---	---	---	---	---	✓
99	48,10	53,300	53,400	53,700	55,400	52,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	51,60	54,100	54,000	53,800	52,800	53,260	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
126	52,90	52,100	51,500	51,200	52,200	51,980	0,661	-1,36	-1,48	1,42	---	---	---	0,3021	---	✓
132	52,40	53,100	53,400	53,200	53,300	53,080	0,396	0,72	0,79	0,85	---	---	---	---	---	✓
135	52,70	52,900	53,300	51,400	52,900	52,640	0,727	-0,11	-0,12	1,56*	0,222	---	---	---	---	✓
143	53,20	52,600	53,100	52,700	53,300	52,980	0,311	0,53	0,58	0,67	---	---	---	---	---	✓
150	55,60	55,700	55,100	55,300	52,200	54,780	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	53,20	53,500	53,100	53,200	53,300	53,260	0,152	1,06	1,16	0,33	---	---	---	---	0,6604	✓
244	51,70	51,249	51,647	52,298	52,058	51,790	0,403	-1,72	-1,88*	0,87	0,222	1,876	---	0,3021	---	✓
247	51,40	50,400	51,200	51,400	51,500	51,180	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
249	52,50	52,400	52,500	51,800	52,700	52,380	0,342	-0,61	-0,66	0,74	---	---	---	---	---	✓
252	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
259	52,90	52,800	52,900	52,600	53,000	52,840	0,152	0,27	0,29	0,33	---	---	---	---	---	✓

**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]

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

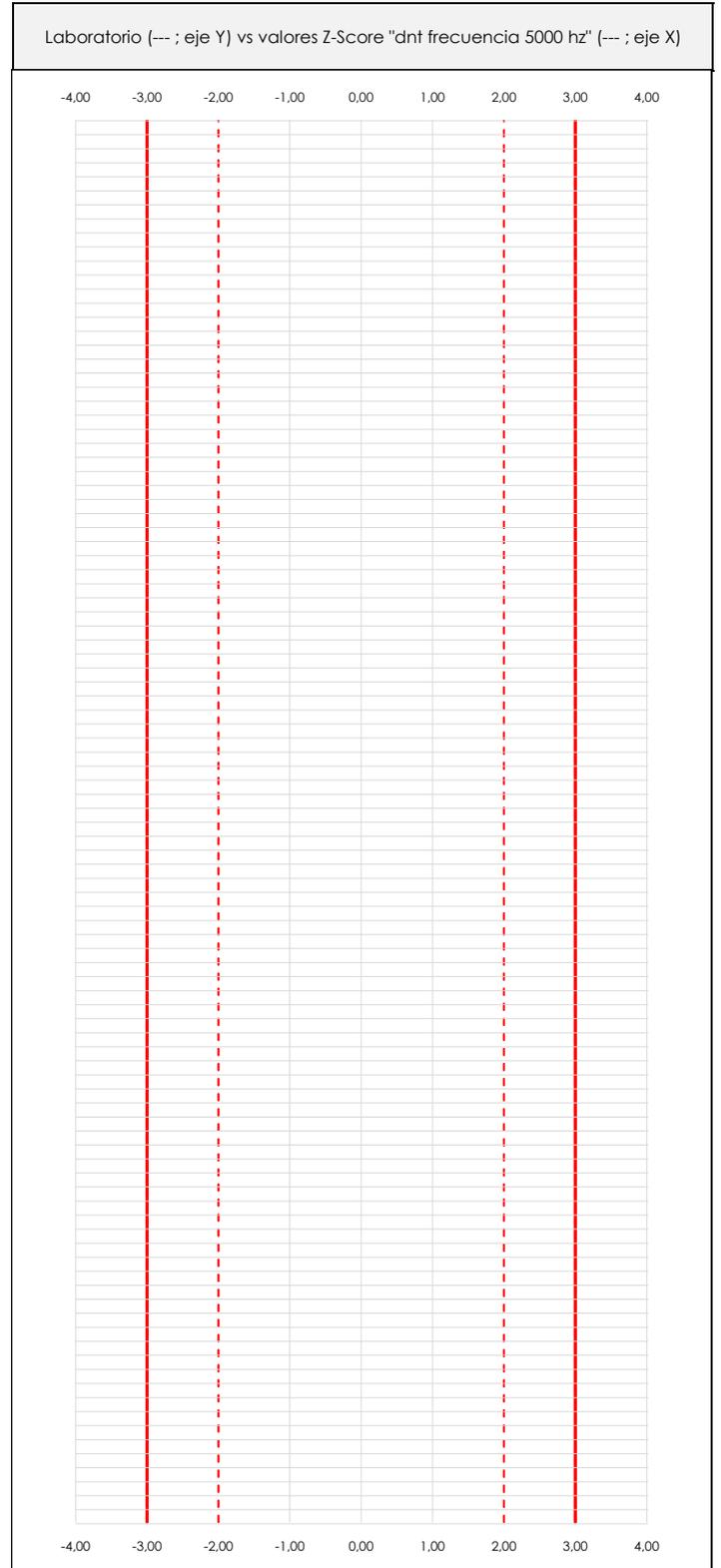
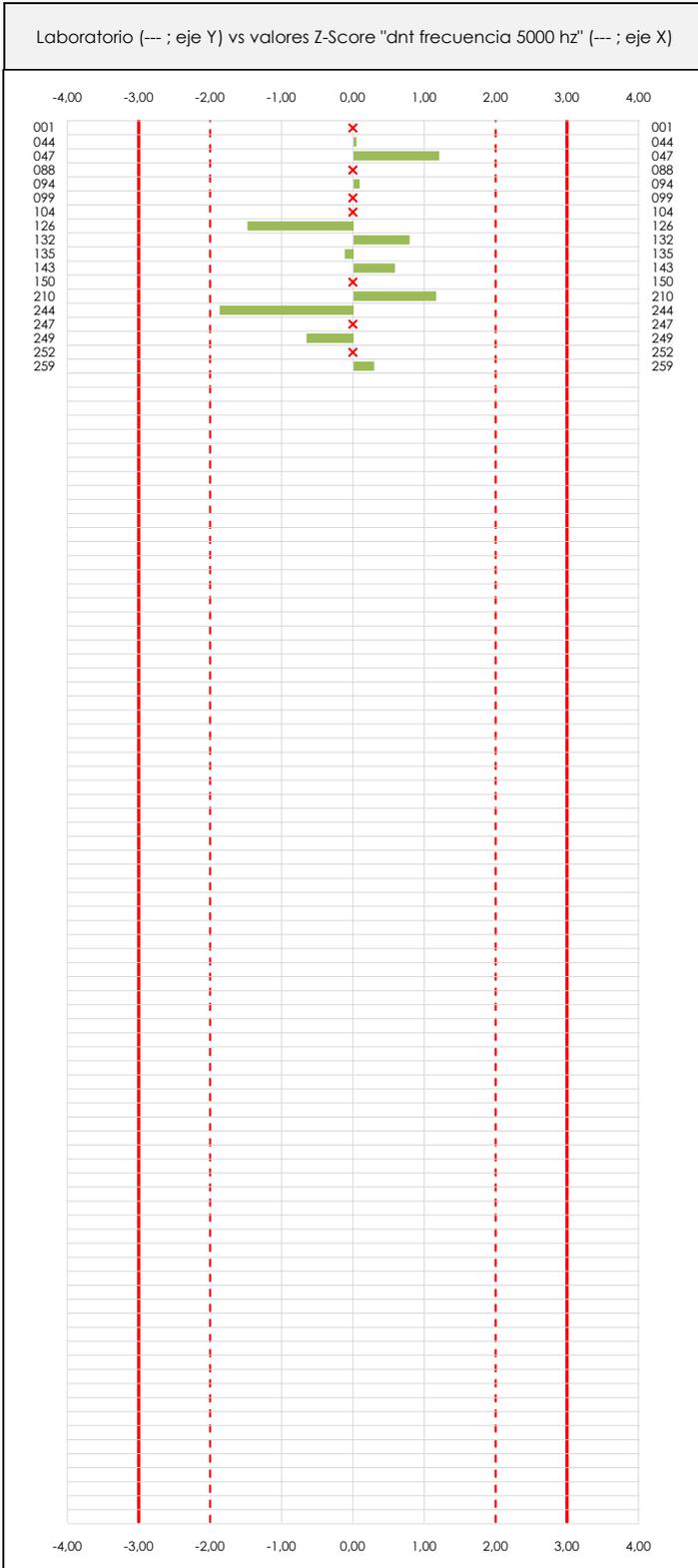
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)

## 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
01	50,00	53,20	53,60	53,10	53,30	52,64	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
44	52,40	52,90	52,20	53,50	52,60	52,72	0,507	0,04	✓	✓	✓			0,043	S
47	53,10	53,20	53,80	53,30	53,00	53,28	0,311	1,10	✓	✓	✓			1,199	S
88	48,00	52,30	51,90	52,20	52,30	51,34	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	52,50	52,80	52,10	53,90	52,40	52,74	0,695	0,08	✓	✓	✓			0,084	S
99	48,10	53,30	53,40	53,70	55,40	52,78	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	51,60	54,10	54,00	53,80	52,80	53,26	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
126	52,90	52,10	51,50	51,20	52,20	51,98	0,661	-1,36	✓	✓	✓			-1,485	S
132	52,40	53,10	53,40	53,20	53,30	53,08	0,396	0,72	✓	✓	✓			0,786	S
135	52,70	52,90	53,30	51,40	52,90	52,64	0,727	-0,11	✓	✓	✓			-0,122	S
143	53,20	52,60	53,10	52,70	53,30	52,98	0,311	0,53	✓	✓	✓			0,580	S
150	55,60	55,70	55,10	55,30	52,20	54,78	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	53,20	53,50	53,10	53,20	53,30	53,26	0,152	1,06	✓	✓	✓			1,158	S
244	51,70	51,25	51,65	52,30	52,06	51,79	0,403	-1,72	✓	✓	✓			-1,876	S
247	51,40	50,40	51,20	51,40	51,50	51,18	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
249	52,50	52,40	52,50	51,80	52,70	52,38	0,342	-0,61	✓	✓	✓			-0,659	S
252							---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
259	52,90	52,80	52,90	52,60	53,00	52,84	0,152	0,27	✓	✓	✓			0,291	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]

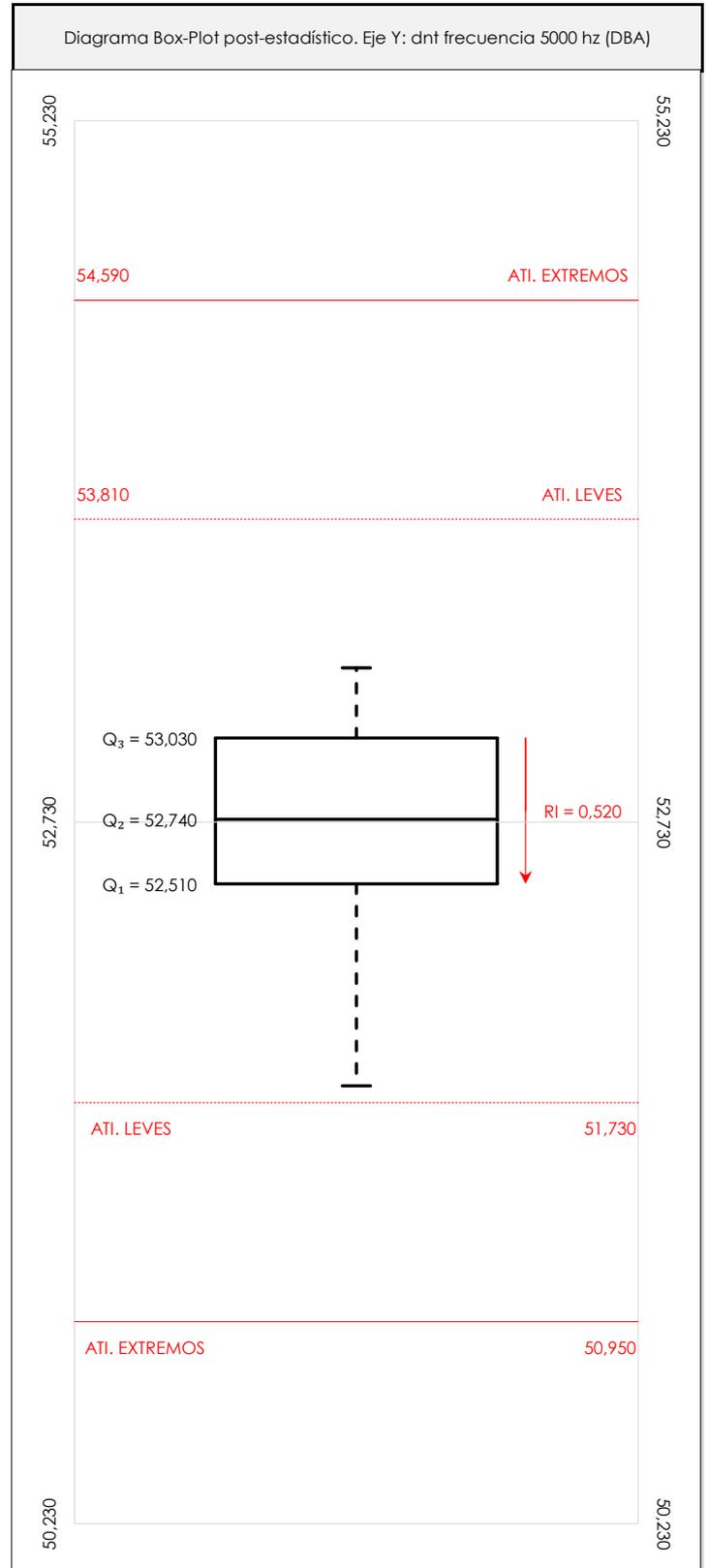
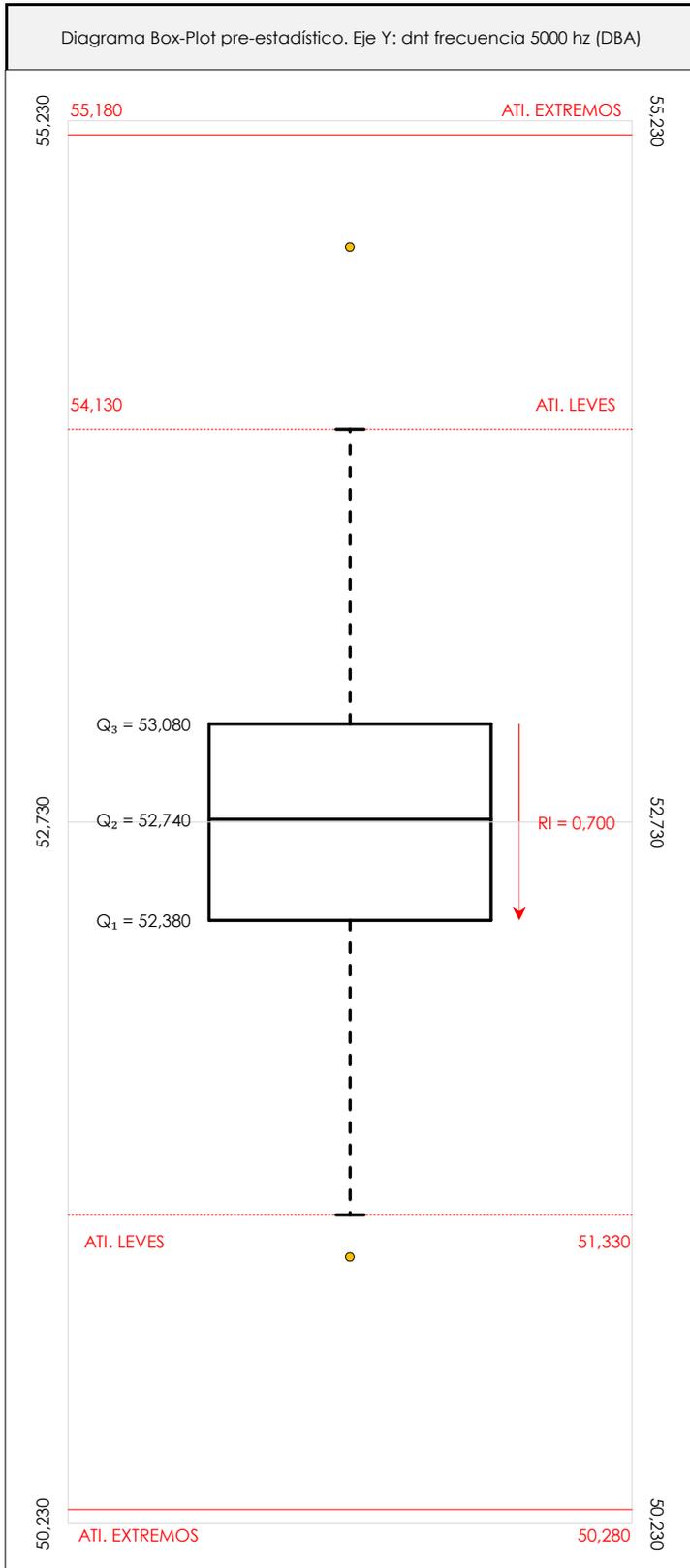
[insatisfactorio]



# DNT FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)

## 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 FRECUENCIA 5000 HZ (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNT FRECUENCIA 5000 HZ", ha contado con la participación de un total de 17 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 6 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 1 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 5 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>	55,60	55,70	55,10	55,30	55,40	54,78	53,20	53,50	53,80	53,90	53,30	53,28
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	48,00	50,40	51,20	51,20	51,50	51,18	51,70	51,25	51,50	51,20	52,06	51,79
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	52,01	52,86	52,87	52,86	52,84	52,69	52,68	52,69	52,69	52,65	52,80	52,70
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,87	1,13	1,02	1,08	0,84	0,83	0,45	0,61	0,75	0,88	0,44	0,48
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,02	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>	1,126	2,941	0,472	1,598	3,504		0,217	1,290	0,191	0,408	1,770	
<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>	2,22	1,74	0,261	2,564	0,1448	2,22	1,74	0,366	2,564	0,1448
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,82	1,51	0,219	2,355	0,2213	1,82	1,51	0,308	2,355	0,2213

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

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

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

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

**CICE**

Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación



**SACE**

Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación

# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE)

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

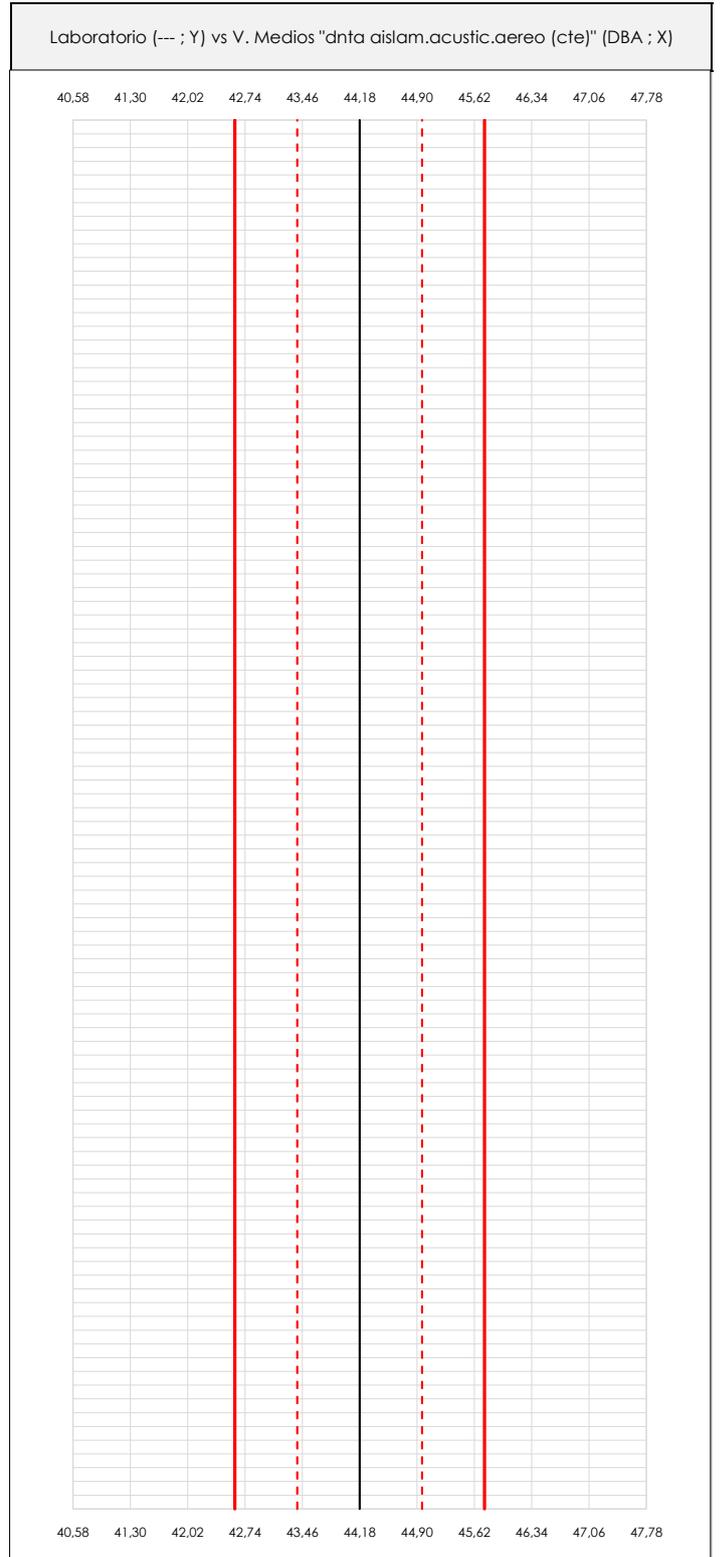
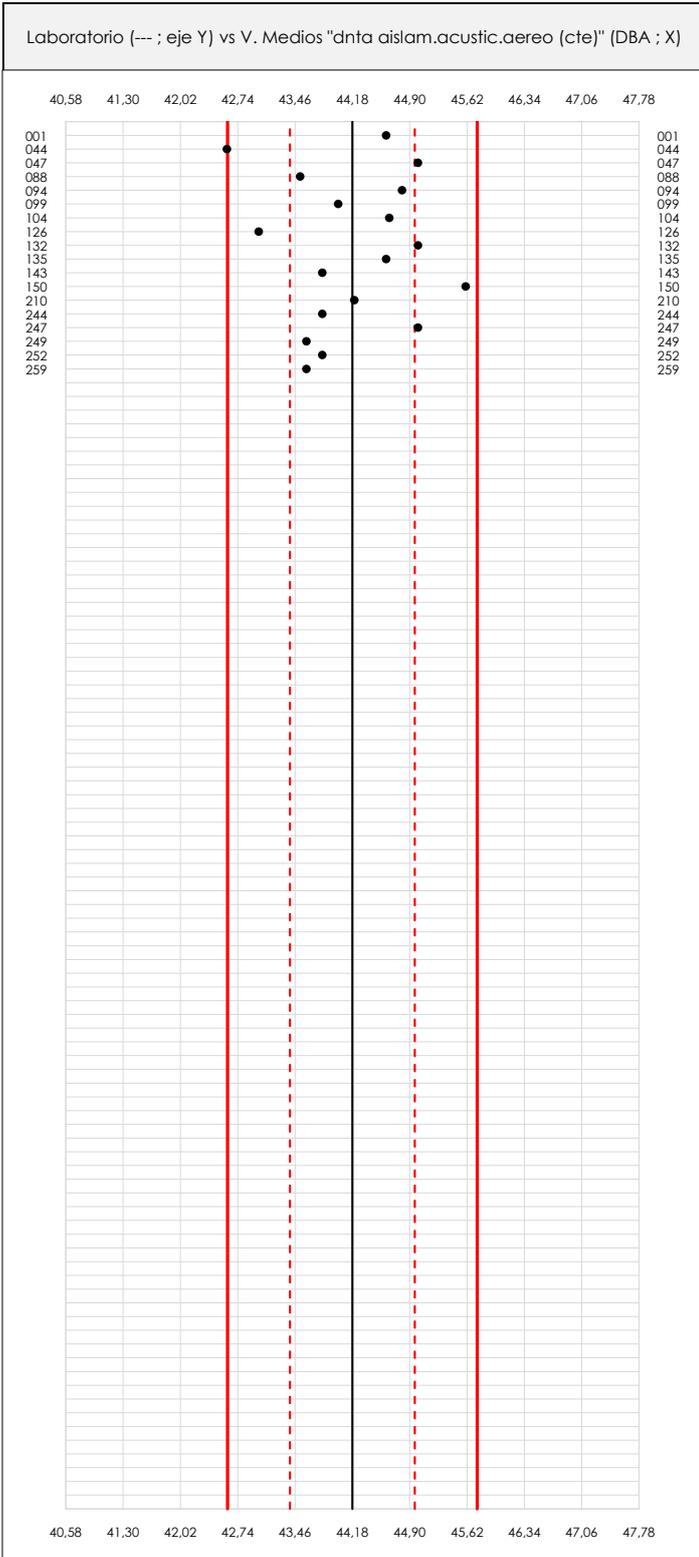
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la  
Calidad de la Edificación



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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 (44,18 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,96/43,39 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,74/42,61 ; líneas rojas de trazo continuo).

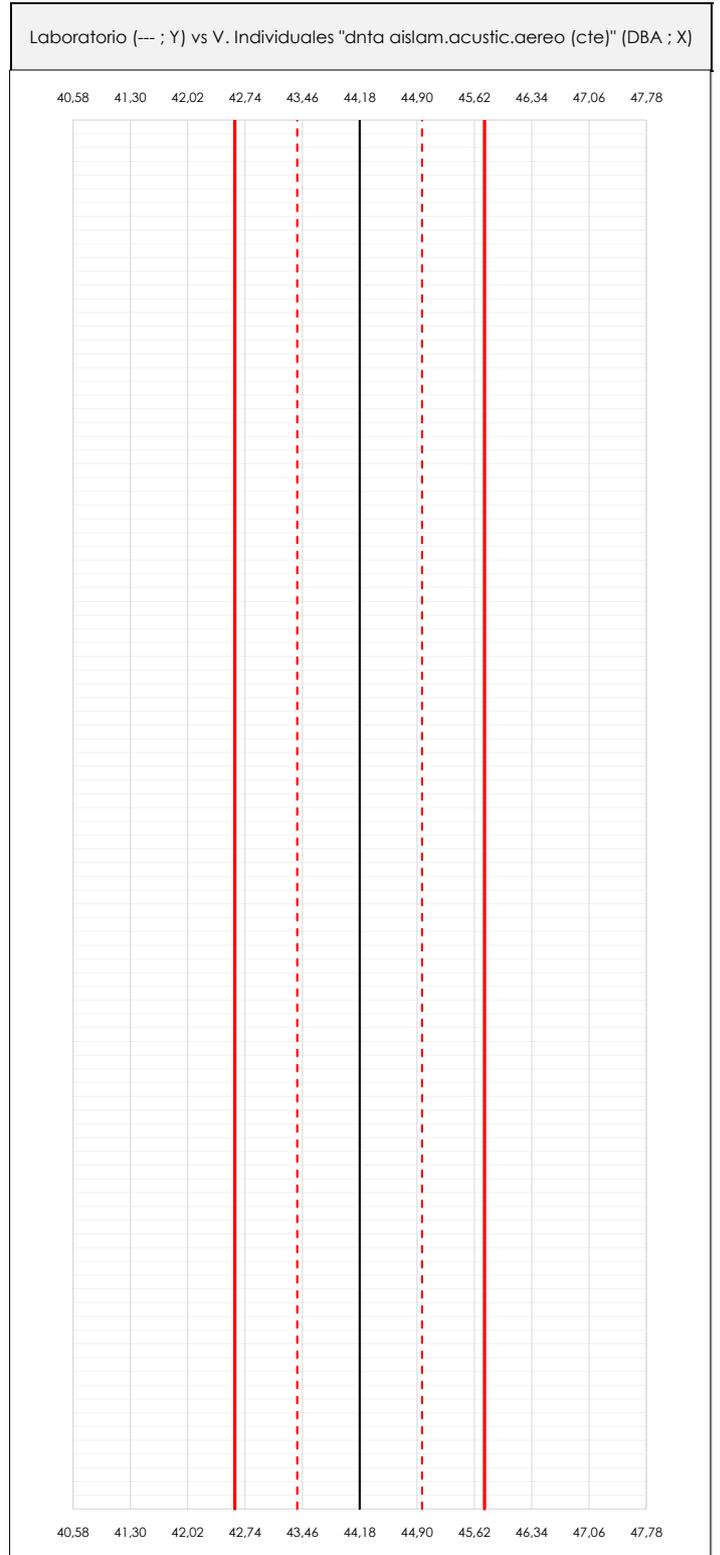
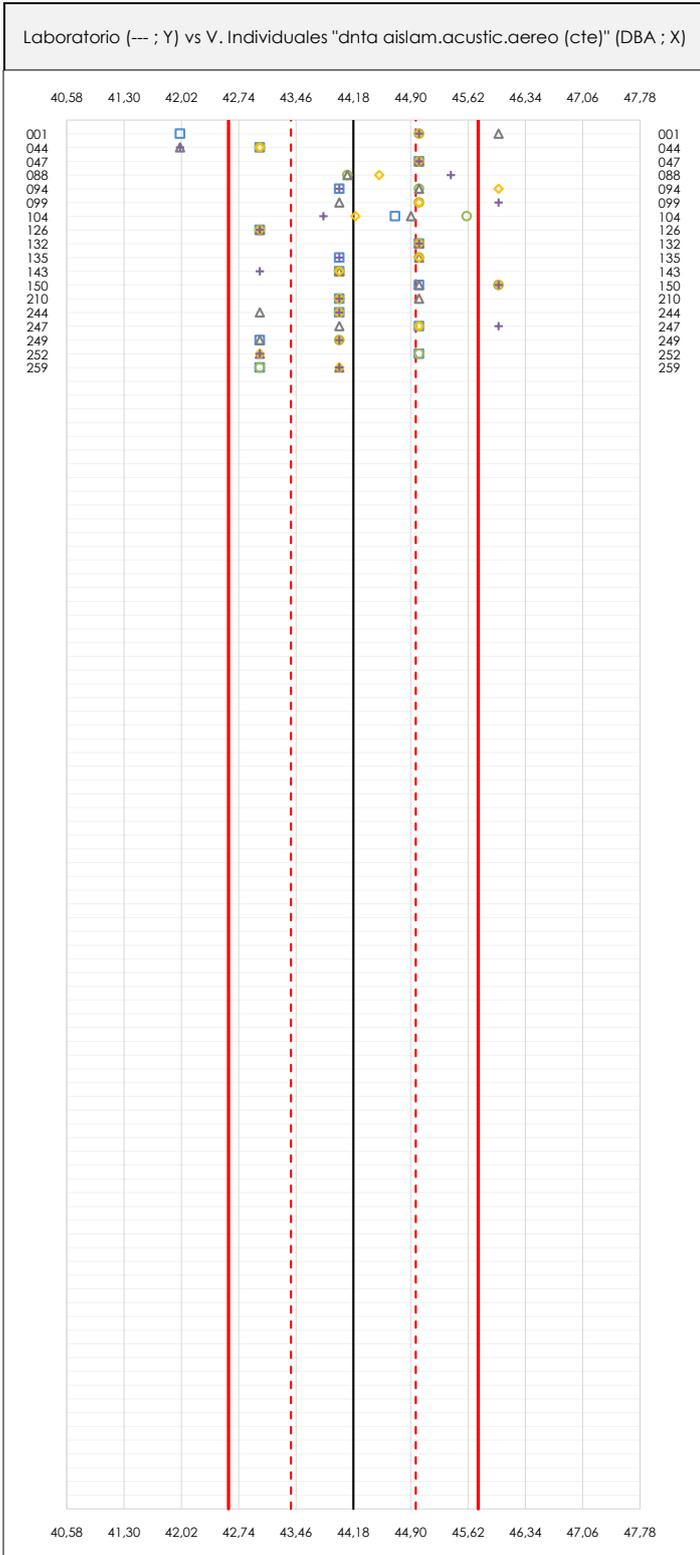
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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 (44,18 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (44,96/43,39 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (45,74/42,61 ; 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.



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Lab	$X_{i_1}$	$X_{i_2}$	$X_{i_3}$	$X_{i_4}$	$X_{i_5}$	$\bar{X}_{i \text{ arit}}$	$S_{Li}$	$D_{i \text{ arit}} \%$	Pasa A	Observaciones
01	42,00	45,00	46,00	45,00	45,00	44,60	1,517	0,96	✓	
44	43,00	43,00	42,00	43,00	42,00	42,60	0,548	-3,57	✓	
47	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,87	✓	
88	39,50	44,10	44,10	44,50	45,40	43,52	2,309	-1,48	✓	
94	44,00	45,00	45,00	46,00	44,00	44,80	0,837	1,41	✓	
99	40,00	45,00	44,00	45,00	46,00	44,00	2,345	-0,40	✓	
104	44,70	45,60	44,90	44,20	43,80	44,64	0,688	1,05	✓	
126	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	0,000	-2,66	✓	
132	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,87	✓	
135	44,00	45,00	45,00	45,00	44,00	44,60	0,548	0,96	✓	
143	44,00	44,00	44,00	44,00	43,00	43,80	0,447	-0,85	✓	
150	45,00	46,00	45,00	46,00	46,00	45,60	0,548	3,22	✓	
210	44,00	44,00	45,00	44,00	44,00	44,20	0,447	0,06	✓	
244	44,00	44,00	43,00	44,00	44,00	43,80	0,447	-0,85	✓	
247	45,00	45,00	44,00	45,00	46,00	45,00	0,707	1,87	✓	
249	43,00	44,00	43,00	44,00	44,00	43,60	0,548	-1,30	✓	
252	45,00	45,00	43,00	43,00	43,00	43,80	1,095	-0,85	✓	
259	43,00	43,00	44,00	44,00	44,00	43,60	0,548	-1,30	✓	

**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]

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

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



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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.

# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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.



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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	
0,71	42,000	45,000	46,000	45,000	45,000	44,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	43,000	43,000	42,000	43,000	42,000	42,600	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
47	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	0,000	1,19	0,81	0,00	---	---	---	---	0,6147	---	✓
88	39,50	44,100	44,100	44,500	45,400	43,520	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	44,00	45,000	45,000	46,000	44,000	44,800	0,837	0,74	0,50	1,56*	0,202	---	---	---	---	---	✓
99	40,00	45,000	44,000	45,000	46,000	44,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	44,70	45,600	44,900	44,200	43,800	44,640	0,688	0,38	0,26	1,28	---	---	---	---	---	---	✓
126	43,000	43,000	43,000	43,000	43,000	43,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
132	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	0,000	1,19	0,81	0,00	---	---	---	---	0,6147	---	✓
135	44,00	45,000	45,000	45,000	44,000	44,600	0,548	0,29	0,20	1,02	---	---	---	---	---	---	✓
143	44,00	44,000	44,000	44,000	43,000	43,800	0,447	-1,51	-1,02	0,83	---	---	---	---	---	---	✓
150	45,000	46,000	45,000	46,000	46,000	45,600	0,548	2,54	1,72	1,02	---	---	1,718	---	0,6147	---	✓
210	44,00	44,000	45,000	44,000	44,000	44,200	0,447	-0,61	-0,41	0,83	---	---	---	---	---	---	✓
244	44,00	44,000	43,000	44,000	44,000	43,800	0,447	-1,51	-1,02	0,83	---	---	---	---	---	---	✓
247	45,000	45,000	44,000	45,000	46,000	45,000	0,707	1,19	0,81	1,31	---	---	---	---	0,6147	---	✓
249	43,000	44,000	43,000	44,000	44,000	43,600	0,548	-1,96	-1,32	1,02	---	1,323	---	0,6183	---	---	✓
252	45,000	45,000	43,000	43,000	43,000	43,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
259	43,000	43,000	44,000	44,000	44,000	43,600	0,548	-1,96	-1,32	1,02	---	1,323	---	0,6183	---	---	✓

**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]

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

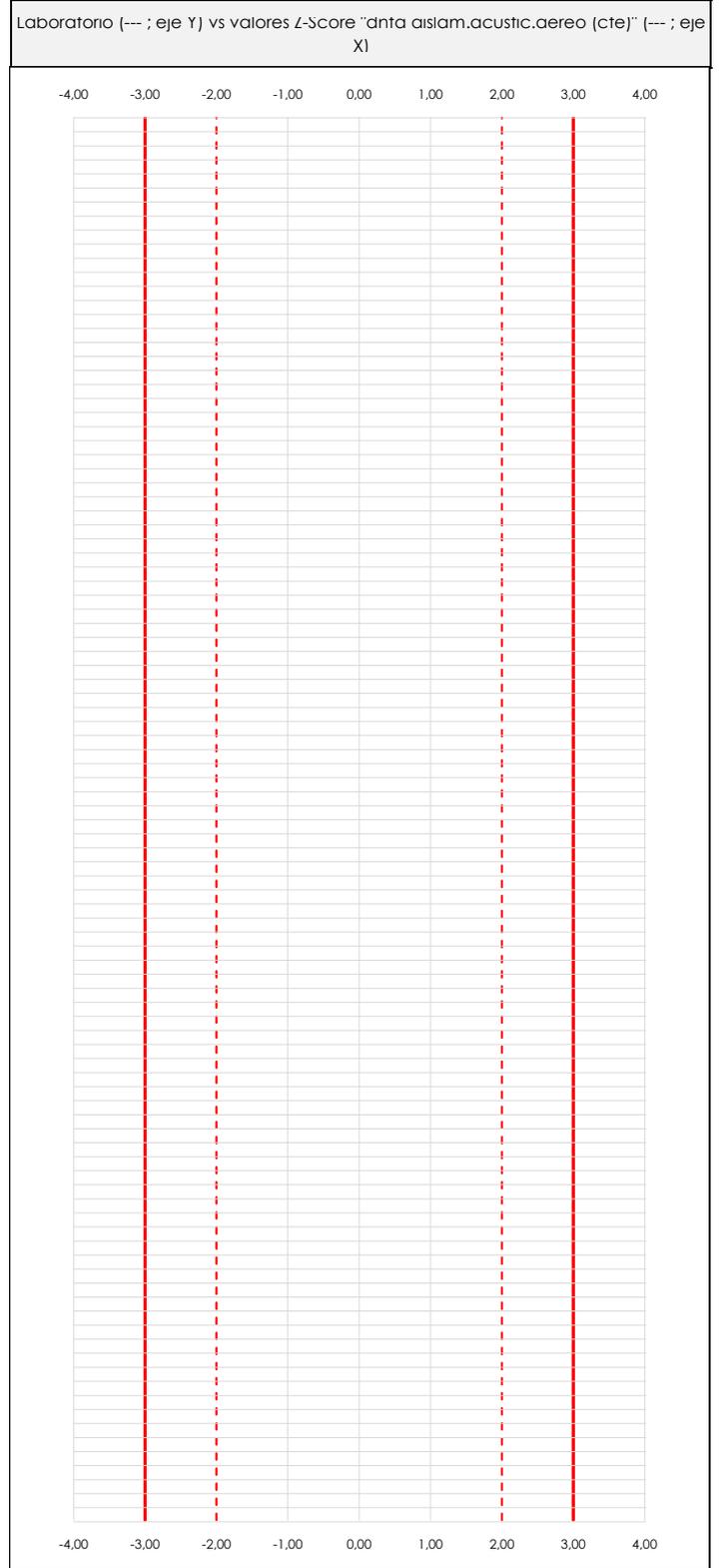
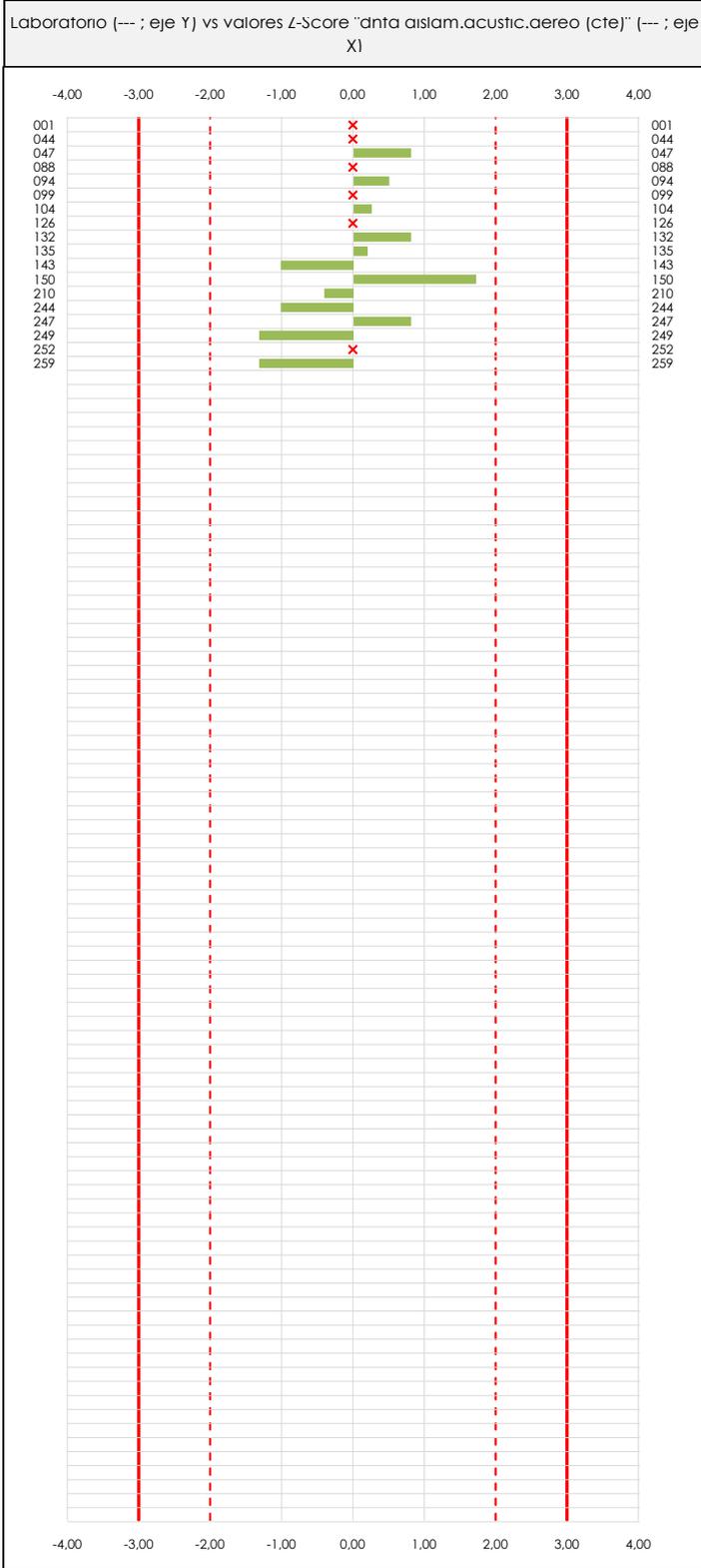
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

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



#### ANALISIS GRAFICO Z-SCORE

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

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



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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
01	42,00	45,00	46,00	45,00	45,00	44,60	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
44	43,00	43,00	42,00	43,00	42,00	42,60	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
47	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,19	✓	✓	✓			0,806	S
88	39,50	44,10	44,10	44,50	45,40	43,52	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	44,00	45,00	45,00	46,00	44,00	44,80	0,837	0,74	✓	✓	✓			0,502	S
99	40,00	45,00	44,00	45,00	46,00	44,00	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	44,70	45,60	44,90	44,20	43,80	44,64	0,688	0,38	✓	✓	✓			0,258	S
126	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
132	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,19	✓	✓	✓			0,806	S
135	44,00	45,00	45,00	45,00	44,00	44,60	0,548	0,29	✓	✓	✓			0,198	S
143	44,00	44,00	44,00	44,00	43,00	43,80	0,447	-1,51	✓	✓	✓			-1,019	S
150	45,00	46,00	45,00	46,00	46,00	45,60	0,548	2,54	✓	✓	✓			1,718	S
210	44,00	44,00	45,00	44,00	44,00	44,20	0,447	-0,61	✓	✓	✓			-0,410	S
244	44,00	44,00	43,00	44,00	44,00	43,80	0,447	-1,51	✓	✓	✓			-1,019	S
247	45,00	45,00	44,00	45,00	46,00	45,00	0,707	1,19	✓	✓	✓			0,806	S
249	43,00	44,00	43,00	44,00	44,00	43,60	0,548	-1,96	✓	✓	✓			-1,323	S
252	45,00	45,00	43,00	43,00	43,00	43,80	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
259	43,00	43,00	44,00	44,00	44,00	43,60	0,548	-1,96	✓	✓	✓			-1,323	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]

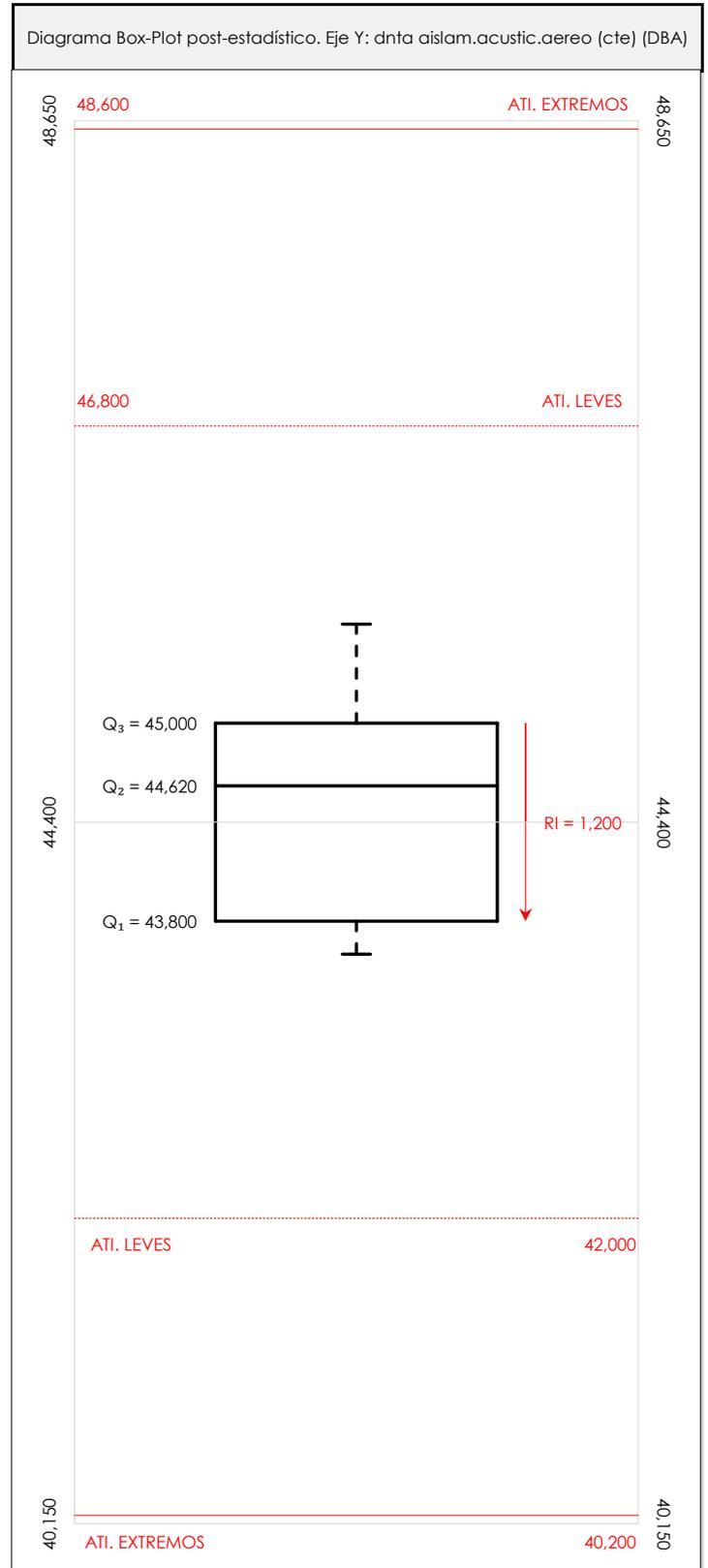
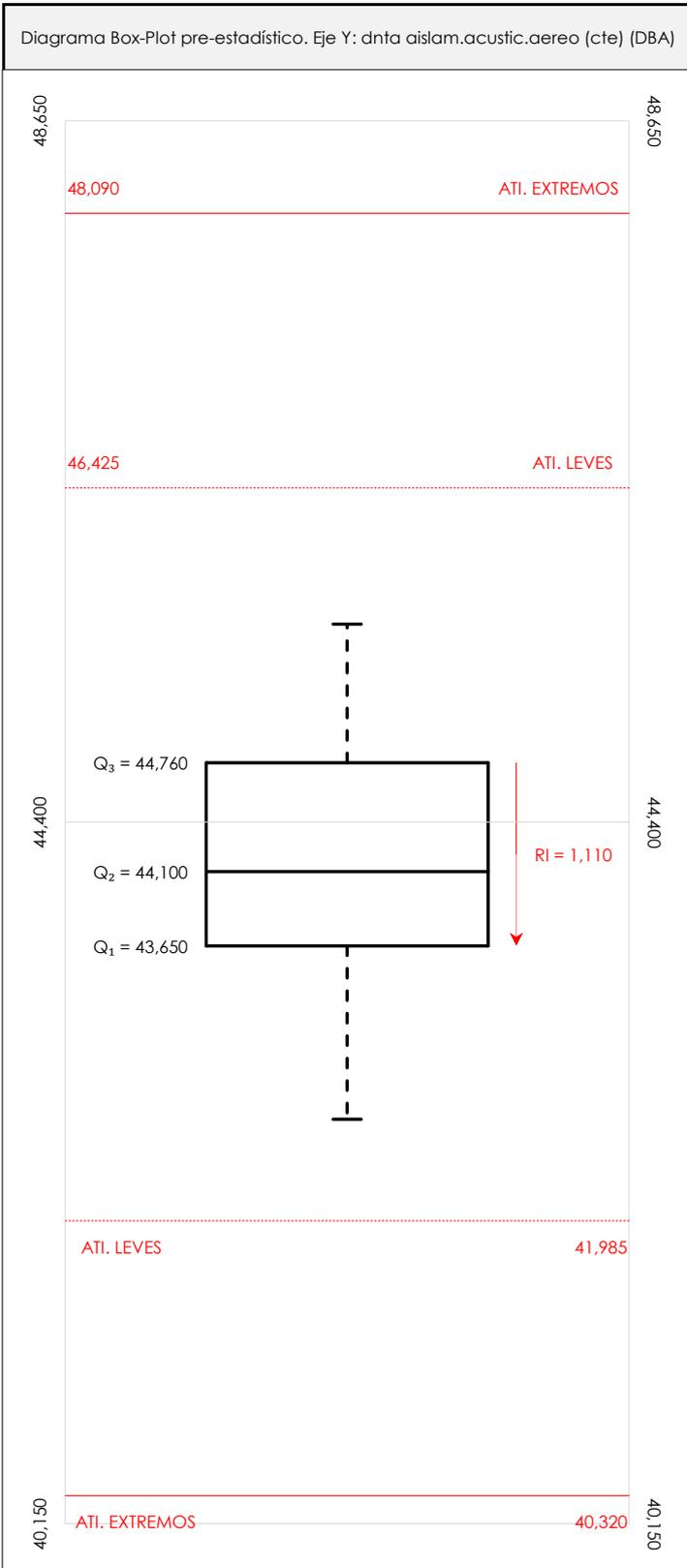
[insatisfactorio]



# DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)

## 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**DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE) (DBA)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNTA AISLAM.ACUSTIC.AEREO (CTE)", ha contado con la participación de un total de 18 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 6 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 6 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>	45,00	46,00	46,00	46,00	46,00	45,60	45,00	46,00	45,00	46,00	46,00	45,60
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	39,50	43,00	42,00	43,00	42,00	42,60	43,00	43,00	43,00	44,00	43,00	43,60
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	43,51	44,48	44,17	44,43	44,29	44,18	44,23	44,63	44,41	44,68	44,40	44,47
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,63	0,89	1,04	0,91	1,15	0,78	0,73	0,84	0,79	0,76	0,91	0,66
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	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>	1,006	2,780	0,413	1,419	3,302		0,289	1,491	0,375	0,664	2,259	
<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>	2,25	1,75	0,249	2,636	0,1738	2,25	1,75	0,343	2,636	0,1738
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,83	1,51	0,209	2,412	0,2537	1,83	1,51	0,288	2,412	0,2537

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 12 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

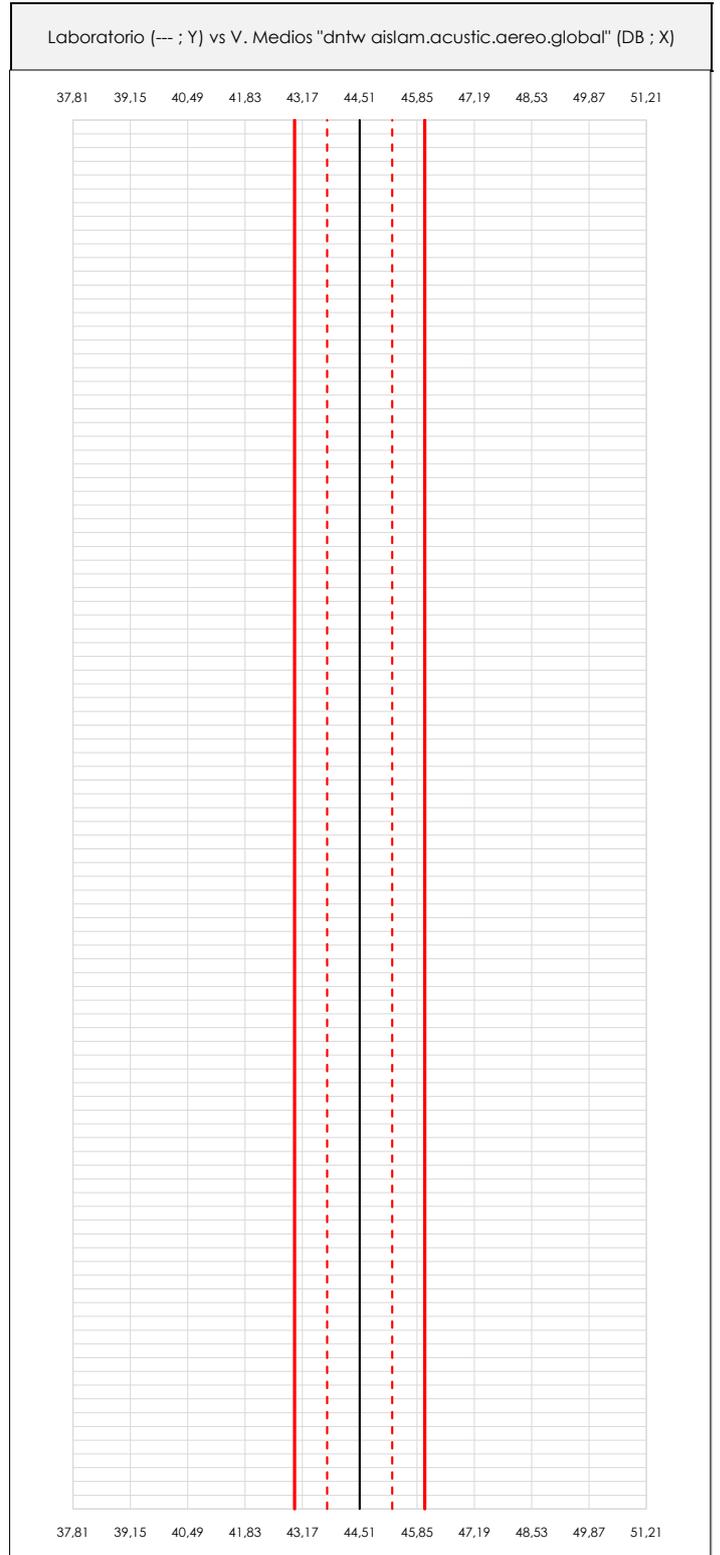
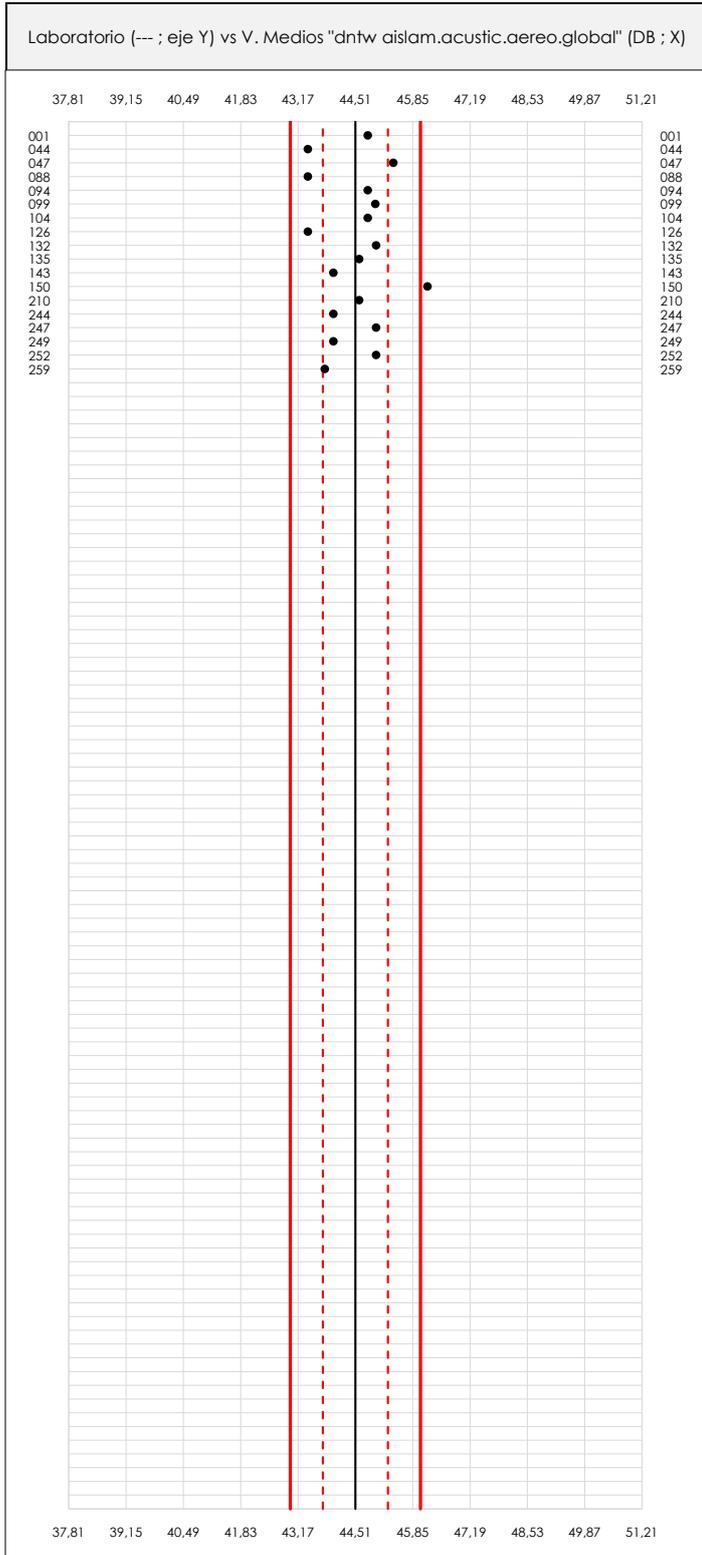
# ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE ACÚSTICA

DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.GLOBAL

# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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 (44,51 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,27/43,75 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,03/42,99 ; líneas rojas de trazo continuo).

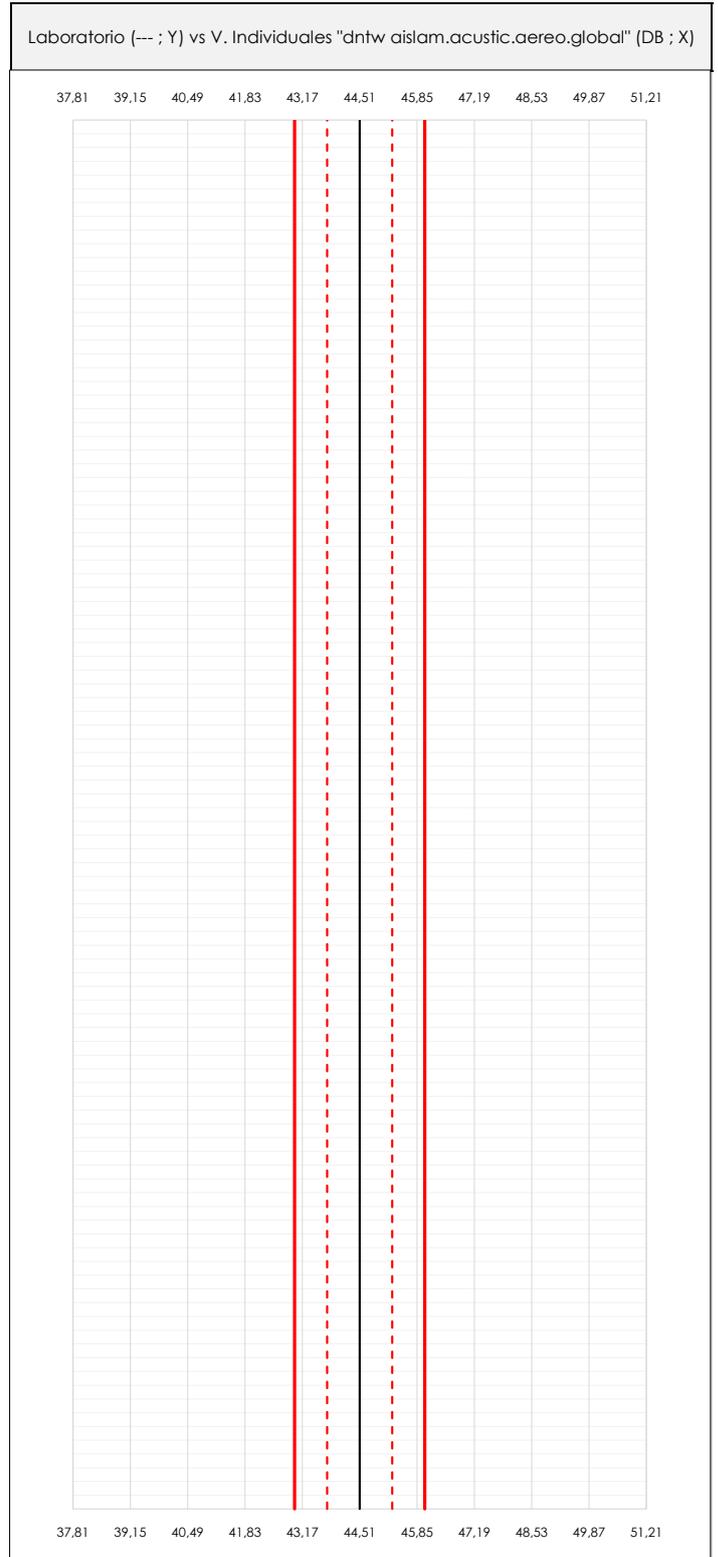
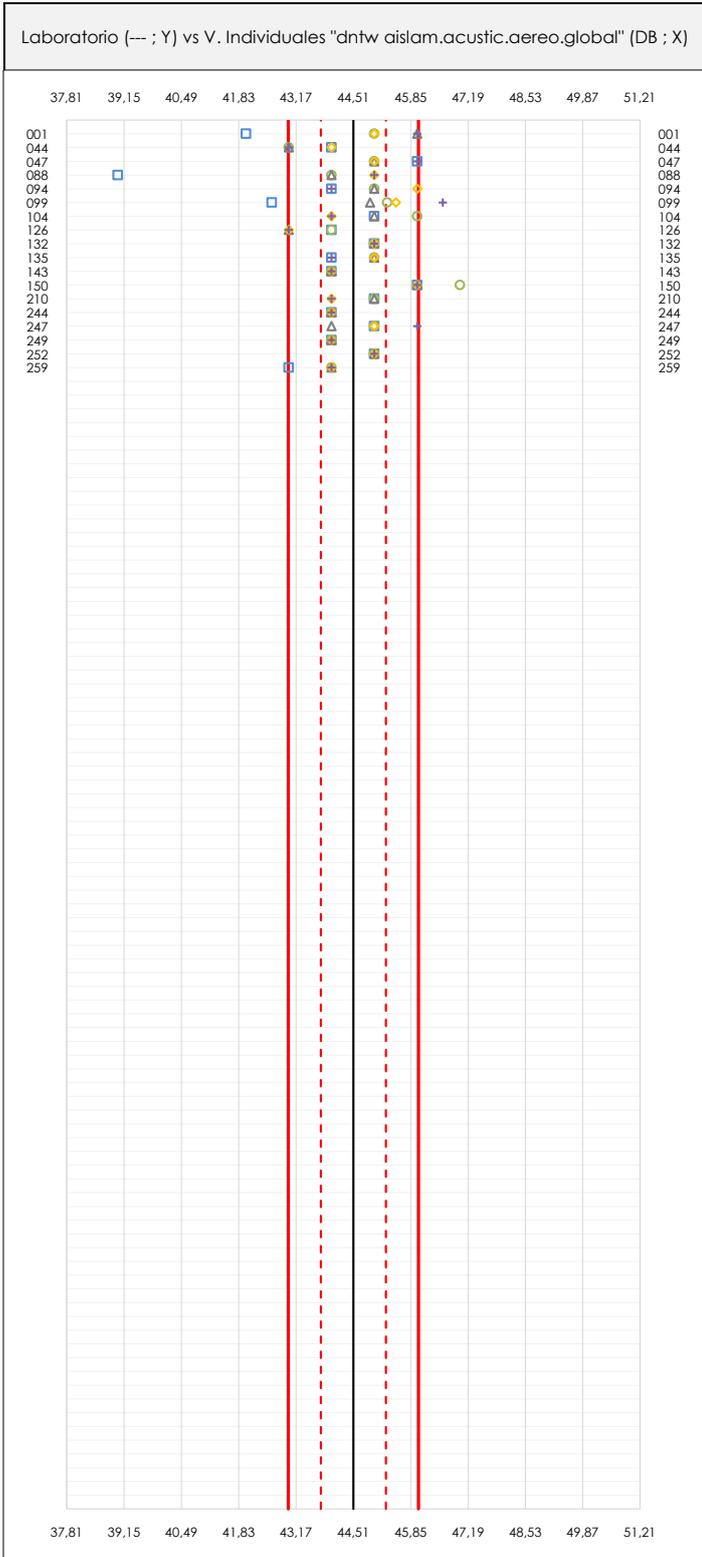
En el eje Y (adimensional) quedan reflejados los códigos de los laboratorios participantes y en el eje X (las unidades son las mismas que las del ensayo que se está analizando) las medias aritméticas intra-laboratorios representadas por punto de color negro.



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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 (44,51 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (45,27/43,75 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (46,03/42,99 ; líneas rojas de trazo continuo).

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

**CICE**Comité de infraestructuras para la  
Calidad de la Edificación**DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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
01	42,00	45,00	46,00	45,00	46,00	44,80	1,643	0,65	✓	
44	44,00	43,00	43,00	44,00	43,00	43,40	0,548	-2,49	✓	
47	46,00	45,00	45,00	45,00	46,00	45,40	0,548	2,00	✓	
88	39,00	44,00	44,00	45,00	45,00	43,40	2,510	-2,49	✓	
94	44,00	45,00	45,00	46,00	44,00	44,80	0,837	0,65	✓	
99	42,60	45,30	44,90	45,50	46,60	44,98	1,472	1,06	✓	
104	45,00	46,00	45,00	44,00	44,00	44,80	0,837	0,65	✓	
126	44,00	44,00	43,00	43,00	43,00	43,40	0,548	-2,49	✓	
132	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,10	✓	
135	44,00	45,00	45,00	45,00	44,00	44,60	0,548	0,20	✓	
143	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	-1,15	✓	
150	46,00	47,00	46,00	46,00	46,00	46,20	0,447	3,80	✓	
210	45,00	45,00	45,00	44,00	44,00	44,60	0,548	0,20	✓	
244	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	-1,15	✓	
247	45,00	45,00	44,00	45,00	46,00	45,00	0,707	1,10	✓	
249	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	-1,15	✓	
252	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,10	✓	
259	43,00	44,00	44,00	44,00	44,00	43,80	0,447	-1,60	✓	

**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]

# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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 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.

# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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.



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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
0,71	42,000	45,000	46,000	45,000	46,000	44,800	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
44	44,00	43,000	43,000	44,000	43,000	43,400	0,548	-2,28	-1,59	1,08	---	1,586	---	0,5485	---	✓
47	46,00	45,000	45,000	45,000	46,000	45,400	0,548	2,22	1,54	1,08	---	---	1,541	---	0,7140	✓
88	39,00	44,000	44,000	45,000	45,000	43,400	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
94	44,00	45,000	45,000	46,000	44,000	44,800	0,837	0,87	0,60	1,65*	0,194	---	---	---	---	✓
99	42,60	45,300	44,900	45,500	46,600	44,980	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
104	45,00	46,000	45,000	44,000	44,000	44,800	0,837	0,87	0,60	1,65*	0,194	---	---	---	---	✓
126	44,00	44,000	43,000	43,000	43,000	43,400	0,548	-2,28	-1,59	1,08	---	1,586	---	0,5485	---	✓
132	45,00	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	0,000	1,32	0,92	0,00	---	---	---	---	0,7140	✓
135	44,00	45,000	45,000	45,000	44,000	44,600	0,548	0,42	0,29	1,08	---	---	---	---	---	✓
143	44,00	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	0,000	-0,93	-0,65	0,00	---	---	---	---	---	✓
150	46,00	47,000	46,000	46,000	46,000	46,200	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
210	45,00	45,000	45,000	44,000	44,000	44,600	0,548	0,42	0,29	1,08	---	---	---	---	---	✓
244	44,00	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	0,000	-0,93	-0,65	0,00	---	---	---	---	---	✓
247	45,00	45,000	44,000	45,000	46,000	45,000	0,707	1,32	0,92	1,39	---	---	---	---	0,7140	✓
249	44,00	44,000	44,000	44,000	44,000	44,000	0,000	-0,93	-0,65	0,00	---	---	---	---	---	✓
252	45,00	45,000	45,000	45,000	45,000	45,000	0,000	1,32	0,92	0,00	---	---	---	---	0,7140	✓
259	43,00	44,000	44,000	44,000	44,000	43,800	0,447	-1,38	-0,96	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>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:

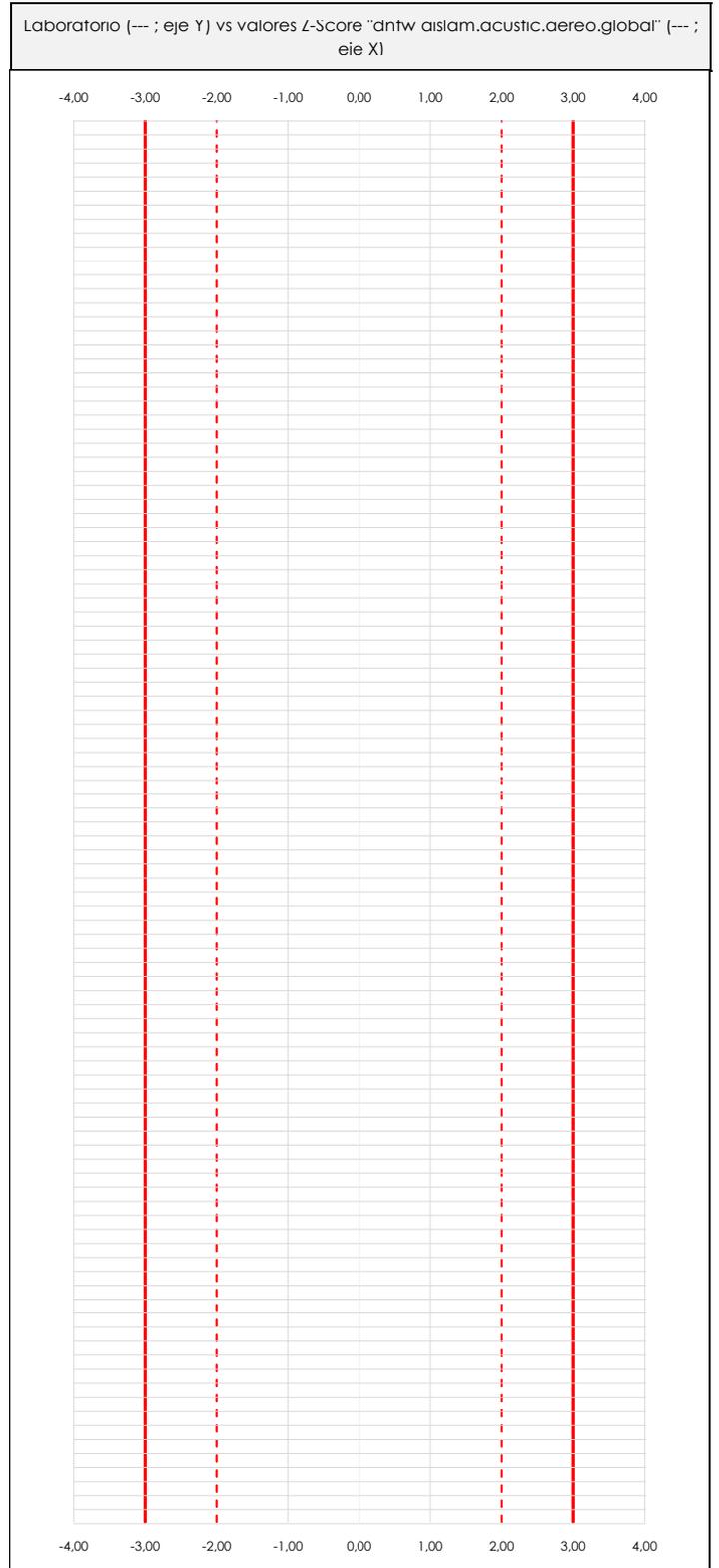
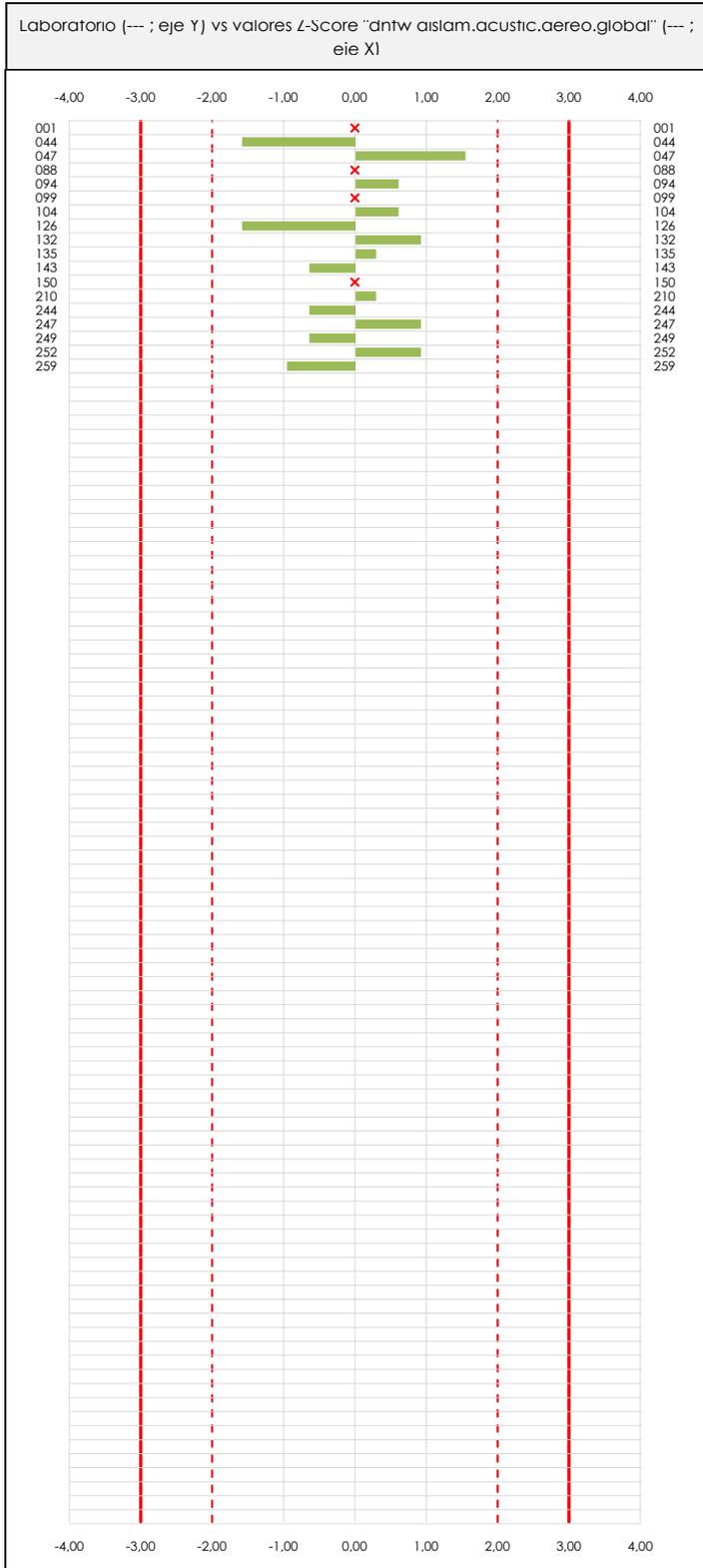
[aberrante] [anómalo] [máximo] [mínimo]



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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.



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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>Li</sub>	D <sub>i crit %</sub>	Pasa A	Pasa B	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
01	42,00	45,00	46,00	45,00	46,00	44,80	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
44	44,00	43,00	43,00	44,00	43,00	43,40	0,548	-2,28	✓	✓	✓			-1,586	S
47	46,00	45,00	45,00	45,00	46,00	45,40	0,548	2,22	✓	✓	✓			1,541	S
88	39,00	44,00	44,00	45,00	45,00	43,40	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
94	44,00	45,00	45,00	46,00	44,00	44,80	0,837	0,87	✓	✓	✓			0,603	S
99	42,60	45,30	44,90	45,50	46,60	44,98	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
104	45,00	46,00	45,00	44,00	44,00	44,80	0,837	0,87	✓	✓	✓			0,603	S
126	44,00	44,00	43,00	43,00	43,00	43,40	0,548	-2,28	✓	✓	✓			-1,586	S
132	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,32	✓	✓	✓			0,916	S
135	44,00	45,00	45,00	45,00	44,00	44,60	0,548	0,42	✓	✓	✓			0,290	S
143	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	-0,93	✓	✓	✓			-0,648	S
150	46,00	47,00	46,00	46,00	46,00	46,20	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
210	45,00	45,00	45,00	44,00	44,00	44,60	0,548	0,42	✓	✓	✓			0,290	S
244	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	-0,93	✓	✓	✓			-0,648	S
247	45,00	45,00	44,00	45,00	46,00	45,00	0,707	1,32	✓	✓	✓			0,916	S
249	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	0,000	-0,93	✓	✓	✓			-0,648	S
252	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	0,000	1,32	✓	✓	✓			0,916	S
259	43,00	44,00	44,00	44,00	44,00	43,80	0,447	-1,38	✓	✓	✓			-0,961	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

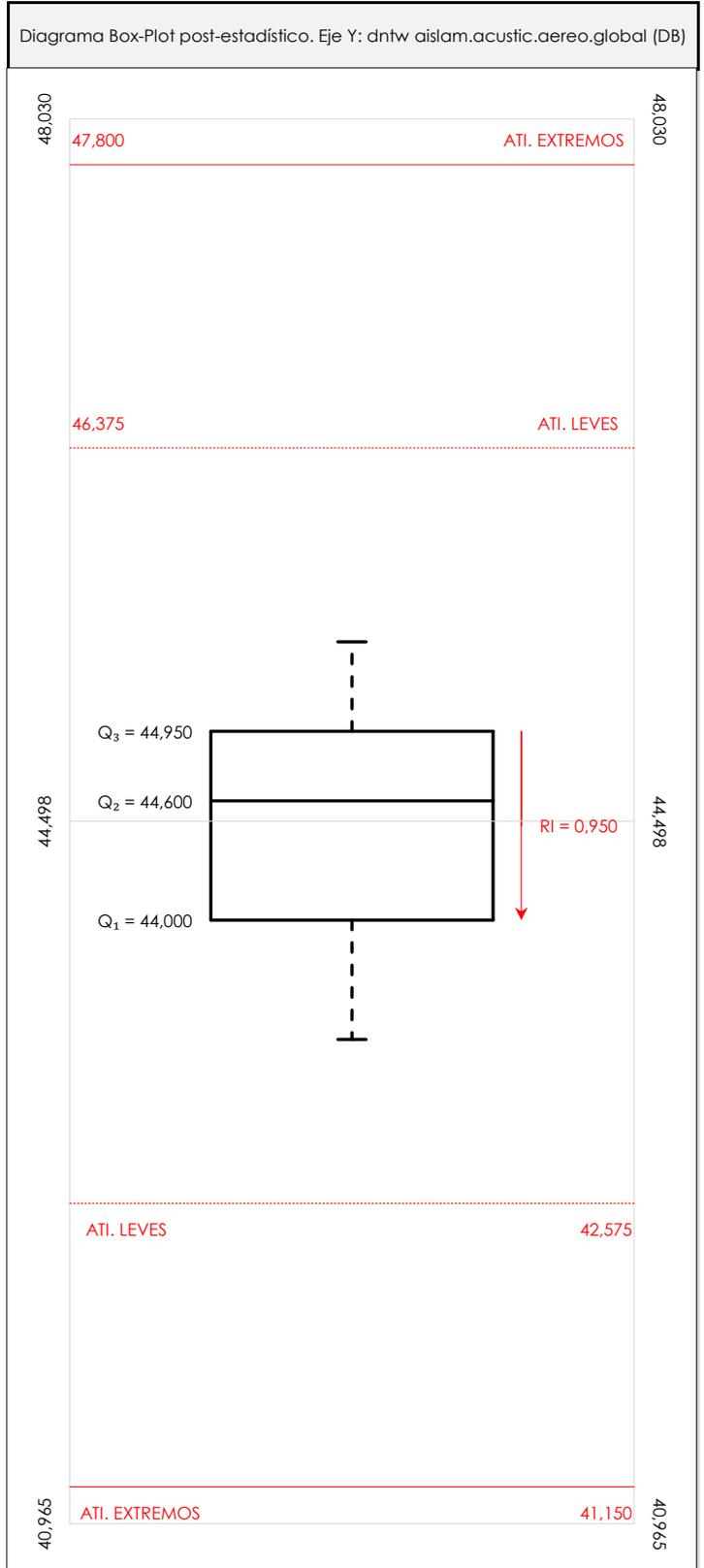
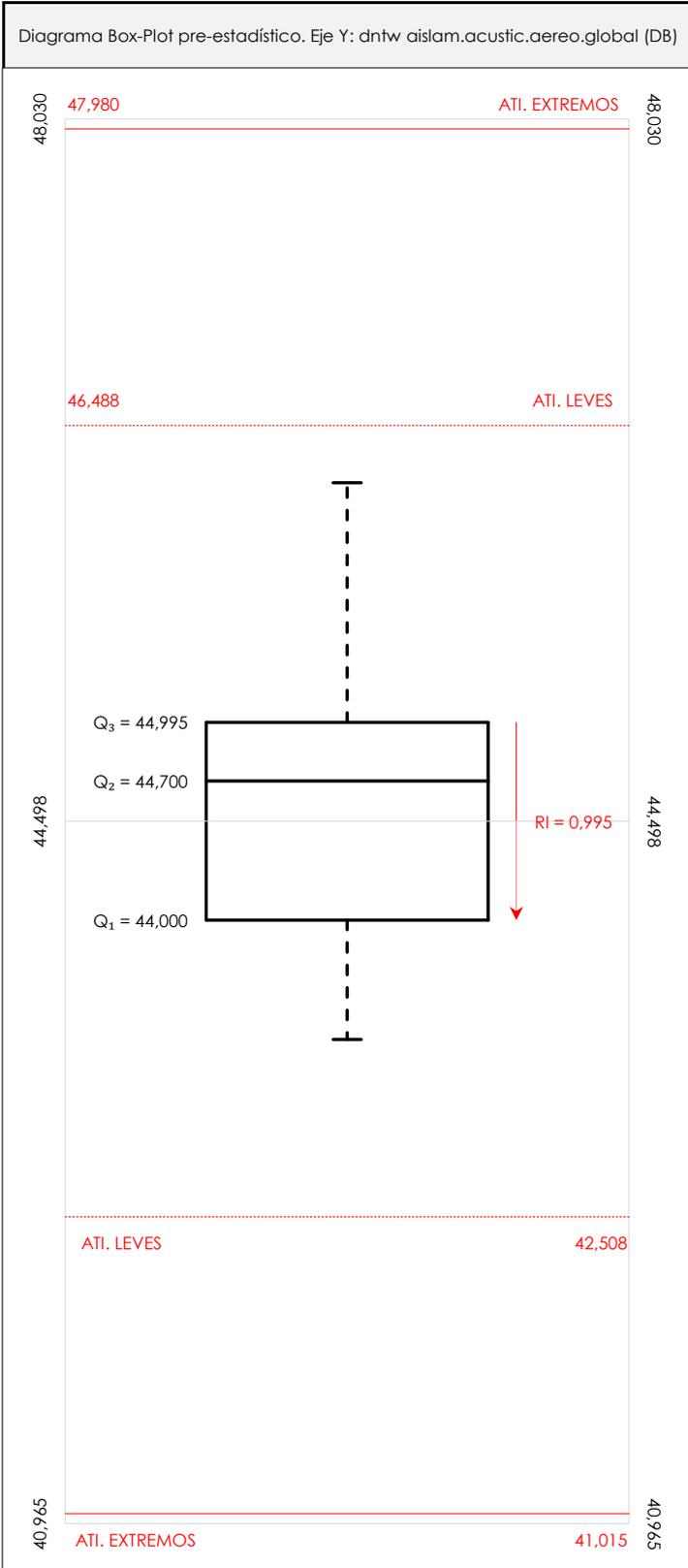
**SACE**  
Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación



# DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.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**DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.GLOBAL (DB)****Conclusiones**

## Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA20 para el ensayo "DNTW AISLAM.ACUSTIC.AEREO.GLOBAL", ha contado con la participación de un total de 18 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 5 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 4 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 0 en el Análisis Pre-Estadístico (por no cumplir el criterio de validación y/o el procedimiento de ejecución recogido en la norma de ensayo) y 4 en el Análisis Estadístico (por resultar anómalos o aberrantes en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel y en los ensayos de detección de resultados numéricos de Cochran y Grubbs), al cabo de 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>	46,00	47,00	46,00	46,00	46,60	46,20	46,00	46,00	45,00	46,00	46,00	45,40
<b>Valor Mínimo (min ; %)</b>	39,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,40	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	43,40
<b>Valor Promedio (M ; %)</b>	43,98	44,74	44,55	44,64	44,64	44,51	44,43	44,57	44,36	44,43	44,29	44,41
<b>Desviación Típica (SDL ; ---)</b>	1,63	0,90	0,85	0,80	1,09	0,76	0,76	0,76	0,74	0,76	0,91	0,64
<b>Coef. Variación (CV ; ---)</b>	0,04	0,02	0,02	0,02	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>	0,832	2,528	0,412	1,244	3,092		0,257	1,406	0,358	0,615	2,173	
<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>	2,30	1,76	0,249	2,755	0,2280	2,30	1,76	0,304	2,755	0,2280
<b>Nivel de Significación 5%</b>	1,85	1,52	0,209	2,507	0,3112	1,85	1,52	0,255	2,507	0,3112

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 14 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.