

# **INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO (EILA 2023)**

**ENSAYOS DE HORMIGÓN.v1**

**A nivel de central de fabricación:**

**CENTRAL 02**

<b>ENSAYOS DE HORMIGÓN</b> .....	1
1. OBJETIVOS DEL EILA23 .....	3
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	4
3. HORMIGÓN: TIPO Y FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS.....	5
4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES EN EL EILA23 HORMIGONES.....	9
5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS.....	10
<b>A. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO</b> .....	16
i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central. <b>HA-30/F/20/XC4</b>	
16	
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central <i>(con todo el grupo de valores, antes de descartar)</i> .....	16
<b>B. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CILÍNDRICAS</b> .....	17
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. <b>HA-30/F/20/XC4</b>	
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central <i>(con todo el grupo de valores, antes de descartar)</i> .....	17
<b>c. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CÚBICAS</b> .....	18
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. <b>HA-30/F/20/XC4</b>	
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central <i>(con todo el grupo de valores, antes de descartar)</i> .....	18
<b>d. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS DENSIDAD SATURADA DEL HORMIGÓN ENDURECIDO</b> .....	19
i. Resultados aportados de los tres ensayos por código y Central. <b>HA-30/F/20/XC4</b>	
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central <i>(con todo el grupo de valores, antes de descartar)</i> .....	19
<b>E. CALIBRACIONES DE LOS EQUIPOS</b> .....	20
<b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ZSCORE DE RESULTADOS CENTRAL 02:</b> .....	21
6. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN .....	62.
7. AGRADECIMIENTOS .....	64.

## 1. OBJETIVOS DEL EILA23

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios de ensayo para el control de calidad de la edificación tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025**, de acuerdo con la cual deben tener implantado un sistema de gestión de la calidad, y para ello, en su apartado 7.7 “*Aseguramiento de la **validez** de los resultados*” establece que, para planificar y revisar este seguimiento, debe incluir, entre otros, la participación en comparaciones interlaboratorios de ensayos de aptitud y mantener, de acuerdo con su apartado 8, el sistema de gestión citado.

Según define la **Guía sobre la participación en programas de intercomparación G-ENAC-14**, “las intercomparaciones consisten en la organización, el desarrollo y la evaluación de ensayos del mismo ítem o ítems similares por varios laboratorios, de acuerdo con condiciones preestablecidas.”

Éstas incluyen diferentes objetivos:

- Evaluación del desempeño de los laboratorios para ensayos.
- Identificación de problemas en los laboratorios e inicio de actividades correctivas.
- Establecimiento de eficacia y comparabilidad de ensayos.
- Identificación de diferencias entre laboratorios.
- Caracterización de métodos.
- Educación de los laboratorios participantes, basándose en los resultados de su participación.

Sobre estos objetivos, en las Jornadas de inicio de los diferentes ejercicios EILA se realizan ponencias de carácter formativo, con la colaboración de expertos del Instituto Eduardo Torroja.

## 2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos por los laboratorios se analiza siguiendo las siguientes normas:

- **UNE 82009-2:1999** “*Exactitud (veracidad y precisión) de resultados y métodos de medición. Parte 2: Método básico para la determinación de la repetibilidad y la reproducibilidad de un método de medición normalizado*”.
- **UNE-EN ISO/IEC 17043:2010** “*Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud*”, tomando como valor de referencia del ensayo los valores medios no aberrantes obtenidos.

Además, se consideran dos documentos de ayuda elaborados por la **Entidad Nacional de Acreditación ENAC** para la realización de los ejercicios de intercomparación:

- **NT-03** “*Política de ENAC sobre Intercomparaciones*”.
- **G-ENAC-14** “*Guía sobre la participación en programas de intercomparación*”.

Asimismo, conforme al “*Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal (EILA23) de ensayos de hormigón*”, cada ensayo será evaluado con el cumplimiento de las Normas UNE que se indican a continuación:

- Toma de muestras de hormigón fresco, según **UNE-EN 12350-1:2009**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- Fabricación de probetas, según **UNE-EN 12390-2:2009** y **UNE-EN 12390-2:2009/1M:2015**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia, y art. 57.3.2 del Código Estructural.
- Resistencia a compresión del hormigón a **28 días**, según **UNE-EN 12390-3: 2009**, y **UNE-EN 12390-3:2009/AC:2011**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de resistencia a compresión de probetas, y art. 57.3.2 del Código Estructural en lo referente al recorrido relativo entre las tres probetas a ensayar y, además, no se aplicará el factor de conversión de la tabla 57.3.2 del Código Estructural, en adelante Código.
- Densidad del hormigón endurecido, según **UNE EN 12390-7:2020**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 7. por el método por desplazamiento de agua.

### 3. HORMIGÓN: TIPO Y FABRICACIÓN DE LAS PROBETAS.

El tipo de hormigón que se establece por Protocolo es: **HA-30/F/20/XC4**

- Consistencia fluida
- Tamaño máximo del árido 20
- Resistencia característica de 30 N/mm<sup>2</sup>
- Mínimo contenido de cemento: 300Kg/m<sup>3</sup>
- Máxima relación agua cemento: 0.55
- Tipo de ambiente:

XC4	Sequedad y humedad cíclicas.	Elementos de hormigón armado o pretensado en el exterior, expuestos al contacto con el agua, de forma no permanente (por ejemplo, la procedente de la lluvia).
-----	------------------------------	--

La elección del suministrador de hormigón, por parte de la asociación colaboradora ANEFHOP, ha sido, preferentemente, de plantas con hormigón que disponga de distintivo de calidad oficialmente reconocido (DCOR) y amasado con amasadora fija, al objeto de garantizar los requisitos de homogeneidad establecidos en el Código Estructural. Los Coordinadores autonómicos son los que han elegido un laboratorio, de entre los participantes, para realizar, en su caso, los ensayos de homogeneidad el día de la toma, quedando reflejado en su *Acta de Toma de muestras y de Incidencias* suscrita.

En todo caso, la central ha hecho entrega de la correspondiente *Hoja de suministro de carga* el mismo día de celebración al coordinador autonómico.

#### **Evidencias en el video de fabricación de las probetas en las Jornadas de puertas abiertas:**

Tras el video de fabricación de las probetas de hormigón realizado el año pasado, se han recibido apreciaciones que nos parecen de interés para subsanar los errores cometidos en el video y para trasladar puntos que la norma no aclara:

- a. El uso de la tolva de llenado (embudo) es opcional, indicar si hay casos en los que sea necesaria.
- b. Es preceptivo el uso de barra compactadora de sección transversal circular, recta, con sus extremos redondeados (y no cónicos como se hizo en el video).

- c. Es preceptivo el uso de regla graduada, con divisiones  $\leq 5\text{mm}$  y con el punto cero en uno de sus extremos (y no de flexómetro como se hizo en el video). El Apto 4.1.9. de la norma UNE EN 12350-1:2020, indica además que sea metálica.
- d. Aclarar si el operario tiene que estar ubicado dentro o fuera de la placa mientras se efectúa el levantamiento del cono. El movimiento del operario encima de la placa podría producir vibraciones. Y en base a esta decisión, establecer unas dimensiones de la bandeja/ chapa de base rígida, plana, no absorbente.

### Conservación de las probetas in situ antes de su recogida:

Las fechas de fabricación de las probetas en el EILA23 se han concentrado entre el 19 de abril al 19 de junio. Las probetas, una vez fabricadas y mantenidas en el molde, han permanecido en torno a las 24 horas y nunca más de 48 horas en la central, de conformidad con el citado *art.57.3.2* del Código.

En verano: mínimo 16h/máximo 48 h

En invierno: mínimo 24h/ máximo 72 h

Los datos obtenidos se han agrupado por central de hormigón (para asegurar características similares) y por material fabricado de una sola vez (misma amasada o unidad de producción) para poder garantizar la homogeneidad de la muestra a ensayar, y dar validez al análisis estadístico del ejercicio de intercomparación.

Sobre las condiciones de **temperatura de conservación** de las probetas en obra, el Código establece:

En verano entre 20 a 30 °C

En invierno entre 15 a 25 °C

**CENTRAL 2:** el 70% de los laboratorios indica una temperatura ambiente en torno a los 20 °C. El 30% la señala entre 21,4 ° y 23, 2°C. El código 066 indica una temperatura ambiente de 18,1°C, habría que comprobar el equipo con el que midió, y/o si su situación, en la toma, difería del resto de participantes.

Al no haber recibido el Acta de la toma no se puede saber.

En el citado artículo 57.3.2 del Código, además, se dice que, en caso de no poder mantener las probetas en dicho intervalo de temperaturas durante un periodo superior a 2 horas:” el *constructor deberá disponer una **habitación o recinto donde depositar las probetas y que sea capaz de mantener las temperaturas de conservación establecidas**. La existencia de dicho recinto deberá quedar debidamente*

*documentada en los correspondientes partes de fabricación de probetas.” Para ello, debían modificar sus partes de obra (albaranes) incorporando este nuevo dato.*

Se observa que no todos los laboratorios lo tienen actualizado, incluidos los que realizan el ensayo de homogeneidad. Se recomienda además un apartado de observaciones donde poder indicar si el recinto garantiza la temperatura constante o no.

**CENTRAL 2:** De los 13 laboratorios, solo el laboratorio 163 responde que no tenía recinto.  
Al no haber recibido el Acta de la toma no se puede saber.

### 3.1. ENSAYOS DE HOMOGENEIDAD.

**CENTRAL 2:** ha fabricado el tipo de hormigón **HA-30/F/20/XC4**

Cuando el coordinador autonómico ha aportado los resultados de estos ensayos, se reflejan más abajo.

CENTRAL 02 HA-30/F/20/XC4		1ª MUESTRA ¼ descarga	2ª MUESTRA ¾ descarga	Diferencias	Tolerancias Código (Tabla 51.2.4)	Norma de ensayo
Grupo A	1 <b>Consistencia</b> Si el asiento medio es ≤ a 90 mm Si el asiento es > 90 mm	200  LIQUIDA	180	20	30 mm 40 mm	UNE EN 12350-2
	2 <b>Resistencia a 7 días a compresión (% respecto a la media) en N/mm²</b>	26,3	27,0	2,6	7,5%	UNE EN 12390-3
Grupo B	3 <b>Densidad del hormigón en kg/m3</b>	2340	2340	0	16 kg/m3	UNE EN 12350-6
	4 <b>Contenido de aire</b> (% respecto al volumen de hormigón)			0,0%	1%	UNE EN 12350-7
	5 <b>Contenido de árido grueso</b> (% respecto al peso de la muestra tomada)	44,60%	47,30%	2,70%	6%	UNE EN 146406
	6 <b>Módulo granulométrico del árido</b>	0,52	0,56	0,04	0,5	UNE EN 146406

(Deben obtenerse resultados satisfactorios en los dos ensayos del grupo A y en al menos dos de los cuatro del grupo B)

Recordar que la norma del contenido de árido grueso y del módulo granulométrico del árido según el Código Estructural es la UNE EN 146406. **Hay que actualizar los ensayos de homogeneidad**. La mayoría de los recibidos seguían haciéndolo con la norma UNE 7295.

Podemos decir que aplicando los límites de consistencia definidos en la tabla 33.5 del mismo número de artículo del Código Estructural, se observa que la **consistencia del hormigón fabricado ha sido LIQUIDA**. No cumpliendo con el protocolo, que se pedía fluida. Sin embargo, la amasada resulta homogénea y eso es lo que se necesita para que el ejercicio de contraste sea válido.

**Tabla 33.5 del Código** Consistencia definida por su tipo

TIPO DE CONSISTENCIA	Tolerancias Tabla 57.5.2.2	Asentamiento en mm
Seca		0-20
Plástica		30-40
Blanda	±10	50-90
<b>Fluida</b>		<b>100-150 (recomendada en edificación)</b>
Líquida		160-210

#### 4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES EN EL EILA23 HORMIGONES

En este ejercicio de hormigones, han participado un total 17 Comunidades Autónomas, 19 centrales de fabricación de hormigón y 217 laboratorios de ensayo. En la siguiente tabla se muestra el número exacto de laboratorios por Comunidad Autónoma.

**Tabla 4.1.** Laboratorios declarados participantes, por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios Participantes
Andalucía	29
Aragón	08
Asturias	05
Cantabria	05
Castilla- La Mancha	10
Castilla- León	13
Cataluña	25
Comunidad de Madrid	19
Comunidad de Valencia	19
Extremadura	04
Galicia	10
Islas Baleares	10
Islas Canarias	13
La Rioja	04
Murcia	10
Navarra	09
País Vasco	11

En la realización de los ensayos hay laboratorios que no tienen declaración responsable, pero son laboratorios certificadores o de centrales, cuyos resultados se han estudiado junto con el resto de los laboratorios. En la siguiente tabla se indica el número de estos laboratorios de central y la Comunidad Autónoma en la que participan.

**Tabla 4.2.** Laboratorios participantes sin declaración responsable

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios	Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios
Asturias	02	Valencia	02
Cataluña	03	Navarra	01
Castilla y León	01	Murcia	02
Islas Baleares	01	Madrid	02
Cantabria	02	País Vasco	01

## 5. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS

### 5.1. ESTUDIO PRELIMINAR

El primer paso es un Estudio preliminar (**pre-estadístico**) de todos los datos aportados por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, y elaboradas ex profeso para cada ensayo.

En este punto, se marcan aquellos **VALORES SOSPECHOSOS** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **VALORES CON DESVIACIONES** que, en general, son por la incorrecta ejecución del procedimiento de ensayo de la norma o del protocolo.

Primero, se investiga si el resultado se ha debido a un error de transcripción, o por no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada. Si es así, el resultado se considera *sospechoso*, se expresa correctamente en el análisis estadístico, y se señala en el apartado de Observaciones de este.

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación del **criterio de validación** que la propia norma de ensayo establezca. Si no cumple la validación, el resultado será **DESCARTADO DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO** y se sombreadá en rojo (sea el caso, por ejemplo, del recorrido relativo según el Código Estructural para el ensayo de resistencia a compresión). Otros datos, como la diferencia de pesos, serán señalados si se evidencian diferencias con el promedio del resto de laboratorios que han participado en la misma central y, o bien, no aporta el valor de la incertidumbre del ensayo. Serán distinguidos como *valores con desviaciones* en el procedimiento de ensayo, pero no serán descartados en este ejercicio. Dentro de cada ensayo, en el siguiente título de este informe, se indican aquellos datos que se han estudiado y en caso de ser desviaciones excluyentes, si está justificado o no ser descartado en el análisis estadístico.

### 5.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

Una vez que los datos se han revisado, se realiza el Análisis estadístico, donde no pasan aquellas mediciones cuyos datos sean los “*descartados con desviaciones excluyentes*” y se han corregido los “sospechosos”. De este análisis conocemos:

- El número mínimo de laboratorios participantes que se aceptan en el EILA-HORMIGONES debe ser  $p \geq 3$ . Bien es cierto que en la norma UNE 82009-1:1999 en su Artículo 6.3.4 se recoge que, estas estimaciones de las desviaciones de repetibilidad y de reproducibilidad podrían diferir de forma

sustancial de sus valores verdaderos si sólo toman parte del contraste un pequeño número de laboratorios ( $p=5$ ). Lo recomendable es un valor de  $p$  entre 8 y 15.

- El número mínimo de réplicas en el interior de cada laboratorio para la misma muestra debe ser  $n \geq 2$ . Tal y como recoge el artículo 33.2 del Código Estructural, donde dice que: “A los efectos de este Código, cualquier característica de calidad medible de una amasada, vendrá expresada por el valor medio de un número de determinaciones (igual o superior a dos) de la característica de calidad en cuestión, realizadas sobre partes o porciones de la amasada.”

ENSAYOS	CENTRAL 02	
Asentamiento	$p= 13$	$n=2$
Resistencia a compresión 28 días: cubicas	$p= 13$	$n=3$
Resistencia a compresión 28 días: cilíndricas	$p= 13$	$n=3$
Densidad por volumen	$p=11$	$n=3$

Si los datos cumplen con estos valores mínimos para “p” y “n”, se realiza el Análisis estadístico en base a las normas UNE 82009-2 y 82009-6 (equivalentes a las normas ISO 5725-2 e ISO 5725-6, respectivamente), referentes al *Método básico de la repetibilidad y reproducibilidad de un método de medición normalizado*. Esto significa que se realizan las siguientes aproximaciones:

- **Técnica gráfica de consistencia**, utilizando dos estadísticos determinados: interlaboratorios (h) e intralaboratorios (k) **de Mandel**.
- **Ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes**: ensayos de variabilidad que se aplican solo en aquellos resultados donde el ensayo Mandel haya conducido a la sospecha:
  - **Ensayo de Cochran (C)**: verifica el mayor valor de un conjunto de desviaciones típicas, siendo ello un test unilateral de valores aberrantes y
  - **Ensayo de Grubbs (G)**: verifica la desviación estándar de todas las medias, eliminando de todo el rango de distribución de valores la/s media/s más alta/s y más baja/s, según si es el Simple Grubbs o el Doble Grubbs.

**El valor será rechazado y dejará de ser analizado cuando sea aberrante/ anómalo tanto en las técnicas gráficas de consistencia como en los ensayos de detección de resultados numéricos.** Para identificar si los resultados son anómalos y/o aberrantes, estos métodos comparan el valor estadístico resultante de h, k, C y G obtenido en el Análisis estadístico de los resultados aportados por los laboratorios, con los indicadores estadísticos y valores críticos recogidos en las Tablas 4, 5, 6 y 7 de las normas antes citadas para una (p) y una (n) conocidas, respectivamente.

### 5.3. VALOR ASIGNADO

Una vez descartados los resultados rechazados en el análisis estadístico (anómalos y aberrantes), el valor asignado se obtiene del promedio de los datos no descartados ni anómalos ni aberrantes.

### 5.4. DATOS DE PRECISIÓN

Una vez descartados los valores rechazados, se determina la repetibilidad y reproducibilidad del ensayo por central, para conocer las dispersiones de los resultados, **en base al promedio de las varianzas** o también conocido como METODO ANOVA (*siglas de analisis of varience*) recogido en la norma ISO 17025. Para ello, se parte de la desviación típica de repetibilidad  $\Upsilon_r$  (%), a partir de las determinaciones individuales del laboratorio, y se calcula el límite de repetibilidad. Y la desviación típica intralaboratorios  $\Upsilon_L$  (%), a partir de la diferencia entre el valor medio del laboratorio con la media de todo el grupo de distribución de la central, descartados los valores anómalos/ aberrantes, expresadas como un porcentaje de la media de las resistencias o profundidades, según el ensayo, de las tres probetas.

Por tanto, la repetibilidad de los resultados significa que las mediciones sucesivas para un mismo ensayo y muestra, se efectúan en las mismas condiciones dentro de un periodo de tiempo corto: mismo laborante, mismo laboratorio (condiciones ambientales) y mismo equipo de medición utilizado. Sin embargo, la reproducibilidad de los ensayos es, teniendo en cuenta que las mediciones son para un mismo ensayo y muestra dentro de un periodo de tiempo corto, cambiando alguna de las condiciones de medición: el laborante, el laboratorio (las condiciones de uso (p.ej. procedimientos)) y/o el equipo de medición. En resumen, la primera hace referencia a la variabilidad entre medidas en el mismo laboratorio y la segunda debida al cambio de laboratorio.

- Si  $R$  (%) >  $r$  (%), las posibles causas pueden ser entre otras: el operador necesita más formación y/o mejor entrenamiento en cómo utilizar y cómo leer el instrumento, o no se han mantenido las condiciones de reproducibilidad (ambientales y/o de montaje del equipo).
- Si  $R=r$ , debe considerarse generalmente indicador de una varianza interlaboratorios pequeña (o de valores negativos), o incluso nula. Es el caso en que la varianza se estima cero, los errores sistemáticos de todos los laboratorios serían iguales- necesariamente nulos- y todos los resultados de ensayo serían intercambiables. Por esta última circunstancia, podría estimarse como si todos los ensayos hubieran sido realizados por un único laboratorio en condiciones de repetibilidad. (Fuente de "NUEVAS ESPECIFICACIONES DE HORMIGON Y SU RESISTENCIA" de JUAN CARLOS LOPEZ AGÜI)

### ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: moldes cilíndricos y cúbicos.

Las probetas han sido fabricadas según UNE-EN 12390-2:2009 y UNE-EN 12390-2:2009/1M:2015. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2. Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia, y apartado 57.3.2 del Código Estructural. (En el Anexo I del protocolo específico se fijan los criterios de fabricación y conservación de las probetas en las instalaciones de la central).

El ensayo de “Resistencia a compresión a 28 días” ha sido realizado según UNE-EN 12390-3:2009 y UNE-EN 12390-3:2009/AC:2011. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3. Determinación de resistencia a compresión de probetas, y apartado 57.3.2 del Código Estructural en lo referente al recorrido relativo entre las tres probetas a ensayar.

Como en años anteriores, las resistencias a compresión con moldes cúbicos no se han modificado con el objeto de comparar el factor de conversión resultante con el recogido en el apartado 57.3.2 del Código Estructural y que se detallan a continuación:

**Tabla 57.3.2.** Coeficiente de conversión:  $\lambda_{cil, cub15}$ .

Resistencia probeta cúbica ( $f_c$ ; N/mm <sup>2</sup> )	$\lambda_{cil, cub15}$
$f_c < 60$	0,90
$60 \leq f_c < 80$	0,95
$f_c \geq 80$	1,00

$$f_c = \lambda_{cil, cub15} * f_{c, cúbica}$$

Central	Tipo de cemento	Contenido cemento (Mínimo 300 kg/m <sup>3</sup> )	A/C (Maxim. 0,55)	Resistencia media CIL (N/mm <sup>2</sup> )	CONVERSION	Resistencia media CUB (N/mm <sup>2</sup> )	ASENTAMIENTO	DIFERENCIA DE TEMPERATURAS DURANTE LA TOMA
C01	CEM II/ B-L 32,5 N	276 (*)	0,49 (*)	28,3	0,928	30,5	LIQUIDA	4,9
C02	CEM II A/L 42,5R	315	0,40	29,6	0,897	33,0	LIQUIDA muy	5,1
C03-C09	CEM V/A (S-V) 32,5 N/SRC	328	0,52	40,4	0,993	40,7	LIQUIDA	7,4
C04	CEM II /A-P 42,5 R	359	0,45	39,3	0,851	46,2	FLUIDA	0,9
C05	CEM IV /A-P 42,5 R	330	0,49	38,8	0,913	42,5	FLUIDA	2,7
C06	CEM II A-L 42,5 N	311	0,54	33,4	0,920	36,3	FLUIDA	7,1
C07M	CEM II / B-S 42,5 R / SRC	314	0,40	47,0	0,866	54,3	BLANDA	1,2
C07m	CEM II B-M (P-LL) 42,5 R	324	0,47	37,3	0,982	38,0	FLUIDA	1,1
C07i	CEM II/B-M (P-LL) 42,5	354	0,49	40,2	0,882	45,6	FLUIDA	4,0
C08	CEM I/A-L/42,5R BALBOA	324	0,38	27,1	0,839	32,3	BLANDA	3,3
C10	CEM II/A-M (V-L) 42,5 R	341	0,45	34,5	0,922	37,4	BLANDA	4,3
C11-C16	CEM II/A-L 42,5 R	322 (*)	0,5 (*)	41,2	0,926	44,5	FLUIDA	6,4
C12	CEM II/A-P 42,5 R	325	0,48	41,0	0,901	45,5	FLUIDA	8,7
C13	CEM II A/LL 42,5	330	0,52	42,6	0,949	44,9	LIQUIDA	7,8
C14	CEM II/B-M (S-L) 42,5 R	304	0,55	39,5	0,878	45,0	LIQUIDA.Laboratorios Fluida	3,9
C15	CEM II-AL 42,5R	317	0,48	30,6	0,913	33,5	LIQUIDA muy	9,7
C17	CEM II/A-L 42,5 R	340	0,45	39,3	0,901	43,6	FLUIDA	4,8
C18	CEM II 42,5R BM LFARGE	326	0,43	39,1	0,848	46,1	BLANDA	13,2
C19	CEM II/A-M(P-L) 42,5R	332	0,42	38,8	0,958	40,5	FLUIDA	7,1

De los 217 participantes que han presentado resultados con probetas cilíndricas, 194 han fabricado también probetas cúbicas. El coeficiente para  $f_c$  probeta cúbica < 60 N/mm<sup>2</sup> obtenido como promedio ha sido 0,907.

En la columna de asentamiento, en color **burdeos** están las centrales que no han presentado ensayos de homogeneidad o sus amasadas no lo son y, por tanto, sus informes no serán publicados. Se marca en **rojo** las diferencias de temperatura ambiente > 5 °C entre los laborantes, en el lugar de la toma.

(\*) hormigón fabricado diferente al indicado en el protocolo general que era HA-30/F/20/XC4.

**MODO DE CONSERVACIÓN Y TRATAMIENTO PREVIO A LA ROTURA** en este ejercicio a nivel nacional:

- el método de conservación predominante es el de **cámara húmeda** con un **86%**, como ya sucedía en anteriores ejercicios, tanto probetas cúbicas como cilíndricas.
- en cuanto al tratamiento previo a la rotura:
  - en probetas cúbicas: En este ejercicio ha aumentado un 20% más, los laboratorios que no tratan previamente las caras de rotura de sus probetas a ensayar. El 93,30% **no recibe ningún tratamiento previo**, y un 5,15%, pule.
  - en probetas cilíndricas: como sucedía en ejercicios EILA anteriores, se reparte **de manera similar entre el pulido y refrentado**; pulido con un 52% y un 46% el refrentado.

**ESTUDIO PRELIMINAR (ANÁLISIS PRE-ESTADÍSTICO)**

**VALORES NO DESCARTADOS (“SOSPECHOSOS”)**

- **EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS.**
  - El resultado de los dos ensayos de consistencia se expresará en mm, conforme al apartado 33.5 Docilidad del hormigón del Código Estructural, **redondeado a los 10 mm, conforme la norma UNE EN 12650-2:2009.**
  - El resultado de las tres determinaciones de la resistencia a compresión a 28 días se expresará en N/mm<sup>2</sup>, y conforme **la Norma UNE EN 12390-3:2009 vigente, con una aproximación de 0,1 N/mm<sup>2</sup>.** Por tanto, el resultado sospechoso es aquel que no se expresa conforme lo expuesto anteriormente. Detectado, se reemplaza por el valor correcto en el análisis estadístico, y se deja señalado en observaciones de este.
  - El resultado de los tres ensayos de densidad del hormigón endurecido por el método del volumen por desplazamiento de agua se expresará en Kg/m<sup>3</sup> y se expresará con una aproximación de 10 kg/m<sup>3</sup>. En el caso de no haber realizado la aproximación, ayuda al análisis estadístico, por lo que no se señalará.

## VALORES NO DESCARTADOS CON DESVIACIONES AL PROTOCOLO-NORMA O RESPECTO DEL GRUPO:

- **DIFERENCIAS DE PESOS:** Se han analizado los diferentes datos de los **pesos de las probetas**, a medida que iban tratándose con agua en el curado. Se han sombreado en “amarillo” aquellos que no han aportado el dato o su resultado parece una transcripción errónea. Sin embargo, cuando la probeta ha perdido peso tras el curado o balsa, se ha sombreado en “morado” por considerar que hay evidencias de una posible No Conformidad y se recomienda que el laboratorio observe los registros y estado de su cámara húmeda.
- **CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE DEL ENSAYO:** La norma UNE EN ISO 17025:2017 establece que los laboratorios deben evaluar la incertidumbre de medición e identificar su contribución en sus resultados de ensayo (apartado 7.6 de la citada norma). Pudiendo haber sido el 100%, de los 217 laboratorios participantes, han presentado el dato 89,91%, un poco más (82%) que en el EILA 22, e incluso más que en el EILA 19 (85,30%).

## VALORES DESCARTADOS (SD en la Tabla 6.1): DESVIACIONES EXCLUYENTES.

- **NO HAY TRAZABILIDAD** entre los datos de masas y volumen por desplazamiento de agua con el resultado de densidad aportado, o la carga aplicada y área de las probetas con la resistencia aportada. Serán sombreados en “rosa” y descartados del Análisis estadístico, así como el que no lo haya hecho por el mismo método establecido en protocolo.
- **RECORRIDO RELATIVO.** En el artículo 57.3.2 del Código Estructural se dice que para considerar los valores de resistencia del hormigón, **el recorrido relativo** de un grupo de tres probetas obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividida por el valor medio de las tres, tomadas de la misma amasada, no podrá exceder el 20 %. Los que no lo calculan correctamente se sombreadan en amarillo y son corregidos; y, aquellos que superan este límite, da lugar a una No conformidad en la ejecución del ensayo, y son descartados del Análisis estadístico. Se han sombreado en “rosa”.
- **ROTURAS NO SATISFACTORIAS DE LAS PROBETAS.** Da lugar a una No conformidad en la ejecución del ensayo, y las probetas con rotura no satisfactoria serían descartados del Análisis estadístico. Sin embargo, no se aplica pues la pregunta ha dado lugar a interpretarla al contrario, y no se asegura una respuesta adecuada, según el apartado 6.3 Valoración del tipo de rotura de la norma UNE EN 12390-3:2001: *“Las roturas no satisfactorias pueden ser causadas por atención insuficiente a los procedimientos de ensayo, especialmente al posicionamiento de la probeta o algún fallo de la máquina de ensayo.”*

**a. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO**

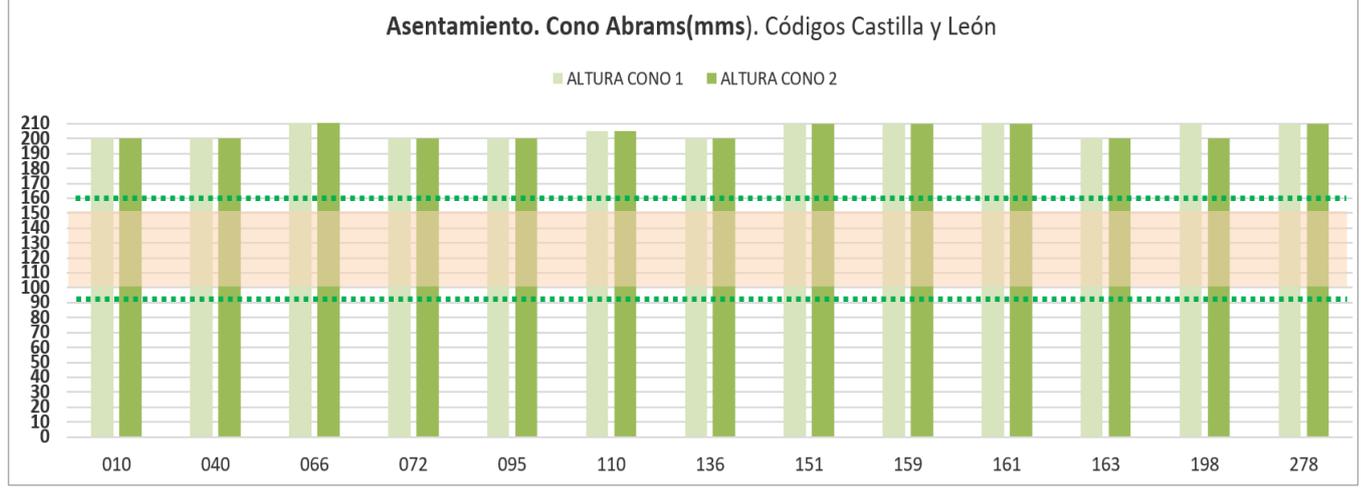
**i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4**

COD. LAB.	ALTURA CONO 1	ALTURA CONO 2	PROMED. CONO	INCERTI DUMBRE	TEMPERATURA HORMIGON	TEMPERATURA AMBIENTE	HUMEDAD RELATIVA	RECINTO-CONSERV.
	(mm)	(mm)	(mm)		(°C)	(°C)	(%)	(SI/NO)
<b>C02</b>	<b>CONSISTENCIA (muy) LIQUIDA</b>				<b>Dif. temperaturas en toma</b>			<b>5,1</b>
010	200	200	200	2,5	23,6	18,9	97,9	NO
040	200	200	200	1,5 mm	24,6	20,7	86,6	NO
066	230	220	225	0,03	20,6	18,1		NO
072	200	200	200		23,5	19,2	82,6	NO
095	200	200	200	0	23,5	19,2	82,6	NO
110	205	205	205	0,5	23,9	19,6	65,0	NO
136	200	200	200	0,6	24,2	21,4	75,0	NO
151	210	210	210	10	24,0	21,4	83,0	NO
159	210	210	210	10	23,4	20,5	83,0	NO
161	210	210	210	10	23,2	20,4	84,0	NO
163	200	200	200	1	24,8	20,3		SI
198	210	200	21	0,5	24,4	22,1	77,0	NO
278	210	210	80		20,4	23,2	84,0	NO

- Dato destacado por su posible influencia en el resultado (*Diferencias máxima y mínima de temperaturas anotadas en los laboratorios*)
- Valores sospechosos, expresados en unidades incorrectas, que se señalan y corrigen o que se señalan porque pudiera ser un error de transcripción.
- Con la UNE EN ISO 17025:2017, el valor de incertidumbre es obligatorio.

**ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (con todo el grupo de valores, antes de descartar)**

Media Central 206 mm	Desviación 7 mm	Coef. Variación 4%
----------------------	-----------------	--------------------



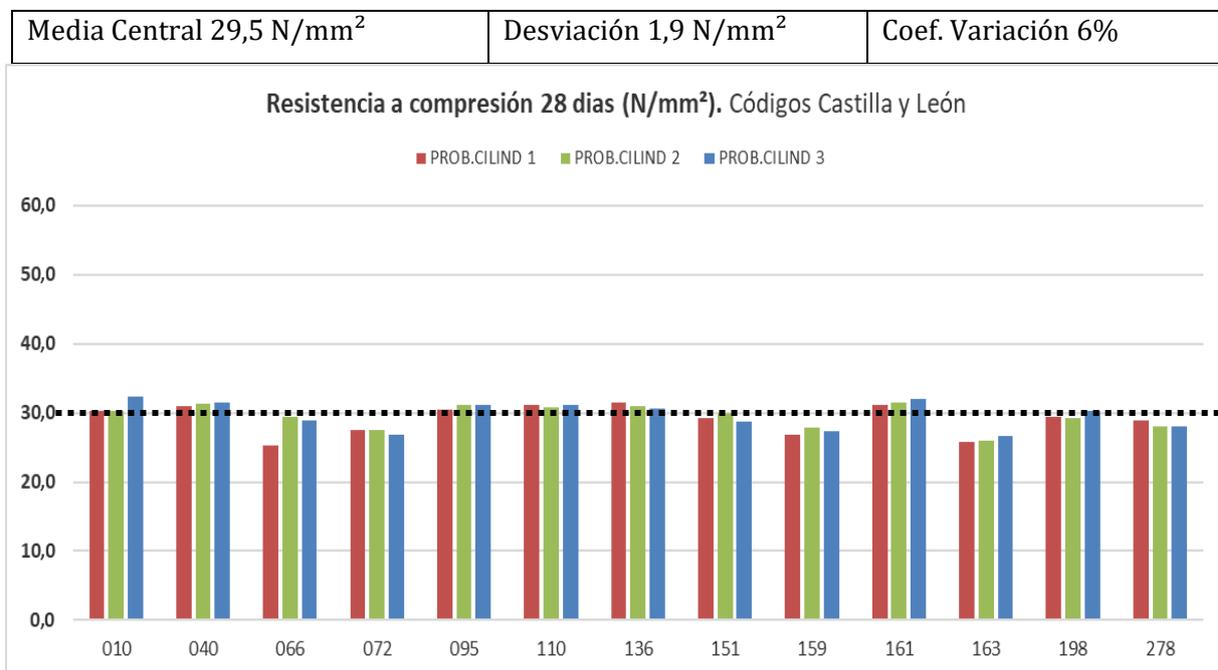
**b. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CILÍNDRICAS**

**i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4**

COD. LAB.	METODO CONSERVACION	MATERIAL DEL MOLDE	AREA SECCION TRANSVERSAL CARAS CON	DIFERENCIAS DE PESOS TRAS CONSERVACION			PREPARACION PREVIA	CARGA MAXIMA DE ROTURA	RESIST. comprobado	RESISTENCIA A COMPRESION			¿ROTURA SATISFACTORIA?	RESISTENCIA COMPRES. MEDIA	RECORRIDO 28 DIAS	RECORRIDO 28 DIAS comprobado	INCERTIDUMBRE			
				PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03				PROBETA 01	PROBETA 01	PROBETA 01						PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03
				(mm <sup>2</sup> )	(g)	(g)				(g)	(kN)	(N/mm <sup>2</sup> )						(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )
<b>C02</b>																				
010	C. Húmeda	Metálico	17705	-11,70	-10,50	13,40	Refrentado	537,10	30,3	30,3	30,3	32,4	SI	31,0	0,0	6,64%	0,8			
040	Balsa	Metálico	17672	51,40	52,00	45,20	Refrentado	546,64	30,9	30,9	31,3	31,5	SI	31,2	1,9	1,92%	0,43 Mpa			
066	C. Húmeda	Metálico	17554	21,00	39,00	27,00	Refrentado	443,88	25,3	25,3	29,4	28,8	NO	29,1	2,1	14,92%	0,02			
072	C. Húmeda	Metálico	17671	-39,00	-112,00	-132,00	Pulido	486,00	27,5	27,5	27,6	26,8	SI	27,3	2,9	2,93%	0,34			
095	C. Húmeda	Metálico	17671	-42,00	-59,00	-39,00	Pulido	539,60	30,5	30,5	31,2	31,2	SI	31,0	2,0	2,26%	0,41			
110	C. Húmeda	Plástico	17671	135,00	116,00	141,00	Refrentado	551,72	31,2	31,2	30,9	31,1	SI	31,1	0,6	1,13%	1			
136	C. Húmeda	Metálico	17664	51,30	52,70	51,30	Pulido	557,20	31,5	31,5	30,9	30,6	SI	31,0	3,1	3,06%	0,39			
151	C. Húmeda	Metálico	17671	2,90	5,00	9,80	Pulido	515,80	29,2	29,2	30,0	28,7	SI	29,3	4,4	4,44%	1,4			
159	C. Húmeda	Metálico	17671	41,70	33,20	44,70	Pulido	473,16	26,8	26,8	27,9	27,4	NO	27,4	4,0	4,09%	1,4			
161	C. Húmeda	Metálico	17671	20,00	54,00	71,00	Pulido	550,80	31,2	31,2	31,6	32,0	SI	31,6	2,5	2,79%	1,4			
163	C. Húmeda	Metálico	17671	47,00	41,00	42,00	Refrentado	454,50	25,7	25,7	26,0	26,7	SI	26,2	1,0	3,83%	1			
198	C. Húmeda	Metálico	17671	59,00	60,00	62,00	Refrentado	519,97	29,4	29,4	29,3	30,2	SI	29,7	0,9	3,00%	0,5			
278	C. Húmeda	Metálico	17671	-46,80	-44,70	-36,10	Pulido	509,81	28,8	28,8	28,0	28,1	SI	28,3		3,18%				

- Dato destacado por su posible influencia en el resultado (p.ej: Que pierda peso al salir de 28 días de curado o no cumpla la trazabilidad entre sus datos con el resultado aportado o no haya dado los datos suficientes) o no ha dado el valor de incertidumbre que, con la UNE EN ISO 17025:2017, es obligatorio
- Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades. Se señala.
- Recorrido relativo calculado según artículo 57.3.2 del Código Estructural y resistencia de probeta 01

**ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (con todo el grupo de valores, antes de descartar)**



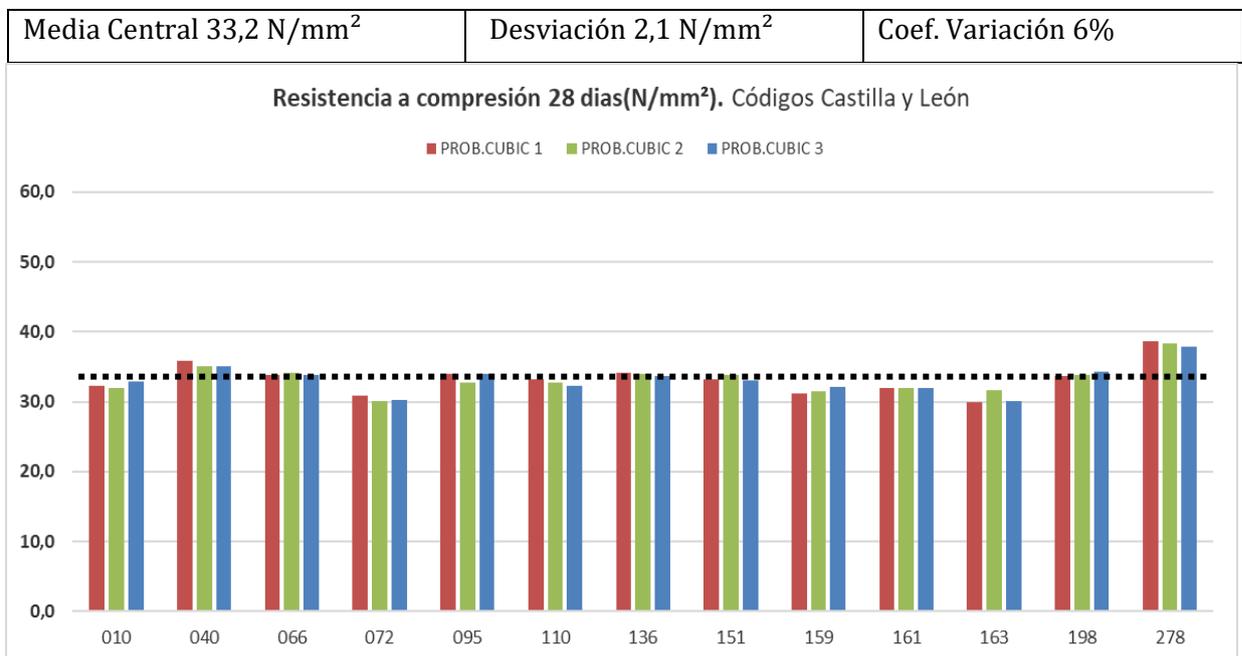
**c. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS: PROBETAS CÚBICAS**

**i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central. HA-30/F/20/XC4**

COD. LAB.	METODO CONSERVACION	MATERIAL DEL MOLDE	AREA SECCION TRANSVERSAL CARAS CON	DIFERENCIAS DE PESOS TRAS CONSERVACION			PREPARACION PREVIA	CARGA MAXIMA DE ROTURA	RESIST. comprobado	RESISTENCIA A COMPRESION			¿ROTURA SATISFATORIA?			RESISTENCIA COMPRESION MEDIA	RECORRIDO 28 DIAS	RECORRIDO 28 DIAS calculado	INCERTIDUMBRE			
				PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03				PROBETA 01	PROBETA 01	PROBETA 01	PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03					PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03
				(mm <sup>2</sup> )	(g)	(g)				(g)	(N)	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )	(N/mm <sup>2</sup> )					(SI/NO)	(SI/NO)	(SI/NO)
<b>C02</b>																						
010	C. Húmeda	Resina	22588	-1,80	10,90	-1.995,50	Ninguna	727,20	32,2	32,2	31,9	32,9	SI	SI	SI	32,3	1,5	2,88%	0,8			
040	Balsa	Metálico	22500	31,10	33,50	32,00	Ninguna	805,49	35,8	35,8	35,1	35,1	SI	SI	SI	35,3	2,0	1,98%	0,39 Mpa			
066	C. Húmeda	Plástico	22539	30,00	29,00	25,00	Ninguna	763,34	33,9	33,9	34,2	33,8	SI	SI	SI	33,9	1,2	1,23%	0,01			
072	C. Húmeda	Metálico	22500	-41,00	-68,00	-96,00	Ninguna	771,20	34,3	30,8	30,1	30,3	SI	SI	SI	30,4	2,3	2,30%	0,37			
095	C. Húmeda	Metálico	22500	-68,00	-34,00	-67,00	Ninguna	764,40	34,0	34,0	32,8	33,9	SI	SI	SI	33,5	3,6	3,57%	0,37			
110	C. Húmeda	Plástico	22500	32,00	24,00	30,00	Ninguna	745,60	33,1	33,1	32,7	32,2	SI	SI	SI	32,7	1,2	2,87%	1			
136	C. Húmeda	Metálico	22499	31,00	33,30	32,50	Ninguna	768,90	34,2	34,2	33,9	33,6	SI	SI	SI	33,9	1,6	1,58%	0,37			
151	C. Húmeda	Metálico	22500	29,30	16,80	19,80	Ninguna	745,80	33,1	33,1	33,8	33,0	SI	SI	SI	33,3	2,4	2,39%	1,3			
159	C. Húmeda	Resina	22500	29,60	13,50	21,20	Ninguna	699,90	31,1	31,1	31,5	32,1	SI	SI	SI	31,6	3,1	3,17%	1,3			
161	C. Húmeda	Plástico	22500	18,00	16,00	50,00	enfrenta	717,20	31,9	31,9	31,9	31,9	SI	SI	SI	31,9	0,0	0,00%	1,5			
163	C. Húmeda	Metálico	22518	26,00	17,00	20,00	Ninguna	674,83	30,0	30,0	31,7	30,0	SI	SI	SI	30,6	1,7	5,70%	1			
198	C. Húmeda	Metálico	22500	47,00	40,00	38,00	Ninguna	757,59	33,7	33,7	33,8	34,3	SI	SI	SI	33,9	0,5	1,77%	0,3			
278	C. Húmeda	Metálico	22500	18,10	25,40	16,00	Ninguna	684,22	30,4	38,7	38,4	37,8	SI	SI	SI	38,3		2,35%				

- Dato destacado por su posible influencia en el resultado (p.ej: Que pierda peso al salir de 28 días de curado o no cumpla la trazabilidad entre sus datos con el resultado aportado o no haya dado los datos suficientes) o no ha dado el valor de incertidumbre que, con la UNE EN ISO 17025:2017, es obligatorio
- Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades. Se señala.
- Recorrido relativo calculado según artículo 57.3.2 del Código Estructural y resistencia de probeta 01

**ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (con todo el grupo de valores, antes de descartar)**



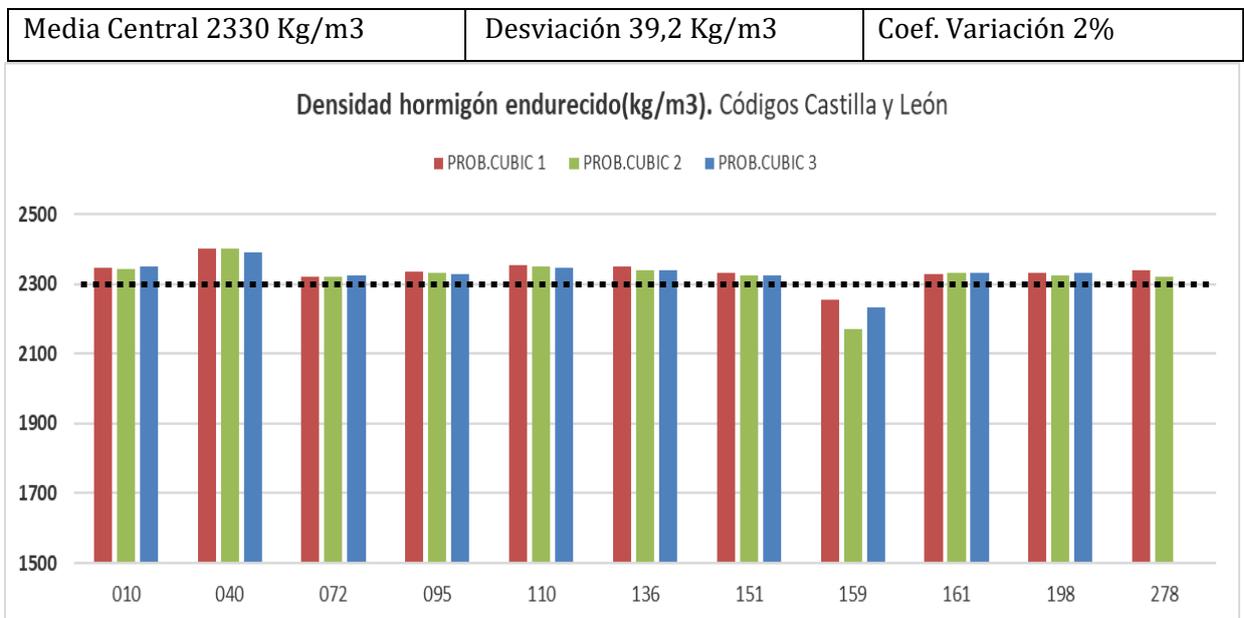
**d. ESTUDIO PRELIMINAR RESULTADOS DENSIDAD SATURADA DEL HORMIGÓN ENDURECIDO**

**i. Resultados aportados de los tres ensayos por código y Central. HA-30/F/20/XC4**

COD. LAB.	MASA DE LA PROBETA SATURADA EN AGUA (TRAS EL CURADO)			VOLUMEN DE LA PROBETA			MASA APARENT ESTRIBO SUMERGIDO	DENSIDAD DE LA PROBETA CALCULADA	DENSIDAD DE LA PROBETA			DENSIDAD PROMEDIO PROBETAS	INCERTUMBRE
	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6	PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6			PROBETA 4	PROBETA 5	PROBETA 6		
	(kg)	(kg)	(kg)	(m³)	(m³)	(m³)	(kg)	(m³)	(kg/m³)	(kg/m³)	(kg/m³)	(kg/m³)	
<b>C02</b>													
010	7,917	7,967	7,891	0,003372	0,0034	0,003358	0 tarado	2348	2347,64	2342,99	2349,7	2350	10
040	7,8798	7,8827	7,9192	0,003289	0,003281	0,003312	0,0527	2396	2400	2400	2390	2400	9,6 kg/m3
072	7804	7820	7817	3,36	3,363	2,362	0,16	2323	2321	2321	2323	2322	
095	7879	7802	7792	3,37	3,34	3,34	0,2	2331	2335	2331	2328	2331	
110	7,931	7,882	7,921	0,003367	0,003352	0,003373	0,002	2353	2355	2350	2347	2351	1
136	7,8854	7,8799	7,888	0,003355	0,003367	0,003375	1,3559	3949	2350,12519	2340,03041	2337,497475	2342,55102	1
151	7,86	7,87	7,9	0,00335	0,00334	0,00339	0	2347	2333	2323	2324	2330	1
159	7,9099	7,9229	7,9314	0,003494	0,003641	0,00354	0,45	2279	2255	2172	2234	2220	1
161	7,84	7,88	7,895	0,003361	0,003371	0,003365	0,454	2360	2327	2332	2333	2330	1
198	7,9287	7,8868	7,917	0,0034	0,00339	0,00339	1,5231	4226	2330,25	2325,13	2332,65	2330	3,8
278	7,921	7,849	7,912	0	0,003375	0,003375	0,403	2683	2340	2320	2,34	2,33	

- Dato destacado por su posible influencia en el resultado porque no cumpla la trazabilidad entre sus datos con el resultado aportado o no lo haya realizado por el método de desplazamiento de agua
- Valores sospechosos por error en la expresión de las unidades. Se señala y corrige.

**ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (con todo el grupo de valores, antes de descartar)**



**e. CALIBRACIONES DE LOS EQUIPOS**

En base a la norma **UNE EN ISO IEC 17025:2017**, en su apartado 6.4 sobre el equipamiento que utiliza el laboratorio para realizar un ensayo, este debe establecer un programa de calibración, el cual se debe revisar y ajustar según sea necesario para mantener la confianza en el estado de calibración. Además, se debe verificar que cumplen con los requisitos especificados en las normas de ensayo. Por ello, se solicita en las fichas de resultados, **la fecha de la última verificación y de calibración** de los siguientes equipos, de conformidad con el apartado 6.4.8 de la citada norma:

- de las **máquinas de ensayo a compresión** que superen los dos años reglamentarios que establece la norma UNE EN 12390-4 o no la indiquen, se obliga a que aclare cómo asegura que está calibrada y/o verificada;

**C02:** todos aportan fecha de calibración y está vigente en la toma de hormigón, **excepto el código 163** que no aporta ningún dato ni de este equipo ni de ninguno.

- del **pie de rey** como equipo de medición (ver apartado 6.4.6 de la citada norma UNE EN ISO IEC 17025), considerando que debe ser utilizado un instrumento de medición preciso y exacto, como es el pie de rey **calibrado**, al menos, cada **dos años**; Se sombrea en morado aquellos equipos que no cumplen la vigencia (o no lo indican) y en amarillo aquellos cuyo modelo indicado está incompleto, o es erróneo, o es el mismo equipo para distintos laboratorios:

Cód. Lab.	CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	CENTRAL 02	
					Fecha VERIFICACION	Fecha CALIBRACION
110	Pie de rey	DIGITAL	MITUTOYO			23.03.2023
159	Pie de rey	CALIBRE	HOLEX			10.06.2023
278	Pie de rey		stainless hardened			14.09.2022

- Con respecto al equipo registrador de las **condiciones termo higrotérmicas de la cámara húmeda**, se sombrea en amarillo la información incompleta, o que no se corresponde con el equipo (error de transcripción) o parece el mismo para varios laboratorios. Se sombrea en morado aquellos equipos que superan los dos años de calibración (o no indican los datos):

Cód. Lab.	CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	CENTRAL 02	
					Fecha VERIFICACION	Fecha CALIBRACION
110	Termohigrómetro		MSR			28.03.2023
198	Termohigrómetro		PROETI			12.06.2023

Cód. Lab.	CATEGORIA	TIPO	MARCA	MODELO	CENTRAL 02	
					Fecha VERIFICACION	Fecha CALIBRACION
095	Termohigrómetro					
161	Termohigrómetro					
163	Termohigrómetro					
278	Termohigrómetro					

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO Y ZSCORE DE RESULTADOS CENTRAL 02:

- . ASENTAMIENTO: Cono Abram
- . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas cilíndricas
- . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas cúbicas
- . DENSIDAD SATURADA HORMIGÓN ENDURECIDO: Probetas cúbicas

# **INFORME DE ENSAYO HORMIGON**

**ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS**

# ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

## Introducción

### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "asentamiento.cono abrams", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
04. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
05. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica inter-laboratorio se ve afectada notablemente por ello.
06. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
07. 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.
08. 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:

01. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y " $G_{Simp}$  y  $G_{Dob}$ " 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.
02. 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.
03. 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.
04. 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.

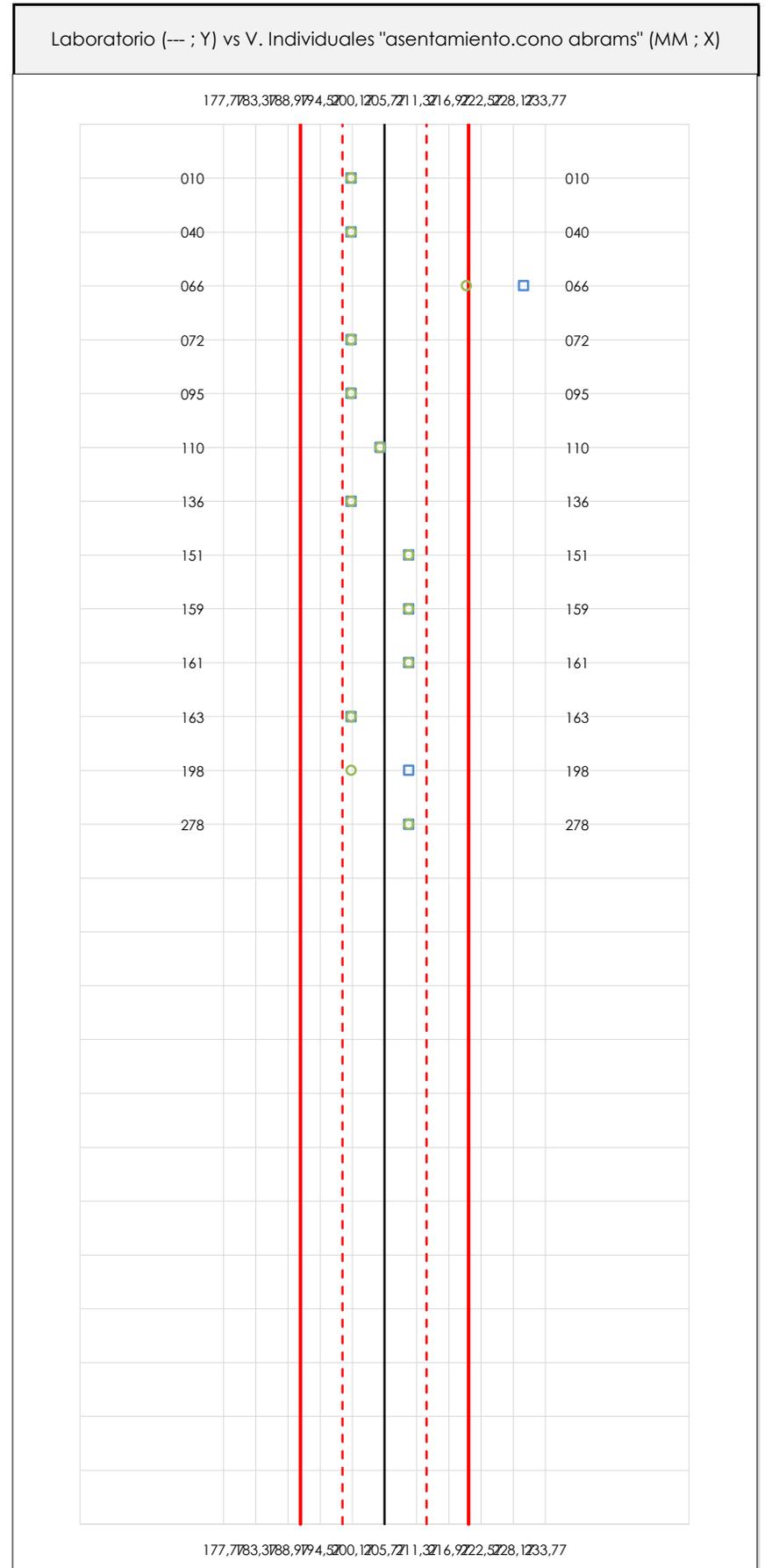
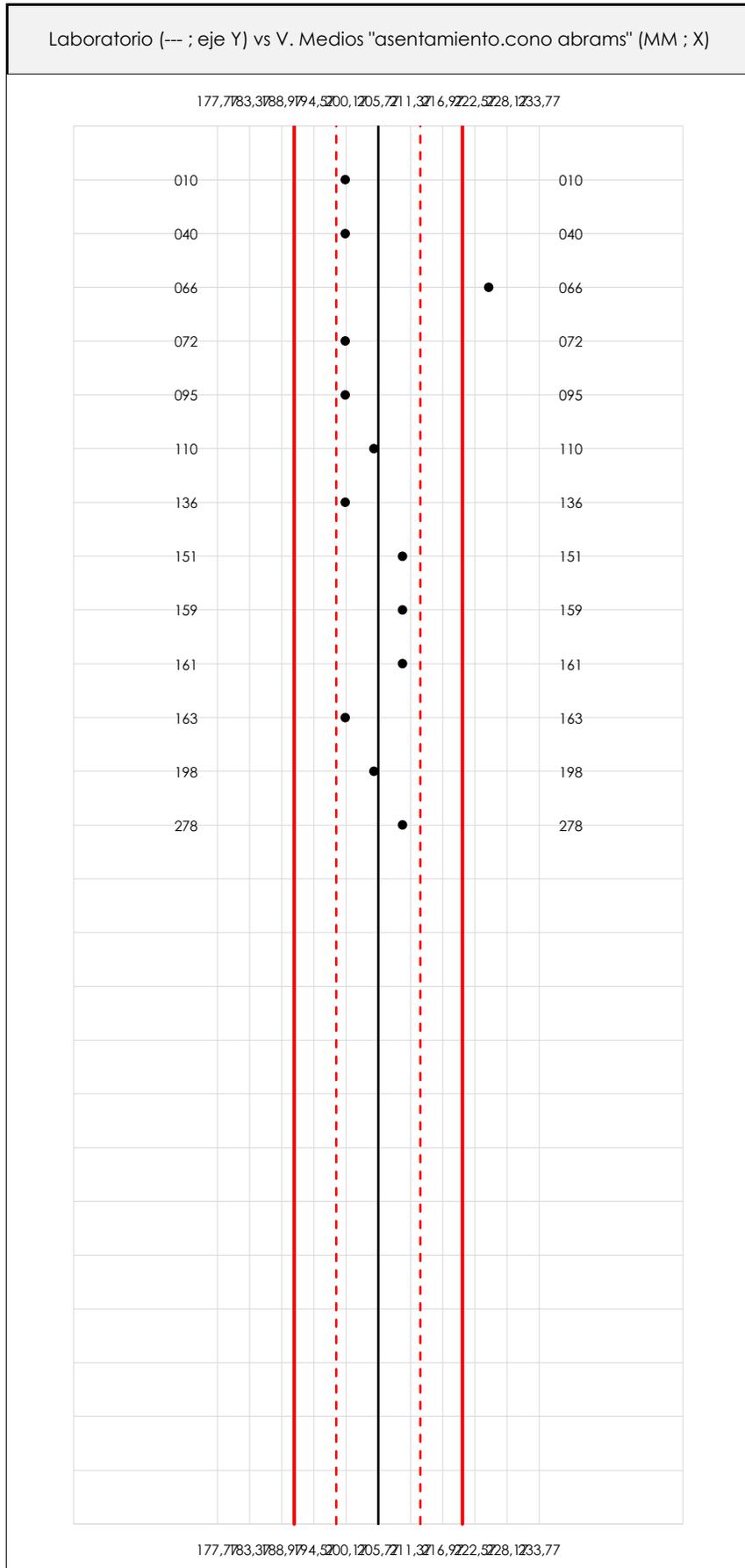
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (205,77 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (213,09/198,45 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (220,40/191,14 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

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 (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris "Δ".

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
C2	010	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,80	✓	
C2	040	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,80	✓	
C2	066	230,00	220,00		225,00	225,00	7,071	9,35	✓	
C2	072	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,80	✓	
C2	095	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,80	✓	
C2	110	205,00	205,00		205,00	205,00	0,000	-0,37	✓	
C2	136	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,80	✓	
C2	151	210,00	210,00		210,00	210,00	0,000	2,06	✓	
C2	159	210,00	210,00		210,00	210,00	0,000	2,06	✓	
C2	161	210,00	210,00		210,00	210,00	0,000	2,06	✓	
C2	163	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,80	✓	
C2	198	210,00	200,00		21,00	205,00	7,071	-0,37	✓	Desviacion expresión unidades en cm en vez de mm
C2	278	210,00	210,00		80,00	210,00	0,000	2,06	✓	Desviacion expresión unidades en cm en vez de mm

#### NOTAS:

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>02</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i arit}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\forall X_{i 1}$	$\forall X_{i 2}$	$\forall X_{i 3}$	$\forall \bar{X}_{i lab}$	$\forall \bar{X}_{i arit}$
M (MM)	206,54	205,00		181,62	205,77
SD <sub>L</sub> (---)	8,51	6,45		59,86	7,32
CV (%)	4,12	3,15		32,96	3,56

- " $\forall X_{i j}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i lab}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i arit}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

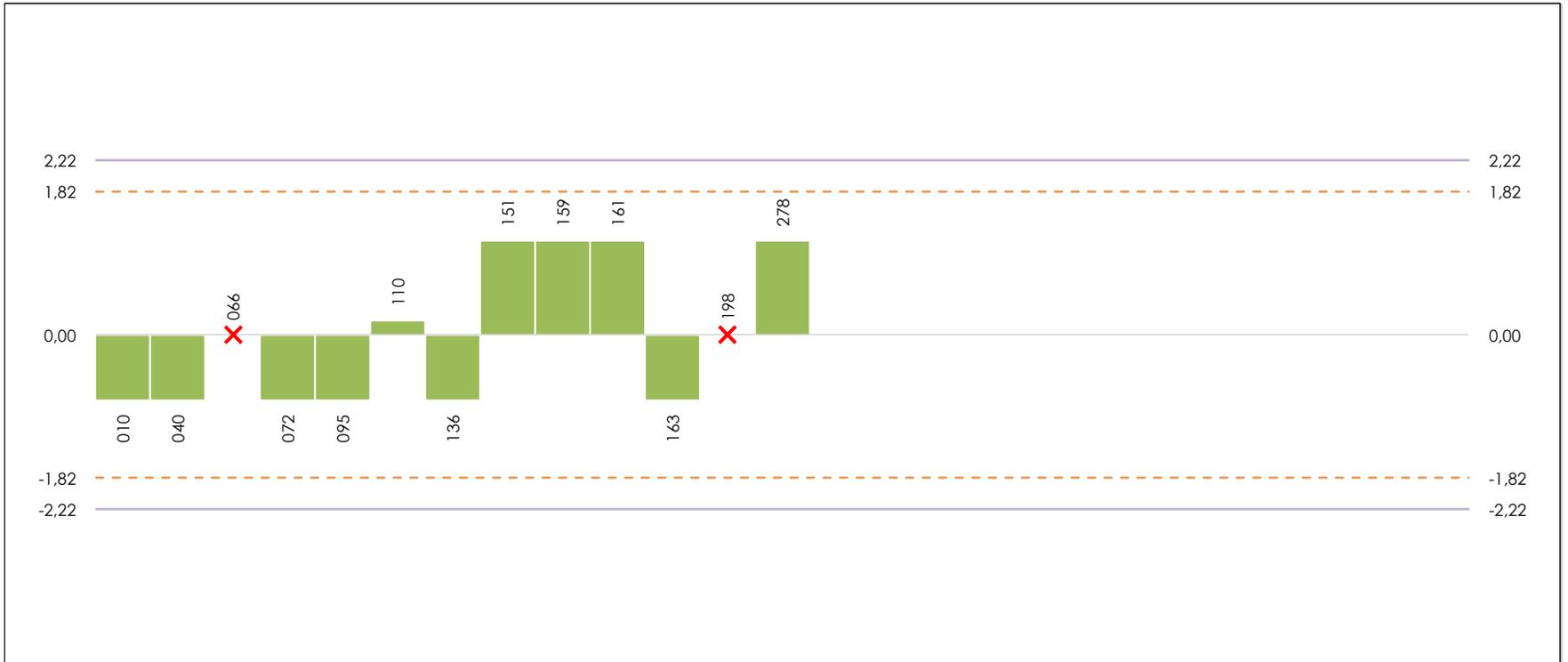
	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Calculado	1,348	3,774	3,425	3,681	10,307
Referencia	16,810	11,000		64,000	22,000

- " $\gamma_r$ " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " $\gamma_L$ " varianza interlaboratorios.
- " $\gamma_R$ " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

## ASENTAMIENTO CONO ABRAMS (MM)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

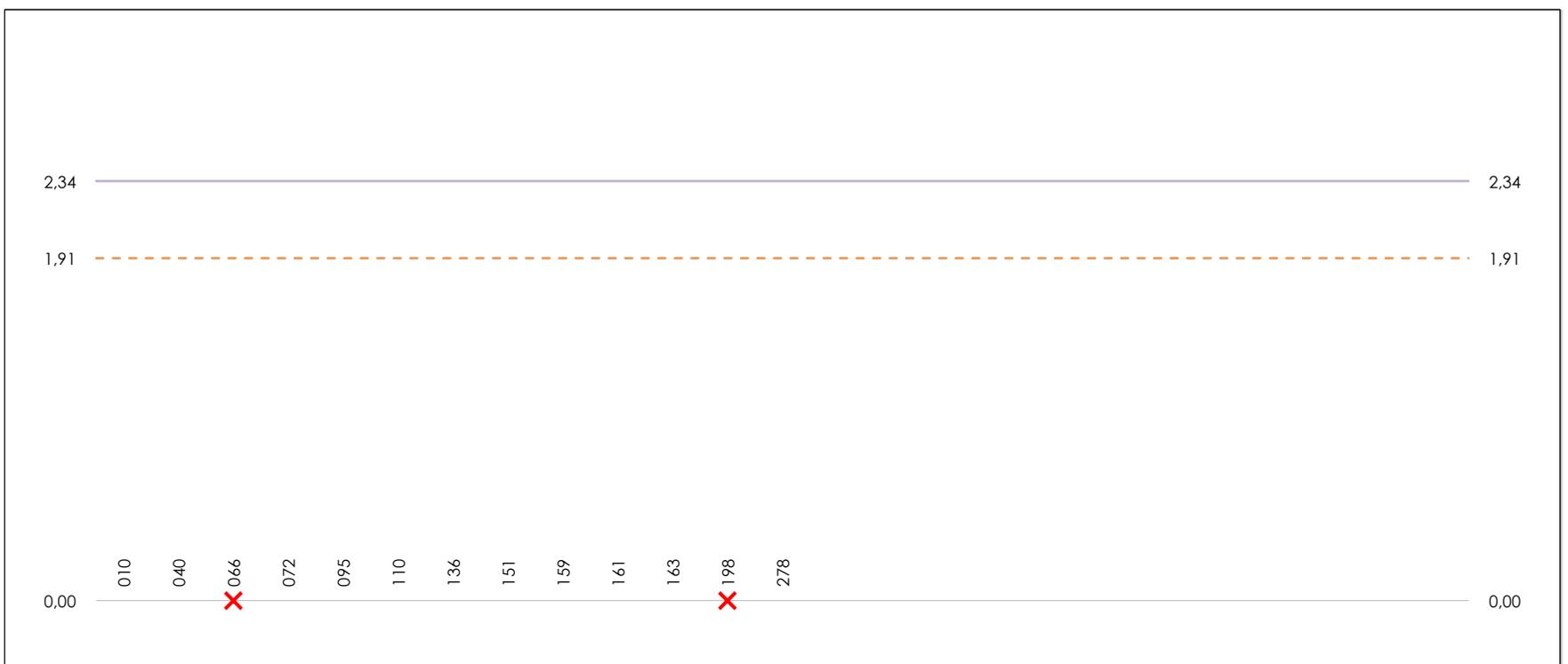
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



#### 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.



#### 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 color rosáceo (indicador estadístico para un 5% de significación), cuando es considerado anómalo. Una equis de color rojo (X) indica que el laboratorio ha sido descartado.

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	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?
C2	010	200,000	200,000		200,000	200,000	0,000	-2,00	-0,83	0,00		0,833		0,8302		✓
C2	040	200,000	200,000		200,000	200,000	0,000	-2,00	-0,83	0,00		0,833		0,8302		✓
C2	066	230,000	220,000		225,000	225,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C2	072	200,000	200,000		200,000	200,000	0,000	-2,00	-0,83	0,00		0,833		0,8302		✓
C2	095	200,000	200,000		200,000	200,000	0,000	-2,00	-0,83	0,00		0,833		0,8302		✓
C2	110	205,000	205,000		205,000	205,000	0,000	0,45	0,19	0,00						✓
C2	136	200,000	200,000		200,000	200,000	0,000	-2,00	-0,83	0,00		0,833		0,8302		✓
C2	151	210,000	210,000		210,000	210,000	0,000	2,90	1,20	0,00			1,204		0,6457	✓
C2	159	210,000	210,000		210,000	210,000	0,000	2,90	1,20	0,00			1,204		0,6457	✓
C2	161	210,000	210,000		210,000	210,000	0,000	2,90	1,20	0,00			1,204		0,6457	✓
C2	163	200,000	200,000		200,000	200,000	0,000	-2,00	-0,83	0,00		0,833		0,8302		✓
C2	198	210,000	200,000		21,000	205,000	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C2	278	210,000	210,000		80,000	210,000	0,000	2,90	1,20	0,00			1,204		0,6457	✓

#### NOTAS:

"X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i lab}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i arit}$ " 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.

"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:

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

[aberrante \*\*]

[anómalo \*]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i 1}}$	$\sqrt{X_{i 2}}$	$\sqrt{X_{i 3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i arit}}$
M (MM)	204,09	204,09		192,27	204,09
SD <sub>L</sub> (---)	4,91	4,91		37,51	4,91
CV (%)	2,40	2,40		19,51	2,40

- " $\sqrt{X_{i j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i arit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Valores de referencia de Mandel, Cochran y Grubbs según tablas de la norma UNE 82009-2, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

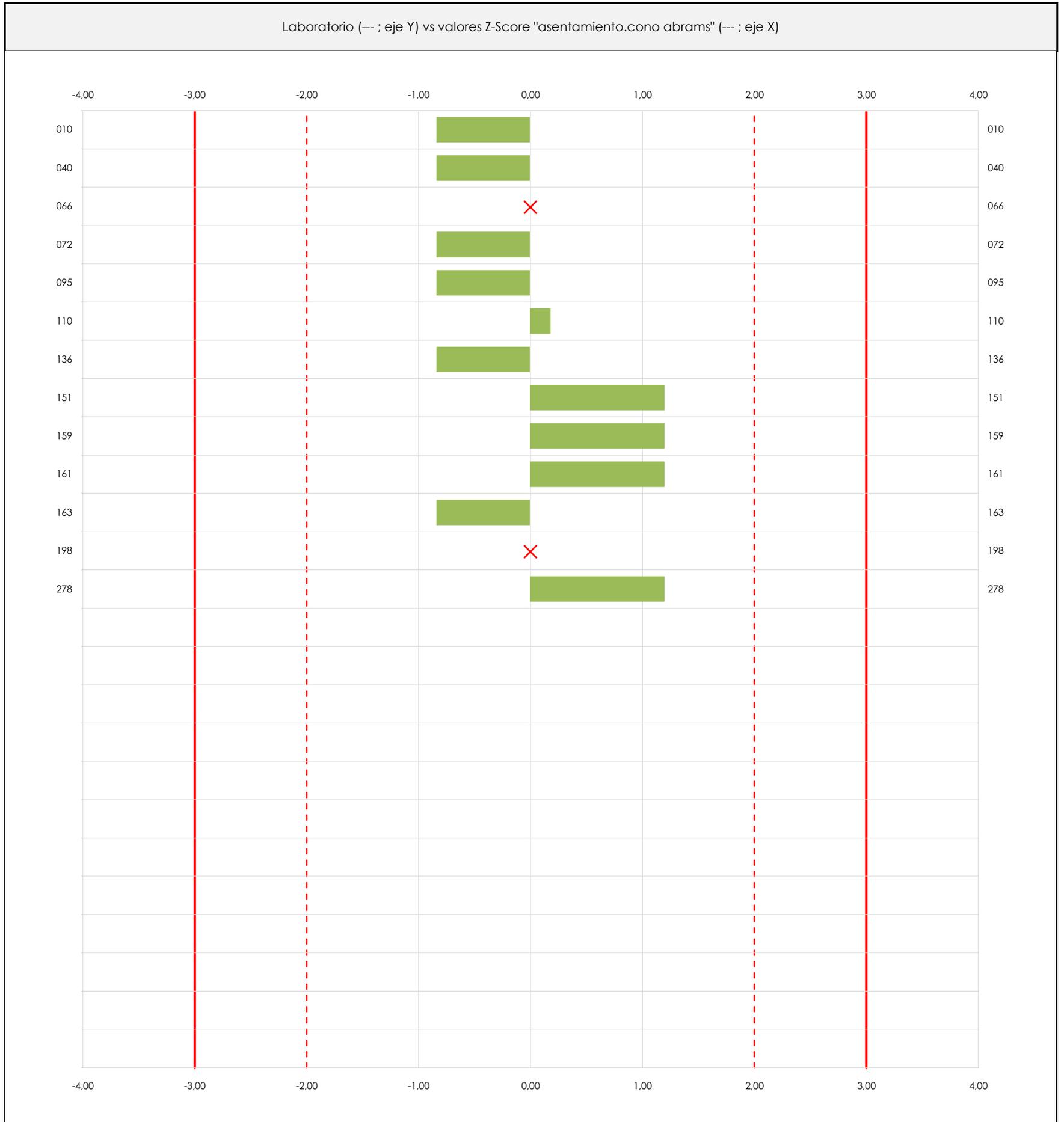
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
1%	2,22	2,34	0,624	2,5640	0,1448
5%	1,82	1,91	0,515	2,3550	0,2213

- "p" número de laboratorios participantes no descartados.
- "h" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" valores críticos de Grubbs.

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### 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.

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

#### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C2	010	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,00	✓	✓	✓			-0,833	S
C2	040	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,00	✓	✓	✓			-0,833	S
C2	066	230,00	220,00		225,00	225,00	---	---	✓	✗	✗	AN	0	---	---
C2	072	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,00	✓	✓	✓			-0,833	S
C2	095	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,00	✓	✓	✓			-0,833	S
C2	110	205,00	205,00		205,00	205,00	0,000	0,45	✓	✓	✓			0,185	S
C2	136	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,00	✓	✓	✓			-0,833	S
C2	151	210,00	210,00		210,00	210,00	0,000	2,90	✓	✓	✓			1,204	S
C2	159	210,00	210,00		210,00	210,00	0,000	2,90	✓	✓	✓			1,204	S
C2	161	210,00	210,00		210,00	210,00	0,000	2,90	✓	✓	✓			1,204	S
C2	163	200,00	200,00		200,00	200,00	0,000	-2,00	✓	✓	✓			-0,833	S
C2	198	210,00	200,00		21,00	205,00	---	---	✓	✗	✗	AB	1	---	---
C2	278	210,00	210,00		80,00	210,00	0,000	2,90	✓	✓	✓			1,204	S

#### NOTAS:

- <sup>01</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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> 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: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]
- <sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i1}$	$\forall X_{i2}$	$\forall X_{i3}$	$\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$	$\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$
M (MM)	204,09	204,09		192,27	204,09
SD <sub>L</sub> (---)	4,91	4,91		37,51	4,91
CV (%)	2,40	2,40		19,51	2,40

- " $\forall X_{ij}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

- <sup>06</sup> Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, después de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

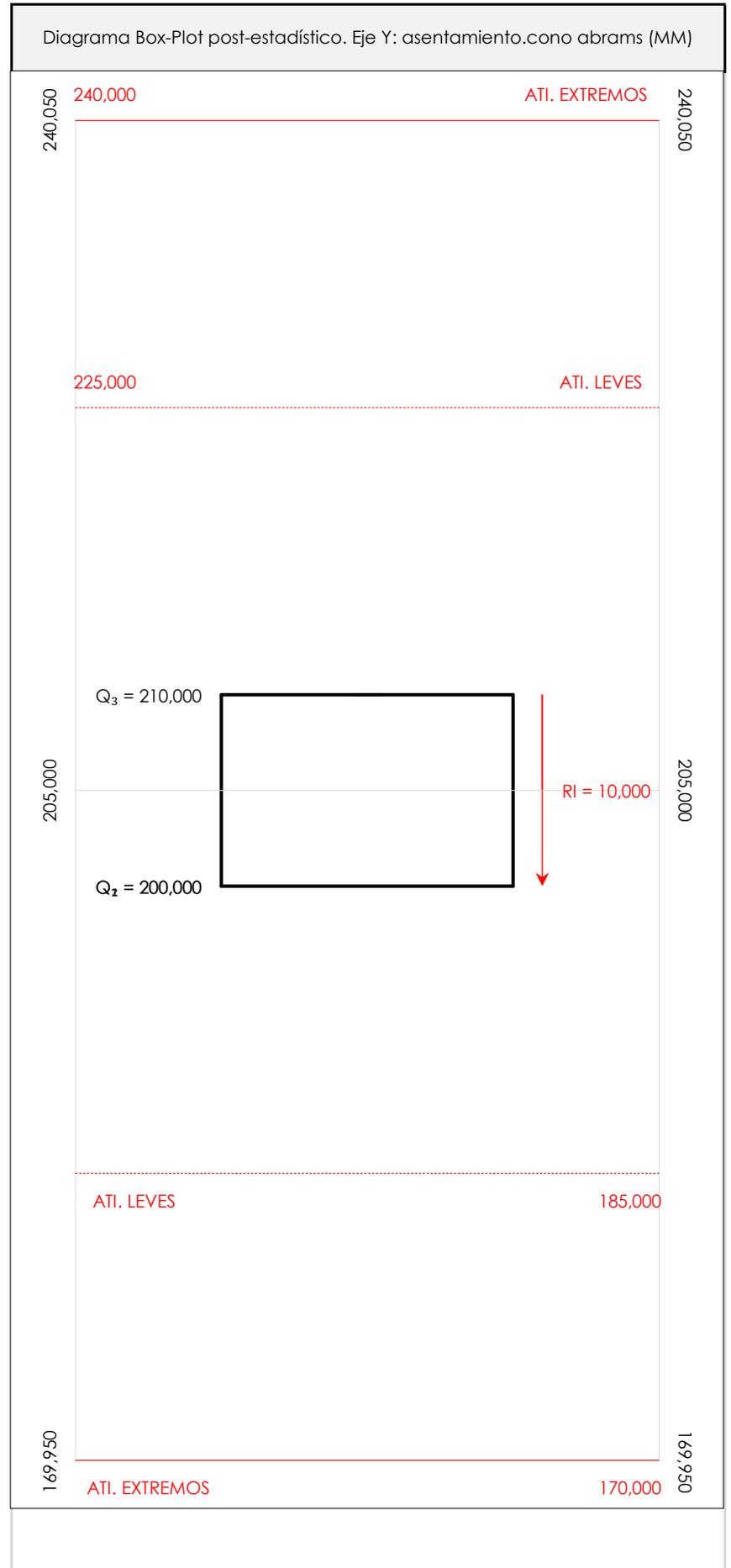
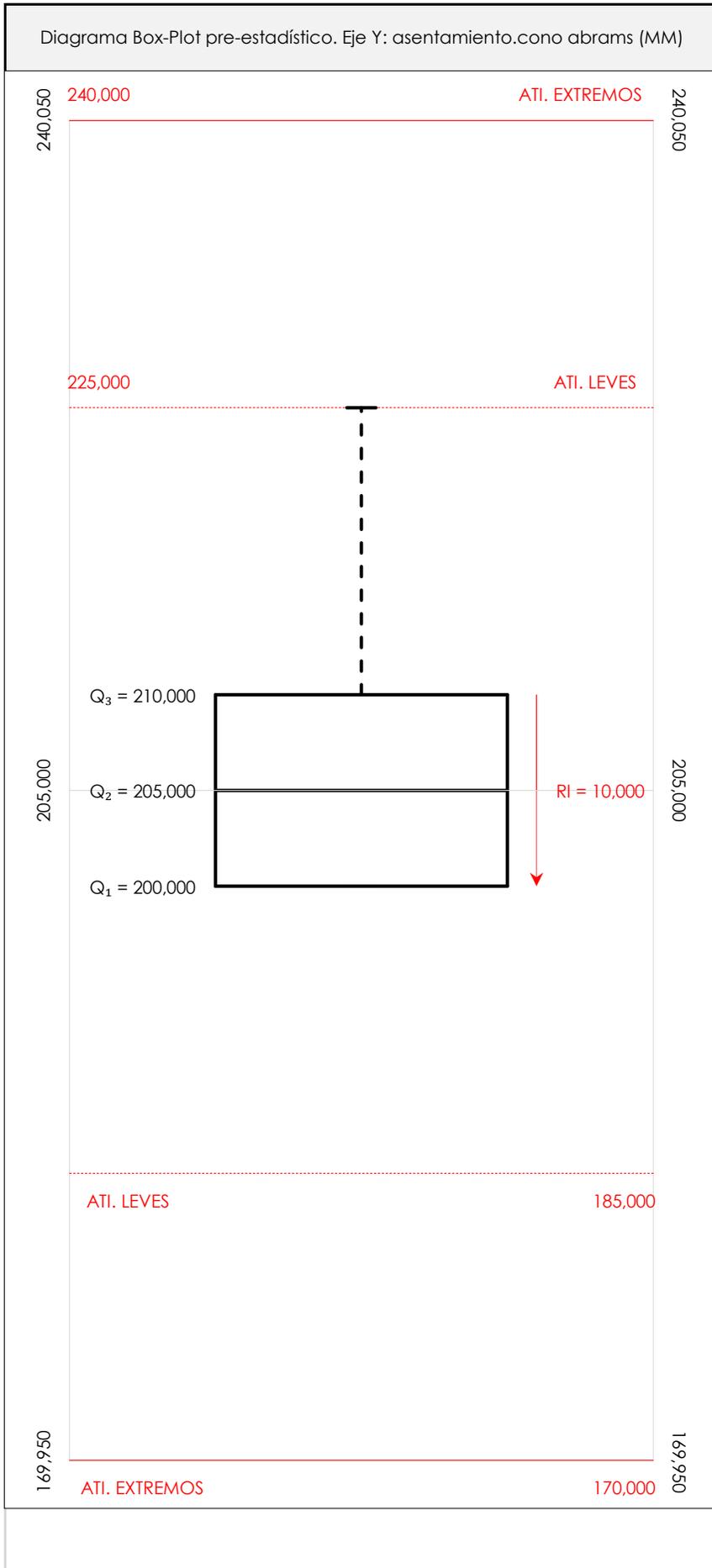
	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Calculado	0,000	0,000	2,405	2,405	6,734
Referencia	16,810	11,000		64,000	22,000

- " $\gamma_r$ " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " $\gamma_L$ " varianza interlaboratorios.
- " $\gamma_R$ " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### 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).

## ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS (MM)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "ASENTAMIENTO.CONO ABRAMS", ha contado con la participación de un total de 13 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 2 determinaciones individuales además de su valor medio.

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

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
Variables	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$
Valor Máximo (max ; %)	230,00	220,00		225,00	225,00	210,00	210,00		210,00	210,00
Valor Mínimo (min ; %)	200,00	200,00		21,00	200,00	200,00	200,00		80,00	200,00
Valor Promedio (M ; %)	206,54	205,00		181,62	205,77	204,09	204,09		192,27	204,09
Desviación Típica (SDL ; ---)	8,51	6,45		59,86	7,32	4,91	4,91		37,51	4,91
Coef. Variación (CV ; ---)	0,04	0,03		0,33	0,04	0,02	0,02		0,20	0,02
VARIABLES	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R	$S_r^2$	r	$S_L^2$	$S_R^2$	R
Valor Calculado	7,69	7,69	49,68	57,37	21,00	0,00	0,00	24,09	24,09	13,60
Valor Referencia	16,81	11,00		64,00	22,00	16,81	11,00		64,00	22,00

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%	2,22	2,34	0,624	2,564	0,1448	2,22	2,34	0,684	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,91	0,515	2,355	0,2213	1,82	1,91	0,570	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.

# **INFORME DE ENSAYO HORMIGON**

**RESIST.COMPR. 28 D (CIL)**

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "resist.compr. 28 d (cil)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
04. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
05. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica interlaboratorio se ve afectada notablemente por ello.
06. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
07. 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.
08. 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:

01. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y " $G_{\text{simp}}$  y  $G_{\text{dob}}$ " 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.
02. 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.
03. 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.
04. 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.

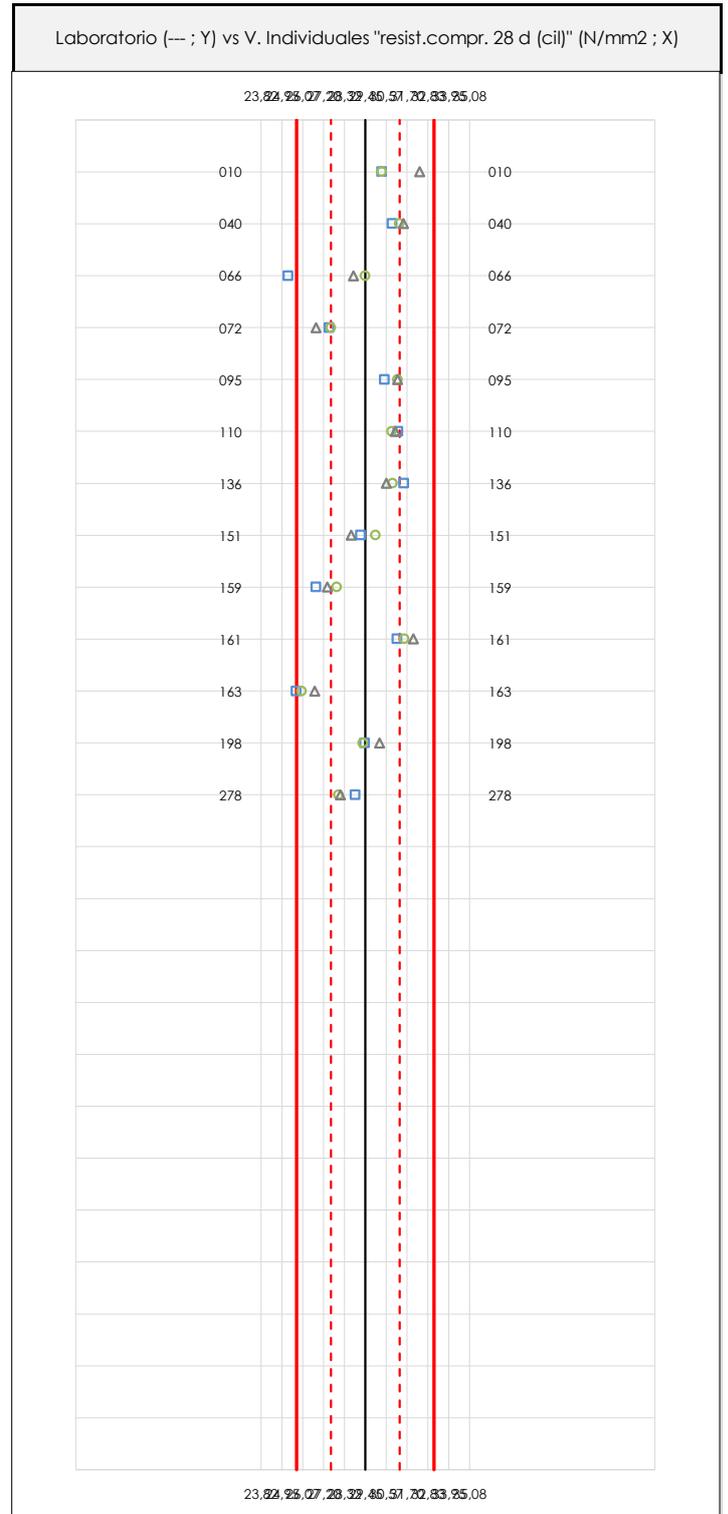
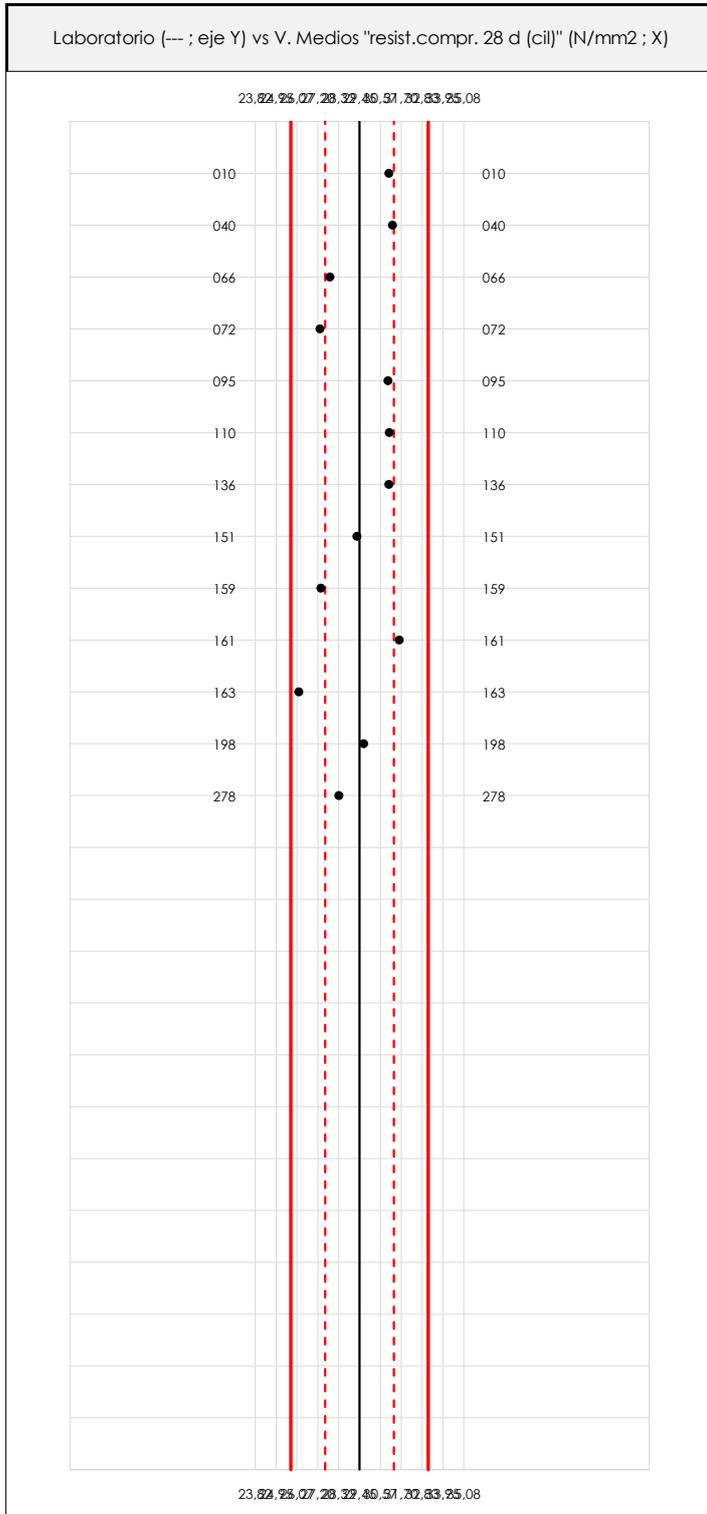
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (29,45 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (31,30/27,59 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (33,16/25,74 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

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 (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris "△".

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
C02	010	30,34	30,33	32,39	31,00	31,02	1,186	5,34	✓	
C02	040	30,90	31,30	31,50	31,20	31,23	0,306	6,06	✓	
C02	066	25,29	29,44	28,82	29,13	27,85	2,241	-5,43	✓	Aclarar si probeta 1 tuvo rotura NO satisfactoria
C02	072	27,50	27,60	26,80	27,30	27,30	0,436	-7,30	✓	
C02	095	30,50	31,20	31,20	31,00	30,97	0,404	5,16	✓	
C02	110	31,22	30,87	31,07	31,07	31,05	0,175	5,45	✓	
C02	136	31,54	30,93	30,59	31,00	31,02	0,482	5,34	✓	
C02	151	29,20	30,00	28,70	29,30	29,30	0,656	-0,50	✓	
C02	159	26,78	27,90	27,40	27,36	27,36	0,561	-7,09	✓	Aclarar si probetas tuvieron rotura NO satisfactoria
C02	161	31,16	31,55	32,04	31,58	31,58	0,441	7,25	✓	
C02	163	25,72	26,02	26,72	26,15	26,15	0,514	-11,19	✓	
C02	198	29,42	29,33	30,22	29,66	29,66	0,490	0,71	✓	
C02	278	28,90	28,00	28,10	28,30	28,33	0,493	-3,79	✓	

#### NOTAS:

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>02</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i1}}$	$\sqrt{X_{i2}}$	$\sqrt{X_{i3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	29,11	29,57	29,66	29,54	29,45
SD <sub>L</sub> (→)	2,15	1,72	2,00	1,80	1,85
CV (%)	7,39	5,83	6,74	6,08	6,30

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

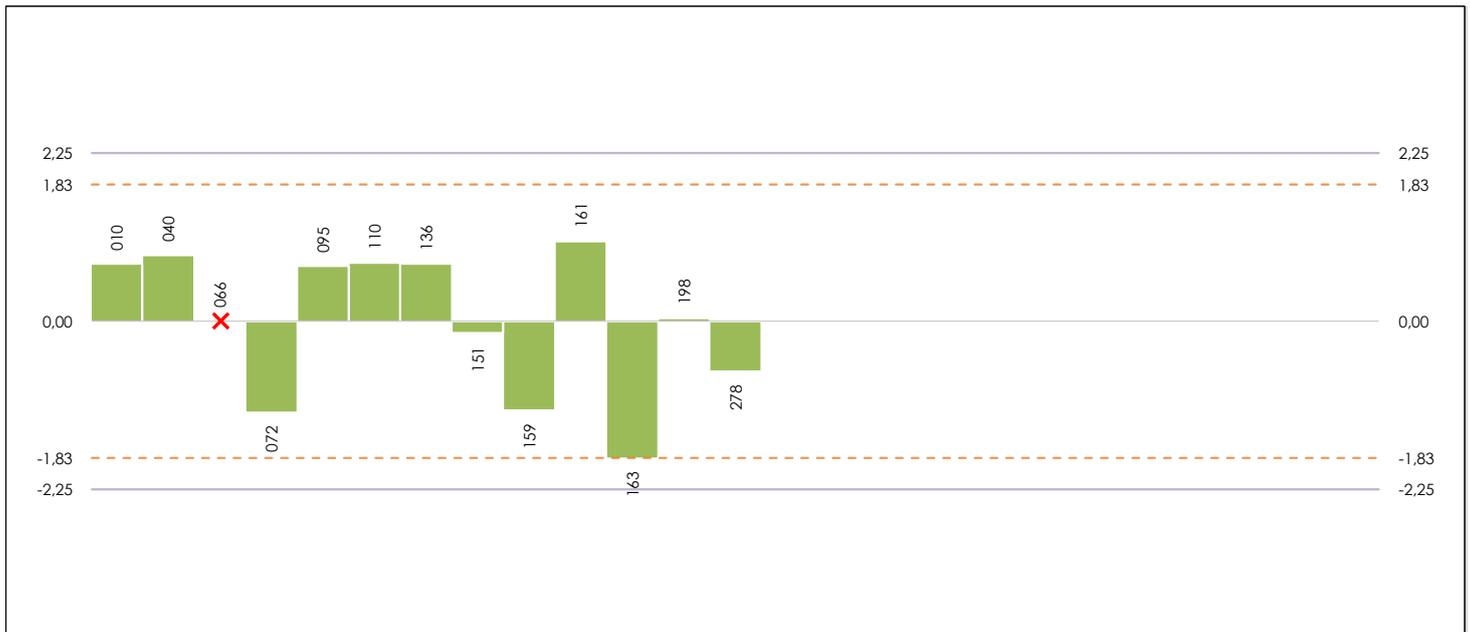
	Y <sub>r</sub> (%)	r (%)	Y <sub>L</sub> (%)	Y <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	2,798	7,834	6,087	6,699	18,757
Referencia	2,900	8,000		3,100	11,700

- "Y<sub>r</sub>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "Y<sub>L</sub>" varianza interlaboratorios.
- "Y<sub>R</sub>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

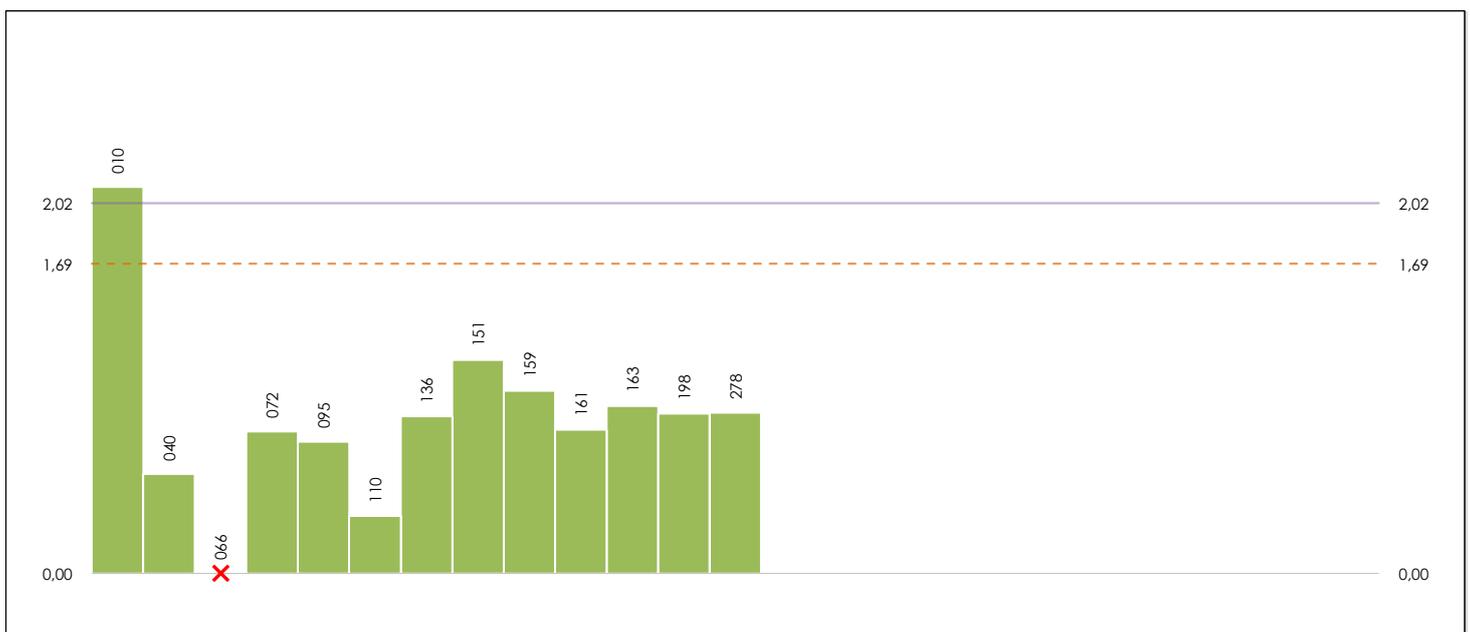
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



#### 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 rosado (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.



#### 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 color rosado (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.

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	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?
C02	010	30,340	30,330	32,390	31,000	31,020	1,186	4,86	0,77	2,11**	0,370					✓
C02	040	30,900	31,300	31,500	31,200	31,233	0,306	5,58	0,88	0,54					0,7904	✓
C02	066	25,287	29,441	28,821	29,131	27,849	---	---	---	---	---	---	---	---	---	✗
C02	072	27,500	27,600	26,800	27,300	27,300	0,436	-7,71	-1,22	0,77				0,4747		✓
C02	095	30,500	31,200	31,200	31,000	30,967	0,404	4,68	0,74	0,72						✓
C02	110	31,220	30,870	31,066	31,066	31,052	0,175	4,97	0,79	0,31						✓
C02	136	31,544	30,930	30,593	31,000	31,022	0,482	4,87	0,77	0,86						✓
C02	151	29,200	30,000	28,700	29,300	29,300	0,656	-0,95	-0,15	1,16						✓
C02	159	26,780	27,900	27,400	27,360	27,360	0,561	-7,51	-1,19	1,00						✓
C02	161	31,160	31,550	32,040	31,583	31,583	0,441	6,77	1,07	0,78			1,070		0,7904	✓
C02	163	25,719	26,019	26,721	26,153	26,153	0,514	-11,59	-1,83*	0,91	0,370	1,833		0,4747		✓
C02	198	29,420	29,330	30,220	29,660	29,657	0,490	0,25	0,04	0,87						✓
C02	278	28,900	28,000	28,100	28,300	28,333	0,493	-4,22	-0,67	0,88						✓

#### NOTAS:

"X<sub>ij</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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.

"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:

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

[aberrante \*\*]

[anómalo \*]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i1}}$	$\sqrt{X_{i2}}$	$\sqrt{X_{i3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	29,43	29,59	29,73	29,58	29,58
SD <sub>L</sub> (---)	1,90	1,80	2,07	1,87	1,87
CV (%)	6,45	6,09	6,97	6,32	6,32

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Valores de referencia de Mandel, Cochran y Grubbs según tablas de la norma UNE 82009-2, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

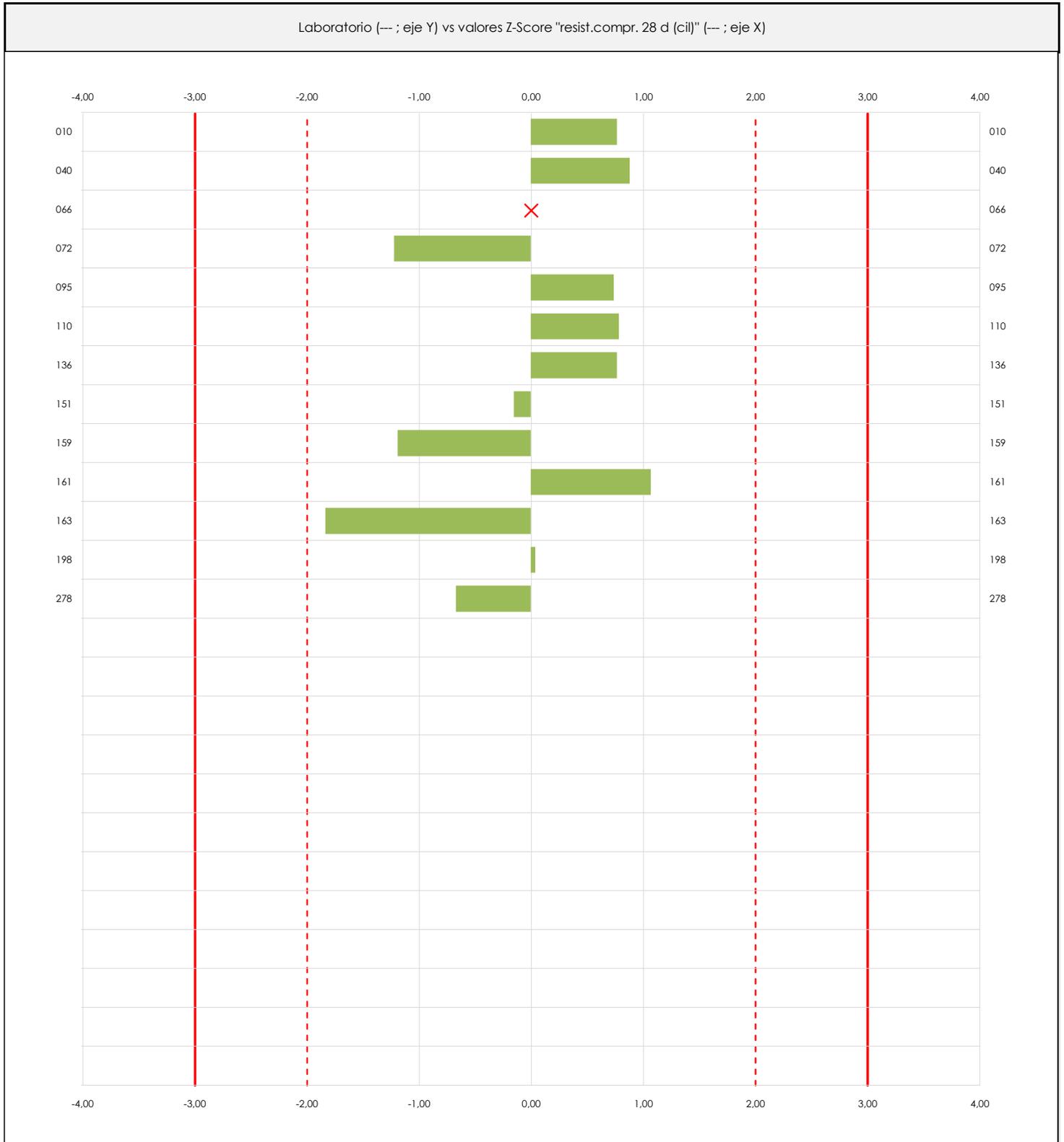
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
1%	2,25	2,02	0,450	2,6360	0,1738
5%	1,83	1,69	0,371	2,4120	0,2537

- "p" número de laboratorios participantes no descartados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" valores críticos de Grubbs

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### 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.

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

#### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C02	010	30,34	30,33	32,39	31,00	31,02	1,186	4,86	✓	✓	✓			0,769	S
C02	040	30,90	31,30	31,50	31,20	31,23	0,306	5,58	✓	✓	✓			0,883	S
C02	066	25,29	29,44	28,82	29,13	27,85	---	---	✓	✗	✗	AB	0	---	---
C02	072	27,50	27,60	26,80	27,30	27,30	0,436	-7,71	✓	✓	✓			-1,220	S
C02	095	30,50	31,20	31,20	31,00	30,97	0,404	4,68	✓	✓	✓			0,740	S
C02	110	31,22	30,87	31,07	31,07	31,05	0,175	4,97	✓	✓	✓			0,786	S
C02	136	31,54	30,93	30,59	31,00	31,02	0,482	4,87	✓	✓	✓			0,770	S
C02	151	29,20	30,00	28,70	29,30	29,30	0,656	-0,95	✓	✓	✓			-0,151	S
C02	159	26,78	27,90	27,40	27,36	27,36	0,561	-7,51	✓	✓	✓			-1,188	S
C02	161	31,16	31,55	32,04	31,58	31,58	0,441	6,77	✓	✓	✓			1,070	S
C02	163	25,72	26,02	26,72	26,15	26,15	0,514	-11,59	✓	✓	✓			-1,833	S
C02	198	29,42	29,33	30,22	29,66	29,66	0,490	0,25	✓	✓	✓			0,040	S
C02	278	28,90	28,00	28,10	28,30	28,33	0,493	-4,22	✓	✓	✓			-0,667	S

#### NOTAS:

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

[no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]

<sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i1}$	$\forall X_{i2}$	$\forall X_{i3}$	$\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$	$\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	29,43	29,59	29,73	29,58	29,58
SD <sub>L</sub> (---)	1,90	1,80	2,07	1,87	1,87
CV (%)	6,45	6,09	6,97	6,32	6,32

- " $\forall X_{i j}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

<sup>06</sup> Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, después de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

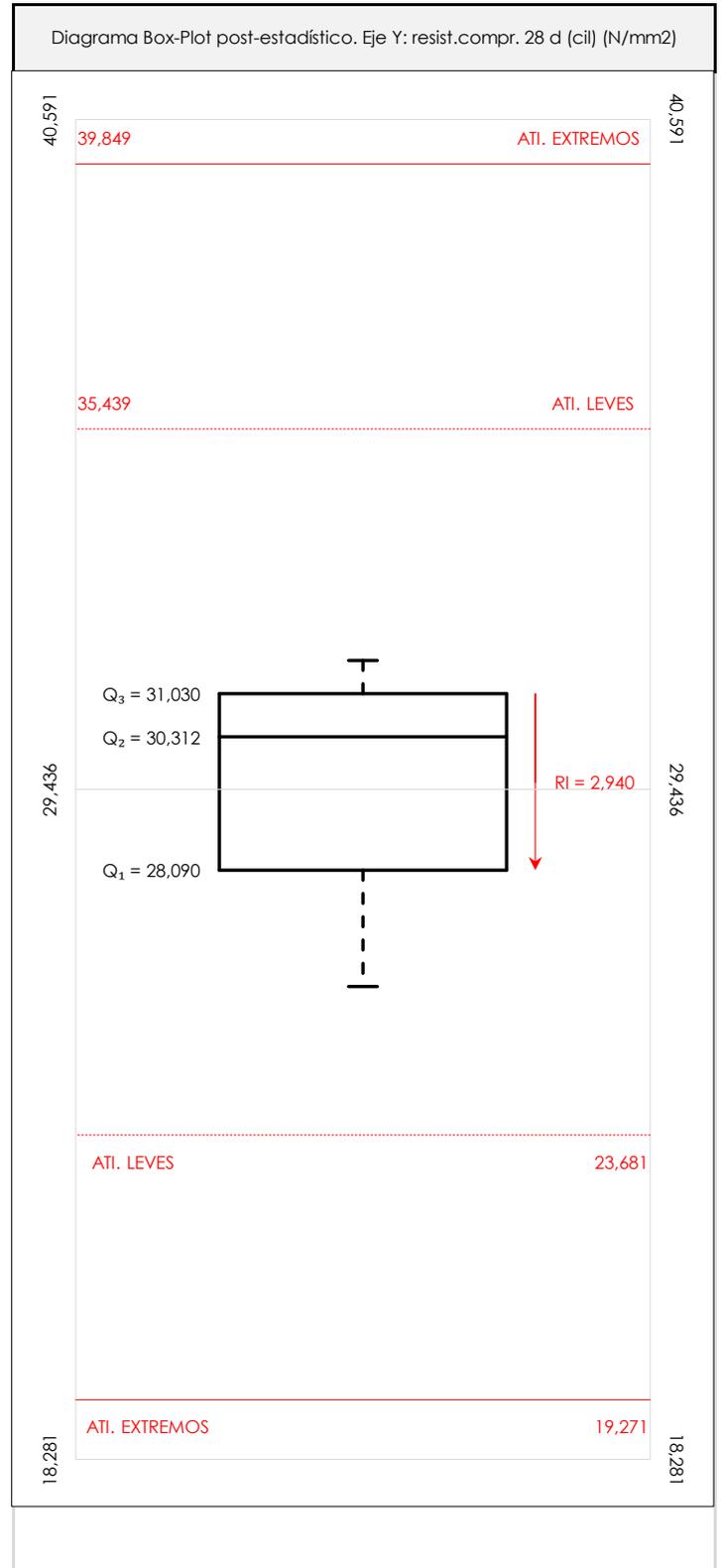
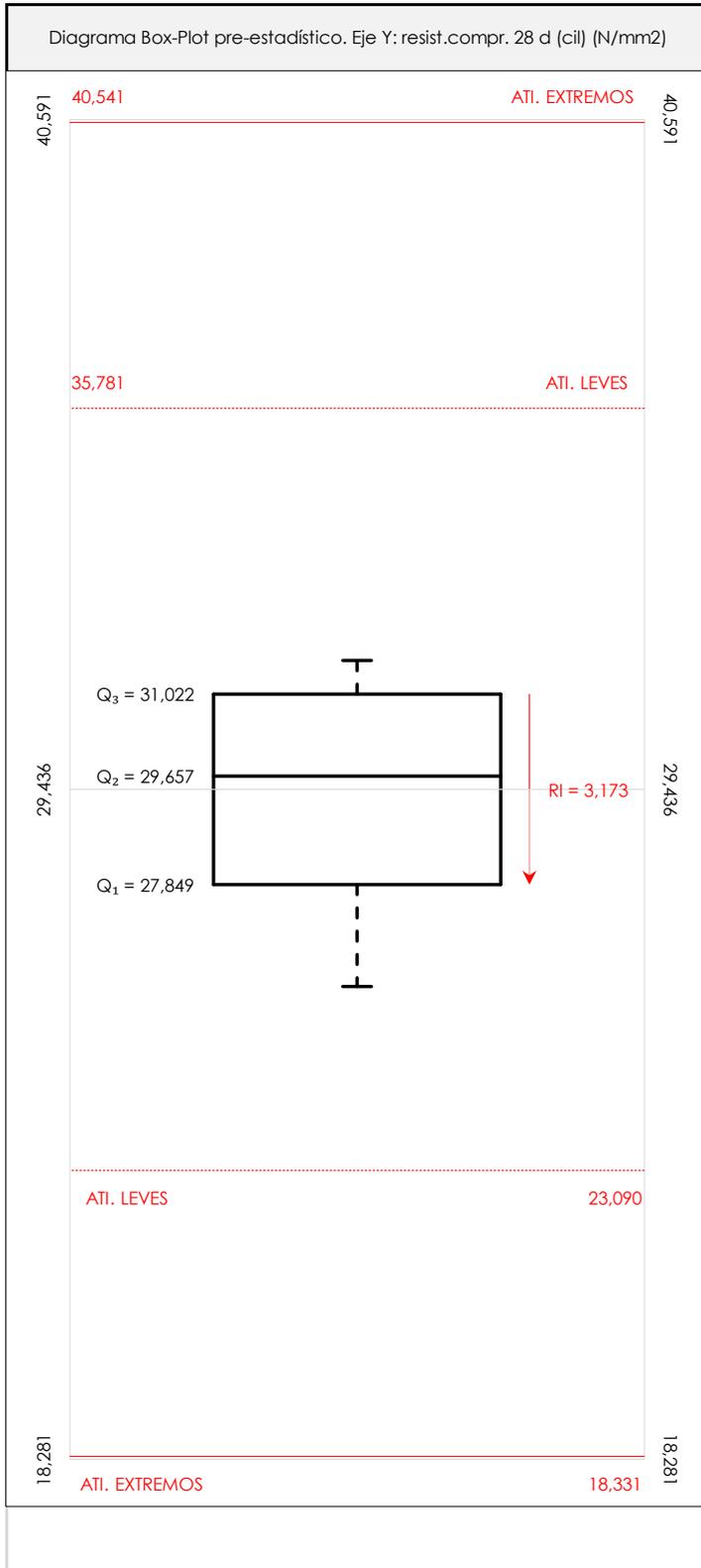
	Y <sub>r</sub> (%)	r (%)	Y <sub>L</sub> (%)	Y <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	1,903	5,329	6,228	6,512	18,234
Referencia	2,900	8,000		3,100	11,700

- "Y<sub>r</sub>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "Y<sub>L</sub>" varianza interlaboratorios.
- "Y<sub>R</sub>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### 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><sup>+</sup> y f<sub>1</sub><sup>+</sup> 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).

## RESIST.COMPR. 28 D (CIL) (N/mm<sup>2</sup>)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "RESIST.COMPR. 28 D (CIL)", ha contado con la participación de un total de 13 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 3 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 anómalo o aberrante 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 <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
Valor Máximo (max ; %)	31,54	31,55	32,39	31,58	31,58	31,54	31,55	32,39	31,58	31,58
Valor Mínimo (min ; %)	25,29	26,02	26,72	26,15	26,15	25,72	26,02	26,72	26,15	26,15
Valor Promedio (M ; %)	29,11	29,57	29,66	29,54	29,45	29,43	29,59	29,73	29,58	29,58
Desviación Típica (SDL ; ---)	2,15	1,72	2,00	1,80	1,85	1,90	1,80	2,07	1,87	1,87
Coef. Variación (CV ; ---)	0,07	0,06	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06	0,06
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Valor Calculado	2,80	7,83	6,09	6,70	18,76	1,90	5,33	6,23	6,51	18,23
Valor Referencia	2,90	8,00		3,10	11,70	2,90	8,00		3,10	11,70

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
Nivel de Significación 1%	2,25	2,02	0,450	2,636	0,1738	2,25	2,02	0,475	2,636	0,1738
Nivel de Significación 5%	1,83	1,69	0,371	2,412	0,2537	1,83	1,69	0,392	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.

# INFORME DE ENSAYO HORMIGON

RESIST.COMPR. 28 D (CUB)

## RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "resist.compr. 28 d (cub)", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
04. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
05. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica interlaboratorio se ve afectada notablemente por ello.
06. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
07. 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.
08. 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:

01. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y " $G_{\text{simp}}$  y  $G_{\text{dob}}$ " 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.
02. 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.
03. 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.
04. 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.

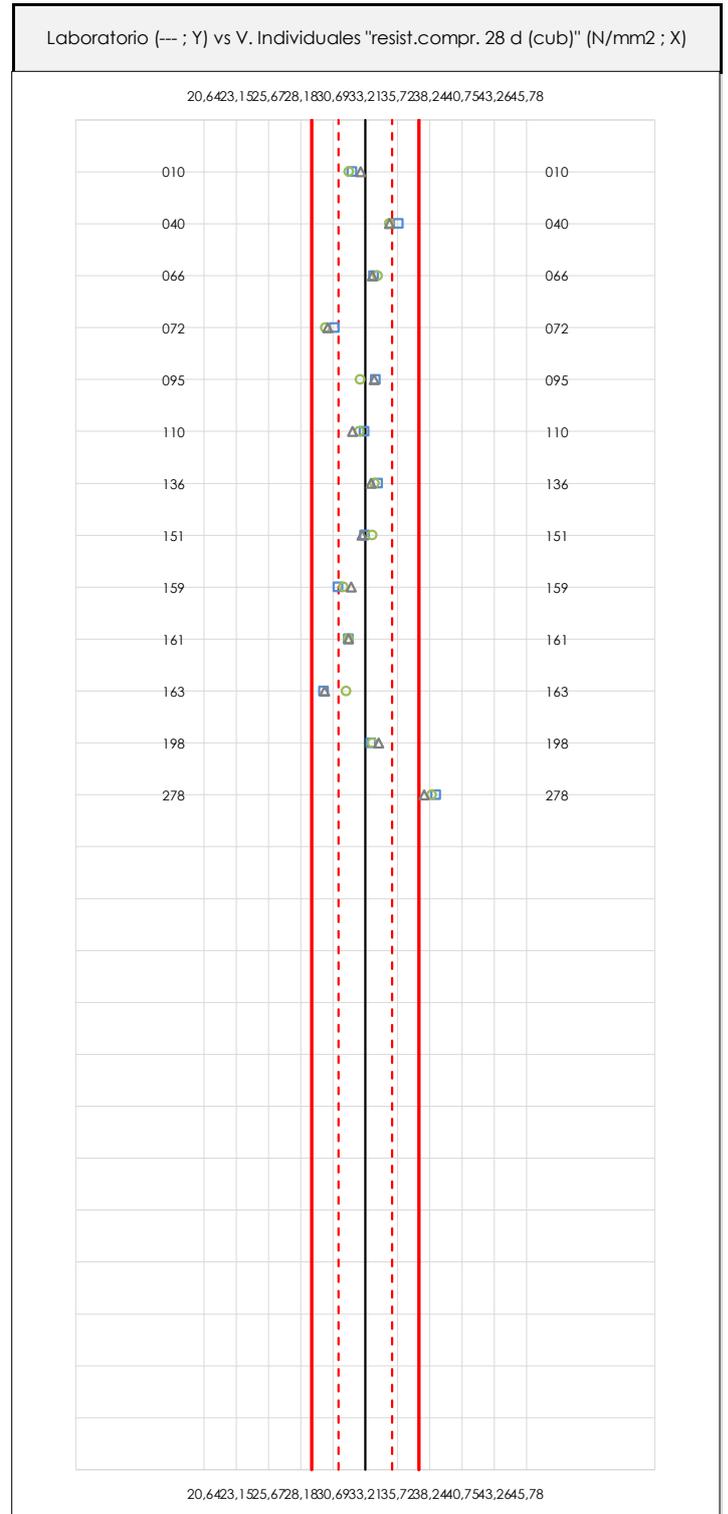
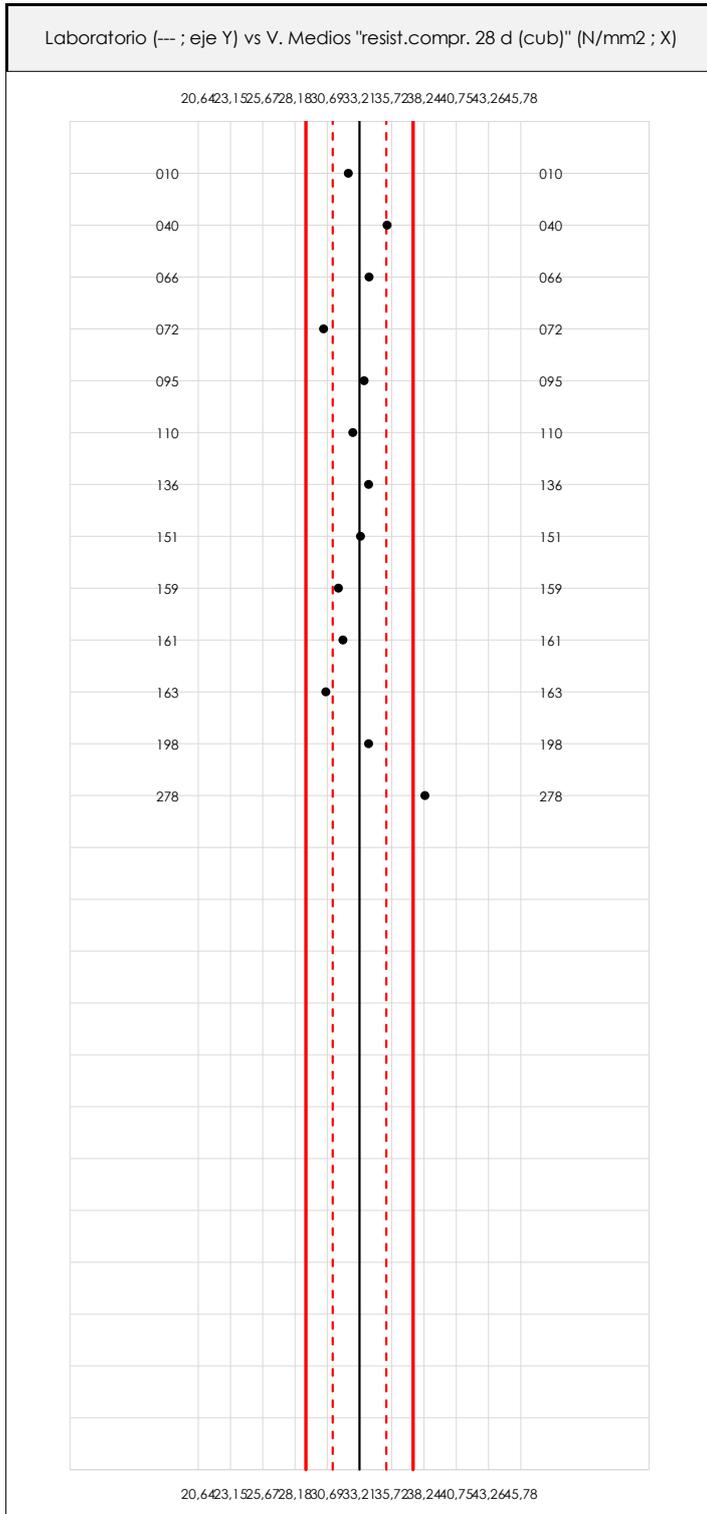
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (33,21 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (35,30/31,12 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (37,39/29,03 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

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 (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris "△".

## RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

### Análisis A. Estudio pre-estadístico

#### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
C02	010	32,19	31,92	32,85	32,26	32,32	0,478	-2,67	✓	
C02	040	35,80	35,10	35,10	35,30	35,33	0,404	6,40	✓	
C02	066	33,87	34,19	33,77	33,94	33,94	0,219	2,21	✓	
C02	072	30,80	30,10	30,30	30,40	30,40	0,361	-8,46	✗	Desv.trazabilidad resultado con sus datos de carga y area
C02	095	34,00	32,80	33,90	33,50	33,57	0,666	1,08	✓	
C02	110	33,14	32,73	32,20	32,66	32,69	0,470	-1,56	✓	
C02	136	34,18	33,95	33,64	33,92	33,92	0,269	2,15	✓	
C02	151	33,15	33,76	32,96	33,29	33,29	0,417	0,25	✓	
C02	159	31,10	31,50	32,10	31,56	31,57	0,503	-4,94	✓	
C02	161	31,90	31,90	31,90	31,90	31,90	0,000	-3,94	✓	
C02	163	29,97	31,71	30,04	30,57	30,57	0,986	-7,93	✓	
C02	198	33,67	33,77	34,27	33,90	33,90	0,321	2,09	✓	
C02	278	38,70	38,40	37,80	38,30	38,30	0,458	15,33	✗	Desv.trazabilidad resultado con sus datos de carga y area

#### NOTAS:

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>02</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i1}}$	$\sqrt{X_{i2}}$	$\sqrt{X_{i3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	33,27	33,22	33,14	33,19	33,21
SD <sub>L</sub> (---)	2,28	2,07	2,03	2,09	2,09
CV (%)	6,86	6,22	6,12	6,29	6,29

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

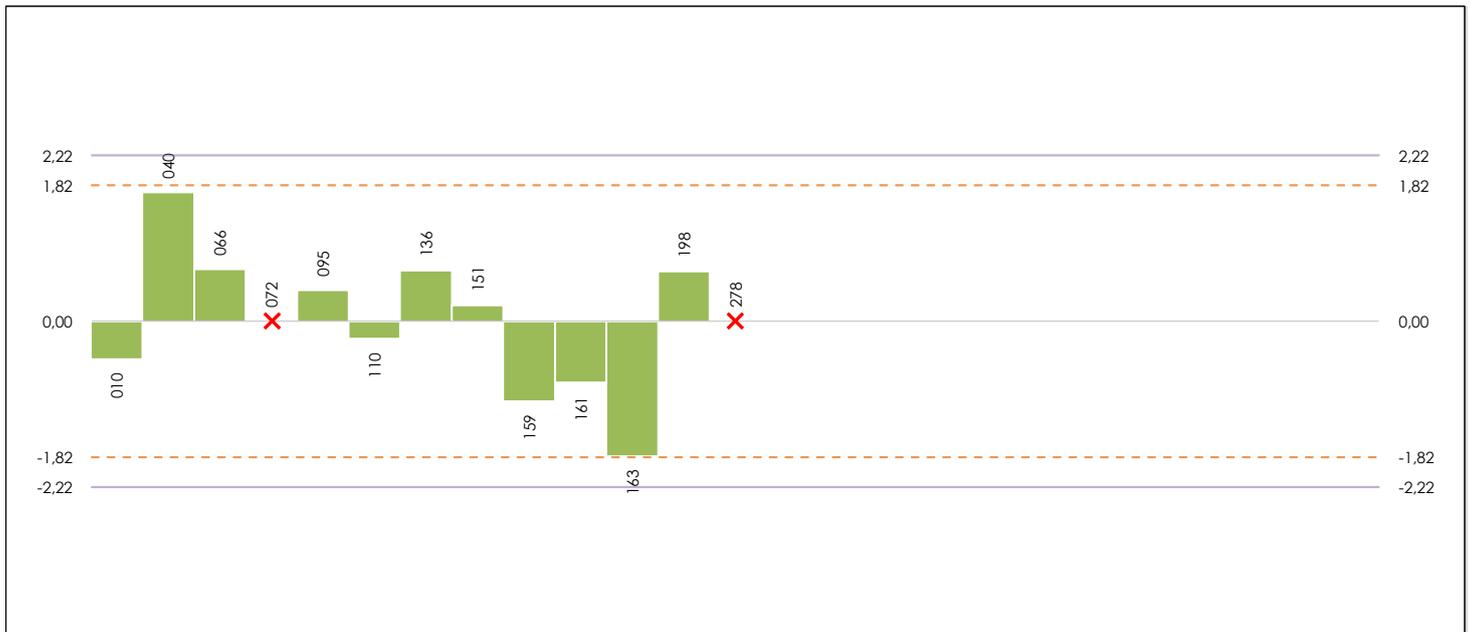
	Y <sub>r</sub> (%)	r (%)	Y <sub>L</sub> (%)	Y <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	1,451	4,064	6,236	6,403	17,929
Referencia	3,200	9,000		4,700	13,200

- "Y<sub>r</sub>" varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- "Y<sub>L</sub>" varianza interlaboratorios.
- "Y<sub>R</sub>" varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.

## RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

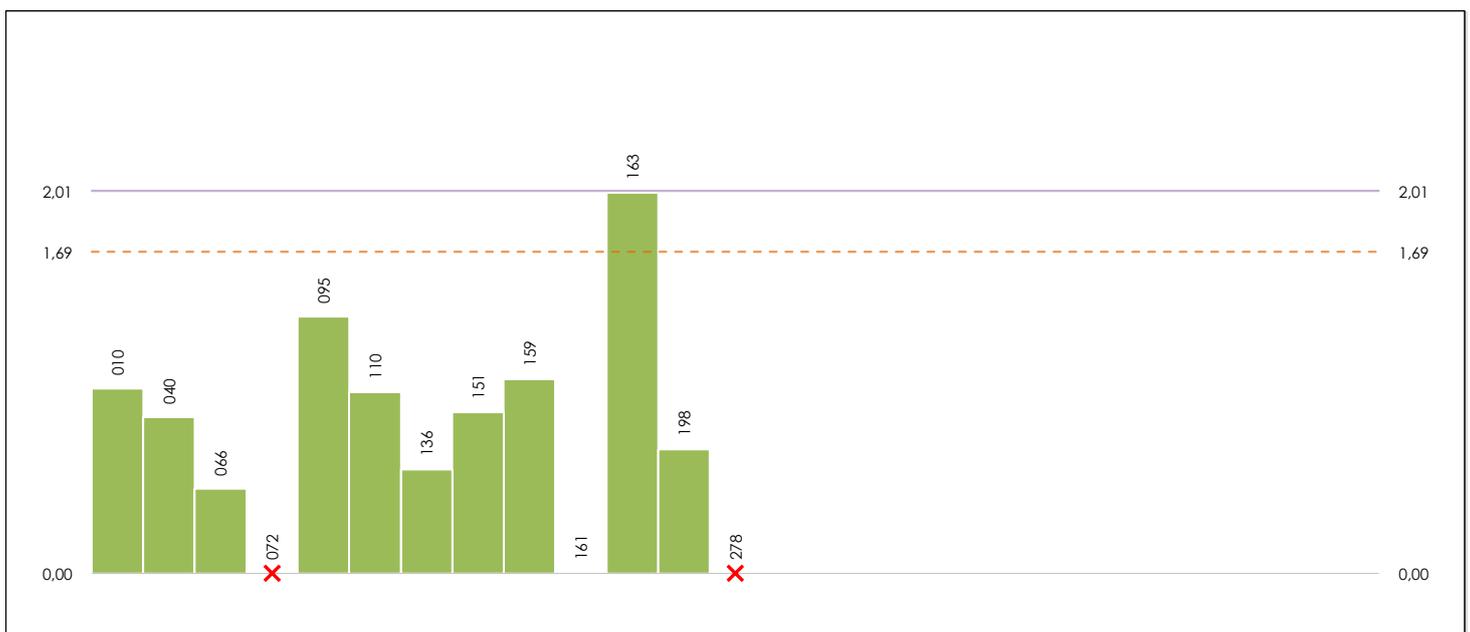
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



#### 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.



#### 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 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.

# RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	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?
C02	010	32,190	31,920	32,850	32,260	32,320	0,478	-2,06	-0,51	0,97						✓
C02	040	35,800	35,100	35,100	35,300	35,333	0,404	7,07	1,73	0,82		1,733		0,5849		✓
C02	066	33,867	34,188	33,769	33,941	33,941	0,219	2,85	0,70	0,44				0,5849		✓
C02	072	30,800	30,100	30,300	30,400	30,400	---	---	---	---						✗
C02	095	34,000	32,800	33,900	33,500	33,567	0,666	1,72	0,42	1,35						✓
C02	110	33,137	32,730	32,200	32,660	32,689	0,470	-0,94	-0,23	0,95						✓
C02	136	34,176	33,949	33,640	33,920	33,922	0,269	2,79	0,68	0,54						✓
C02	151	33,147	33,760	32,963	33,290	33,290	0,417	0,88	0,22	0,85						✓
C02	159	31,100	31,500	32,100	31,560	31,567	0,503	-4,34	-1,07	1,02			0,4699			✓
C02	161	31,900	31,900	31,900	31,900	31,900	0,000	-3,33	-0,82	0,00						✓
C02	163	29,968	31,711	30,041	30,574	30,574	0,986	-7,35	-1,80	2,00*	0,363	1,803		0,4699		✓
C02	198	33,670	33,770	34,270	33,900	33,903	0,321	2,74	0,67	0,65						✓
C02	278	38,700	38,400	37,800	38,300	38,300	---	---	---	---						✗

#### NOTAS:

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

"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:

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

[aberrante \*\*]

[anómalo \*]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i1}}$	$\sqrt{X_{i2}}$	$\sqrt{X_{i3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	33,00	33,03	32,98	32,98	33,00
SD <sub>L</sub> (---)	1,62	1,20	1,39	1,34	1,35
CV (%)	4,90	3,62	4,21	4,07	4,08

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Valores de referencia de Mandel, Cochran y Grubbs según tablas de la norma UNE 82009-2, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

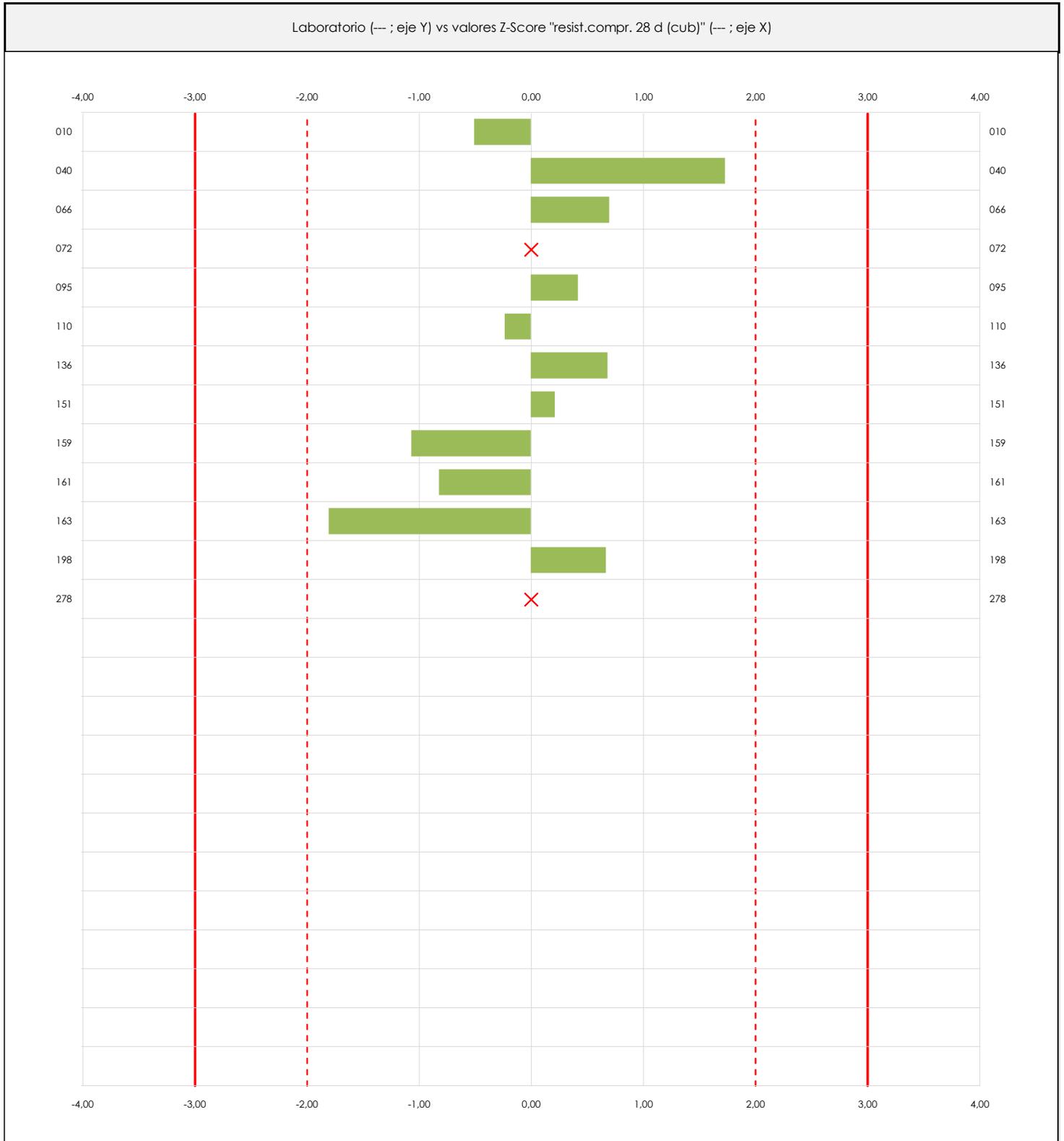
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
1%	2,22	2,01	0,450	2,5640	0,1448
5%	1,82	1,69	0,371	2,3550	0,2213

- "p" número de laboratorios participantes no descartados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" valores críticos de Grubbs

## RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

### 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.

# RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

## Análisis C. Evaluación Z-Score

### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C02	010	32,19	31,92	32,85	32,26	32,32	0,478	-2,06	✓	✓	✓			-0,506	S
C02	040	35,80	35,10	35,10	35,30	35,33	0,404	7,07	✓	✓	✓			1,733	S
C02	066	33,87	34,19	33,77	33,94	33,94	0,219	2,85	✓	✓	✓			0,699	S
C02	072	30,80	30,10	30,30	30,40	30,40	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---
C02	095	34,00	32,80	33,90	33,50	33,57	0,666	1,72	✓	✓	✓			0,421	S
C02	110	33,14	32,73	32,20	32,66	32,69	0,470	-0,94	✓	✓	✓			-0,231	S
C02	136	34,18	33,95	33,64	33,92	33,92	0,269	2,79	✓	✓	✓			0,684	S
C02	151	33,15	33,76	32,96	33,29	33,29	0,417	0,88	✓	✓	✓			0,215	S
C02	159	31,10	31,50	32,10	31,56	31,57	0,503	-4,34	✓	✓	✓			-1,065	S
C02	161	31,90	31,90	31,90	31,90	31,90	0,000	-3,33	✓	✓	✓			-0,818	S
C02	163	29,97	31,71	30,04	30,57	30,57	0,986	-7,35	✓	✓	✓			-1,803	S
C02	198	33,67	33,77	34,27	33,90	33,90	0,321	2,74	✓	✓	✓			0,671	S
C02	278	38,70	38,40	37,80	38,30	38,30	---	---	✗	✗	✗	SD		---	---

**NOTAS:**

- <sup>01</sup> "X<sub>i j</sub>" con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " 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> 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: [no coinciden] [dudoso] [insatisfactorio]
- <sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\forall X_{i1}$	$\forall X_{i2}$	$\forall X_{i3}$	$\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$	$\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$
M (N/mm <sup>2</sup> )	33,00	33,03	32,98	32,98	33,00
SD <sub>L</sub> (---)	1,62	1,20	1,39	1,34	1,35
CV (%)	4,90	3,62	4,21	4,07	4,08

- " $\forall X_{i j}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{lab}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\forall \bar{X}_{i\text{arit}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

- <sup>06</sup> Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, después de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

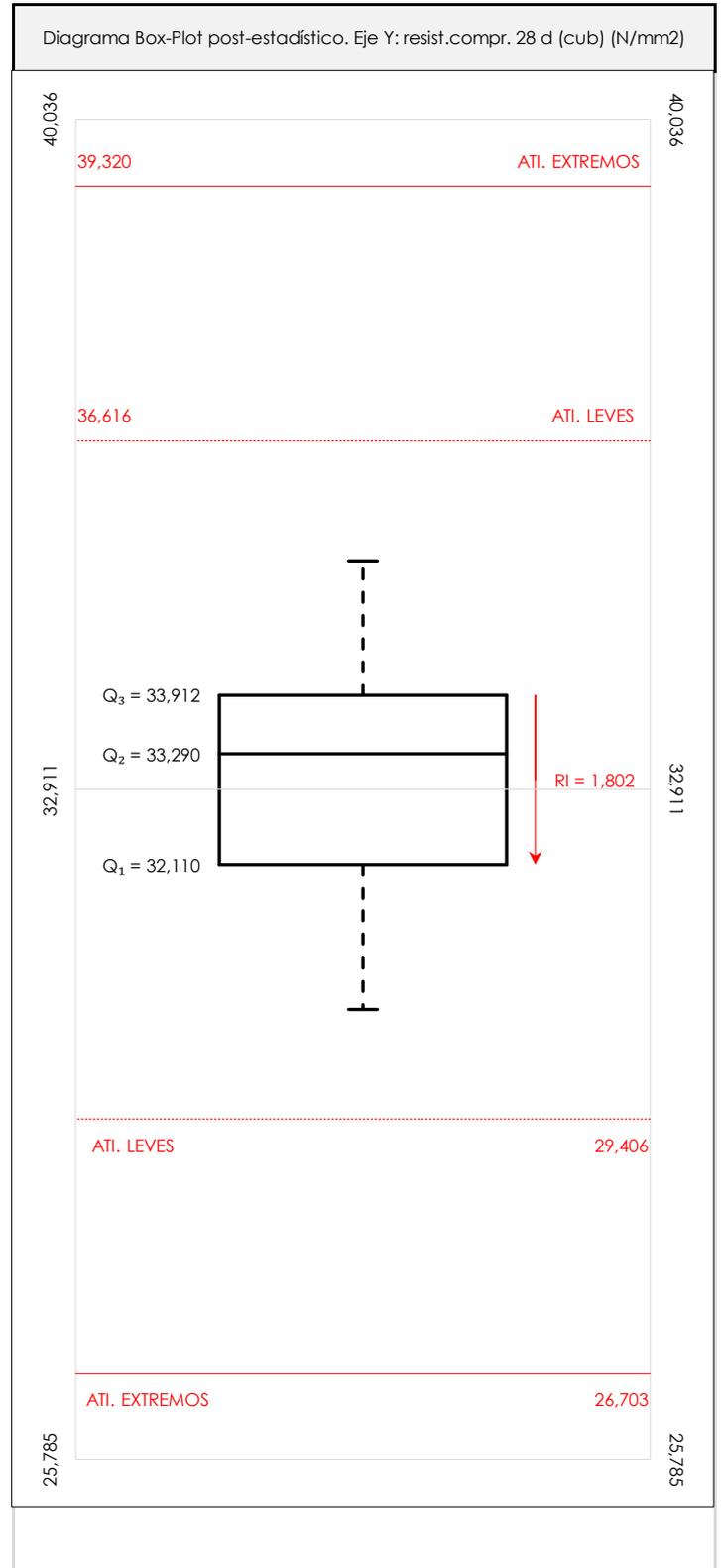
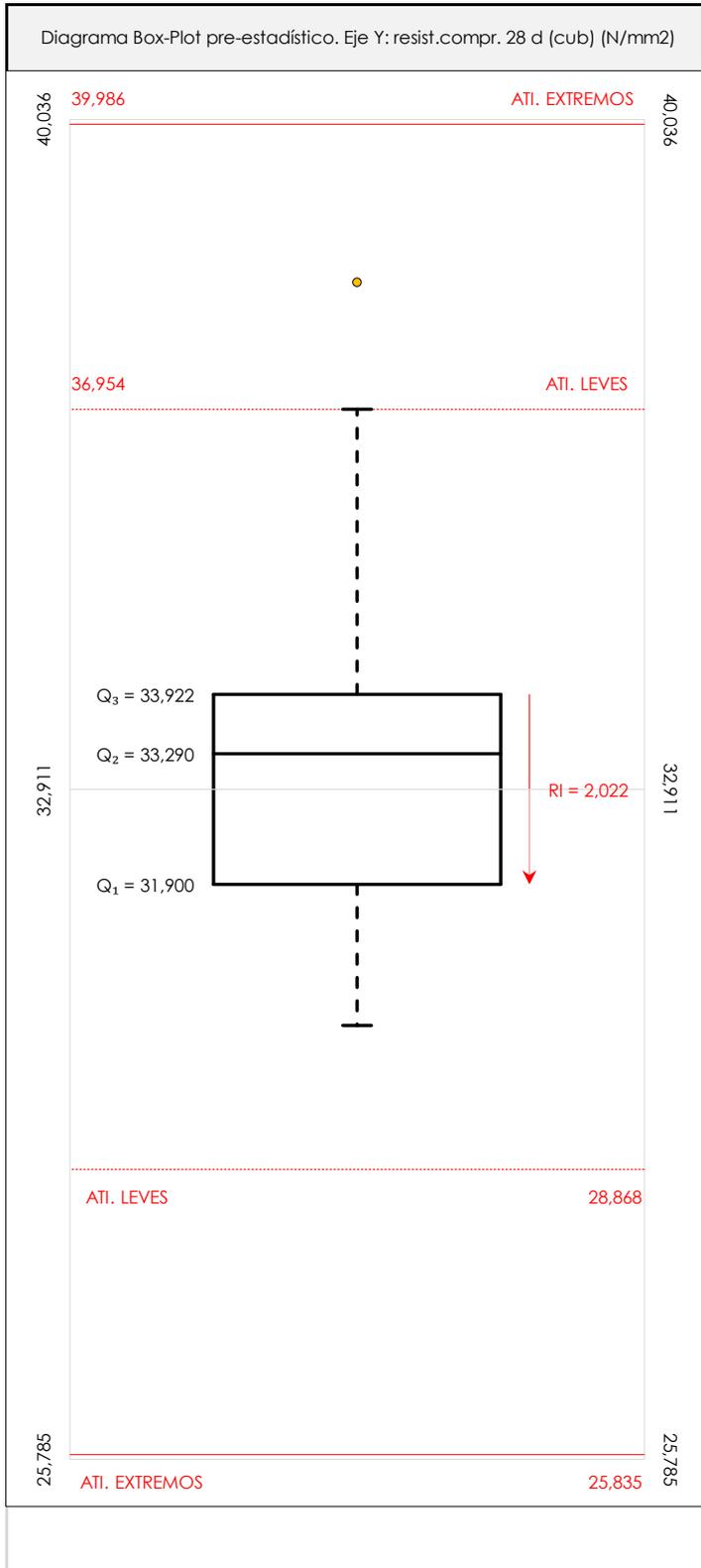
	Y <sub>r</sub> (%)	r (%)	Y <sub>L</sub> (%)	Y <sub>R</sub> (%)	R (%)
Calculado	1,496	4,188	3,986	4,257	11,919
Referencia	3,200	9,000		4,700	13,200

- "Y<sub>r</sub>" varianza de repetibilidad.
- "r" (%) repetibilidad.
- "Y<sub>L</sub>" varianza interlaboratorios.
- "Y<sub>R</sub>" varianza de reproducibilidad.
- "R" (%) reproducibilidad.

## RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

### 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).

## RESIST.COMPR. 28 D (CUB) (N/mm<sup>2</sup>)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "RESIST.COMPR. 28 D (CUB)", ha contado con la participación de un total de 13 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 3 determinaciones individuales además de su valor medio.

Tras analizar los resultados podemos concluir que, para cumplir con los criterios estadísticos establecidos en el informe, un total de 2 laboratorios han sido apartados de la evaluación final: 2 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 <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	X <sub>i 1</sub>	X <sub>i 2</sub>	X <sub>i 3</sub>	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
Valor Máximo (max ; %)	38,70	38,40	37,80	38,30	38,30	35,80	35,10	35,10	35,30	35,33
Valor Mínimo (min ; %)	29,97	30,10	30,04	30,40	30,40	29,97	31,50	30,04	30,57	30,57
Valor Promedio (M ; %)	33,27	33,22	33,14	33,19	33,21	33,00	33,03	32,98	32,98	33,00
Desviación Típica (SDL ; ---)	2,28	2,07	2,03	2,09	2,09	1,62	1,20	1,39	1,34	1,35
Coef. Variación (CV ; ---)	0,07	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,04	0,04	0,04	0,04
VARIABLES	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)	$\gamma_r$ (%)	r (%)	$\gamma_L$ (%)	$\gamma_R$ (%)	R (%)
Valor Calculado	1,45	4,06	6,24	6,40	17,93	1,50	4,19	3,99	4,26	11,92
Valor Referencia	3,20	9,00		4,70	13,20	3,20	9,00		4,70	13,20

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
Nivel de Significación 1%	2,22	2,01	0,450	2,564	0,1448	2,22	2,01	0,504	2,564	0,1448
Nivel de Significación 5%	1,82	1,69	0,371	2,355	0,2213	1,82	1,69	0,417	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.

# INFORME DE ENSAYO HORMIGON

DENSIDAD HORM.ENDUR

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### Introducción

#### Criterios de análisis establecidos

El procedimiento llevado a cabo para analizar los resultados del ensayo "densidad horm.endur", está basado en los protocolos EILA23 y las normas UNE 82009-2:1999 y UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 y es, para cada laboratorio, el que sigue:

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

01. No cumplir con el criterio de validación de la norma de ensayo, en caso de existir éste.
02. No haber realizado el ensayo conforme a la norma de estudio, sin justificar los motivos por los cuales se ha hecho.
03. No haber cumplido con las especificaciones particulares del ensayo descritas en los protocolos (pueden incluir aportar algún dato adicional no especificado en la norma).
04. No haber especificado la fecha de verificación y/o de calibración de los equipos utilizados durante el ensayo (los resultados pueden verse afectados).
05. No haber aportado, como mínimo, el resultado de dos determinaciones puesto que la desviación típica interlaboratorio se ve afectada notablemente por ello.
06. Expresiones erróneas de los resultados que no pudieran explicarse o no tuvieran sentido.
07. 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.
08. 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:

01. Para cada laboratorio se llevan a cabo los cálculos necesarios para determinar los estadísticos "h y k" de Mandel, "C" de Cochran y " $G_{\text{simp}}$  y  $G_{\text{dob}}$ " 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.
02. 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.
03. 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.
04. 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.

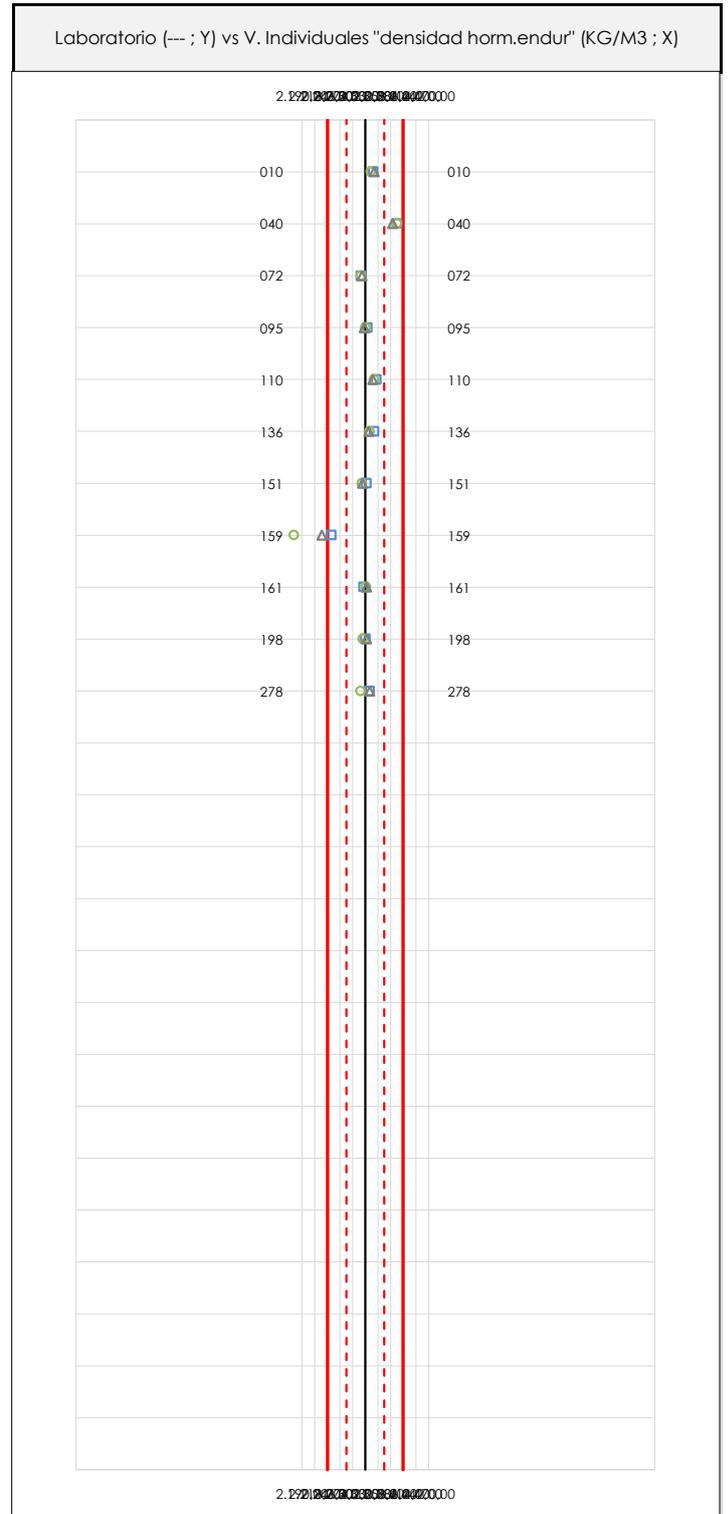
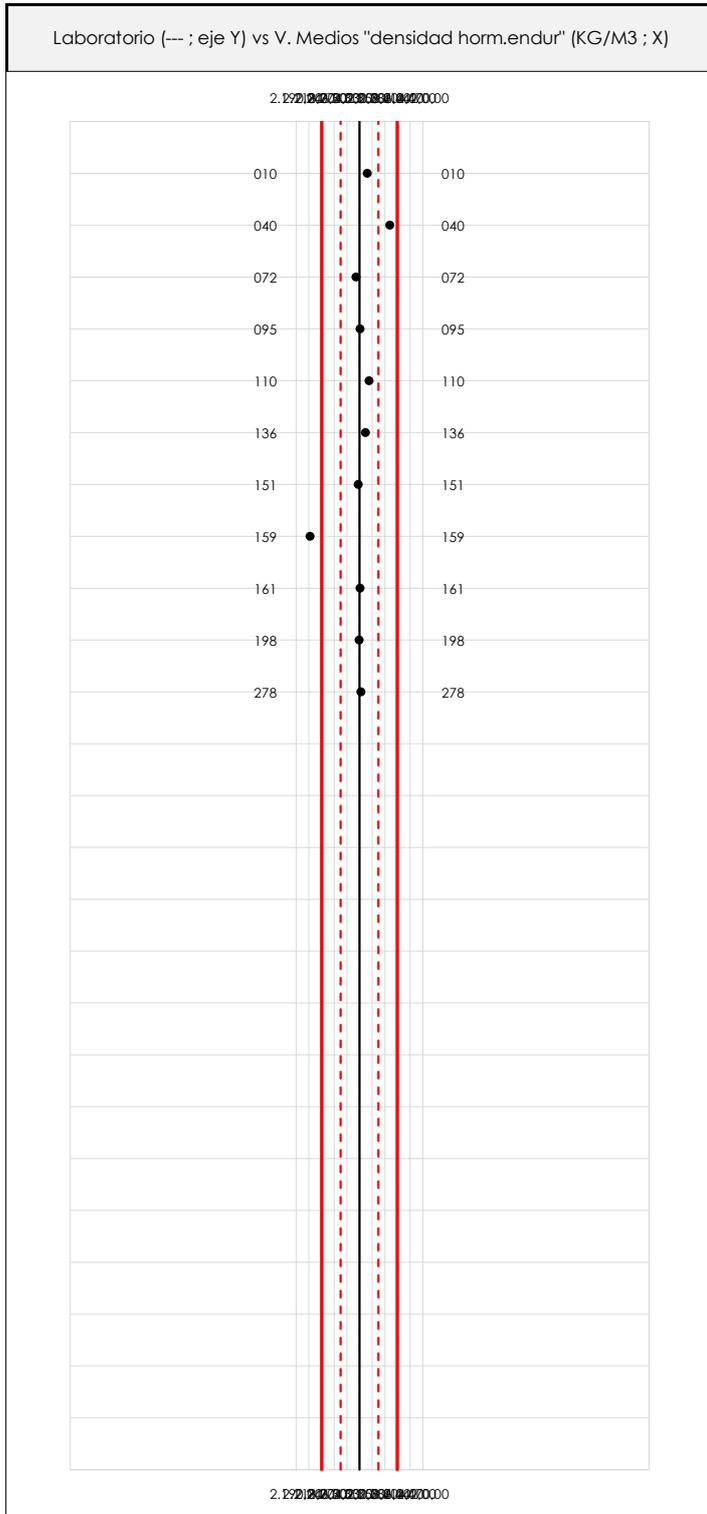
**03. Análisis C: Evaluación Z-Score.** La totalidad de los laboratorios que hayan superado el "Análisis B" serán estudiados por éste método. En él, se determina si los parámetros Z-Score obtenidos para cada participante son satisfactorios (S), dudosos (D) o insatisfactorios (I), en función de que estén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

# DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

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



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

Dispersión de las medias aritméticas intra-laboratorios (gráfico izquierda) y de los valores individuales aportados por los participantes (gráfico derecha), respecto de la media aritmética inter-laboratorios (2.330,00 ; línea negra de trazo continuo), la media aritmética inter-laboratorios más/menos la desviación típica (2.371,75/2.288,25 ; líneas rojas de trazo punteado) y la media aritmética inter-laboratorios más/menos el doble de la desviación típica (2.413,50/2.246,50 ; líneas rojas de trazo continuo), todos ellos valores obtenidos antes de efectuar descartes estadísticos."

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 (gráfico izquierda) representadas por puntos de color negro "•", o los resultados individuales aportados por los participantes (gráfico derecha): el primero ( $X_{i1}$ ) se representa con un cuadrado azul "□", el segundo ( $X_{i2}$ ) con un círculo verde "○" y el tercero ( $X_{i3}$ ) con un triángulo gris "△".

# DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

## Análisis A. Estudio pre-estadístico

### Apartado A.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	S <sub>Li</sub>	D <sub>i arit</sub> %	¿Pasa A?	Observaciones
C2	010	2.347,64	2.342,99	2.349,70	2.350,00	2.346,78	3,437	0,72	✓	
C2	040	2.400,00	2.400,00	2.390,00	2.400,00	2.396,67	5,774	2,86	✓	
C2	072	2.321,00	2.321,00	2.323,00	2.322,00	2.321,67	1,155	-0,36	✓	
C2	095	2.335,00	2.331,00	2.328,00	2.331,00	2.331,33	3,512	0,06	✓	
C2	110	2.355,00	2.350,00	2.347,00	2.351,00	2.350,67	4,041	0,89	✓	
C2	136	2.350,13	2.340,03	2.337,50	2.342,55	2.342,55	6,681	0,54	X	Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida
C2	151	2.333,00	2.323,00	2.324,00	2.330,00	2.326,67	5,508	-0,14	X	Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida
C2	159	2.255,00	2.172,00	2.234,00	2.220,00	2.220,33	43,155	-4,71	X	Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida
C2	161	2.327,00	2.332,00	2.333,00	2.330,00	2.330,67	3,215	0,03	X	Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida
C2	198	2.330,25	2.325,13	2.332,65	2.330,00	2.329,34	3,841	-0,03	X	Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida
C2	278	2.340,00	2.320,00	2.340,00	2,33	2.333,33	11,547	0,14	X	Desv.trazabilidad resultado con dato volumen prob.sumergida

#### NOTAS:

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>02</sup> "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.

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

[máximo]

[mínimo]

[no coinciden]

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i1}}$	$\sqrt{X_{i2}}$	$\sqrt{X_{i3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$
M (KG/M3)	2335,82	2323,38	2330,80	2118,99	2330,00
SD <sub>L</sub> (---)	34,23	55,05	37,08	703,30	41,75
CV (%)	1,47	2,37	1,59	33,19	1,79

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

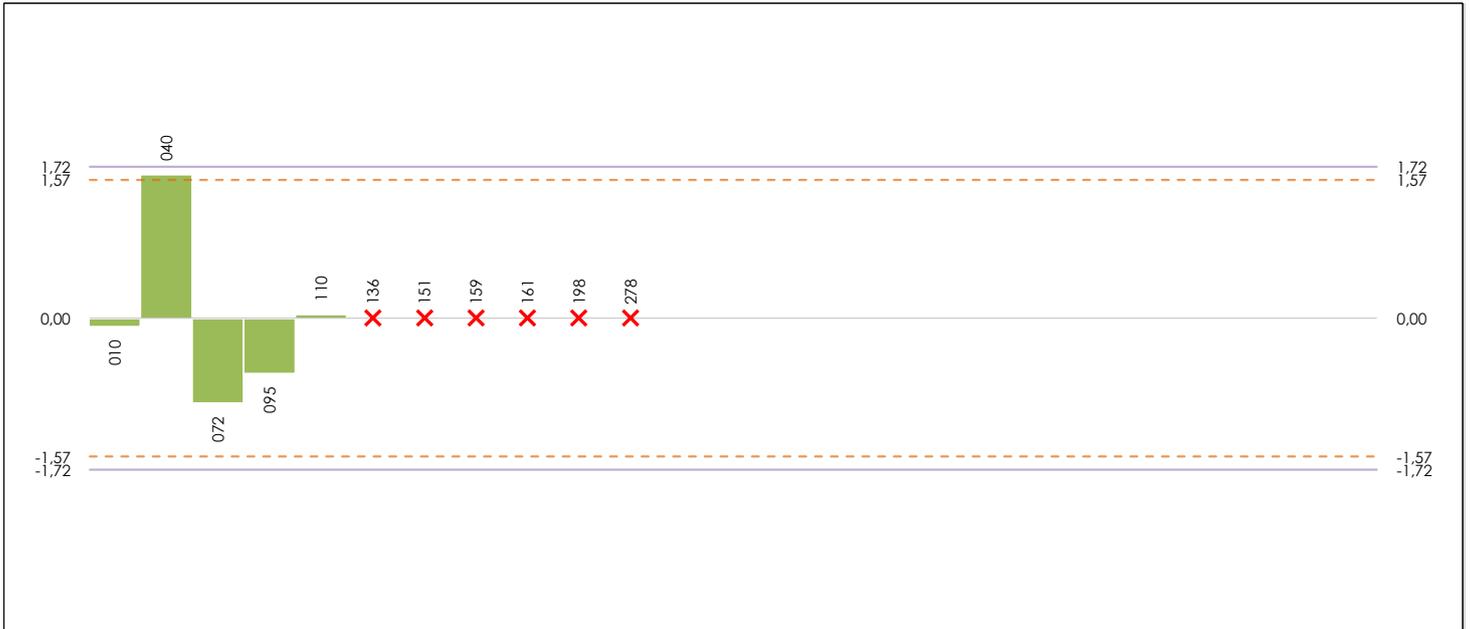
	s <sub>r</sub> <sup>2</sup>	r	S <sub>L</sub> <sup>2</sup>	S <sub>R</sub> <sup>2</sup>	R
Calculado	197,352	38,940	1.677,379	1.874,731	120,016
Referencia	40,960	18,000		112,360	30,000

- "S<sub>r</sub><sup>2</sup>" varianza de repetibilidad.
- "r" repetibilidad.
- "S<sub>L</sub><sup>2</sup>" varianza interlaboratorios.
- "S<sub>R</sub><sup>2</sup>" varianza de reproducibilidad.
- "R" reproducibilidad.

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

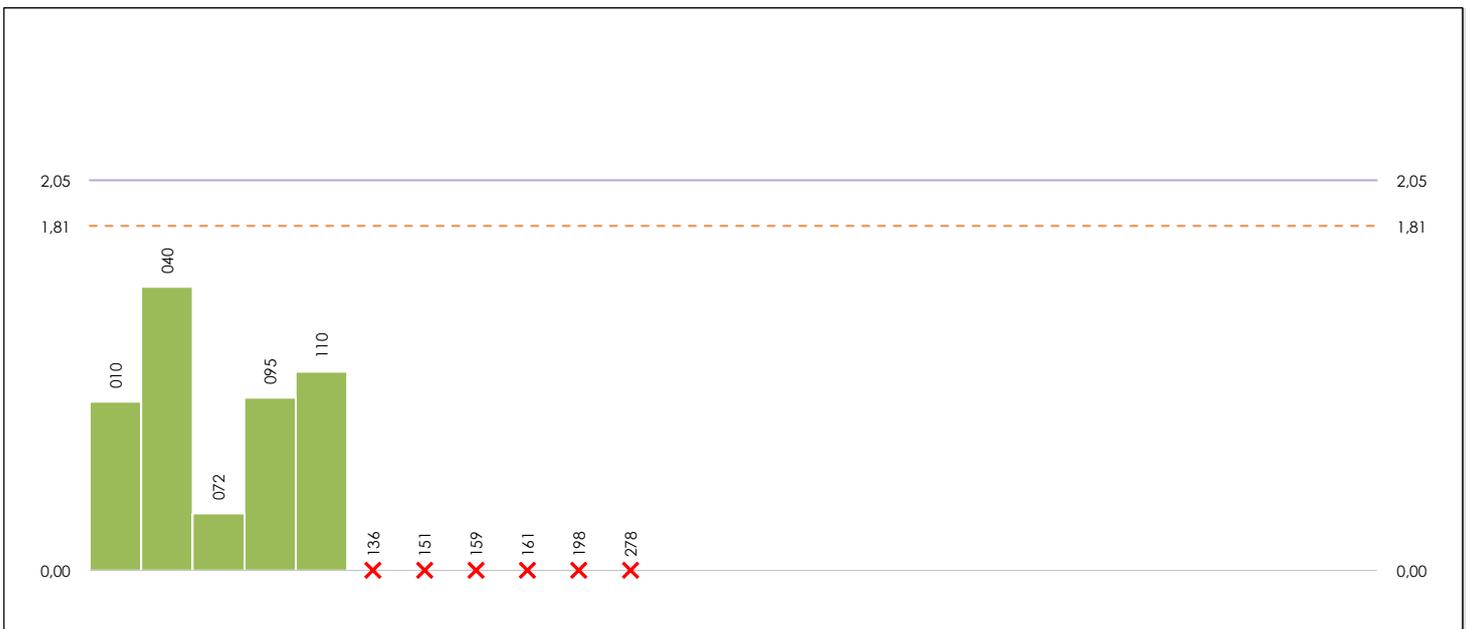
Apartado B.1. Gráfico de consistencia inter-laboratorios "h" de Mandel



#### 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.



#### 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 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.

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### Análisis B. Mandel, Cochran y Grubbs

#### Apartado B.3. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	X <sub>i1</sub>	X <sub>i2</sub>	X <sub>i3</sub>	$\bar{X}_{i\text{lab}}$	$\bar{X}_{i\text{arit}}$	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?	
C2	010	2.347,64	2.342,99	2.349,70	2.350,00	2.346,78	3,437	-0,11	-0,09	0,89						✓	
C2	040	2.400,00	2.400,00	2.390,00	2.400,00	2.396,67	5,774	2,01	1,64*	1,49	0,444		1,635		0,0961	✓	
C2	072	2.321,00	2.321,00	2.323,00	2.322,00	2.321,67	1,155	-1,18	-0,96	0,30		0,961		0,4613		✓	
C2	095	2.335,00	2.331,00	2.328,00	2.331,00	2.331,33	3,512	-0,77	-0,63	0,91				0,4613		✓	
C2	110	2.355,00	2.350,00	2.347,00	2.351,00	2.350,67	4,041	0,05	0,04	1,04					0,0961	✓	
C2	136	2.350,13	2.340,03	2.337,50	2.342,55	2.342,55	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C2	151	2.333,00	2.323,00	2.324,00	2.330,00	2.326,67	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C2	159	2.255,00	2.172,00	2.234,00	2.220,00	2.220,33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C2	161	2.327,00	2.332,00	2.333,00	2.330,00	2.330,67	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C2	198	2.330,25	2.325,13	2.332,65	2.330,00	2.329,34	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X
C2	278	2.340,00	2.320,00	2.340,00	2,33	2.333,33	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	X

**NOTAS:**

- "X<sub>i j</sub> con j = 1, 2, 3" es cada uno de los resultados individuales aportados por cada laboratorio, " $\bar{X}_{i\text{lab}}$ " es la media aritmética intralaboratorio y " $\bar{X}_{i\text{arit}}$ " es la media aritmética intralaboratorio calculada sin redondear.
- "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.
- "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.
- El código colorimétrico empleado para las celdas es:
 

[máximo]	[mínimo]	[no coinciden]	[aberrante **]	[anómalo *]
----------	----------	----------------	----------------	-------------

Valores empleados para el análisis estadístico, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

	$\sqrt{X_{i1}}$	$\sqrt{X_{i2}}$	$\sqrt{X_{i3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$
M (KG/M3)	2351,73	2349,00	2347,54	2350,80	2349,42
SD <sub>L</sub> (---)	29,92	30,60	26,42	30,18	28,89
CV (%)	1,27	1,30	1,13	1,28	1,23

- " $\sqrt{X_{ij}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i\text{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

Valores de referencia de Mandel, Cochran y Grubbs según tablas de la norma UNE 82009-2, antes de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

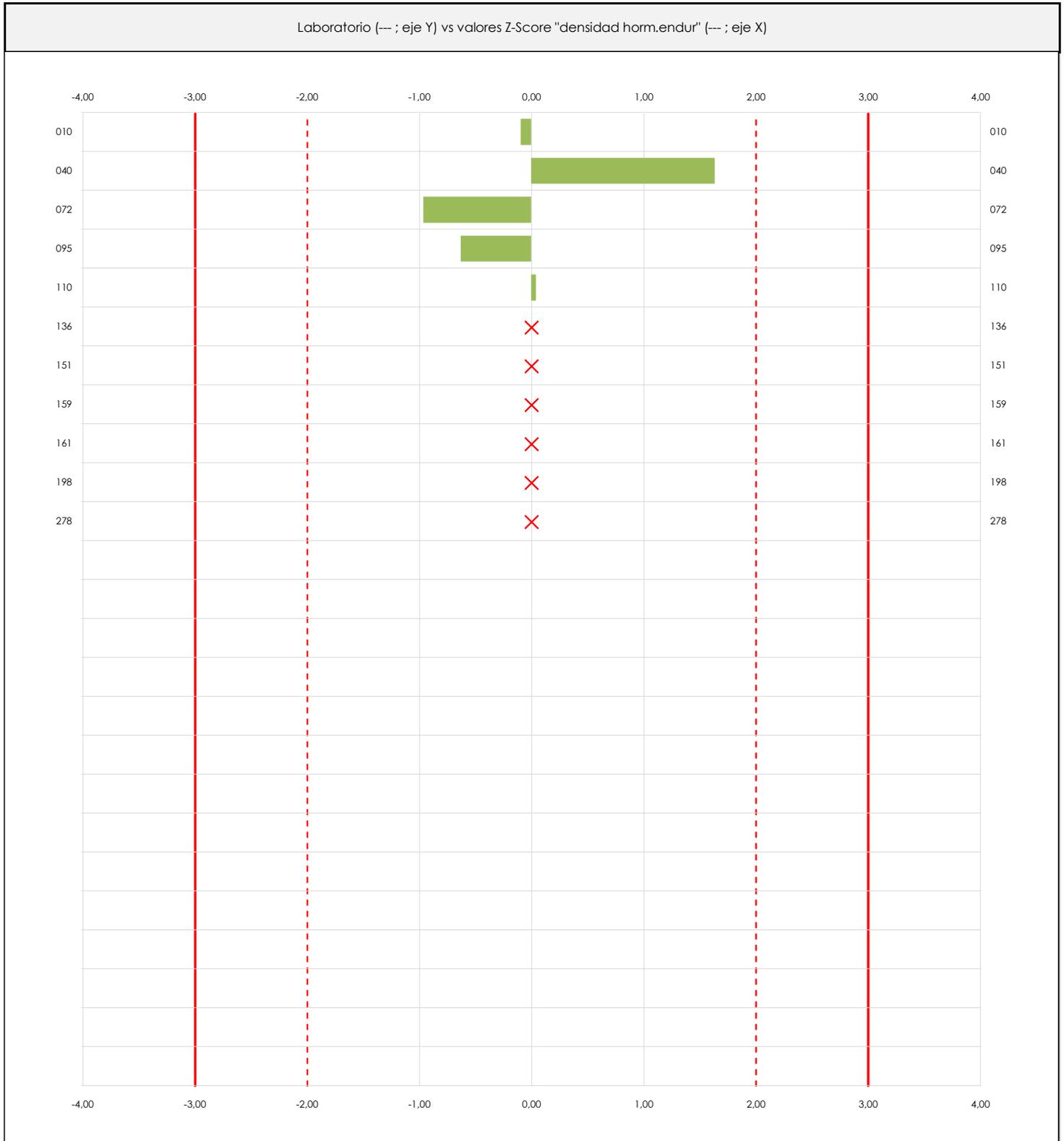
	h	k	C	G <sub>Sim</sub>	G <sub>Dob</sub>
1%	1,72	2,05	0,684	1,7640	0,0018
5%	1,57	1,81	0,570	1,7150	0,0090

- "p" número de laboratorios participantes no descartados.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- "G<sub>Sim</sub>" y "G<sub>Dob</sub>" valores críticos de Grubbs

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### 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.

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### Análisis C. Evaluación Z-Score

#### Apartado C.2. Determinaciones matemáticas

Código	Lab	$X_{i_1}$	$X_{i_2}$	$X_{i_3}$	$\bar{X}_{i_{lab}}$	$\bar{X}_{i_{arit}}$	$S_{L_i}$	$D_{i_{arit}}\%$	¿Pasa A?	¿Pasa B?	Total	Causa	Iteración	Z-Score	Evaluación
C2	010	2.347,64	2.342,99	2.349,70	2.350,00	2.346,78	3,437	-0,11	✓	✓	✓			-0,092	S
C2	040	2.400,00	2.400,00	2.390,00	2.400,00	2.396,67	5,774	2,01	✓	✓	✓			1,635	S
C2	072	2.321,00	2.321,00	2.323,00	2.322,00	2.321,67	1,155	-1,18	✓	✓	✓			-0,961	S
C2	095	2.335,00	2.331,00	2.328,00	2.331,00	2.331,33	3,512	-0,77	✓	✓	✓			-0,626	S
C2	110	2.355,00	2.350,00	2.347,00	2.351,00	2.350,67	4,041	0,05	✓	✓	✓			0,043	S
C2	136	2.350,13	2.340,03	2.337,50	2.342,55	2.342,55	---	---	X	X	X	SD		---	---
C2	151	2.333,00	2.323,00	2.324,00	2.330,00	2.326,67	---	---	X	X	X	SD		---	---
C2	159	2.255,00	2.172,00	2.234,00	2.220,00	2.220,33	---	---	X	X	X	SD		---	---
C2	161	2.327,00	2.332,00	2.333,00	2.330,00	2.330,67	---	---	X	X	X	SD		---	---
C2	198	2.330,25	2.325,13	2.332,65	2.330,00	2.329,34	---	---	X	X	X	SD		---	---
C2	278	2.340,00	2.320,00	2.340,00	2,33	2.333,33	---	---	X	X	X	SD		---	---

#### NOTAS:

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

<sup>02</sup> " $S_{L_i}$ " es la desviación típica intralaboratorios y " $D_{i_{arit}}\%$ " la desviación, en porcentaje, de la media aritmética intralaboratorios calculada respecto de la media aritmética interlaboratorios.

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

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

[no coinciden]

[dudoso]

[insatisfactorio]

<sup>05</sup> Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes del análisis estadístico):

	$\sqrt{X_{i_1}}$	$\sqrt{X_{i_2}}$	$\sqrt{X_{i_3}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i_{lab}}}$	$\sqrt{\bar{X}_{i_{arit}}}$
M (KG/M3)	2351,73	2349,00	2347,54	2350,80	2349,42
SD <sub>L</sub> (---)	29,92	30,60	26,42	30,18	28,89
CV (%)	1,27	1,30	1,13	1,28	1,23

- " $\sqrt{X_{i_j}}$ " determinaciones individuales de los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i_{lab}}}$ " medias aportadas por los laboratorios.
- " $\sqrt{\bar{X}_{i_{arit}}}$ " medias calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- "SD<sub>L</sub>" desviación típica interlaboratorios de la central.
- "CV" coeficiente de variación de la central.

<sup>06</sup> Cálculo de la media general y de las varianzas de repetibilidad y reproducibilidad, después de descartar los laboratorios anómalos y/o aberrantes:

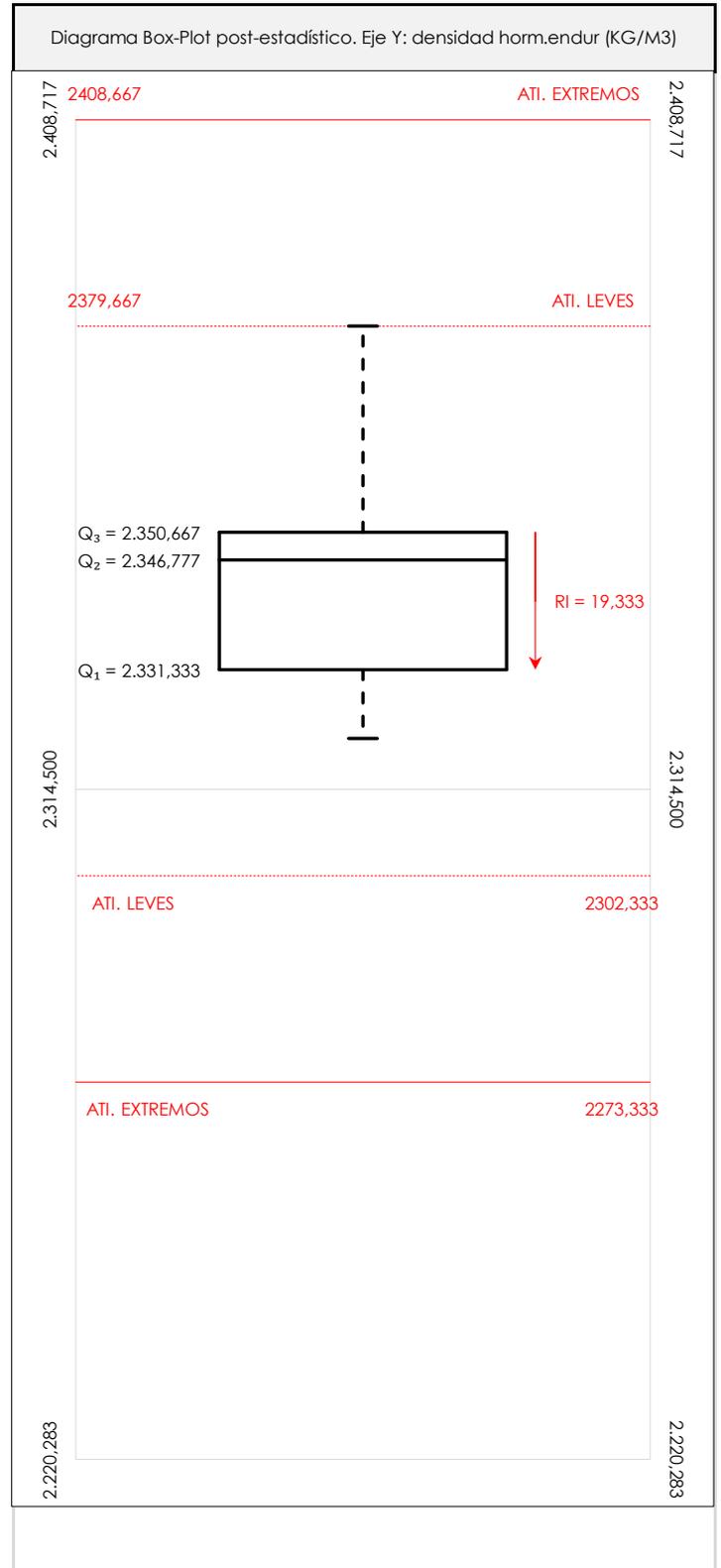
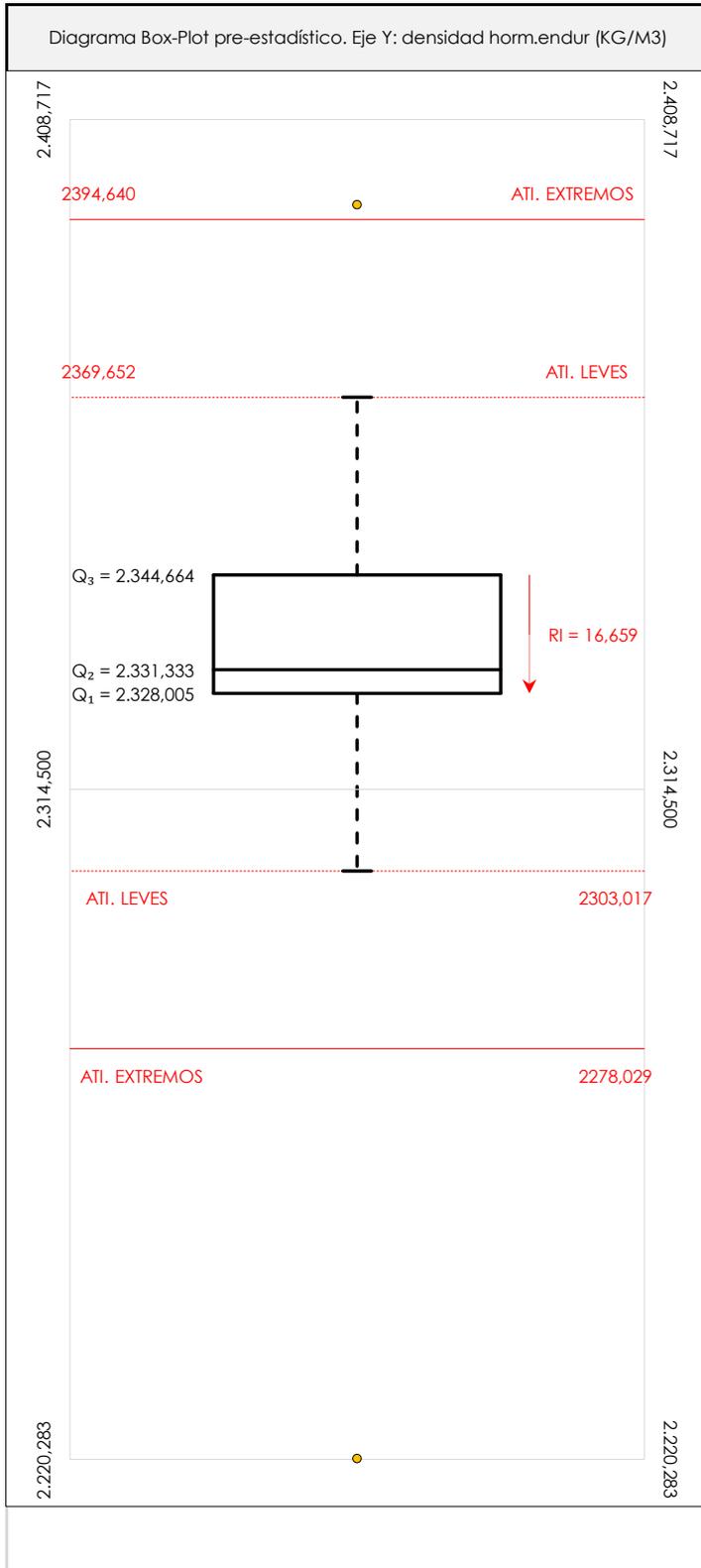
	$S_r^2$	r	$S_{L^2}$	$S_R^2$	R
Calculado	15,030	10,746	829,531	844,561	80,554
Referencia	40,960	18,000		112,360	30,000

- " $S_r^2$ " varianza de repetibilidad.
- "r" repetibilidad.
- " $S_{L^2}$ " varianza interlaboratorios.
- " $S_R^2$ " varianza de reproducibilidad.
- "R" reproducibilidad.

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### 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).

## DENSIDAD HORM.ENDUR (KG/M3)

### Conclusiones

#### Determinación de la repetibilidad y reproducibilidad

El análisis estadístico EILA23 para el ensayo "DENSIDAD HORM.ENDUR", ha contado con la participación de un total de 11 laboratorios, debiendo haber aportado cada uno de ellos, un total de 3 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: 6 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	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$	$X_{i1}$	$X_{i2}$	$X_{i3}$	$\bar{X}_{i lab}$	$\bar{X}_{i arit}$
Valor Máximo (max ; %)	2400,00	2400,00	2390,00	2400,00	2396,67	2400,00	2400,00	2390,00	2400,00	2396,67
Valor Mínimo (min ; %)	2255,00	2172,00	2234,00	2,33	2220,33	2321,00	2321,00	2323,00	2322,00	2321,67
Valor Promedio (M ; %)	2335,82	2323,38	2330,80	2118,99	2330,00	2351,73	2349,00	2347,54	2350,80	2349,42
Desviación Típica (SDL ; ---)	34,23	55,05	37,08	703,30	41,75	29,92	30,60	26,42	30,18	28,89
Coef. Variación (CV ; ---)	0,01	0,02	0,02	0,33	0,02	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
Valor Calculado	197,35	38,94	1.677,38	1.874,73	120,02	15,03	10,75	829,53	844,56	80,55
Valor Referencia	40,96	18,00		112,36	30,00	40,96	18,00		112,36	30,00

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

TIPO DE ANALISIS	PRE-ESTADISTICO					ESTADISTICO				
VARIABLES	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$	h	k	C	$G_{sim}$	$G_{Dob}$
Nivel de Significación 1%	1,72	2,05	0,684	1,764	0,0018	1,72	2,05	0,928	1,764	0,0018
Nivel de Significación 5%	1,57	1,81	0,570	1,715	0,0090	1,57	1,81	0,841	1,715	0,0090

Con los resultados de los laboratorios, que tras los dos análisis estadísticos son evaluados por Z-Score, se han obtenido: 5 resultados satisfactorios, 0 resultados dudosos y 0 resultados insatisfactorios.

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

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

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

## 6. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de los resultados llevados a cabo en el EILA23 para el material de hormigón, de todos los laboratorios a **nivel de central de fabricación**, que hayan realizado el ensayo y aportado sus resultados.

**Tabla 6.1.** Evaluación global a nivel de Central 02

Cód. Lab.	Asentamiento (Cono Abrams)			Resistencia compresión a 28 días (CÚBICAS)			Resistencia compresión a 28 días (CILINDRICAS)			Densidad saturada		
	ZSCORE	INTER	INTRA	ZSCORE	INTER	INTRA	ZSCORE	INTER	INTRA	ZSCORE	INTER	INTRA
010	S	0,000	-2,80	S	0,478	-2,67	S	1,186	5,34	S	3,437	-0,72
040	S	0,000	-2,80	S	0,404	6,40	S	0,306	6,06	S	5,774	2,86
066	AN	7,071	9,35	S	0,219	2,21	AB	2,241	-5,43	NP	--	--
072	S	0,000	-2,80	SD	0,361	-8,46	S	0,436	-7,30	S	1,155	-0,36
095	S	0,000	-2,80	S	0,666	1,08	S	0,404	5,16	S	3,512	-0,06
110	S	0,000	-0,37	S	0,470	-1,56	S	0,175	5,45	S	4,041	0,89
136	S	0,000	-2,80	S	0,269	2,15	S	0,482	5,34	SD	6,68	0,54
151	S	0,000	2,06	S	0,417	0,25	S	0,656	-0,50	SD	5,51	-0,14
159	S	0,000	2,06	S	0,503	-4,94	S	0,561	-7,09	SD	43,15	-4,71
161	S	0,000	2,06	S	0,000	-3,94	S	0,441	7,25	SD	3,215	0,03
163	S	0,000	-2,80	S	0,986	-7,93	S	0,514	-11,59	NP	--	--
198	AB	7,071	-0,37	S	0,321	2,09	S	0,490	0,71	SD	3,841	-0,03
278	S	0,000	2,06	SD	0,458	15,33	S	0,493	-3,79	SD	11,55	0,14

Descartado (SD, ver página 14); (--) no participa NP.

ZSCORE.- Evaluación z-score

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I);

INTER.- Desviación entre los resultados del laboratorio.

Si está sombreado corresponde a la evaluación de Mandel. Aberrante (AB); Anómalo (AN)

INTRA.- Desviación entre los resultados de todo el grupo de laboratorios sin descartes.

Si está sombreado corresponde a la evaluación de Mandel. Aberrante (AB); Anómalo (AN)

En base al diagrama de Cajas y bigotes que se adjunta en el informe estadístico, los códigos que recogen las siglas de "AT. LEVE" son atípicos leves. Son valores (máximo o mínimo) que superan la longitud límite de los bigotes (1,5 x Recorrido intercuartil o longitud de la caja (RIC)) y se identificarán individualmente. Si este valor, superase en 3 veces el RIC, sería un valor extremadamente atípico y los códigos serían identificados con las siglas "AT.EXT".

Asimismo, en el interior del documento, se recogen evidencias de posibles No Conformidades (NC) para que el órgano competente realice las acciones que considere oportunas.

**Central C02**

**MEDIAS DE LOS ENSAYOS EVALUADOS (descartados valores aberrantes/anómalos)**

<b>Asentamiento</b>	Media Central 204 mm	Desviación 4,9 mm	Coef. Variación 2 %
<b>Resistencia 28 días</b> <i>Probetas CILINDRICAS</i>	Media Central 29,6 N/mm <sup>2</sup>	Desviación 1,9 N/mm <sup>2</sup>	Coef. Variación 6 %
<b>Resistencia a 28 días</b> <i>Probetas CÚBICAS</i>	Media Central 33,0 N/mm <sup>2</sup>	Desviación 1,3 N/mm <sup>2</sup>	Coef. Variación 4 %
<b>Densidad saturada</b>	Media Central 2.350 kg/m <sup>3</sup>	Desviación 29 kg/m <sup>3</sup>	Coef. Variación 1 %

**REPETIBILIDAD- REPRODUCIBILIDAD (descartados valores aberrantes/anómalos)**

ENSAYOS	REPETIBILIDAD		INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD	
	Sr <sup>2</sup>	r	SL <sup>2</sup>	SR <sup>2</sup>	R
<b>Asentamiento</b>	0	0	24,09	24,09	13,60
<i>Ref. UNE 12390-2</i>	$Sr^2=16,81$	11	SL	SR <sup>2</sup> = 64	22
<b>Resistencia a 28 días</b> <i>Pobretas Cilíndricas</i>	1,90%	5,33%	6,23	6,51%	18,23%
<i>Ref. UNE 12390-3</i>	$\gamma r= 2,9\%$	8,0%	$\gamma L (\%)$	$\gamma R= 3,1\%$	11,7%
<b>Resistencia a 28 días</b> <i>Pobretas Cúbicas</i>	1,50%	4,19%	3,99	4,26%	11,92%
<i>Ref. UNE 12390-3</i>	$\gamma r= 3,2\%$	9,0%	$\gamma L (\%)$	$\gamma R= 4,7\%$	13,20%
<b>Densidad saturada</b>	15,03	10,75	829,53	844,56	80,55
<i>Ref. UNE 12390-7</i>	40,96	18,00		112,36	30,00
<b>ENSAYOS</b>	<b>Sr<sup>2</sup></b>	<b>r</b>	<b>SL<sup>2</sup></b>	<b>SR<sup>2</sup></b>	<b>R</b>

## 7. AGRADECIMIENTOS

Este ejercicio interlaboratorios en el área de HORMIGONES, ha cubierto los objetivos y expectativas previstas, debido fundamentalmente, a la buena predisposición, trabajo, y esfuerzo, de todas las personas y entidades participantes en el mismo, para los cuales, sirva el presente recordatorio, y el más sincero agradecimiento.

### COORDINADORES GENERALES

Emilio Meseguer Peña

Victoria de los Ángeles Viedma Peláez

Juan Queipo de Llano

### COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel

Santos Amaya

Junta de Andalucía



Carlos Cuerda Sierra

Junta de Andalucía



Ana Rico Oliván

Gobierno de Aragón



Esperanza Jarauta Pérez

Gobierno de Aragón



Juan Carlos Cortina Villar

Principado de Asturias



Ana Carolina Álvarez Cañete

Principado de Asturias



Yolanda Garvía Blázquez

Govern de les Illes Balears



Inmaculada Alcolecha Fuente

Govern de les Illes Balears



Javier Jubera Pérez.

Gobierno de Canarias



Yolanda Regalado

Comunidad Autónoma de Cantabria



Agustí Careta Pons

Generalitat de Catalunya



Marta Iniesto Alba

Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha



María del Mar Domínguez Sierra

Junta de Castilla y León



Pilar Marinero Diez

Junta de Castilla y León



José Ángel Rena Sánchez

Junta de Extremadura



M<sup>a</sup> José Paniagua Mateos

Xunta de Galicia



Israel López García

Comunidad Autónoma de La Rioja



Isabel García Larache

Comunidad Autónoma de Madrid



Antonio Azcona Sanz

Comunidad Autónoma de Madrid



Teresa Barceló Clemares

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia



M<sup>a</sup> Carmen Mazkiarán López de Goikoetxea

Gobierno de Navarra



Juan José Palencia Guillen

Generalitat Valenciana



Manuel Ozores Pastor

Generalitat Valenciana



Elvira Salazar Martínez

Gobierno Vasco



Alberto Apaolaza Sáez de Viteri

Gobierno Vasco



Ane Hernández Pérez de Guereñu

Gobierno Vasco



## ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2023

- **ANEFHOP.** Asociación Nacional de Empresas Fabricantes de Hormigón Preparado



### CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS:

- HORMIGONES CREACONS S.L. Alcalá de Guadaíra (Sevilla)
- HOPRESOL, S.L. Juncaril-Albolote (Granada)
- GENERAL DE HORMIGONES, S.A. Llovio - Ribadesella (Asturias)
- HORMIGONES ARGA La Cartuja (Zaragoza)
- INTEDHOR, S.L. Alcázar de San Juan (Ciudad Real)
- CONCRETARIS Valladolid
- PROMOTORA MEDITERRANEA 2 SA Montcada (Barcelona)
- HORMIGONES CARLET, S.A. Carlet (Valencia)

- HORMIGONES ALBA QUERCUS, S.L. Mérida (Cáceres)
- PREBETONG HORMIGONES, S.A. Arteixo (A Coruña)
- AUXILIAR IBERICA, S.A. Palma de Mallorca
- HORMICEMEX SA Alaior (Menorca)
- SUMINISTROS IBIZA Ibiza
- HORCASA – Hormigones Canarios, S.L. Las Palmas de G.C.
- PREBETONG HORMIGONES S.A Tenerife
- CEMEX San Fernando de Henares (Madrid)
- HORMISSA, HORMIGONES DEL SURESTE, S.A. Murcia
- HORMIGONES ARGÁ, S.A. Orcoyen (Navarra)
- HORMIGONES PREMEZCLADOS ÁLAVA, S.A. (HOPREMASA) Vitoria-Gasteiz

#### ELABORACIÓN PROTOCOLOS Y GESTIÓN DE LAS FICHAS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

- Fernando Meseguer Serrano
- Victoria de los Ángeles Viedma Peláez
- IETCC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja



#### LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EILA 2023:

##### JUNTA DE ANDALUCIA

1.	LAB. ANDALUZ DE ENSAYOS DE CONSTRUCCION SRL (LAENSA) – (SE)	AND-L-002
2.	CEMOSA (CO)	AND-L-003
3.	CEMOSA (JA)	AND-L-013
4.	CEMOSA (MA)	AND-L-018
5.	GEOLEN (SE)	AND-L-020
6.	SERGEYCO ANDALUCIA SL (CA)	AND-L-046
7.	LABSON (CO)	AND-L-054
8.	GEOTECNICA DEL SUR (GR)	AND-L-059
9.	CEMOSA (SE)	AND-L-074
10.	CEMOSA (GR)	AND-L-076
11.	GEOTECNICA DEL SUR (CA)	AND-L-077
12.	TCAL (CO)	AND-L-108
13.	IACC(GR)	AND-L-120

14. CONCADIZ (CA)	AND-L-125
15. LTE (GR)	AND-L-149
16. LABORATORIO ENSAPROC (CO)	AND-L-150
17. ELABORA (SE)	AND-L-155
18. INECCA INGENIERIA Y CONTROL, SL (MA)	AND-L-164
19. EVINTES CALIDAD, SLL (AL)	AND-L-186
20. SGS TECNOS (GR)	AND-L-191
21. LTE (SE)	AND-L-206
22. LTE (MA)	AND-L-210
23. SIGMAC (MA)	AND-L-221
24. SGS TECNOS (MA)	AND-L-237
25. CEMOSA (AL-Viator)	AND-L-258
26. EQA LABORATORIO SL (GR)	AND-L-269
27. SGS TECNOS (AL)	AND-L-277
28. CEMOSA (AL-Cuevas)	AND-L-299
29. LAB. OFICIAL CORDOBA	(oficial)
30. LAB. OFICIAL GRANADA	(oficial)
31. LAB. OFICIAL SEVILLA	(oficial)

#### GOBIERNO DE ARAGÓN

1. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca	ARA-L-002
2. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA) - Zaragoza	ARA-L-005
3. Control 7, SAU - Zaragoza	ARA-L-006
4. Pretersa-Prenavisa Estructuras de Hormigón, S.L.	ARA-L-007
5. Geodeser Alcañiz (Geotecnia, Desarrollo y Servicios, S.A.)	ARA-L-008
6. Igeo-2, S.L. - Delegación de Zaragoza	ARA-L-021
7. Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón	(oficial)
8. <a href="#">HORMIPERGA</a>	Laboratorio Central

#### PRINCIPADO DE ASTURIAS

1. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC)	AST-L-020
2. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obras S.A. (CEMOSA)	AST-L-023
3. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias	(oficial)
4. <a href="#">JUAN ROCES S.A.</a>	Laboratorio Central
5. <a href="#">CENTRO DE ANALISIS Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS (CADESA)</a>	Laboratorio Central

### GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS

1. Federación de Empresarios de Petita y Mitjana Empresa de Menorca - PIMELAB - Centro Tecnológico	BAL-L-001
2. Laboratorio Balear de la Calidad, SLU	BAL-L-002
3. LABARTEC, SLU	BAL-L-005
4. Control BLAU-Q, SLU	BAL-L-007
5. Instituto de la Gestión Técnica de Calidad, SL (IGETEC)	BAL-L-009
6. LABARTEC IBIZA, SLU	BAL-L-010
7. Intercontrol Levante Ibiza SA	BAL-L-013
8. SGS Tecnos, SA- Delegación Menorca	BAL-L-014
9. Laboratorio de Carreteras - Consell de Mallorca	(oficial)

### GOBIERNO DE CANARIAS

1. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación Santa Cruz de Tenerife	CNR-L-001
2. Controles Externos de la Calidad Canarias, SL	CNR-L-003
3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de Las Palmas	CNR-L-006
4. 3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de La Palma	CNR-L-007
5. Alliroz, S.L.	CNR-L-010
6. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Las Palmas	CNR-L-027
7. Estudios de Suelos y Obras Canarias SL (ESOCAN)	CNR-L-030
8. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación Fuerteventura	CNR-L-035
9. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Tenerife	CNR-L-043
10. Consultores Control Tres, S.L.	CNR-L-044
11. Laboratorio de ensayo son destructivos Altante SLU	CNR-L-045
12. Servicios de Laboratorios y Calidad de la Construcción. Consejería de Obras Públicas y Transportes - Delegación Tenerife	(oficial)
13. Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias	(oficial)

### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

1. ICINSA, SA	CTB-L-003
2. GTK Laboratorio geotécnico	CTB-L-008
3. SONINGEO SL	CTB-L-010
4. <a href="#">HONGOMAR SA</a>	Laboratorio Central
5. <a href="#">CANTERAS DE SANTANDER (CANDESA)</a>	Laboratorio Central

#### JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA

1. Laboratorio y consultoría Carring S.L.	CLM-L-005
2. SGS Tecnos, SA- Delegación Ciudad Real	CLM-L-019
3. Sergeycos Castilla- La Mancha	CLM-L-024
4. Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura Aplicada, SL	CLM-L-029
5. Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete Asistencia	CLM-L-043
6. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL (SEA SL)- Delegación Ciudad Real	CLM-L-032
7. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL. (SEA SL) - Delegación Albacete	CLM-L-033
8. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara	CLM-L-038
9. Impello Desarrollo SL	CLM-L-037
10. Ibensa	CLM-L-040

#### JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

1. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Valladolid	CYL-L-005
2. Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L. (INGEMA)	CYL-L-014
3. Investigación y Control de Calidad (INCOSA)	CYL-L-015
4. Centro de Estudio de Materiales y Control De Obra S.A(CEMOSA)- Delegación Valladolid	CYL-L-017
5. EPTISA Servicios de Ingeniería SL - Delegación de León	CYL-L-025
6. Cenilesa Ingeniería y Calidad SL	CYL-L-044
7. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA(CEMOSA)- Delegación Zamora	CYL-L-055
8. Laboratorios técnica y Estudios, S.L. (LTE)	CYL-L-058
9. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)- Delegación Salamanca	CYL-L-062
10. TPF Getinsa Euroestudios SL	CYL-L-068
11. Demarcación De Carreteras del Estado en Castilla y León occidental (MITMA)	(oficial)
12. Centro de Control de Calidad de Burgos. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Junta de Castilla y León	(oficial)
13. Centro de Control de Calidad de Valladolid. Dirección General de Carreteras e Infraestructuras. Junta de Castilla y León	(oficial)
14. GEDHOSA ZARATAN	Laboratorio Central

### GENERALITAT DE CATALUNYA

1. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Cerdanyola	CAT-L-002
2. Assaigs I Control Laboratoris, Sa	CAT-L-004
3. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Rubi	CAT-L-012
4. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Vila-seca	CAT-L-018
5. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Reus	CAT-L-023
6. Eptisa Enginyeria I Serveis, Sau. Delegacion Fornells	CAT-L-026
7. Centre D'estudis de la Construcció I Anàlisi de Materials, Slu (CECAM)	CAT-L-027
8. Lostec, Sa	CAT-L-028
9. Laboratori D'assaigs Per A La Construcció, SL (SATEC)	CAT-L-037
10. Consultors Tècnics de la Construcció a Catalunya, SL (CONSULTEC)	CAT-L-043
11. Labocat Calidad, SL. Delegacion Terrassa	CAT-L-054
12. Geotècnia I Control de Qualitat, Sa	CAT-L-056
13. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón SL (LCRH). Delegación Barcelona	CAT-L-057
14. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón SL. Delegación Gerona	CAT-L-062
15. Lgai Technological Center, Sa	CAT-L-068
16. Applus Norcontrol, Slu. Delegacion Sils	CAT-L-069
17. Bac Engineering Consultancy Group, SL. Delegacion Cubelles	CAT-L-104
18. Tpf Getinsa Euroestudios, SL. Delegacion Barberá del Vallés	CAT-L-109
19. Tpf Getinsa Euroestudios, SL. Delegación Vila-seca	CAT-L-111
20. Bac Engineering Consultancy Group, SL. Delegacion Sant Just	CAT-L-114
21. 2020 FSQ QUALITAT, SL	CAT-L-115
22. Geoplanning Estudis Geotècnics, SL (ICEC)	CAT-L-116
23. S3 CDQ (Xavier Semino Barba)	CAT-L-119
24. Labocat Calidad, Sl. Delegacion Constantí	CAT-L-120
25. <a href="#">PROMSA</a>	Laboratorio Central

### JUNTA DE EXTREMADURA

1. Intromac	EXT-L-007
2. Elaborex, Calidad en la Construcción SL-Delegación Badajoz	EXT-L-014
3. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL	EXT-L-029
4. Ensaproex	EXT-L-032

### XUNTA DE GALICIA

1. Control y Estudios, SL (CYE)	GAL-L-005
2. Galaicontrol, SL (Arteixo)	GAL-L-014
3. Investigación y Control Lugo SL (INVECO)	GAL-L-016

4. Applus Norcontrol, SL (Sada)	GAL-L-018
5. Galaicontrol, SL (Vigo)	GAL-L-021
6. Ingeniería, geotecnia y calidad SL (IG Calidad)	GAL-L-028
7. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de La Coruña	GAL-L-034
8. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Vigo	GAL-L-035
9. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega	GAL-L-044
10. Enmacosa Consultoría Técnica SA	GAL-L-056

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

1. ENSATEC S.L.	LRJ-L-001
2. ENTECSA Rioja, SL	LRJ-L-005
3. TÜV SÜD IBERIA, SAU	LRJ-L-009
4. Laboratorio de Obras Públicas y Edificaciones -Consejería de Sostenibilidad y Transición Ecológica	(oficial)

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)	MAD-L-002
2. Euroconsult SA	MAD-L-004
3. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA	MAD-L-005
4. Ciesm Intevia SAU	MAD-L-019
5. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)	MAD-L-030
6. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)	MAD-L-036
7. Control de Obras Públicas y Edificación, SL	MAD-L-046
8. Geotécnia y calidad en la construcción, SLL	MAD-L-050
9. Esgeyco SL	MAD-L-053
10. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE)	MAD-L-061
11. Laboratorio de Control de Calidad e Ingeniería, S.L. (CCI)	MAD-L-064
12. Control de estructuras y suelos SA (CONES)	MAD-L-065
13. Adamas Control y Geotecnia S.L.L	MAD-L-066
14. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción - LOEMCO	MAD-L-077
15. Labiker Ingeniería y Control de Calidad SL	MAD-L-080
16. Centro Investigación Materiales (CIMAT)	MAD-L-082
17. V2 Geotecnia y Control SL.	MAD-L-088
18. Auscultación Control Ensayos SL	MAD-L-089
19. Arolab Ingeniería y Control de Calidad SL	MAD-L-090
20. CEDEX, Centro de Estudios del Transporte	(oficial)
21. MAHORSA	Laboratorio Central

### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

1. Laboratorios del Sureste, S.L.	MUR-L-003
2. Centro de Estudios, Investigaciones y Control de Obras, S.L. (CEICO)	MUR-L-005
3. Inversiones de Murcia, S.L., HORYSU- Delegación de Cartagena	MUR-L-006
4. Inversiones de Murcia, S.L., HORYSU-Delegación de Espinardo	MUR-L-007
5. ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.	MUR-L-018
6. Massalia Ingenieros, S.L.	MUR-L-019
7. Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L (TYC PROYECTOS )	MUR-L-021
8. INGEOLAB Calidad en Obra S.L.	MUR-L-022
9. Serrano Aznar Obras Públicas SL	MUR-L-023
10. Geotecnia del Sur, SA	MUR-L-025
11. Laboratorio Ensaproc	MUR-L-026
12. <a href="#">HORMISSA</a>	Laboratorio Central
13. <a href="#">GRUPO ALJEMA RELOSA SLU</a>	Laboratorio Central

### GOBIERNO DE NAVARRA

1. Laboratorios Entecsa, SA	NAV-L-001
2. Laboratorio de Ensayos Navarra SA (LABENSA)	NAV-L-003
3. Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de la E.T.S. Arquitectura e Ingeniería de Edificación de Navarra	NAV-L-004
4. GEEA Geólogos S.L- Delegación Estella	NAV-L-005
5. GEEA Geólogos S.L- Delegación Pamplona	NAV-L-008
6. Laboratorio Ensaproc SL	NAV-L-015
7. Investigación y Control de Calidad (INCOSA)	NAV-L-017
8. Laboratorio de Control de Calidad Departamento Cohesión Territorial Gobierno de Navarra	(oficial)
9. <a href="#">HORMIGONES ARGA BERIAIN</a>	Laboratorio Central

### COMUNIDAD VALENCIANA

1. Intercontrol Levante, SA- Delegación de Carlet	VAL-L-001
2. Comaypa, S.A.	VAL-L-006
3. Gandiacontrol, S.L.	VAL-L-010
4. Consulteco, S.L.	VAL-L-013
5. ASVER Verificaciones, SLU	VAL-L-047
6. Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)	VAL-L-051
7. Maestrat Global SL	VAL-L-052

8. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)	VAL-L-053
9. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante	VAL-L-054
10. Lesin Levante, SLU	VAL-L-056
11. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)	VAL-L-058
12. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)	VAL-L-059
13. Levatec Control de Calidad SL	VAL-L-060
14. Servicios de Ingeniería, Geotecnia, Mantenimiento y Control S.L. (SIGMA)	VAL-L-061
15. Sondeos, Obras y Estudios Geotécnicos, S.A. (INTECOM)	VAL-L-065
16. <a href="#">HORMIFER INGENIERIA DEL HORMIGON Y ACERO SL</a>	VAL-L-079
17. <a href="#">HORMAR XXI</a>	Laboratorio Central
18. <a href="#">CANTERA LA TORRETA SAU</a>	Laboratorio Central

#### GOBIERNO VASCO

1. EPTISA-CINSA Ingeniería y Calidad, SA - Grupo EP	PVS-L-002
2. SAIO TEGI, SA	PVS-L-004
3. GIKE, SA Control Calidad Edificación	PVS-L-005
4. LABIKER Ingeniería y Control de Calidad, SL	PVS-L-006
5. Serinko Servicios de Ingeniería y Comerciales- Euskadi, S.L.	PVS-L-007
6. Euskontrol, S.A.	PVS-L-009
7. Applus Norcontrol, S.L.U.	PVS-L-012
8. Fundación Tecnalia Research and Innovation	PVS-L-013
9. Entecsa Bilbao S.L	PVS-L-034
10. Laboratorios de control de la resistencia del hormigon	PVS-L-036
11. Laboratorio General de la Diputación Foral de Álava	(oficial)

#### AENOR

1. <a href="#">OGERCO</a>	País Vasco
2. <a href="#">HONGOMAR S.A.</a>	Cantabria
3. <a href="#">HORMIGONES RELOSA</a>	Murcia