

**INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO  
DE ENSAYOS DE MATERIALES (EILA 2015)  
A nivel autonómico: Castilla- La Mancha**

## INDICE

### 1. INTRODUCCIÓN

- 1.1 OBJETIVOS DEL EILA 15
- 1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN
- 1.3 OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE CONTRASTE DE MATERIALES
- 1.4 LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

### 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

- 2.1 DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS
- 2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS A NIVEL AUTONÓMICO

#### 2.2.1 AGUA

- 2.2.1.1 DETERMINACIÓN DE CLORUROS EN AGUA
- 2.2.1.2 DETERMINACIÓN DE SULFATOS EN AGUA

#### 2.2.2 BARRAS CORRUGADAS

##### 2.2.2.1 CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS:

- Resistencia mecánica al ensayo de tracción,
- Límite elástico, alargamiento de rotura, alargamiento total sobre carga máxima
- Sección media equivalente.

#### 2.2.3 ARENA

- 2.2.3.1 ENSAYO EQUIVALENTE DE ARENA
- 2.2.3.2 AZUL DE METILENO

#### 2.2.4 BETUNES

- 2.2.4.1 PENETRACIÓN DE LOS MATERIALES BITUMINOSOS

#### 2.2.5 SUELO

- 2.2.5.1 LÍMITE LÍQUIDO POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE
- 2.2.5.2 LÍMITE PLÁSTICO POR EL MÉTODO DE LA CUCHARA DE CASAGRANDE
- 2.2.5.3 CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA OXIDABLE. MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO.
- 2.2.5.4 DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DEL CONTENIDO EN SULFATOS SOLUBLES DE UN SUELO

## **2.2.6 MORTERO**

2.2.6.1 DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA. MESA DE SACUDIDAS.

2.2.6.2 DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN Y A  
COMPRESIÓN DEL MORTERO ENDURECIDO.

2.2.6.3 DETERMINACIÓN DEL COEFICIENTE DE ABSORCIÓN DE AGUA  
POR CAPILARIDAD DEL MORTERO ENDURECIDO.

## **3. EVALUACIÓN GLOBAL**

## **4. CONCLUSIONES**

## **5. AGRADECIMIENTOS**

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 OBJETIVOS DEL EILA15

El objetivo del presente EILA 2015 de materiales, es continuar con la labor iniciada durante el año 2014 y realizar un segundo ejercicio interlaboratorio a nivel nacional (EILA), con el objetivo de evaluar la competencia técnica de los laboratorios participantes dotándoles de una poderosa herramienta de control de calidad, cuya eficacia pueda ser contrastada en la repetición anual de los ensayos.

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2005**, que establece en el apartado 5.9 Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración, que los laboratorios deben participar en comparaciones interlaboratorio o programas de ensayos de aptitud.

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.”

Las intercomparaciones 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 en las intercomparaciones

## 1.2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Se detalla a continuación los diversos documentos de aplicación en Ejercicios de Intercomparación entre laboratorios, así como la normativa utilizada para el tratamiento estadístico de los resultados.

Como se ha comentado en el apartado anterior, los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2005 Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración.**

**La Entidad Nacional de Acreditación ENAC** ha elaborado dos documentos de ayuda para la realización de ejercicios de intercomparación:

**-NT-03 Política de ENAC sobre Intercomparaciones**

**-G-ENAC-14 Guía sobre la participación en programas de intercomparación**

El tratamiento estadístico de los resultados obtenidos por los laboratorios se analiza siguiendo la norma **UNE-EN ISO/IEC 17043:2010 Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud.**

### 1.3 OBJETIVO Y DESCRIPCIÓN DEL PLAN DE ENSAYOS INTERLABORATORIO A NIVEL ESTATAL

Según se indica en el “Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal EILA 2015”, se cubrirán los siguientes materiales de construcción y los siguientes ensayos:

MATERIAL	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO
AGUA	Determinación de cloruros	UNE 7178:1960
	Determinación de sulfatos	UNE 83956:2008
BARRAS CORRUGADAS	Características mecánicas: -resistencia a tracción -límite elástico -alargamiento de rotura -alargamiento total sobre carga máxima -sección media equivalente	UNE EN ISO 15630-1:2003 y Apartado 32.1 de la EHE-08
ACERO LAMINADO	Ensayo de dureza de Vickers	UNE EN ISO 6507-1:2006 y UNE EN ISO 6507-4:2005
ARENA	Ensayo de Equivalente de arena	UNE EN 933-8:2000
	Ensayo de Azul de metileno	UNE EN 933-9:1999
BETUNES	Penetración de los materiales bituminosos	UNE 1426:2007 (PG3)
SUELO	Límite líquido	UNE 103103:1994
	Límite plástico	UNE 103104:1993
	Contenido de Materia Orgánica oxidable. Método del permanganato potásico	UNE 103204:1993 UNE 103204:1993 Erratum
	Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.	UNE 103201:1996 (PG3) UNE 103202:2003 Erratum
MORTERO	Determinación de la consistencia. Mesa de sacudidas	UNE EN 1015-3:2000 UNE EN 1015-3:2000/A1:2005 UNE EN 1015-3:2000/A2:2007
	Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido	UNE EN 1015-11:2000 UNE EN 1015-11:2000/A1:2007
	Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido	UNE EN 1015-18:2003

## AGUA

### **Ensayo de Determinación de los cloruros contenidos en el agua, según norma UNE 7178:1960.**

El ensayo de determinación de cloruros contenidos en la muestra de 500 cm<sup>3</sup> de agua, que se envió a todos los participantes, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE7178:1960**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE 83958:2014**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las Declaraciones responsables registradas por todos los laboratorios participantes.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones expresadas en partes por millón (ppm) y no en porcentajes como se indicaba en la ficha de resultados. Por otra parte, como información adicional, debía repetirse el ensayo si los valores de las dos determinaciones diferían en más de 88/V ppm, siendo V el volumen de la muestra utilizada e igual a 50 cm<sup>3</sup>, según se recoge en el apartado 8 de la norma **UNE 7178:1960**.

Por tanto, en el presente estudio estadístico los valores se mostrarán con las unidades en ppm, expresadas con números enteros como recogía el citado Protocolo y, se anularán aquellas cuya diferencia supere dicho cociente (1,76).

### **Ensayo de Determinación del contenido de ion sulfato en agua, según norma UNE 83956:2008.**

El ensayo de determinación de ion sulfato contenidos en la muestra de 500 cm<sup>3</sup> de agua, que se envió a todos los participantes, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE 83956:2008**, actualmente la que está en vigor.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones expresadas en partes por millón (ppm), con números enteros.

## BARRAS CORRUGADAS

### **Ensayo de Tracción para Determinación de las propiedades mecánicas, según norma UNE EN ISO 15630-1:2003 y apartado 32.1 de la EHE-08.**

Para la determinación de las propiedades mecánicas de la muestra de dos barras corrugadas de acero de 2 $\emptyset$  12 de 70cm cada una, en el ensayo de tracción, que se enviaron a todos los participantes, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE EN ISO 15630-1:2003**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE EN ISO 15630-1:2011**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las Declaraciones responsables registradas. Y es por ello, que con el Apartado 32.1 de la EHE-08, son las normas de ensayo recogidas en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15.

Conforme se indica en el apartado de Notas de las fichas entregadas, previo al ensayo, las barras no han sido envejecidas artificialmente. Sin embargo, aunque en el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, en el apartado de Particularidades, se pedía el valor de dos determinaciones expresadas en N/mm<sup>2</sup>, tanto por ciento (%) y la sección en cm<sup>2</sup>, para el informe estadístico reflejaremos los valores medios, puesto que las determinaciones individuales de cada una de las barras no las han dado todos los laboratorios. Asimismo, la ficha de resultados no calculaba de forma correcta la sección media equivalente, por lo que los valores que se reflejan han sido corregidos.

La información aportada por los laboratorios no ha sido completa en la mayoría de los casos, tanto en las gráficas de carga-alargamiento, como en la documentación fotográfica del ensayo como en las últimas fechas de verificación y calibración de los equipos. La hoja de cálculo entregada para plasmar los resultados se podía duplicar, sin embargo, el 93% de los resultados entregados corresponden sólo a una de las barras. Por tanto, no se podrá estudiar la repetibilidad y reproducibilidad de este ensayo.

Se informa para futuro que la hoja de cálculo que se les entrega puede ser duplicada aun cuando esté protegida, y la obligatoriedad de entregar la información y documentación gráfica que se les solicita en Protocolo. En caso contrario, la falta de equipos, de datos sobre calibraciones y/o verificaciones de los mismos, podrá dar lugar a quedar fuera del contraste del ensayo al que corresponda.



## ACERO LAMINADO

### **Ensayo de Dureza de Vickers en materiales metálicos, según norma UNE EN ISO 6507-1:2006 y UNE EN ISO 6507-4:2005.**

El ensayo de dureza de Vickers, ha sido realizado según las normas de ensayo **UNE EN ISO 6507-1:2006**, en vigor y, **la UNE EN ISO 6507-4:2005**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE EN ISO 6507-4:2007**. Se han seguido dichas normas porque son las que se indican para realizar el mencionado ensayo en las Declaraciones responsables registradas de todos los laboratorios de ensayo participantes. Y es por ello, que son las normas de ensayo recogidas en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15, para evaluar la dureza Vickers que, es proporcional al cociente obtenido al dividir la fuerza de ensayo ente el área de las caras de la huella, que se supone que es una pirámide recta de base cuadrada, con el mismo ángulo en el vértice que en el indentador.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes debían aportar el valor de una determinación para una placa de 15x15x1 cm. Sin embargo, ha sido un ensayo que en la fase de entrega, sólo ocho de los laboratorios apuntados al mismo, han presentado resultados. Además, por no existir una respuesta con consenso superior al 80%, no se ha obtenido un valor asignado y por tanto, en este ensayo no se ha podido evaluar el desempeño de sus participantes.

## ARENA

### **Ensayo de Equivalente de arena, según norma UNE EN 933-8:2000.**

El ensayo de Determinación del valor del equivalente de arena ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE EN 933-8:2000**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE EN 933-8:2012+A1:2015**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las Declaraciones responsables registradas de todos los laboratorios de ensayo participantes. Y es por ello, que es la norma de ensayo recogida en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15, para evaluar el equivalente de arena en la fracción granulométrica 0/2 de los áridos finos y de la mezcla total de los áridos.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones expresadas como porcentaje de la altura total de material floculado en la probeta, y el valor del equivalente de arena como la media de las expresiones  $(h_2/h_1) \times 100$  para cada probeta, redondeado al número entero más próximo.

Todos los valores obtenidos para cada una de las dos determinaciones difieren en menos de 4 unidades, por lo que no es necesario repetir el ensayo según indica el apartado 9 de la norma **UNE EN 933-8:2000**.

### **Ensayo de Azul de metileno de arena, según norma UNE EN 933-9:1999.**

El ensayo de Azul de metileno de arena, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE EN 933-9:1999**, actualmente anulada aun cuando actualmente la vigente es la **UNE EN 933-9:2010+A1:2013**. Se ha seguido dicha norma porque es la que se indica para realizar el mencionado ensayo en las Declaraciones responsables registradas de todos los laboratorios de ensayo participantes. Y es por ello, que es la norma de ensayo recogida en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes han aportado el valor de una determinación, redondeando a la décima de gramo más próxima de colorante empleado por kilogramo de fracción granulométrica 0/2 mm.

La submuestra obtenida debía contener una masa mínima de 200 gramos, y hay cinco laboratorios que indican realizar el ensayo con una cantidad menor.

Según el apartado 7 de la citada norma, debía redondearse al gramo más próximo los resultados y de los 120 resultados aportados, sólo 65 lo expresan correctamente.

Por otra parte, el ensayo se comienza añadiendo dosis de 5 ml de solución colorante en el vaso de precipitados los dos primeros minutos y sin embargo, hay doce laboratorios que señalan una cantidad menor a los 5 ml previos.

La muestra enviada para contraste de este año estaba preparada para ser ensayada con caolinita. De los 120 resultados entregados, solo el 10% indica haberla utilizado y la mayoría de ellos después de adicionar más de 30 ml de solución colorante.

Sin embargo, el estudio estadístico de sus resultados, sin considerar el hecho de la adicción de la caolinita, se incluye en el informe, sin menoscabo de que este ensayo se propondrá para el próximo Ejercicio, con un Protocolo más detallado, considerando todo el marco normativo de aplicación.

## BETUNES

### **Ensayo de Penetración de los materiales bituminosos según norma UNE-EN 1426-2007 (PG3)**

El ensayo de Determinación de la consistencia de los betunes a temperatura ambiente, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 1426:2007**, actualmente en vigor.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes debían aportar el valor de tres determinaciones, expresadas en décimas de milímetro.

Todos los valores, según indica el apartado 7.5 de la norma **UNE-EN 1426:2007**, cumplen que la máxima diferencia entre la determinación más alta y la más baja obtenida por un mismo laboratorio para la muestra de betún asfáltico entregada, para una penetración 35/50, queda dentro del valor de precisión de 2 unidades.

## SUELO

En el ejercicio del año pasado, 2014, la muestra utilizada para estos ensayos resultaba ser un material no plástico y por ello, se decidió incluir de nuevo en el EILA15, para ampliar el contraste del mismo.

### **Ensayo de Límite líquido por el método de la cuchara de Casagrande, según norma UNE 103103:1994.**

El ensayo de Determinación del límite líquido en suelo mediante la utilización del aparato de Casagrande, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE 103103:1994**, actualmente la que está en vigor.

Sin embargo, aunque en el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, en el apartado de Particularidades, se pedía el valor de dos determinaciones, expresado en tanto por ciento, la ficha de resultados lo trataba como si fuera una. Por tanto, se han considerado todos los valores medios. Y no se ha descartado ninguna determinación como no válida, aun cuando el ensayo debe repetirse si el número de golpes no está comprendido entre 35 y 15.

### **Ensayo de Límite plástico, según norma UNE 103104:1993.**

El ensayo de Determinación del límite plástico de un suelo, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE 103104:1993**, actualmente en vigor, y que tiene por objeto especificar la humedad más baja con la que se puede formar con un suelo, cilindros de 3 mm de diámetro, rodando dicho suelo entre los dedos de la mano y una superficie lisa, hasta que los cilindros empiecen a resquebrajarse.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes debían aportar el valor de dos determinaciones. Como la ficha dejaba lugar a tres daba lugar a no calcular el resultado cuando se introducían solo los dos valores establecidos. Puesto que el límite plástico es precisamente la media aritmética de dos determinaciones, expresada en tanto por ciento, con una cifra decimal, se han calculado las medias de estos casos y se han introducido en el cálculo estadístico, puesto que el error era de la ficha.

Todos los valores obtenidos para cada una de las dos determinaciones difieren en menos de dos puntos porcentuales, por lo que no es necesario repetir el ensayo según indica el apartado 6 de la norma **UNE 103104:1993**.

Para los dos siguientes ensayos, el informe estadístico ha tenido en cuenta los valores de una segunda muestra de 100 gr, tamizada por el tamiz 2mm, que fue remitida en bolsas individuales a todos los participantes, mejor homogeneizada respecto al contenido de materia orgánica y sulfatos de la primera muestra.

**Ensayo de contenido de materia orgánica oxidable por el método del permanganato potásico, según norma UNE 103204:1993 y UNE 103204:1993 Erratum.**

El ensayo de Determinación del contenido de materia orgánica oxidable de un suelo mediante permanganato potásico, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE 103204:1993 y UNE 103204:1993 Erratum**, actualmente vigente. En este método se determina el porcentaje de materia orgánica de la muestra como cociente entre los centímetros cúbicos de solución de permanganato 0,1 N gastados, multiplicados por el factor de normalidad, y los gramos de muestra ensayados.

Para el ensayo del contenido en materia orgánica, según se indica en el Plan de ensayos interlaboratorio a nivel estatal (EILA-15) general, los laboratorios participantes aportan el valor de dos determinaciones, expresadas en tanto por ciento, para obtener como la media de ambas el contenido de materia orgánica de la muestra total del suelo ensayado. Sin embargo, como información adicional, se pedía también el factor de normalidad del permanganato potásico calculado y en la mayoría de los laboratorios no se ha dado.

**Ensayo de determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo, según norma UNE 103201:1996 (PG3) y UNE 103201:2003 Erratum.**

El ensayo para determinar la proporción de sulfatos solubles de agua, que hay en un suelo, pasándolos a disolución mediante aplicación con agua y precipitando luego los sulfatos disueltos con solución de cloruro bórico, ha sido realizado según las normas de ensayo **UNE 103201:1996 (PG3) y UNE 103201:2003 Erratum** actualmente en vigor.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, se ha detectado error material en *Resultados de ensayo* donde dice se aportará una determinación, y debe decir como se recoge en la ficha de resultados, el valor de dos determinaciones, para obtener la media de ambas del contenido de iones sulfato en las aguas destinadas al amasado y curado de morteros y hormigones, expresadas en porcentaje.

## MORTERO

### **Ensayo de determinación de la consistencia con mesa de sacudidas, según norma UNE EN 1015-3:2000 y UNE EN 1015-3:2000/A1:2005 y UNE EN 1015-3:2000/A2:2007.**

El mortero fresco se lleva a un nivel de consistencia definido antes de evaluar las propiedades que se utilicen para caracterizarlo. Esta consistencia se determina por medio de la mesa de sacudidas, según las normas de ensayo **UNE EN 1015-3:2000 y UNE EN 1015-3:2000/A1:2005 y UNE EN 1015-3:2000/A2:2007** actualmente vigentes. Y es por ello, que son las normas de ensayo recogidas en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15, para determinar, por medio del valor de escurrimiento, la consistencia de los morteros frescos amasados.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes debían aportar el resultado de dos medidas individuales y valores de escurrimiento, expresadas en milímetros, para cada muestra de ensayo para obtener el valor medio de ambas.

Todos los valores obtenidos para cada una de las dos determinaciones difieren en menos de dos puntos porcentuales, por lo que no es necesario repetir el ensayo según indica

Todos los valores obtenidos de escurrimiento para los morteros 1 y 2 difieren en menos de un 10% del valor medio de ambos escurrimientos, por lo que el ensayo se considera válido, según indica el apartado 7 de la norma **UNE EN 1015-3:2000**.

### **Ensayo de determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido, según norma UNE EN 1015-11:2000 y UNE EN 1015-11:2000/A1:2007.**

El ensayo de determinación de la resistencia a flexión y a compresión, ha sido realizado según las normas de ensayo **UNE EN 1015-11:2000 y UNE EN 1015-11:2000/A1:2007** actualmente vigentes. Y es por ello, que son las normas de ensayo recogidas en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15, para determinar ambas resistencias a partir de tres probetas enmoldadas de morteros para albañilería.

La resistencia a flexión se determina aplicando una carga en tres puntos de los prismas de mortero endurecido, hasta su rotura. La resistencia a compresión se determina en cada una de las dos mitades resultantes del ensayo anterior (semiprismas), siempre que el procedimiento utilizado no haya conducido a un deterioro de dichas probetas.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes debían aportar el resultado de tres determinaciones, expresadas en N/mm<sup>2</sup>.

**Ensayo de determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido, según norma UNE EN 1015-18:2003.**

El ensayo de determinación del coeficiente de absorción de agua, ha sido realizado según las normas de ensayo **UNE EN 1015-18:2003** actualmente vigente. Y es por ello, que son las normas de ensayo recogidas en el Protocolo de ensayo del Ejercicio de intercomparación de este año, EILA15, para determinar este coeficiente a partir de tres probetas de mortero prismáticas, a presión atmosférica, después de un secado hasta masa constante, sumergidas por una cara, en 5mm a 10 mm de agua, durante un periodo de tiempo especificado.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, con el apartado de Particularidades de cada ensayo, los laboratorios participantes debían aportar el resultado de tres determinaciones, expresadas en gramos, para obtener el valor medio del coeficiente de absorción de agua por capilaridad en kg/m<sup>2</sup>.min<sup>0.5</sup>.

## 1.4 LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 15 de materiales, han participado un total 17 Comunidades Autónomas CC.AA, y 144 laboratorios de ensayo participantes.

**Tabla 1. Laboratorios de ensayo participantes por Comunidad Autónoma**

Comunidad Autónoma	Número participantes	Comunidad Autónoma	Número participantes
Comunidad 1	14 laboratorios	Comunidad 10	12 laboratorios
Comunidad 2	8 laboratorios	Comunidad 11	2 laboratorios
Comunidad 3	4 laboratorios	Comunidad 12	4 laboratorios
Comunidad 4	7 laboratorios	Comunidad 13	3 laboratorios
Comunidad 5	9 laboratorios	Comunidad 14	19 laboratorios
Comunidad 6	4 laboratorios	Comunidad 15	9 laboratorios
Comunidad 7	12 laboratorios	Comunidad 16	8 laboratorios
Comunidad 8	9 laboratorios	Comunidad 17	9 laboratorios
Comunidad 9	10 laboratorios		

**Tabla 2. Nº de Laboratorios participantes por ensayo A NIVEL DE LA COMUNIDAD de estudio.**

MATERIAL	ENSAYO	Nº DE LABORATORIO
AGUA	Determinación de cloruros	6
	Determinación de sulfatos	7
BARRAS CORRUGADAS	Características mecánicas: -resistencia a tracción -límite elástico -alargamiento de rotura -alargamiento total sobre carga máxima -sección media equivalente	4
ACERO LAMINADO	Ensayo de dureza de Vickers	1
ARENA	Ensayo de Equivalente de arena	9
	Ensayo de Azul de metileno	7
BETUNES	Penetración de los materiales bituminosos	3
SUELO	Límite líquido	9
	Límite plástico	9
	Contenido de Materia Orgánica oxidable. Método del permanganato potásico	9
	Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo.	9
MORTERO	Determinación de la consistencia. Mesa de sacudidas	3
	Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido	3
	Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido	2



## 2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

### 2.1 DESCRIPCIÓN

Para realizar el estudio estadístico de los datos se ha aplicado los principios generales contenidos en el protocolo de actuación “Plan de ensayos interlaboratorio a nivel estatal (EILA 2015)” así como la norma UNE-EN ISO 17043:2010 “Evaluación de la conformidad. Requisitos generales para los ensayos de aptitud”.

Para ello, los datos obtenidos se han agrupado según los siguientes niveles (distinguidos en dos informes independientes):

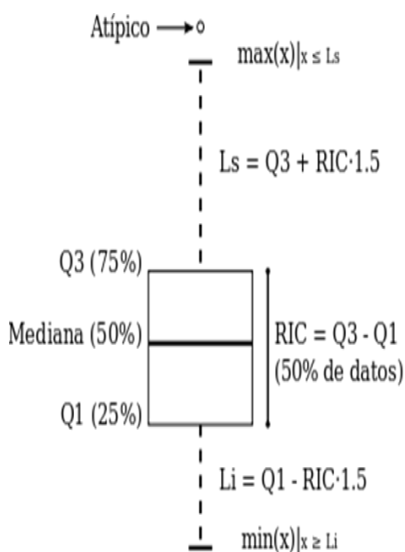
- A. Todos los datos a nivel nacional.
- B. Datos correspondientes a cada una de las Comunidades Autónomas CC.AA.

En cada nivel y grupo se ha analizado previamente los **resultados no válidos** de conformidad con la norma de aplicación que aparece en el apartado 1.3 para cada ensayo.

Después, en cada nivel y grupo se han calculado y grafiado los valores que caracterizan a un diagrama de cajas y bigotes. El diagrama de Caja- Bigotes son una presentación visual que describe varias características importantes al mismo tiempo, como son la dispersión y la simetría.

Para su realización se representa un rectángulo (caja) definido por dos puntos Q1y Q3, cuya diferencia define el Recorrido entre cuartiles (RIC) y, unas líneas que sobresalen de la caja que se llaman bigotes. Estos bigotes tienen un límite de prolongación L superior y L inferior, de modo que cualquier dato que no se encuentre dentro de este rango, es un valor atípico que es marcado individualmente con un punto en la gráfica.

Los datos que se van a estudiar, se ordenan de mayor a menor y se dividen en 4 grupos. Cada cuarta parte se representa en este diagrama y se comienza con la caja de la siguiente forma:



**RIC**= (Q3 – Q1) el Recorrido entre cuartiles o longitud de la caja;

**Q1**= Primer cuartil. El valor extremo inferior de la caja representa el límite por debajo del cual se engloban el 25 % de los datos menores de la distribución.

**Q2**: Segundo cuartil o mediana, representa el valor medio de los datos agrupados en el centro de la distribución (25%-75%) o caja. No es la media de todos los datos a estudiar.

**Q3**= Tercer cuartil. El valor extremo superior de la caja representa el límite que sobrepasa el 75% de los datos mayores de la distribución.

La longitud límite de los bigotes ( $L_s$  y  $L_i$ ) será desde la caja hasta el valor máximo y valor mínimo de los datos, respectivamente, siempre que esta longitud no supere un rango que es 1,5 veces el RIC de la caja. En el caso de superarlo, el valor (máximo o mínimo) será un valor atípico y se identificará individualmente. Si este valor, superase en 3 veces el RIC, sería un valor extremadamente atípico. Y se expresan como a continuación se indica:

- Los **valores atípicos**:  $\text{Lim inf} = Q_1 - (1,5 \times \text{RIC})$  y  $\text{Lim sup} = Q_3 + (1,5 \times \text{RIC})$

- Los **valores extremadamente atípicos** son aquellos valores atípicos que superan el doble del valor anterior:  $\text{Lim inf} = Q_1 - 3(\text{RIC})$  y  $\text{Lim sup} = Q_3 + 3(\text{RIC})$

Por consiguiente, eliminados los resultados no válidos según norma y descartados los valores atípicos y los extremadamente atípicos, en su caso, se realiza la evaluación del desempeño mediante el z score, cuyos cálculos estadísticos utilizados en el presente estudio se describen a continuación:

- **Desviación típica o estándar ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_i (x_i - \bar{x})^2}$$

Siendo:

$\bar{x}$  la media de los valores

- **Coefficiente de variación (CV)**

$$CV = \frac{\sigma}{|\bar{x}|} \times 100$$

Cuando se desea hacer referencia a la relación entre el tamaño de la media y la variabilidad de la variable, se utiliza el coeficiente de variación. Es importante que todos los valores sean positivos y su media dé, por tanto, un valor positivo. A mayor valor del coeficiente de variación mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable.

- **Diferencia ( $x-X$ )**, siendo  $x$  el resultado del participante y  $X$  el valor de referencia.
- **Diferencia de porcentaje**

$$\frac{x - X}{X} \times 100$$

Siendo:

x el resultado del laboratorio participante

X el valor asignado por consenso.

- **Valores de z**

$$z = \frac{x - X}{\sigma}$$

Conforme a UNE-EN ISO /IEC 17043:2010 Anexo B (B3 y B4)

$|z| \leq 2$  *Resultado satisfactorio (S)*

$2 < |z| < 3$  *Resultado dudoso (D)*

$|z| \geq 3$  *Resultado insatisfactorio (I)*

- **Número  $E_n$**

$$E_n = \frac{x - X}{\sqrt{U_{lab}^2 + U_{ref}^2}}$$

El cálculo del Número  $E_n$  se ha aplazado para el próximo Ejercicio, y por ello, hay una jornada en el Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja el 03 de febrero de 2016.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

### A nivel autonómico: Castilla- La Mancha

## 2.2 ANÁLISIS DE RESULTADOS A NIVEL AUTONÓMICO

### 2.2.1 AGUA

#### 2.2.1.1 Determinación de cloruros en agua

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de Determinación de cloruros de agua a nivel de comunidad autónoma. No constan valores atípicos.

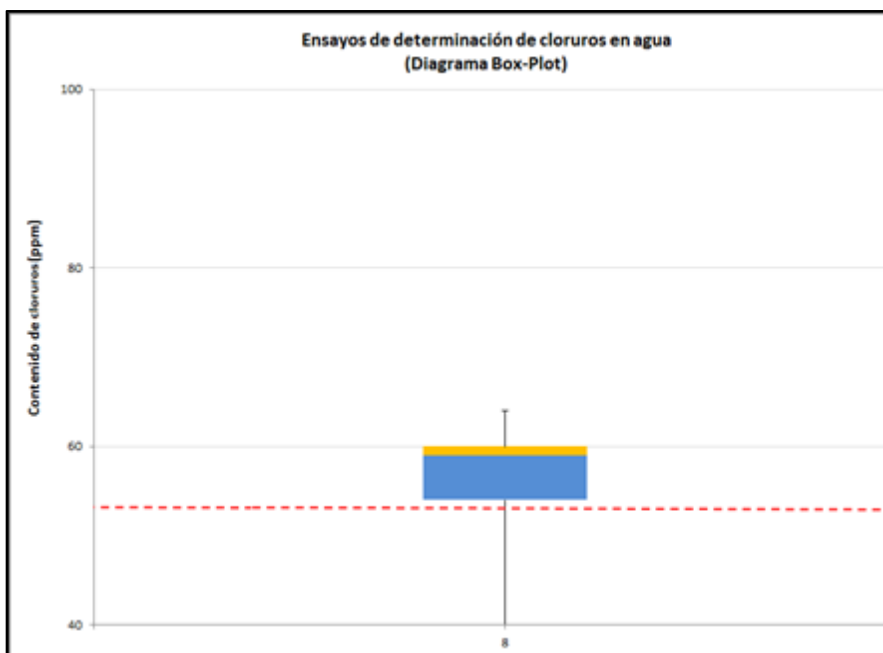


Gráfico 1. Diagrama de cajas de la determinación de cloruros en agua a nivel de comunidad autónoma

Por consiguiente, para el cálculo estadístico se han considerado los siguientes datos:

Código de Laboratorio	Resultado 1	Resultado 2	Contenido en cloruros (ppm)
7	76	76	76
26	74	74	74
46	56	55	56
55	72	73	73
106	43	44	44
123	55	55	55

A continuación, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

Tabla 3. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del ensayo de cloruros en agua a nivel de comunidad autónoma.

Media cloruros en agua (ppm)	Desviación típica	Coefficiente de variación (%)
63,00	13,15	20,87

## Evaluación del rendimiento

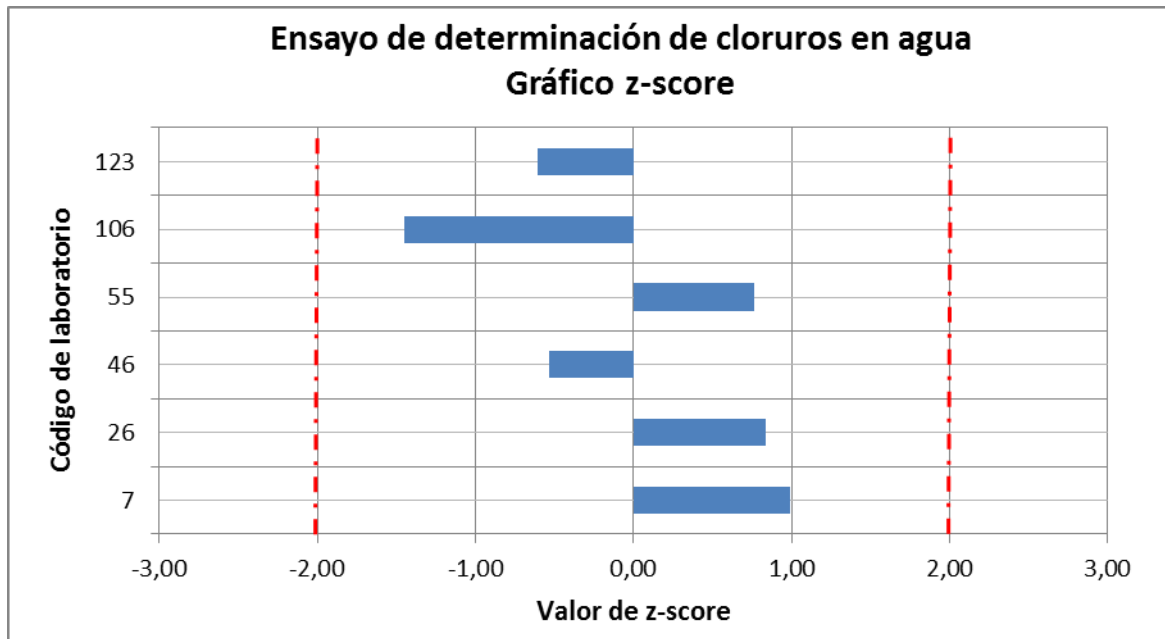
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de determinación de cloruros en agua de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 4. Evaluación del rendimiento de la determinación de cloruros en agua a nivel de comunidad autónoma**

Código de Laboratorio	Contenido en cloruros (ppm)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
7	76	13,00	20,63	0,99
26	74	11,00	17,46	0,84
46	56	-7,00	-11,11	-0,53
55	73	10,00	15,87	0,76
106	44	-19,00	-30,16	-1,45
123	55	-8,00	-12,70	-0,61

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



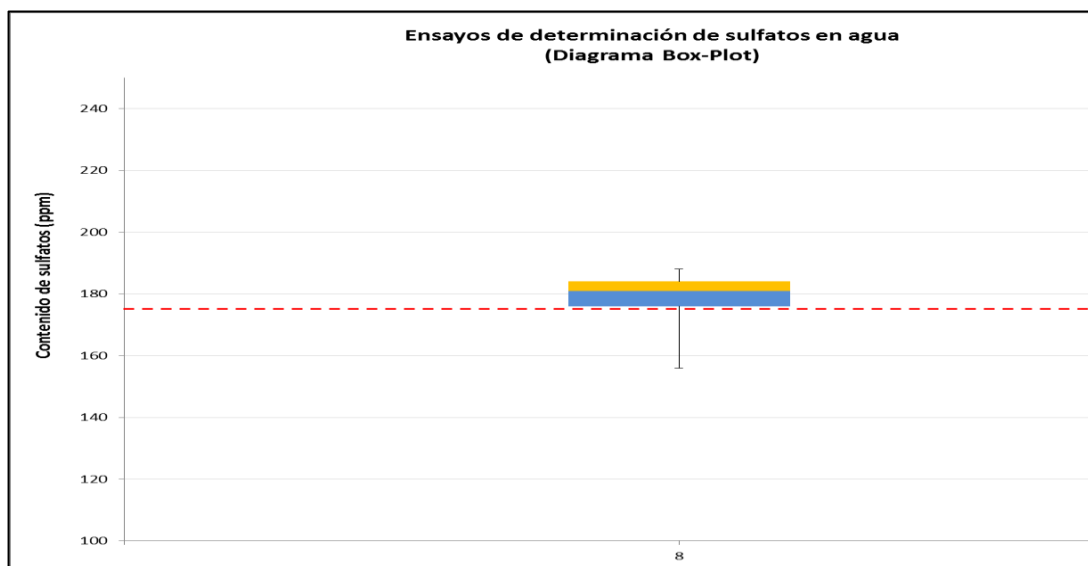
**Gráfico 2. Valores de z-score de la determinación de cloruros en agua por laboratorio a nivel de comunidad autónoma.**

### 2.2.1.2 Determinación de sulfatos en agua

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de Determinación de sulfatos de agua a nivel de comunidad autónoma, representando los valores extremadamente atípicos como puntos negros y, calculados como se describe en el apartado 2.1, y son los siguientes laboratorios:

- Extremadamente atípicos: laboratorios con código 55 y 104.

Código de Laboratorio	Contenido de ion sulfato (ppm)	Resultado 1 (ppm)	Resultado 2 (ppm)
55	290	284	296
104	63	63	63



**Gráfico 3. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de determinación de sulfatos en agua a nivel de comunidad autónoma**

*En el gráfico no se muestran aquellos valores inferiores a 100 ppm ni superiores a 240 ppm, porque desvirtuaría el mismo (los códigos 55 y 104 están muy alejados del rango de valores de distribución del resto de los resultados)*

Por consiguiente, una vez excluidos del cálculo estadístico los valores extremadamente atípicos, se han considerado los siguientes datos:

Código de Laboratorio	Contenido de ion sulfato (ppm)	Resultado 1 (ppm)	Resultado 2 (ppm)
7	184	183	185
26	181	181	180
46	188	188	187
106	156	155	156
123	176	167	185

A continuación, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 5. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del ensayo de sulfatos en agua a nivel de comunidad autónoma.**

Media sulfatos en agua (ppm)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
177,00	12,53	7,08

### Evaluación del rendimiento

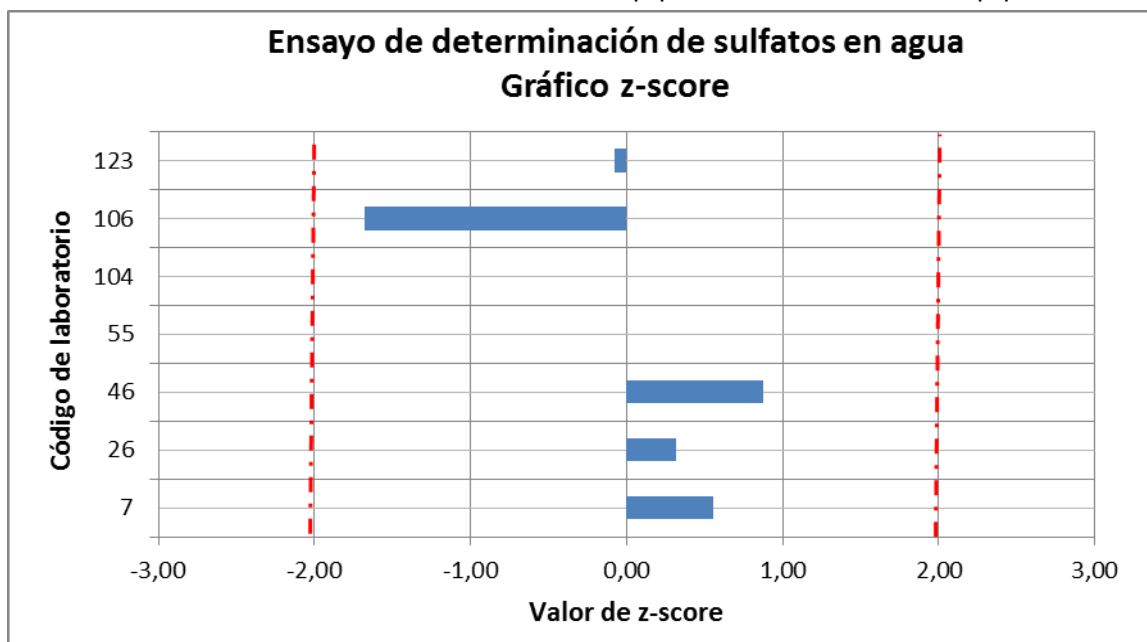
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de determinación de sulfatos en agua de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 6. Evaluación del rendimiento de la determinación de sulfatos en agua a nivel de comunidad autónoma**

Código de Laboratorio	Contenido de ion sulfato (ppm)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
7	184	7,00	3,95	0,56
26	181	4,00	2,26	0,32
46	188	11,00	6,21	0,88
55	290	0	0	0
104	63	0	0	0
106	156	-21,00	-11,86	-1,68
123	176	-1,00	-0,56	-0,08

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



**Gráfico 4. Valores de z-score de la determinación de sulfatos en agua por laboratorio a nivel de comunidad autónoma.**



## 2.2.2 BARRAS CORRUGADAS

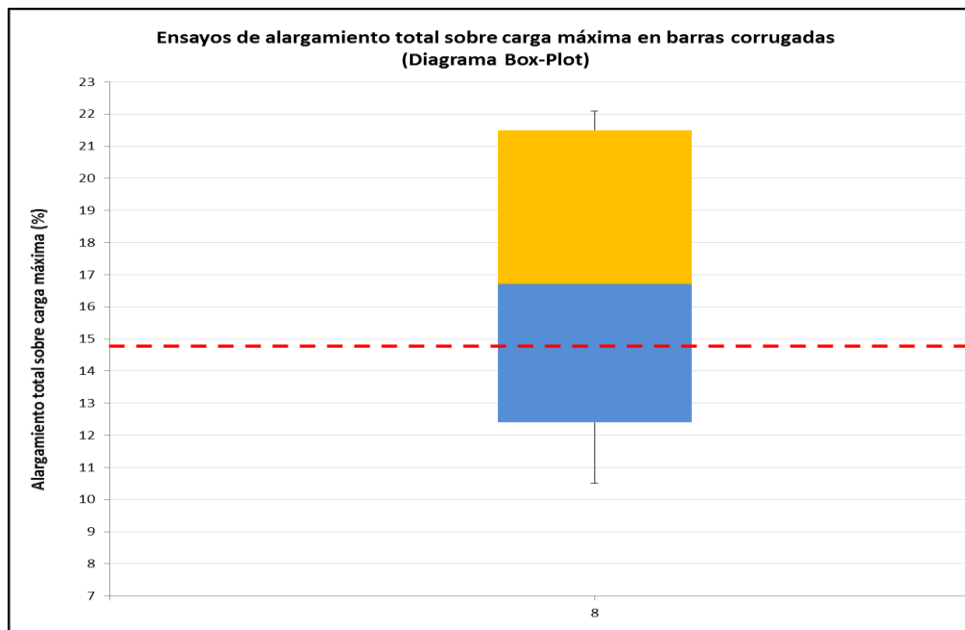
### 2.2.2.1. Determinación de las propiedades mecánicas a través del ensayo de tracción.

Conforme se indica en el apartado de 1.3 de este informe, aunque en el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA15 y en particular, en el apartado de Particularidades, se pedía el valor de dos determinaciones expresadas en N/mm<sup>2</sup>, tanto por ciento (%), para el informe estadístico reflejaremos los valores medios, puesto que la mayoría han presentado sólo una determinación.

Por otra parte, los valores de sección media equivalente que se reflejan en la tabla siguiente han subsanado el error de cálculo de la ficha de resultados. Según el apartado 32.1 de la EHE-08, se entiende por sección equivalente de un producto de acero, expresada en centímetros cuadrados, el cociente de su peso en gramos por 7,85 veces su longitud en centímetros. Esta sección equivalente no debe ser inferior al 95,5 por 100 de la sección nominal. En este contraste, las barras eran de diámetro nominal 12, lo que implicaba según la tabla 6 de la norma UNE EN 10080, una sección nominal de 113 mm<sup>2</sup> (área del círculo para un diámetro de 12 mm). ). Por tanto, la sección equivalente de nuestro ejercicio no debe ser inferior a 1,08 cm<sup>2</sup> cumpliéndose en la totalidad de los laboratorios de esta comunidad.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos en el Alargamiento total para el ensayo de tracción de una de las dos barras de Ø12. No constan valores atípicos.

Código de Laboratorio	Extensómetro	Peso (g)	Longitud (cm)	Sección media equivalente (cm <sup>2</sup> )	Límite elástico (N/mm <sup>2</sup> )	Carga unitaria de rotura (N/mm <sup>2</sup> )	Alargamiento de rotura (%)	(A <sub>gt</sub> ;%) Alargamiento total (%)
46	no	437	49,9	1,12	577	688	25	12,40
104	no	438	50	1,12	540	639	21	16,71
105-1	no	609	69,5	1,12	558	674	25	22,10
105-2	no	609	69,6	1,11	535	678	25	21,50
123	no	886	100	1,13	591	690	24	10,50



**Gráfico 5. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de alargamiento total sobre carga máxima a nivel de comunidad autónoma**

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 7. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del ensayo de alargamiento total sobre carga máxima a nivel de comunidad autónoma.**

Media alargamiento total (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
16,64	5,22	31,38

### Evaluación del rendimiento

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de alargamiento total sobre carga máxima de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 8. Evaluación del rendimiento del ensayo de alargamiento total sobre carga máxima en barras corrugadas a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	( $A_{gt}$ :%) Alargamiento total (%)	$D=(x-X)$	Porcentaje D%	z-score
46	12,40	-4,24	-25,49	-0,81
104	16,71	0,07	0,41	0,01
105-1	22,10	5,46	32,80	1,05
105-2	21,50	4,86	29,19	0,93
123	10,50	-6,14	-36,91	-1,18

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .

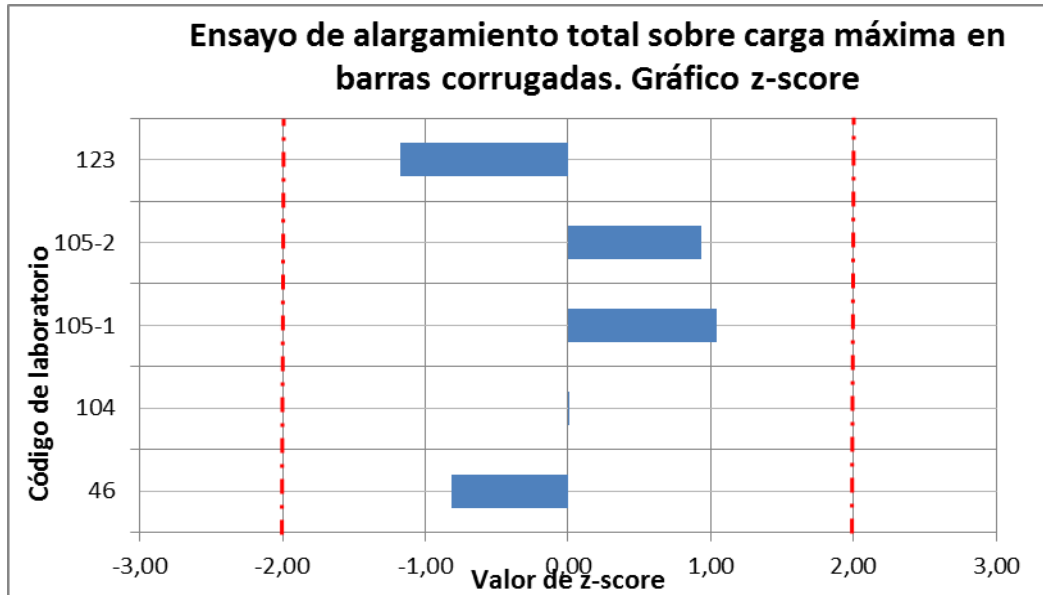


Gráfico 6. Valores de z-score del ensayo de alargamiento total sobre carga máxima en barras corrugadas por laboratorio a nivel de comunidad autónoma

## 2.2.3. ARENA

### 2.2.3.1. Ensayo equivalente de arena

Para el conjunto de los datos obtenidos, para cada una de las dos determinaciones, ninguno difiere en menos de 4 unidades, por lo que no es necesario repetir el ensayo según indica el apartado 9 de la norma UNE EN 933-8:2000.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo del equivalente de arena, representando los valores atípicos y extremadamente atípicos como puntos negros y, calculados como se describe en el apartado 2.1, y son los siguientes laboratorios:

- Valores atípicos: laboratorio con códigos 104 y 105, y
- Extremadamente atípico: laboratorio con código 48.

Código de Laboratorio	Equivalente de arena (%)	Resultado 1 (%)	Resultado 2 (%)
48	73	73,0	73,0
104	82	81,0	83,0
105	82	82,4	82,4

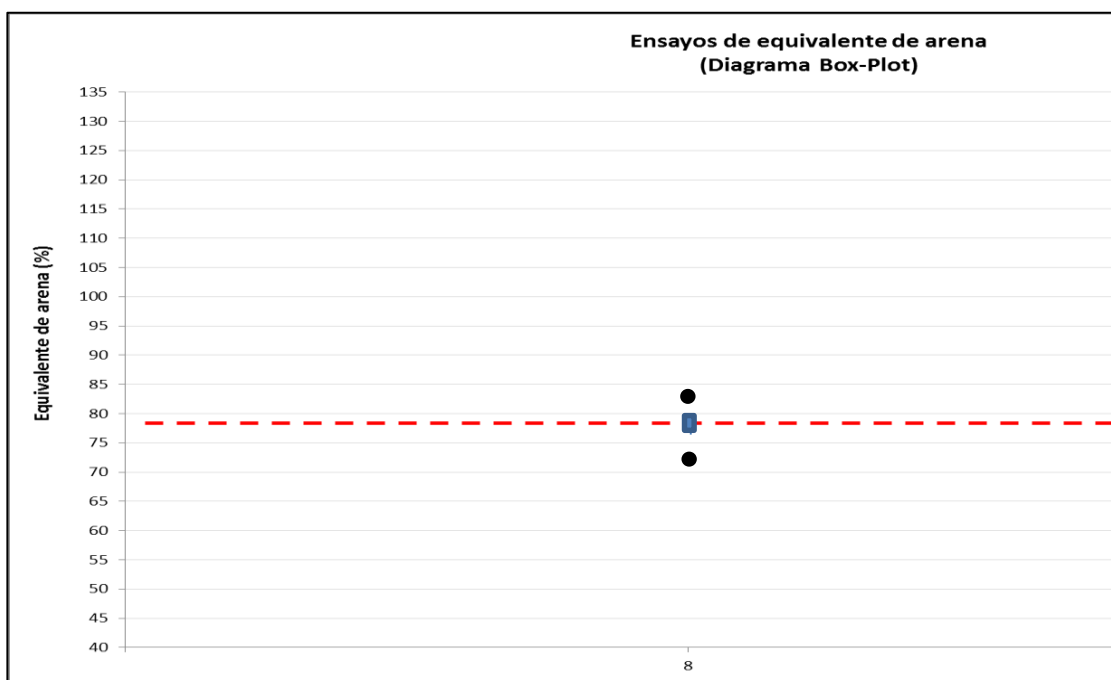


Gráfico 7. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de equivalente de arena de cada Comunidad Autónoma

*El rango de valores en esta comunidad se reduce a uno único, puesto que los resultados individuales de los laboratorios coinciden con su media autonómica.*

A continuación, excluidos los valores anteriores, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico:

Código de Laboratorio	Equivalente de arena (%)	Resultado 1 (%)	Resultado 2 (%)
7	77	76,8	76,4
26	78	77,0	78,0
46	79	79,8	78,7
55	78	78,9	77,6
106	78	78,0	77,0
123	78	78,0	78,0

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 9. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del ensayo de equivalente de arena a nivel de comunidad autónoma.**

Media equivalente de arena (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
78,00	0,63	0,81

### Evaluación del rendimiento

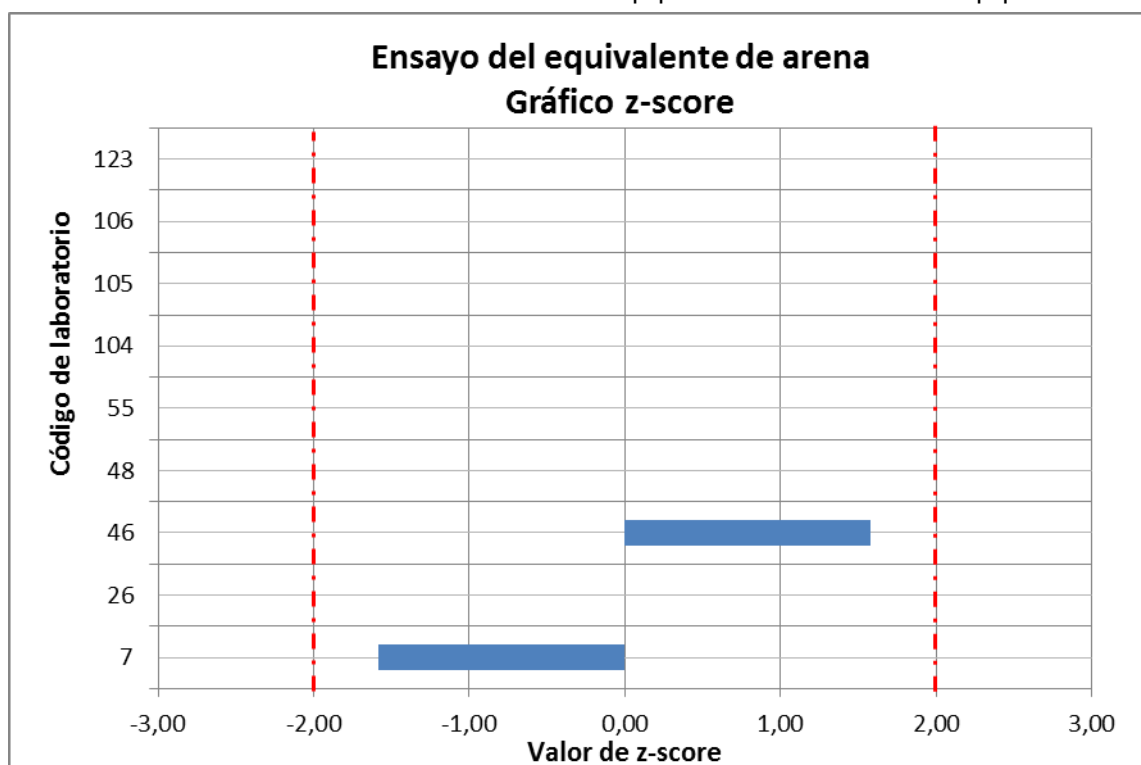
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo del equivalente de arena de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 10. Evaluación del rendimiento del ensayo del equivalente de arena a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Equivalente de arena (%)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
7	77	-1,00	-1,28	-1,58
26	78	0,00	0,00	0,00
46	79	1,00	1,28	1,58
48	73	o	o	o
55	78	0,00	0,00	0,00
104	82	*	*	*
105	82	*	*	*
106	78	0,00	0,00	0,00
123	78	0,00	0,00	0,00

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



**Gráfico 8. Valores de z-score del ensayo de equivalente de arena por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

Los laboratorios con códigos 26, 55, 106 y 123 no presentan desviación con respecto a la media por coincidir su resultado con la media autonómica. No se representan los resultados atípicos y extremadamente atípicos por quedar excluidos en la evaluación del desempeño.

### 2.2.3.2. Ensayo de azul de metileno de arena

Aplicando la norma de ensayo **UNE EN 933-9:1999** se consideran que todos los resultados son válidos para esta comunidad.

A partir de los resultados obtenidos para el ensayo del azul de metileno en el diagrama de cajas y bigotes, se obtienen los valores atípicos, calculados como se describe en el apartado 2.1, y corresponden con los siguientes laboratorios:

- valores atípicos: laboratorio con código 55

Código de Laboratorio	Azul de metileno (gr colorante/kg fracción 0/2)
55	0,5

A continuación, con los valores anteriores excluidos del cálculo, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	masa ensayo (g)	colorante consumido (ml)	caolinita	Colorante consumido caolinita (ml)	Azul de metileno (gr colorante/kg fracción 0/2)
7	205	40	si	40	0
26	206	40	no	40	0
46	208,74	5	no		0,2
48	200	5	no		0,3
106	200	67	si	62	0,3
123	210	5	no		0,2

Y a partir de estos, se muestra el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación en la comunidad autónoma del presente estudio.

**Tabla 11. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del ensayo Azul de metileno a nivel de comunidad autónoma.**

Azul de metileno en arido (gr colorante/kg fracción 0/2)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
0,17	0,14	81,98

### Evaluación del rendimiento

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de azul de metileno de árido de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 12. Evaluación del rendimiento del ensayo de azul de metileno a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Azul de metileno (gr colorante/kg fracción 0/2)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
7	0	-0,17	-100,00	-1,22
26	0	-0,17	-100,00	-1,22
46	0,2	0,03	20,00	0,24
48	0,3	0,13	80,00	0,98
55	0,5	*	*	*
106	0,3	0,13	80,00	0,98
123	0,2	0,03	20,00	0,24

< Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .

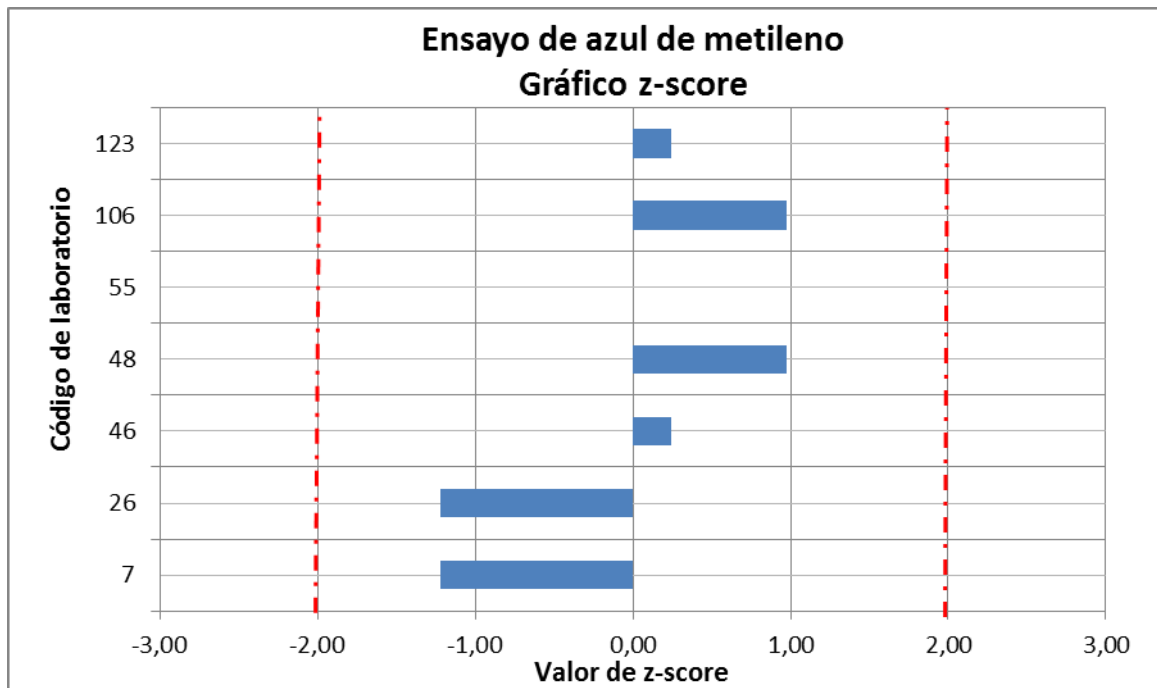


Gráfico 9. Valores de z-score del ensayo de azul de metileno por laboratorio a nivel de comunidad autónoma

## 2.2.4. BETUNES

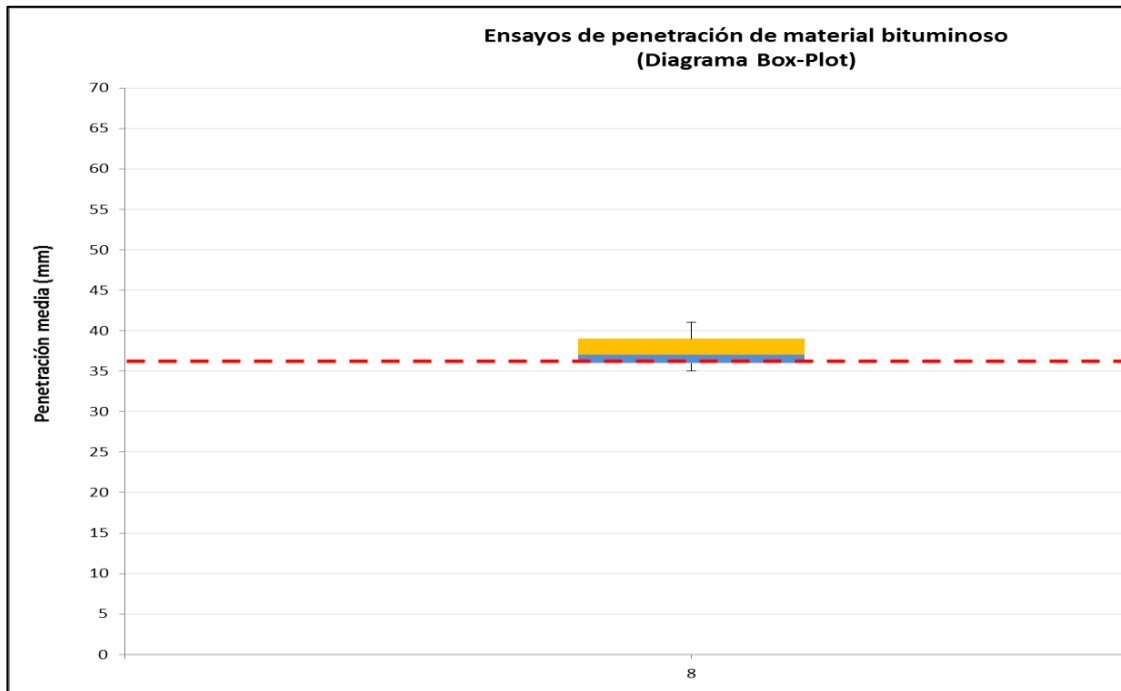
### 2.2.4.1. Penetración de los materiales bituminosos

Todos los valores, según indica el apartado 7.5 de la norma **UNE-EN 1426:2007**, son válidos puesto que cumplen que la máxima diferencia entre la determinación más alta y la más baja obtenida por un mismo laboratorio para la muestra de betún asfáltico entregada, para una penetración 35/50, quedando dentro del valor de precisión de 2 unidades.

La ficha recoge el valor de la penetración en milímetros, pero como indica el apartado 8 de la norma EN 1426:2007 éste se expresa en décimas de milímetro redondeadas al número entero más próximo. Esto ha producido interpretaciones erróneas a algunos de los laboratorios participantes, cuyos resultados se han rectificado para el análisis estadístico de este ensayo, quedando recogido con un (\*1) en la tabla.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de penetración en un betún asfáltico. No constan valores atípicos.





**Gráfico 10.** Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de penetración de material bituminoso de cada Comunidad Autónoma

A continuación, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	Penetración media (mm)	Resultado 1 (mm)	Resultado 2 (mm)	Resultado 3 (mm)
46	37	36	37	38
48	35	35	36	35
106 (*1)	41	4,1	4,2	4,1

Por consiguiente, se muestra el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación de los datos que participan en el estudio estadístico.

**Tabla 13.** Media, desviación típica y Coeficiente de variación del ensayo de penetración de material bituminoso a nivel de comunidad autónoma.

Penetración media (mm)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
37,67	3,06	8,11

## Evaluación del rendimiento

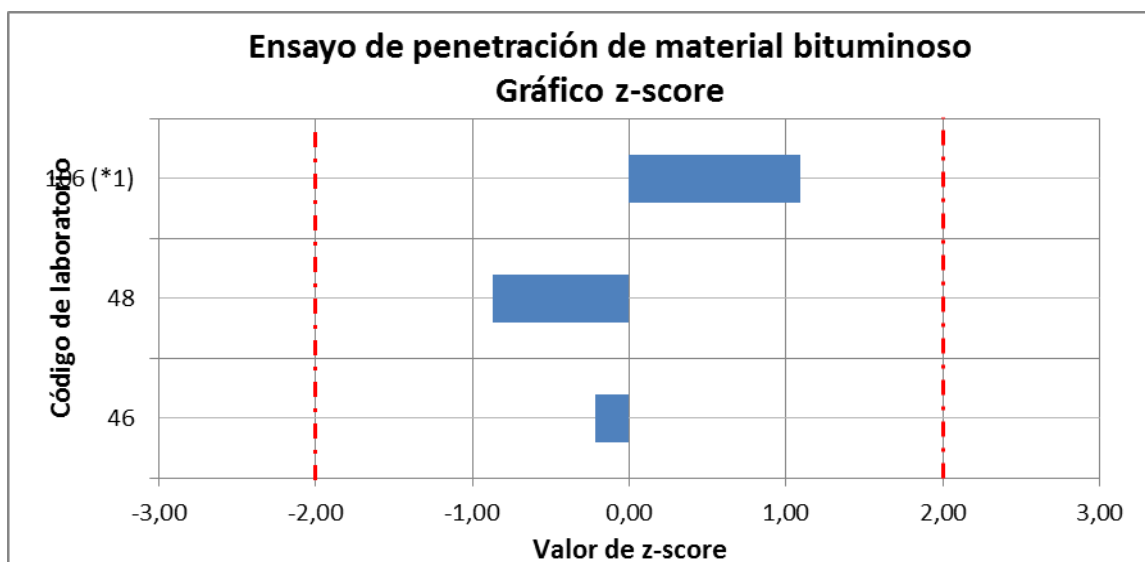
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de penetración de material bituminoso de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 14. Evaluación del rendimiento del ensayo de penetración de material bituminoso a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Penetración media (mm)	$D=(x-X)$	Porcentaje D%	z-score
46	37	-0,67	-1,77	-0,22
48	35	-2,67	-7,08	-0,87
106 (*1)	41	3,33	8,85	1,09

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos; - no hay contraste

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



**Gráfico 11. Valores de z-score del ensayo de penetración de material bituminoso por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

## 2.2.5. SUELO

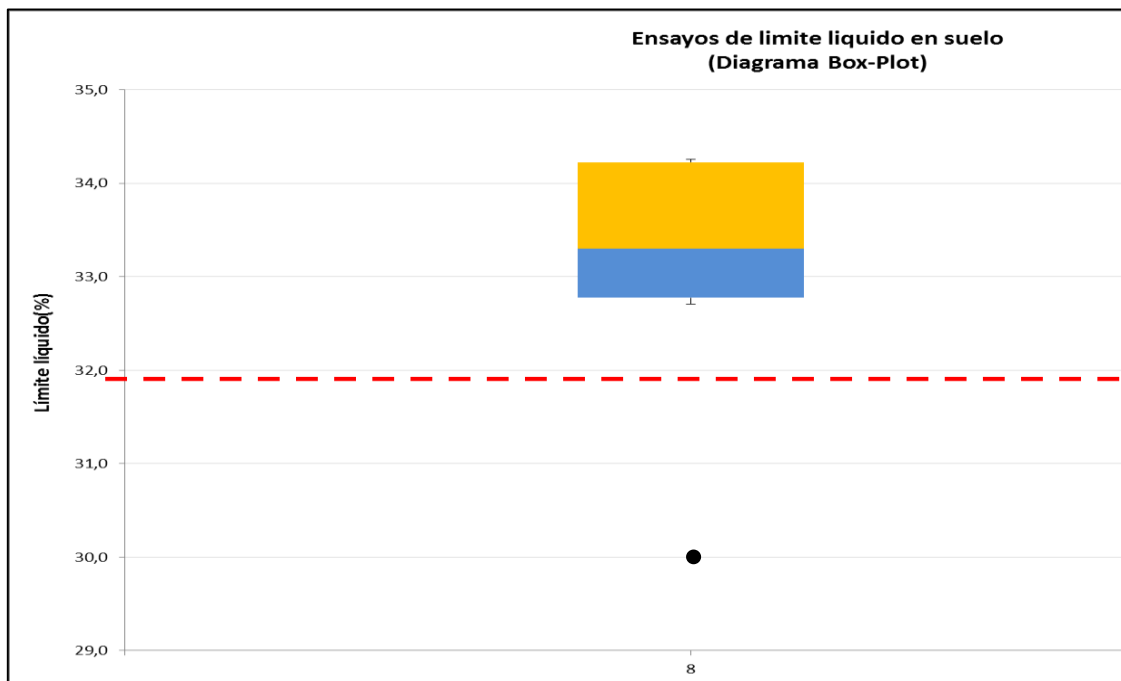
### 2.2.5.1. Límite líquido

Puesto que la ficha de resultados no dejaba claro el modo de cumplimentar las dos determinaciones obligadas, no se ha descartado ninguna determinación como no válida, y se ha trabajado para este informe con los valores medios aportados en las fichas.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de Límite líquido por el método de la cuchara de Casagrande, y se representan los valores atípicos (puntos negros), calculados como se describe en el apartado 2.1 anterior, y que corresponden con los siguientes laboratorios:

- valores atípicos: laboratorios con código 123

Código de Laboratorio	Límite líquido (%)
123	30



**Gráfico 12. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo del límite líquido en suelo a nivel comunidad autónoma**

A continuación, excluidos los valores anteriores, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	Límite líquido (%)	Humedad (%) 1	Humedad (%) 2	Humedad (%) 3	Humedad (%) 4	Humedad (%) 5
		Nº de golpes	Nº de golpes	Nº de golpes	Nº de golpes	Nº de golpes
7	33,4	35,2	31,5			
		16	34	-	-	-
26	32,7	32,1	33,6			
		21,00	25,00	-	-	-
46	33,2	35,03	33,36	31,63		
		16	25	34	-	-
48	32,8	33,82	32,65			
		18	28	-	-	-
55	32,3	33,1	31,5			
		21	33	-	-	-
104	35	33,01				
		25	-	-	-	-
105	34,6	34,55	33,68			
		24	34	-	-	-
106	34,1	35,6	34,6	34,4	33,8	33,4
		16	19	23	28	32

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 15. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del límite líquido en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Media límite líquido (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
33,51	0,96	2,87

### Evaluación del rendimiento

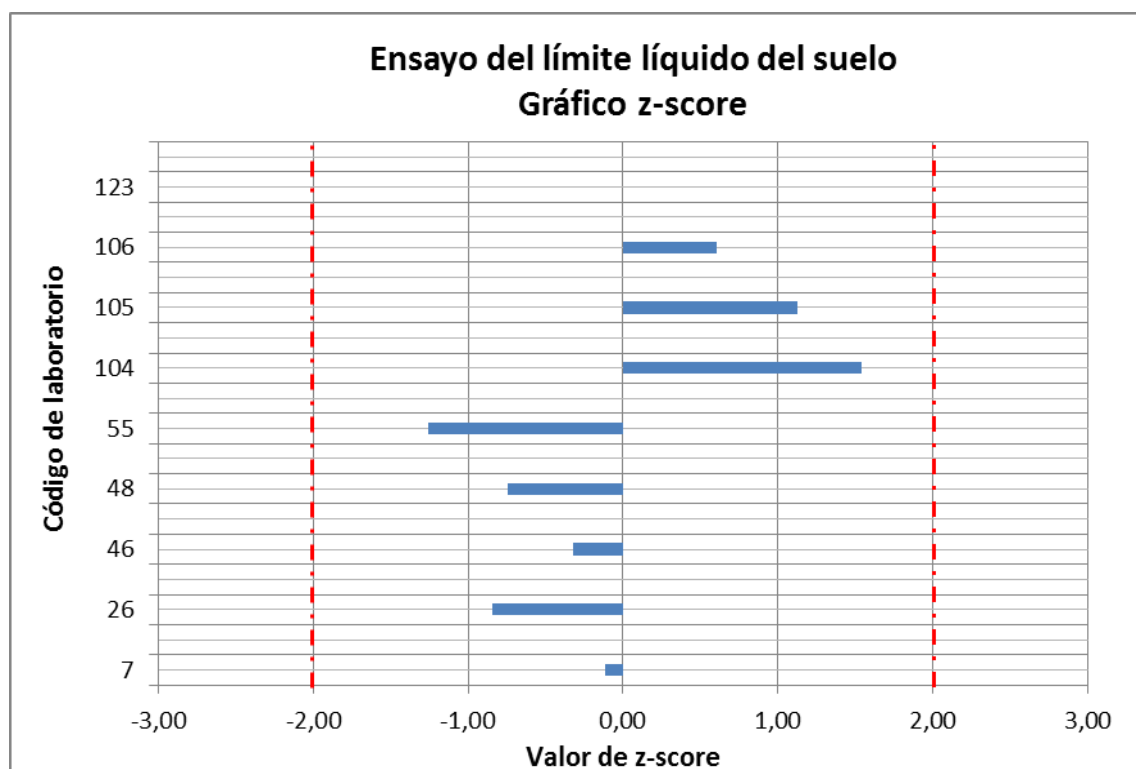
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo del límite líquido en suelo de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 16. Evaluación del rendimiento del ensayo del límite líquido en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Límite líquido (%)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
7	33,4	-0,11	-0,34	-0,12
26	32,7	-0,81	-2,42	-0,84
46	33,2	-0,31	-0,93	-0,32
48	32,8	-0,71	-2,13	-0,74
55	32,3	-1,21	-3,62	-1,26
104	35	1,49	4,44	1,54
105	34,6	1,09	3,25	1,13
106	34,1	0,59	1,75	0,61
123	30	*	*	*

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



**Gráfico 13. Valores de z-score del ensayo de límite líquido de suelo por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

### 2.2.5.2. Límite plástico

Todos los valores obtenidos son válidos puesto que para cada una de las dos determinaciones difieren en menos de dos puntos porcentuales, por lo que no es necesario repetir el ensayo según indica el apartado 6 de la norma UNE 103104:1993. Como la ficha dejaba lugar a tres daba lugar a no calcular el resultado cuando se introducían solo los dos valores establecidos. Puesto que el límite plástico es precisamente la media aritmética de dos determinaciones, expresada en tanto por ciento, con una cifra decimal, se han calculado las medias de estos casos y se han introducido en el cálculo estadístico, puesto que el error era de la ficha.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de Límite plástico y el Índice de Plasticidad, y se representan los valores atípicos (puntos negros), calculados como se describe en el apartado 2.1 anterior, y que corresponden con los siguientes laboratorios:

- valores atípicos en el índice de plasticidad: laboratorio con código 104.

Código de Laboratorio	Índice de plasticidad (%)
104	18,4

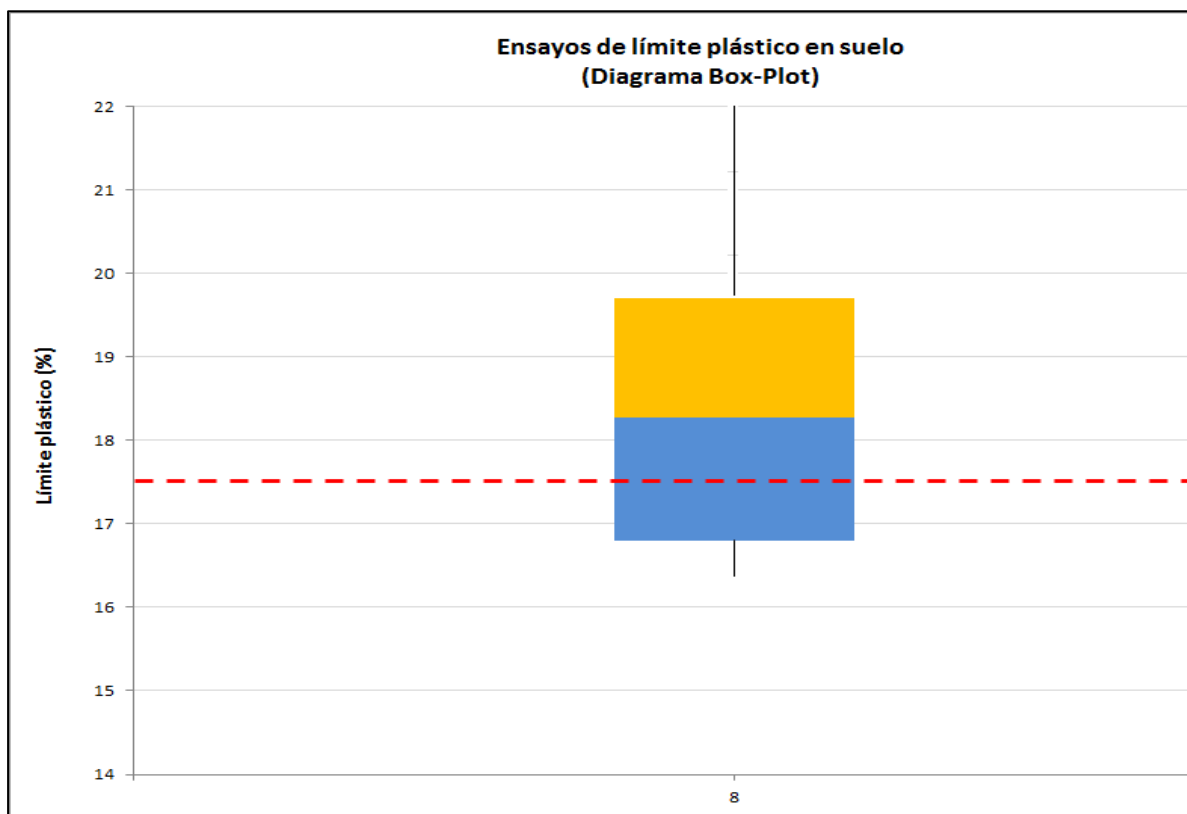


Gráfico 14. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo del límite plástico en suelo a nivel comunidad autónoma

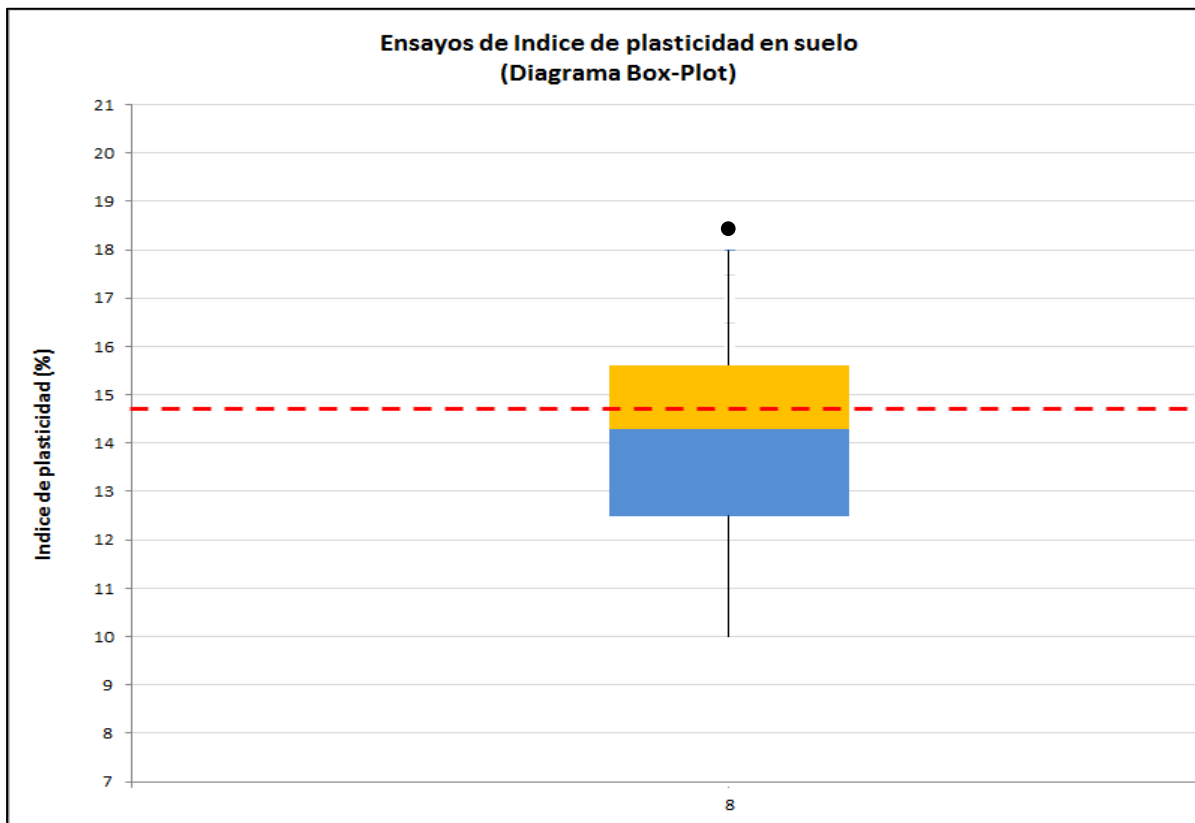


Gráfico 15. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo del índice de plasticidad a nivel comunidad autónoma

A continuación, con los valores anteriores excluidos del cálculo, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	Límite plástico (%)	Índice de plasticidad	Humedad (%) 1	Humedad (%) 2	Humedad (%) 3
7	19,7	13,7	19,80	19,60	19,70
26	19,9	12,8	19,70	20,10	19,90
46	18,3	14,9	18,30	18,26	
48	22,2	10,6	22,54	21,94	
55	17,3	15,0	17,10	17,40	17,40
105	16,5	18,1	15,94	17,00	16,50
106	16,8	17,4	16,60	17,40	16,30
123	18,4	11,6	18,40	18,40	18,40

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación de ambos:

**Tabla 17. Media, desviación típica y Coeficiente de variación del límite plástico y del índice de plasticidad en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Media límite plástico (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
18,41	1,90	10,34
Media Índice de plasticidad (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
14,26	2,63	18,45

### Evaluación del rendimiento

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo del límite plástico y del índice de plasticidad en suelo de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 18. Evaluación del rendimiento del ensayo del límite plástico y del índice de plasticidad a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Límite plástico (%)	Porcentaje D%	z-score	Índice de plasticidad	Porcentaje D%	z-score
7	19,7	7,01	0,68	13,7	-3,94	-0,21
26	19,9	8,10	0,78	12,8	-10,25	-0,56
46	18,3	-0,70	-0,07	14,9	4,47	0,24
48	22,2	20,59	1,99	10,6	-25,68	-1,39
55	17,3	-6,02	-0,58	15,0	5,17	0,28
104	16,6	-9,83	-0,95	18,4	*	*
105	16,5	-10,37	-1,00	18,1	26,91	1,46
106	16,8	-8,74	-0,84	17,4	22,00	1,19
123	18,4	-0,05	0,00	11,6	-18,67	-1,01

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos



A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .

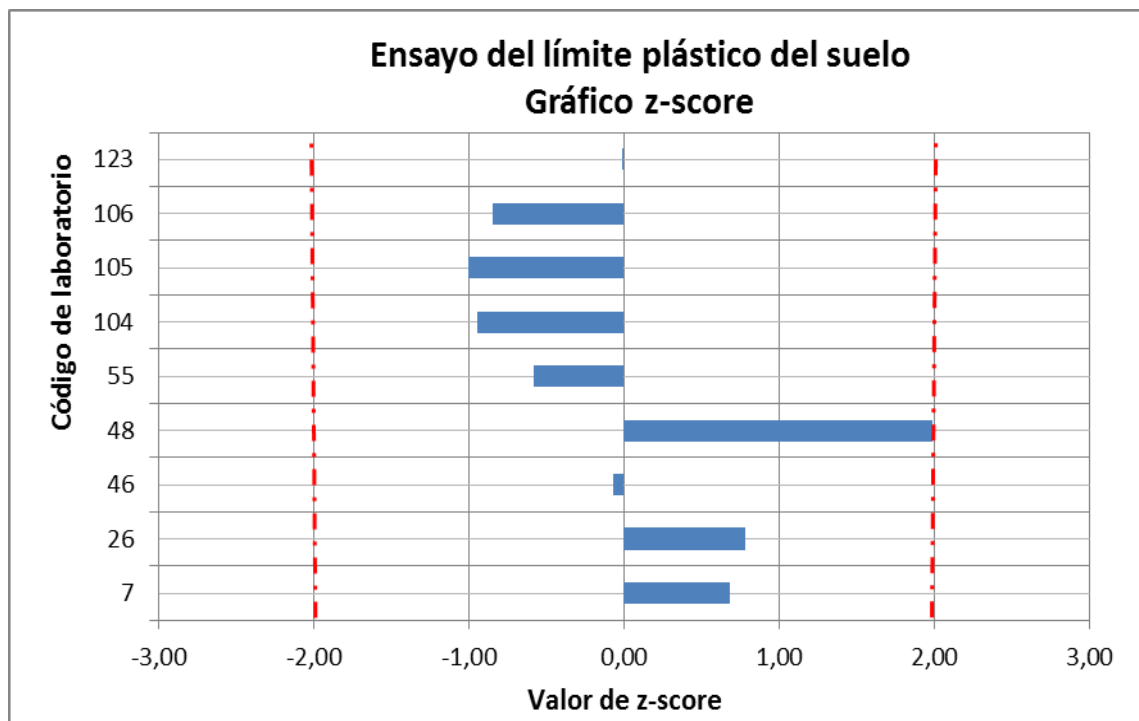


Gráfico 16. Valores de z-score del ensayo de límite plástico de suelo por laboratorio a nivel de comunidad autónoma

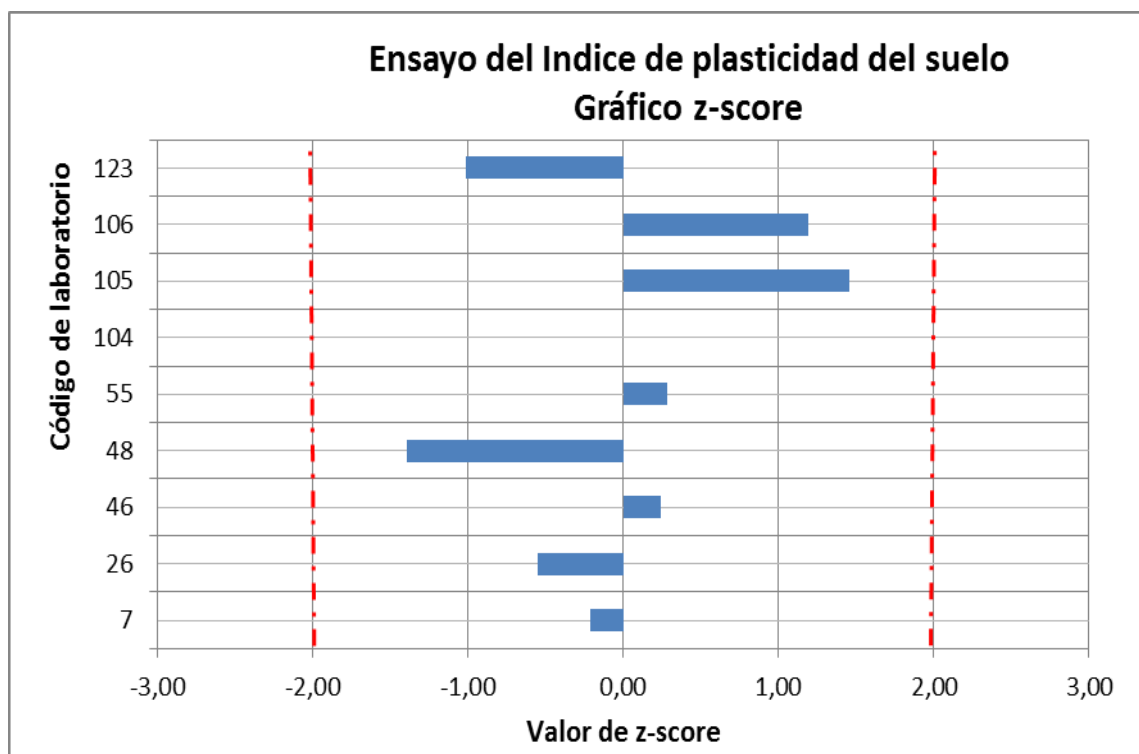
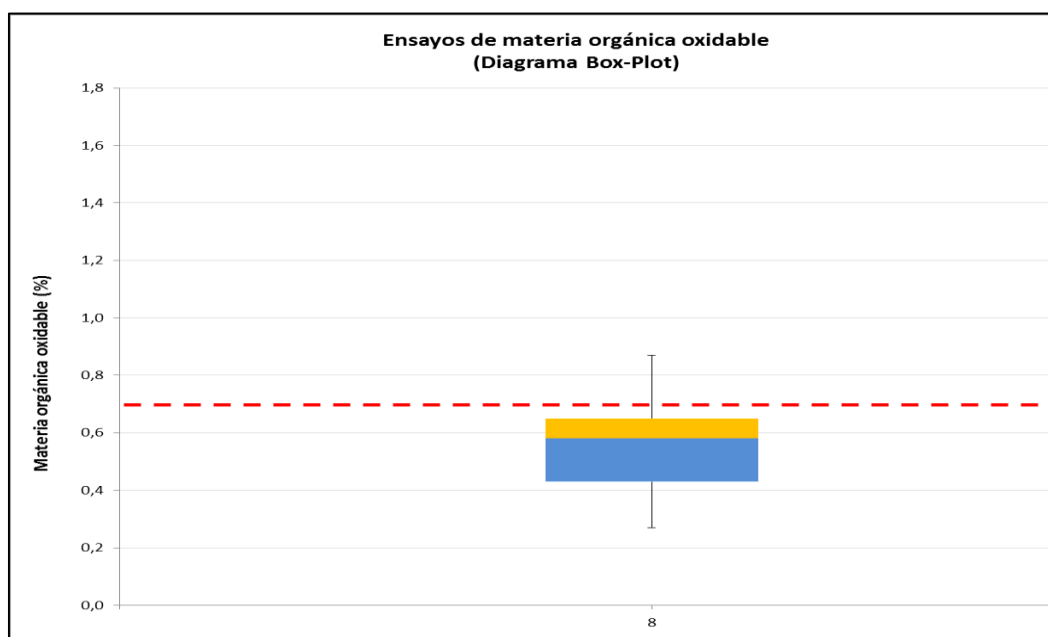


Gráfico 17. Valores de z-score del ensayo de índice de plasticidad de suelo por laboratorio a nivel de comunidad autónoma

### 2.2.5.3. Contenido de materia orgánica oxidable en suelo. MÉTODO DEL PERMANGANATO POTÁSICO.

Para los dos siguientes ensayos , el informe estadístico se ha llevado a cabo con los valores de la segunda muestra de 100 gr, tamizada por el tamiz 2mm, que fue remitida en bolsas individuales a todos los participantes, porque estaba mejor homogeneizada respecto al contenido de materia orgánica y sulfatos de la primera muestra.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de contenido de materia orgánica oxidable en suelo. No constan valores atípicos.



**Gráfico 18. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de materia orgánica oxidable en suelo a nivel comunidad autónoma**

A continuación, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	Contenido en materia orgánica oxidable (%)	Resultado 1	Resultado 2
7	0,62	0,62	0,62
26	0,68	0,69	0,66
46	0,52	0,52	0,51
48	0,58	0,58	0,58
55	0,27	0,27	0,27
104	0,43	0,44	0,42
105	0,65	0,64	0,65
106	0,37	0,38	0,36
123	0,87	0,87	0,86

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 19. Media, desviación típica y Coeficiente de variación de materia orgánica oxidable en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Media materia orgánica oxidable (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
0,55	0,18	32,58

### Evaluación del rendimiento

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de materia orgánica oxidable en suelo de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 20. Evaluación del rendimiento del ensayo de materia orgánica oxidable en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Contenido en materia orgánica oxidable (%)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
7	0,62	0,07	11,82	0,36
26	0,68	0,13	22,65	0,70
46	0,52	-0,03	-6,21	-0,19
48	0,58	0,03	4,61	0,14
55	0,27	-0,28	-51,30	-1,57
104	0,43	-0,12	-22,44	-0,69
105	0,65	0,10	17,23	0,53
106	0,37	-0,18	-33,27	-1,02
123	0,87	0,32	56,91	1,75

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .

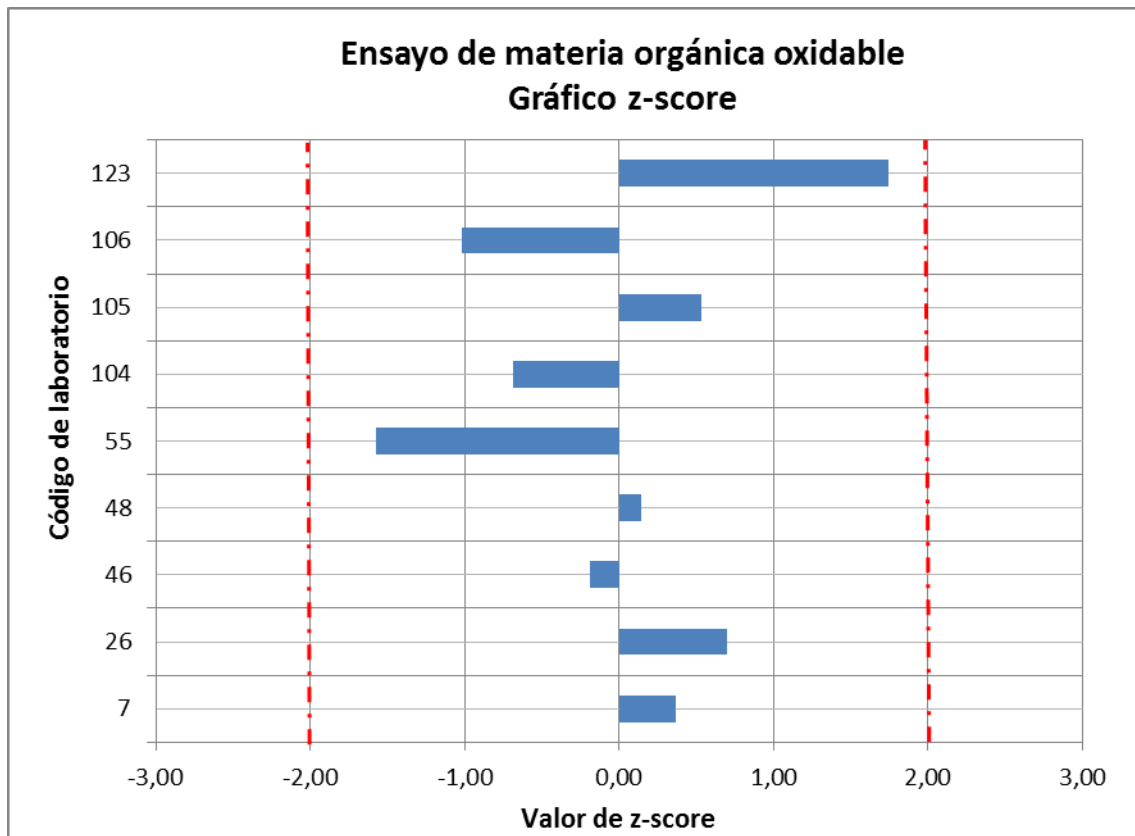


Gráfico 19. Valores de z-score del ensayo de materia orgánica oxidable de suelo por laboratorio a nivel de comunidad autónoma

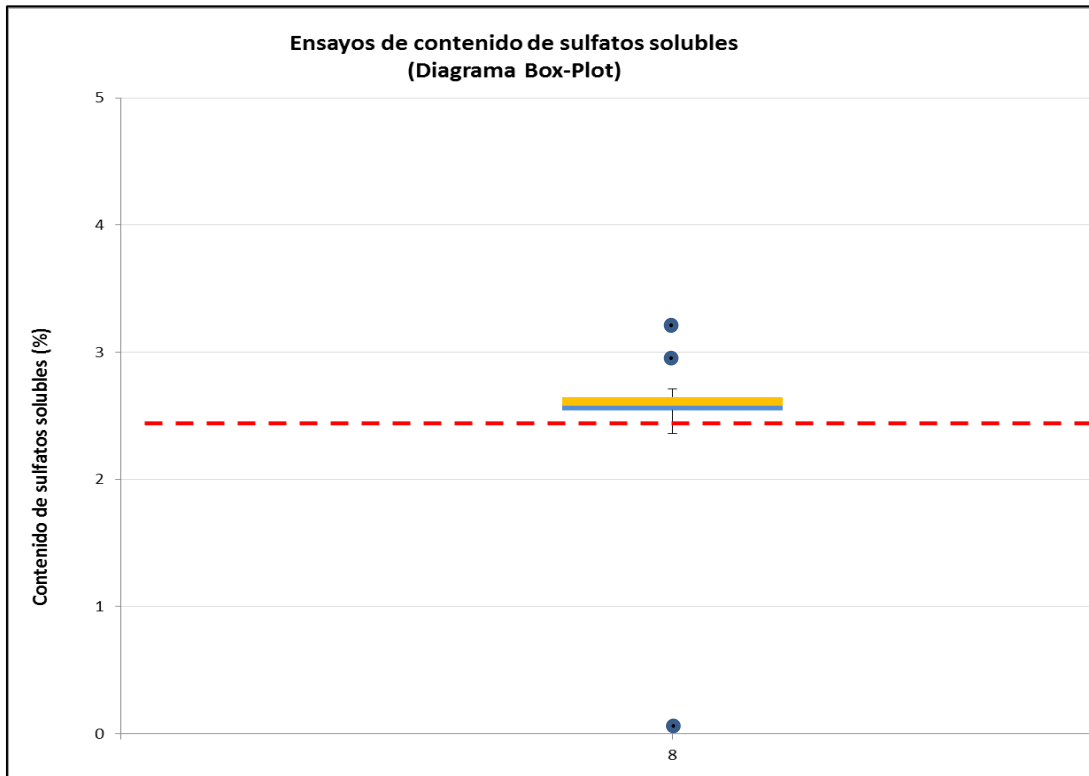
#### 2.2.5.4. Determinación cuantitativa del contenido en sulfatos solubles de un suelo

Para este y el anterior ensayo, el informe estadístico se ha llevado a cabo con los valores de la segunda muestra de 100 gr, tamizada por el tamiz 2mm, que fue remitida en bolsas individuales a todos los participantes, porque estaba mejor homogeneizada respecto al contenido de materia orgánica y sulfatos de la primera muestra.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de contenido en sulfatos solubles de un suelo, y se representan los valores atípicos y extremadamente atípicos (puntos negros), calculados como se describe en el apartado 2.1 anterior, y que corresponden con los siguientes laboratorios:

- los valores atípicos: laboratorios con código 55 y 104.
- extremadamente atípicos: laboratorio con código 105.

Código de Laboratorio	Contenido de sulfatos solubles (%)
55	3,02
104	3,10
105	0,01



**Gráfico 20-. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo del contenido en sulfatos solubles en suelo a nivel comunidad autónoma**

A continuación, con los valores anteriores excluidos del cálculo, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	Contenido de sulfatos solubles (%)	Resultado 1 (%)	Resultado 2 (%)
7	2,61	2,61	2,60
26	2,71	2,72	2,70
46	2,55	2,54	2,56
48	2,66	2,66	2,65
106	2,54	2,56	2,52
123	2,36	2,36	2,36

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 21. Media, desviación típica y Coeficiente de variación de contenido en sulfatos solubles en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Media sulfatos solubles (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
2,57	0,12	4,75

### Evaluación del rendimiento

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de contenido en sulfatos solubles en suelo de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 22. Evaluación del rendimiento del ensayo de contenido en sulfatos solubles en suelo a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Contenido de sulfatos solubles (%)	$D=(x-X)$	Porcentaje D%	z-score
7	2,61	0,04	1,49	0,31
26	2,71	0,14	5,38	1,13
46	2,55	-0,02	-0,84	-0,18
48	2,66	0,09	3,43	0,72
55	3,02	*	*	*
104	3,10	*	*	*
105	0,01	o	o	o
106	2,54	-0,03	-1,23	-0,26
123	2,36	-0,21	-8,23	-1,73

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .

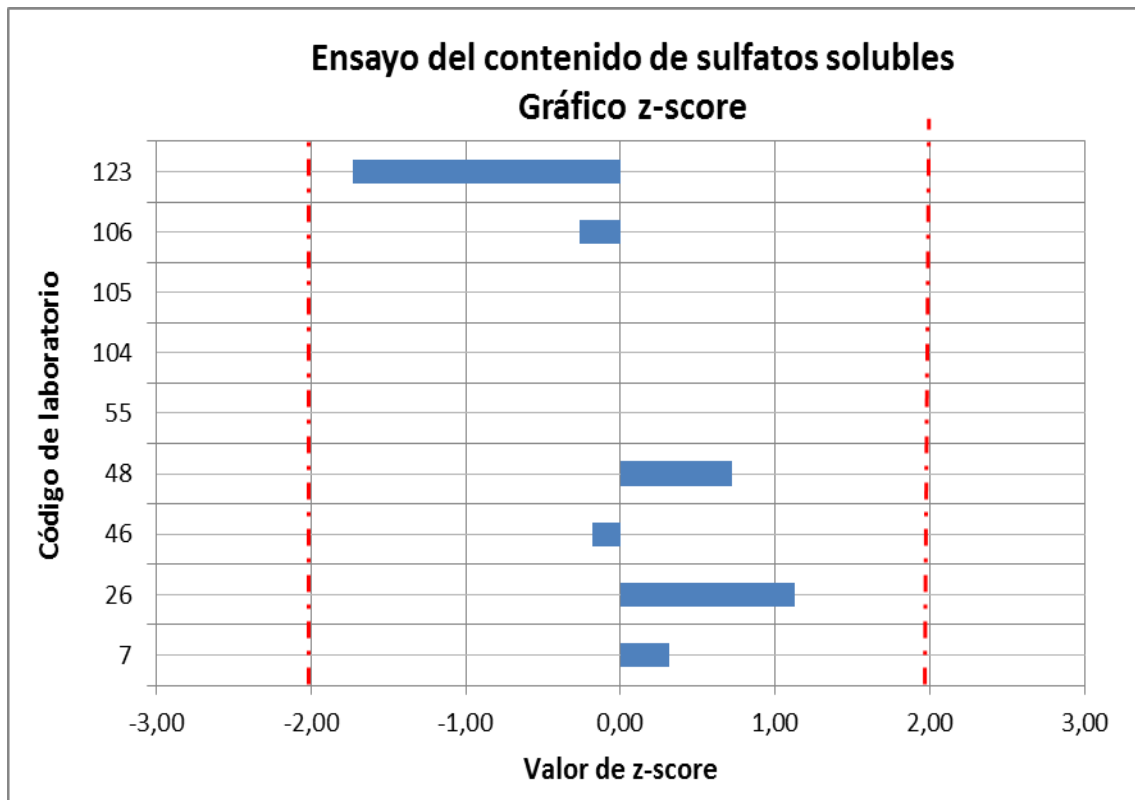


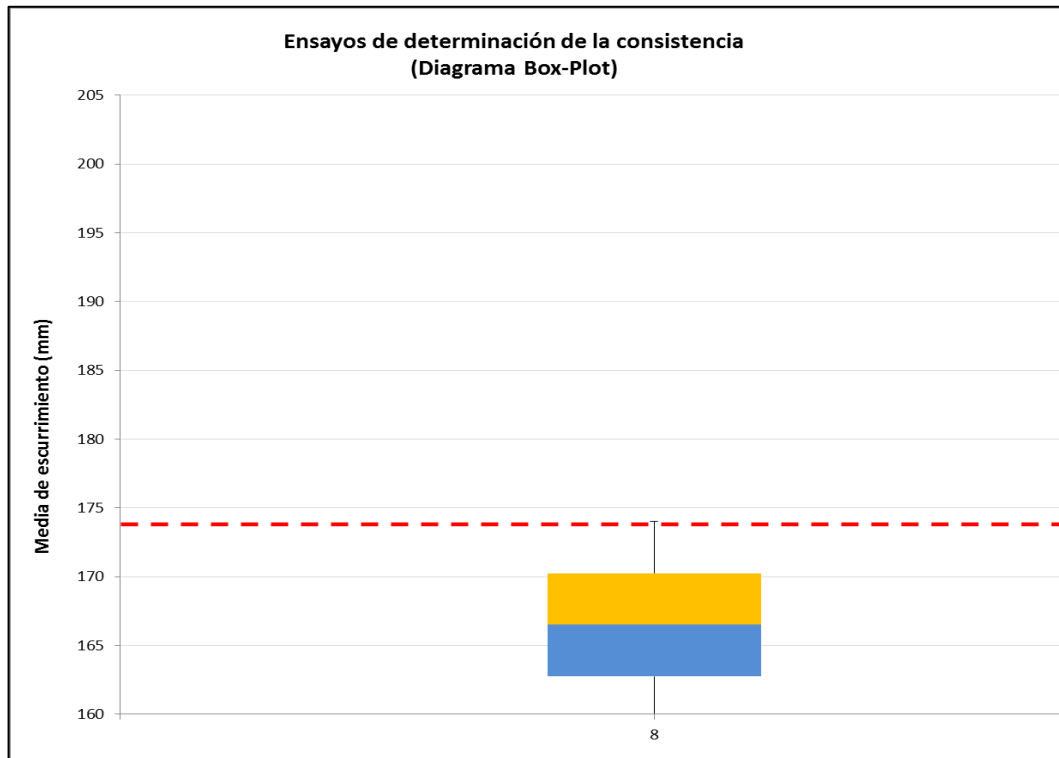
Gráfico 21. Valores de z-score del ensayo de contenido en sulfatos solubles de suelo por laboratorio a nivel de comunidad autónoma

## 2.2.6. MORTERO

### 2.2.6.1. Determinación de la consistencia. Mesa de sacudidas.

Todos los valores de escurrimiento obtenidos en las determinaciones individuales 1 y 2 no difieren en más de un 10% del valor medio de ambos escurrimientos, por lo que el ensayo se considera válido, según indica el apartado 7 de la norma **UNE EN 1015-3:2000**.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de consistencia del mortero en la mesa de sacudidas. No constan valores atípicos.



**Gráfico 22. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de determinación de la consistencia del mortero a nivel comunidad autónoma**

A continuación, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico.

Código de Laboratorio	masa total (g)	media de escurrimiento (mm)	longitud eje X (mm)	longitud eje Y (mm)	Escurrecimiento (mm)	longitud eje X (mm)	longitud eje Y (mm)	Escurrecimiento (mm)
46	4250	174	174	173	174	174	174	174
55	3254	159	155	160	158	160	160	160

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 23. Media, desviación típica y Coeficiente de variación de consistencia del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Media de escurrimiento (mm)	Desviación típica	Coficiente de variación (%)
166,50	10,61	6,37



## Evaluación del rendimiento

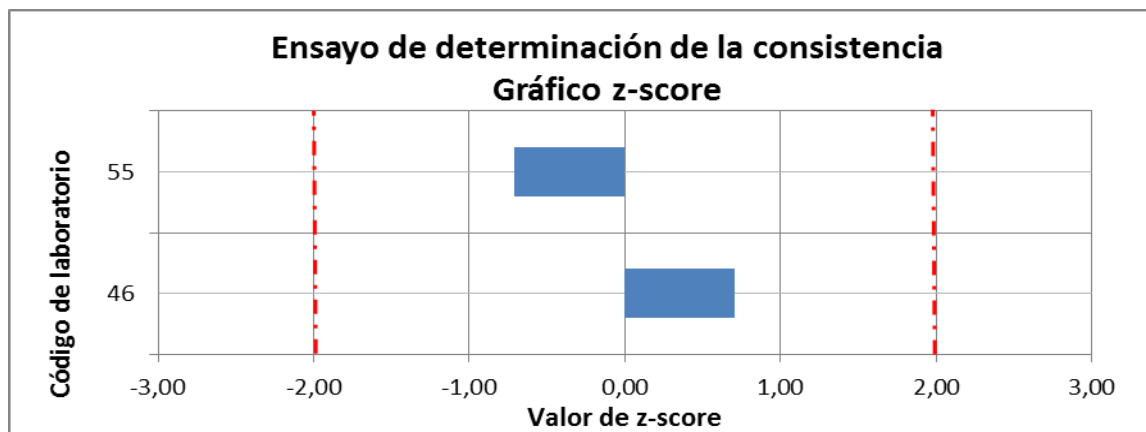
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de consistencia del mortero de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 24. Evaluación del rendimiento del ensayo de consistencia del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	masa total (g)	media de escurrimiento (mm)	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
46	4250	174	7,50	4,50	0,71
55	3254	159	-7,50	-4,50	-0,71

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



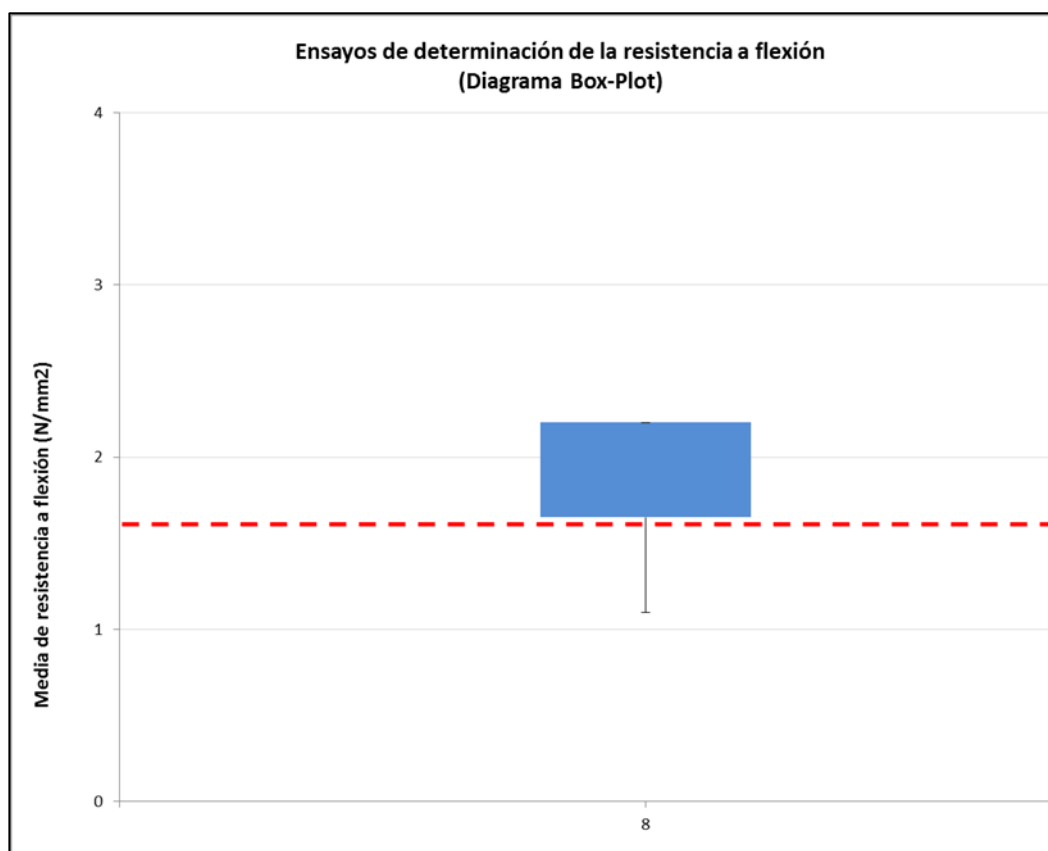
**Gráfico 23. Valores de z-score del ensayo de consistencia del mortero por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

### 2.2.6.2. Determinación de la resistencia a flexión y a compresión del mortero endurecido.

#### 2.2.6.2.1. Determinación de la resistencia a flexión

La resistencia a flexión se determina según las normas de ensayo UNE EN 1015-11:2000 y UNE EN 1015-11:2000/A1:2007 aplicando una carga en tres puntos de los prismas de mortero endurecido, tipo 3 entregado, hasta su rotura. La resistencia a compresión se determina en cada una de las dos mitades resultantes del ensayo anterior (semiprismas), siempre que el procedimiento utilizado no haya conducido a un deterioro de dichas probetas.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de resistencia a flexión de un mortero. No constan valores atípicos.



**Gráfico 24. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de resistencia a flexión del mortero a nivel comunidad autónoma**

A continuación, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico:

Código de Laboratorio	Media de resistencia a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Humedad molde (%)	curado en el molde (días)	Humedad sin molde (%)	curado con el molde retirado (días)	Método de conservación
46	2,2	2,15	2,20	2,15	95±5	2	65±5	5+21	C. húmeda
55	2,2	2,15	2,20	2,25	95	5	65	23	C. húmeda
104	1,1	1,05	1,05	1,10		1		27	C. húmeda

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 25. Media, desviación típica y Coeficiente de variación de la resistencia a flexión del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Media de resistencia a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
1,83	0,64	34,64

### Evaluación del rendimiento

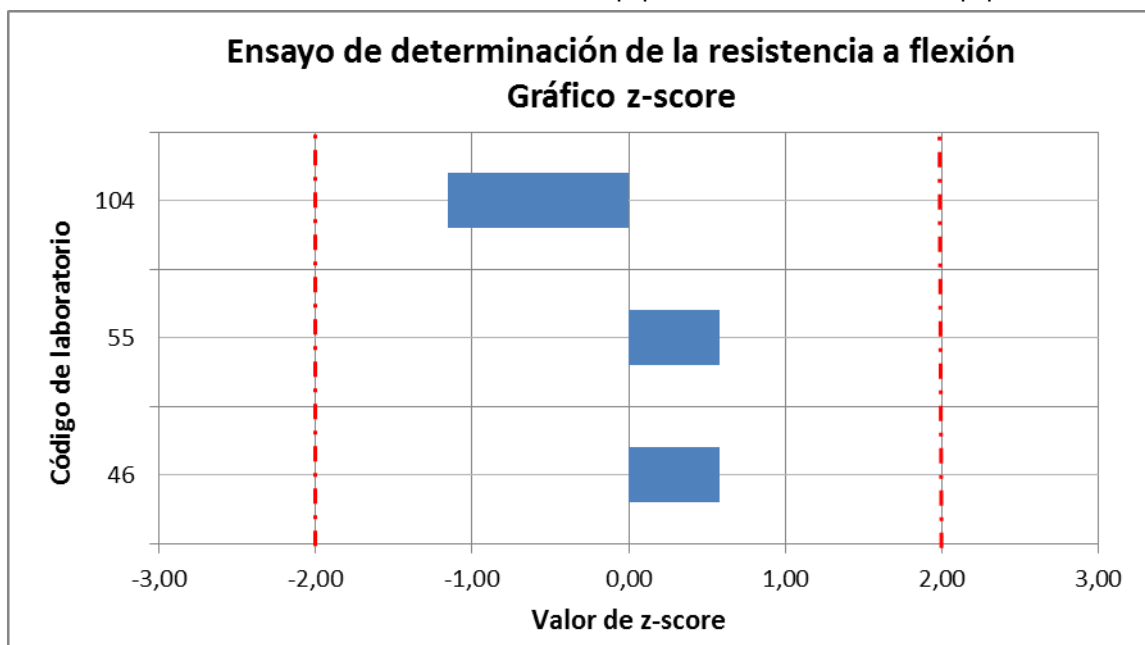
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de la determinación de la resistencia a flexión del mortero de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 26. Evaluación del rendimiento del ensayo de la determinación de la resistencia a flexión del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Media de resistencia a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
46	2,2	0,37	20,00	0,58
55	2,2	0,37	20,00	0,58
104	1,1	-0,73	-40,00	-1,15

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .

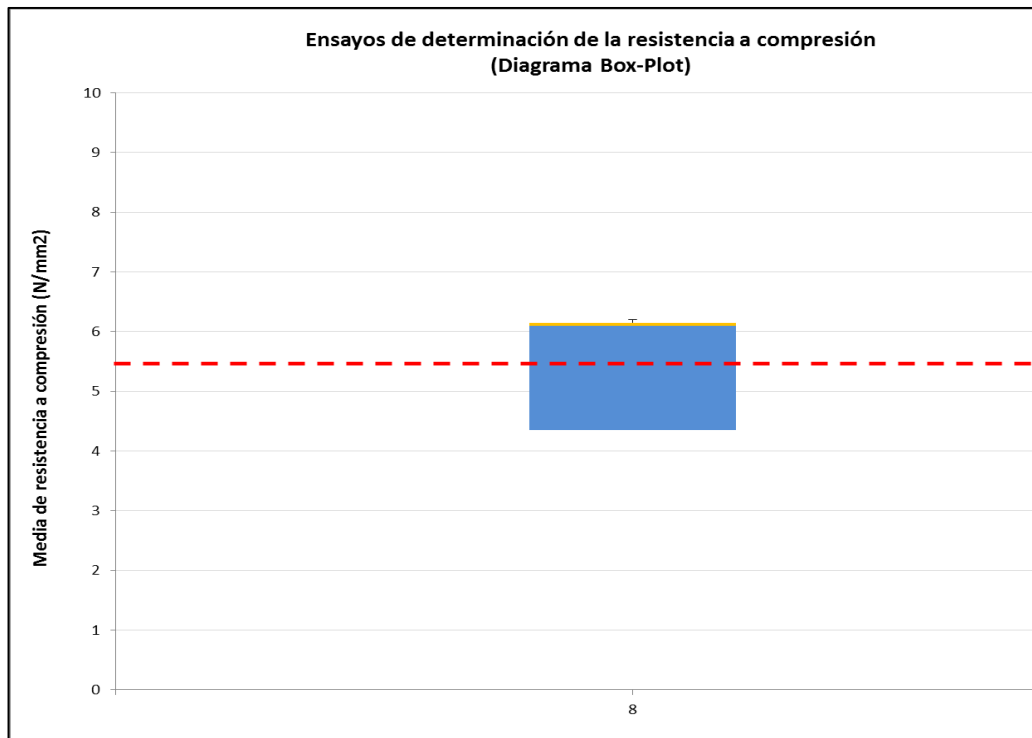


**Gráfico 25. Valores de z-score del ensayo de la determinación de la resistencia a flexión del mortero por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

### 2.2.6.2.2. Determinación de la resistencia a compresión

De los 3 resultados aportados, todos curan las probetas en cámara húmeda.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de resistencia a compresión del mortero. No constan valores atípicos.



**Gráfico 26. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de determinación de la resistencia a compresión del mortero a nivel comunidad autónoma**

A continuación, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico:

Código de Laboratorio	Media resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	Probeta 1	Probeta 2	Probeta 3	Tipo mortero fabricado	Método de conservación
46	6,1	6,02	6,17	6,19	Tipo 3	C. húmeda
55	6,2	5,98	5,95	6,26	Tipo 3	C. húmeda
104	2,6	2,61	2,59	2,6	-	C. húmeda

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 27. Media, desviación típica y Coeficiente de variación de la resistencia a compresión del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Media resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
4,97	2,05	41,28

### Evaluación del rendimiento

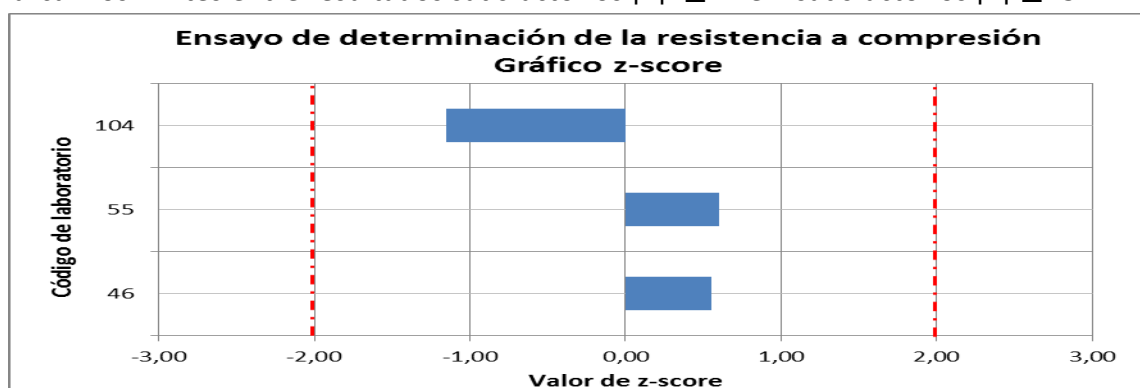
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de la determinación de la resistencia a flexión del mortero de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 28. Evaluación del rendimiento del ensayo de la determinación de la resistencia a compresión del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Media resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
46	6,1	1,13	22,82	0,55
55	6,2	1,23	24,83	0,60
104	2,6	-2,37	-47,65	-1,15

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

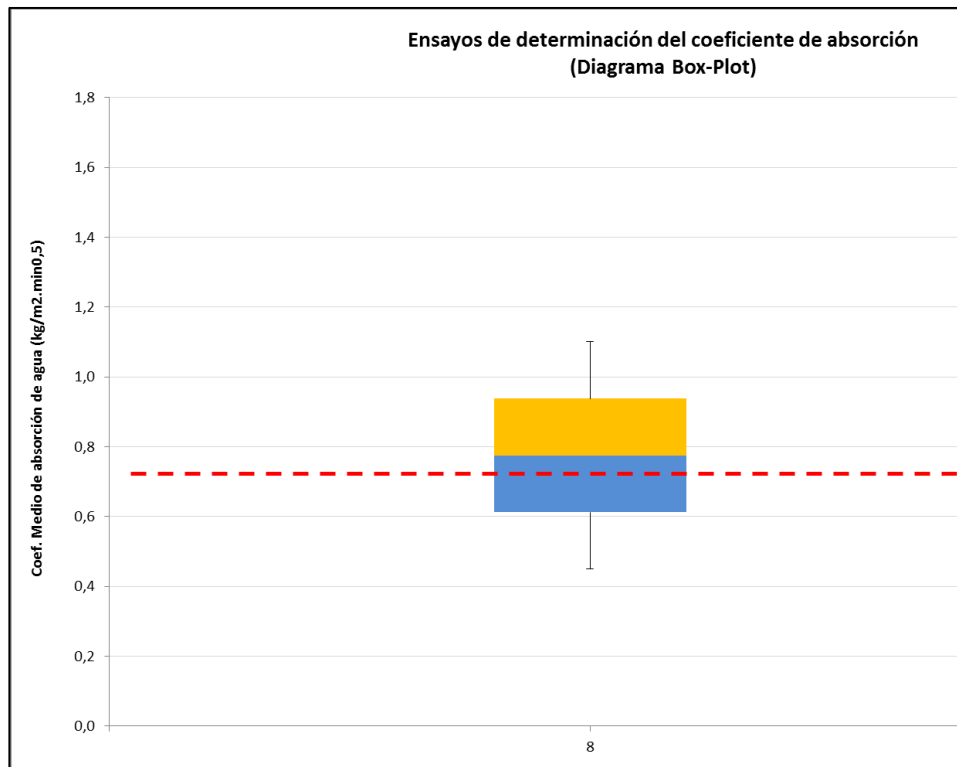
A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



**Gráfico 27. Valores de z-score del ensayo de la determinación de la resistencia a compresión del mortero por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

### 2.2.6.2.3. Determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero endurecido.

En el siguiente gráfico se muestra el diagrama de cajas y bigotes a partir de los resultados obtenidos para el ensayo de determinación del coeficiente de absorción de agua por capilaridad del mortero. No constan valores atípicos.



**Gráfico 28. Diagrama de cajas y bigotes del ensayo de determinación del coeficiente de absorción del mortero a nivel comunidad autónoma**

A continuación, se muestra el valor de los datos que participan en el estudio estadístico:

Código de Laboratorio	Coef. Medio de absorción de agua (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup> )		Coef. De absorción (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup> ) Probeta 1	Coef. De absorción (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup> ) Probeta 2	Coef. De absorción (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup> ) Probeta 3
46	0,45	Sección 1	0,50	0,40	0,45
		Sección 2	0,50	0,40	0,45
55	1,10	Sección 1	1,15	1,15	1,05
		Sección 2	1,10	1,10	1,05

Por consiguiente, se ha calculado el valor de la media, desviación típica y coeficiente de variación:

**Tabla 29. Media, desviación típica y Coeficiente de variación de la determinación del coeficiente de absorción del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Coef. Medio de absorción de agua (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup> )	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
0,78	0,46	59,31

### Evaluación del rendimiento

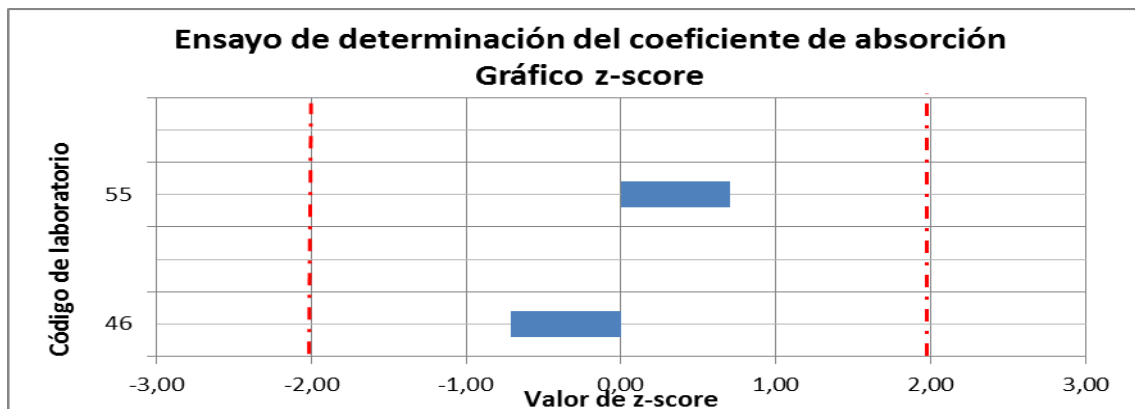
Se recoge en las siguientes tablas la evaluación del rendimiento del ensayo de la determinación del coeficiente de absorción del mortero de los laboratorios a nivel de comunidad autónoma.

**Tabla 30. Evaluación del rendimiento del ensayo de la determinación del coeficiente de absorción del mortero a nivel de comunidad autónoma.**

Código de Laboratorio	Coef. Medio de absorción de agua (kg/m <sup>2</sup> .min <sup>0,5</sup> )	D=(x-X)	Porcentaje D%	z-score
46	0,45	-0,33	-41,94	-0,71
55	1,10	0,33	41,94	0,71

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos

A continuación se muestran gráficamente estos resultados. Las líneas rojas de puntos marcan los límites entre resultados satisfactorios  $|z| \leq 2$  e insatisfactorios  $|z| \geq 3$ .



**Gráfico 29. Valores de z-score del ensayo de la determinación del coeficiente de absorción del mortero por laboratorio a nivel de comunidad autónoma**

### 3. EVALUACIÓN GLOBAL

**Tabla 31. Evaluación global de ensayos de agua, barras corrugadas y arena.**

Código Laboratorio	AGUA		BARRAS CORRUGADAS	ARENA	
	Det. de cloruros	Det. de sulfatos	Alargamiento total sobre carga máxima	Equivalente de arena	Azul de metileno
7	S	S		S	S
26	S	S		S	S
46	S	S	S	S	S
48				o	S
55	S	o		S	*
104		o	S	*	
105			* (dos resultados)	*	
106	S	S		S	S
123	S	S	S	S	S

**Tabla 32. Evaluación global de ensayos de suelo y betunes.**

Código Laboratorio	SUELO					BETUNES
	Límite líquido	Límite plástico	Índice de plasticidad	Contenido en Materia orgánica oxidable	Contenido en sulfatos solubles	Penetración de materiales bituminosos
7	S	S	S	S	S	
26	S	S	S	S	S	
46	S	S	S	S	S	S
48	S	D	S	S	S	S
55	S	S	S	S	*	
104	S	S	*	S	*	
105	S	S	S	S	o	
106	S	S	S	S	S	S
123	*	S	S	S	S	

**Tabla 33. Evaluación global de ensayos de mortero.**

Código Laboratorio	MORTERO			
	Determinación de la consistencia	Determinación de la resistencia a flexión	Determinación de la resistencia a compresión	Coefficiente de absorción de agua
7				
26				
46	S	S	S	S
48				
55	S	S	S	S
104		S	S	
105				
106				
123				

>Ensayo no válido según norma; \* valores atípicos; o valores extremadamente atípicos; - sin desviación por falta de número mínimo de participantes en el ensayo; S resultado satisfactorio; D resultado evaluación dudoso; I resultado evaluación insatisfactorio



#### 4. CONCLUSIONES

##### A nivel de Comunidad Autónoma

El nivel de participación ha sido desigual en los ensayos en general, porque ha sido de 100% en los de suelos y 78% en los de arena, y, ha sido minoritario, con un 33% prácticamente, en el resto, destacando los ensayos de mortero en que se ha visto reducido a dos laboratorios. Salvo algún valor atípico, o extremadamente atípico, principalmente en los códigos 104, 105 y 55, la evaluación de los laboratorios participantes ha sido calificada de satisfactoria.

Sin embargo, se invita a reflexionar sobre el coeficiente de variación resultante de cada ensayo, teniendo en cuenta además que no incluye en sus cálculos los resultados calificados como atípicos y/o no válidos por aplicación de norma. Mención especial a nivel de esta comunidad el alto valor de dispersión (81%) en los resultados del ensayo de azul de metileno, en el alargamiento de las barras corrugadas. Los ensayos de mortero son también altos, pero el bajo nivel de participación lo hace poco representativo.

Media cloruros en agua (ppm)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Media límite líquido (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
63,00	13,15	20,87	33,51	0,96	2,87
Media sulfatos en agua (ppm)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Media límite plástico (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
177,00	12,53	7,08	18,41	1,90	10,34
Media alargamiento total (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Media Índice de plasticidad (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
16,64	5,22	31,38	14,26	2,63	18,45
Media equivalente de arena (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Media materia orgánica oxidable (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
78,00	0,63	0,81	0,55	0,18	32,58
Azul de metileno Media (gr colorante/kg fracción 0/2)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Media sulfatos solubles (%)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
0,17	0,14	81,98	2,57	0,12	4,75
Penetración media betunes (mm)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)			
37,67	3,06	8,11			

Media de escurrimiento (mm)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Coef. Medio de absorción de agua (kg/m <sup>2</sup> .min0,5)	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
166,50	10,61	6,37	0,78	0,46	59,31
Media de resistencia a flexión (N/mm <sup>2</sup> )	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)	Media resistencia a compresión (N/mm <sup>2</sup> )	Desviación típica	Coeficiente de variación (%)
1,83	0,64	34,64	4,97	2,05	41,28

## 5. AGRADECIMIENTOS

Este ejercicio interlaboratorios en el área de materiales de construcción, 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

- |   |  |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emilio Meseguer Peña</li> </ul>                  | <p><b>Región de Murcia</b><br/><b>Consejería de Fomento e Infraestructuras</b></p> <p><b>Dirección General de Ordenación del Territorio, Arquitectura y Vivienda</b></p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Victoria de los Ángeles Viedma Peláez</li> </ul> | <p><b>Junta de Comunidades de Castilla La Mancha</b></p>   |



### COORDINADORES AUTONÓMICOS

- |   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Miguel Ángel Santos Amaya</li> </ul>         | <p><b>Junta de Andalucía</b></p>     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• M<sup>a</sup> Teresa Ramos Martín</li> </ul> | <p><b>Junta de Andalucía</b></p>     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ana López Álvaro</li> </ul>                  | <p><b>Gobierno de Aragón</b></p>     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ana Rico Oliván</li> </ul>                   | <p><b>Gobierno de Aragón</b></p>     |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Juan Carlos Cortina Villar</li> </ul>        | <p><b>Principado de Asturias</b></p> |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ana Carolina Álvarez Cañete</li> </ul>       | <p><b>Principado de Asturias</b></p> |



- Yolanda Garví Blázquez

**Gobierno de les Illes Balears**



- Inmaculada Alcolecha Fuente

**Gobierno de les Illes Balears**



- Javier Jubera Pérez.

**Gobierno de Canarias**



- Enrique Alonso Moreno

**Comunidad Autónoma de Cantabria**



- Joan Teixidó Vidal

**Generalitat de Catalunya**



- María del Mar López Brea

**Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha**



- José María Ruiz Rincón

**Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha**



- Felicísimo Garcón Herrera

**Junta de Castilla y León**



- Emilio Sánchez Barquilla

**Junta de Extremadura**



- M<sup>a</sup> José Paniagua Mateos

**Xunta de Galicia**



- Ignacio Fernández Muro

**Comunidad Autónoma de La Rioja**



- Estela Martínez Velasco

**Comunidad Autónoma de La Rioja**



- Salud García López

**Comunidad Autónoma de Madrid**



- Antonio Azcona Sanz

**Comunidad Autónoma de Madrid**



- Emilio Meseguer Peña

**Comunidad Autónoma de la Región de Murcia**



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

**Gobierno de Navarra**



- Juan José Palencia Guillén

**Generalitat Valenciana**



- Elvira Salazar Martínez

**Gobierno del País Vasco**



#### TRATAMIENTO Y GESTIÓN DE MUESTRAS

- **CTCON**, Centro Tecnológico de la Construcción. Región de Murcia.



#### EMPRESAS COLABORADORAS

- ARIMESA-ÁRIDOS DEL MEDITERRANEO, S.A
- D. JOSE FRANCISCO ROCAMORA GUTIERREZ
- CHM OBRAS Y SERVICIOS
- EL PINAL DE BULLAS, S.L.
- ETOSA OBRAS Y SERVICIOS S.A.

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

- Fernando Meseguer Serrano
- Victoria de los Ángeles Viedma Peláez
- IETCC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja:  
José Antonio Tenorio Ríos, José María Chillón Moreno y Raquel Selfa Marugán



## LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

### JUNTA DE ANDALUCIA

- Estudio y Control de Calidad de Obras SL
- Cementos Portland Valderrivas S.A. Sevilla
- Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra, SA
- Laboratorio de Control de Calidad, GEOCOR SL –Delegación de Córdoba
- Sergeyco Andalucía, S.L.
- Labson, Geotecnia y Sondeos, S.L.
- Laboratorios Tcal, S.L.
- Laboratorios Cogesur, SL
- Control de Calidad Cádiz, S.L.L
- Laboratorio de Control de Calidad- Delegación Territorial de la Consejería de Fomento y Vivienda de Córdoba
- Laboratorio de Control de Calidad- Delegación Territorial de la Consejería de Fomento y Vivienda de Granada
- Juan Luis Luque Pino
- Oluz S.L.P
- Inecca, Ingeniería y Control S.L.- Málaga

### GOBIERNO DE ARAGÓN

- Igeo-2, S.L.
- Control 7, S. A. U.
- Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A.
- Inversiones Payaruelos, s.l.
- Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón
- Analiza 4, S.L.L.
- PHI 2011 S.L.L

### PRINCIPADO DE ASTURIAS

- Estabisol S.A
- Laboratorio Asturiano de Control Técnico
- Canteras La Belonga S.A
- Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias
- Auxiliar de Ingeniería y Control

#### **GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS**

- PIMELAB-Centro Tecnológico
- Laboratorio Balear para la Calidad, S.L.
- Munditest Menorca S.L
- Control Blau-q S.L.
- Labartec S.L.U.
- Instituto de la Gestión Técnica de Calidad S.L. (IGETEC)
- Intercontrol Levante S.A

#### **GOBIERNO DE CANARIAS**

- Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.
- Alliroz, S.L.
- Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, S.A. - Delegación Tenerife
- Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, S.A. - Delegación Gran Canaria
- Ian Love García
- Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Tenerife del Gobierno de Canarias
- Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias
- Entidad colaboradora de la Administración S.L.U
- Controles Externos de la Calidad Canarios, S.L
- Laboratorio Canario de Calidad S.L
- Terragua Ingenieros S.L.N.E

#### **COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA**

- Icinsa
- TRIAX, S.A.
- GTK laboratorio geotécnico
- Soningeo S.L.
- Laboratorio de carreteras autonómicas del Gobierno de Cantabria

#### **GENERALITAT DE CATALUNYA**

- Applus norcontrol, S.L.U.- Delegación de Rubí
- Laboratori del vallès control de qualitat, S.L
- Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, S.L.U
- Getinsa-payma S.L.L- Delegación Barberà del Vallès
- Labocat calidad, S.L.
- Lgai Technological Center, S.A
- Getinsa-payma SLL- Delegación Vila Seca
- Inqua, SL- Delegación de Lérida.
- Instituto de auscultación estructural y medio ambiente, S.L
- Bac engineering consultancy group S.L

#### **JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA**

- Laboratorio y consultoria Carring S.L.
- Ideyco S.A.U.
- Control de Obras Públicas y Edificación, S.L.
- Laboratorio de Construcción Civil de SGS Tecnos SA
- Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura aplicada S.L.
- Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete
- Asistencia Técnica Industrial SAE - Delegación Ciudad Real
- Servicios Externos y Aprovisionamiento SL- Delegación Ciudad Real
- Servicios Externos y Aprovisionamiento SL.- Delegación Albacete

#### **JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN**

- Euroconsult, S.A.
- Inzamac - Delegación Zamora
- Centro de Estudios y Control de Obras, S.A
- Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L.
- Investigación y Control de Calidad SA
- Centro de Control de Calidad- Junta de Castilla-León ST Fomento de Burgos
- Centro de Control de Calidad- Junta de Castilla-León Delegación Valladolid
- Centro de Estudios de Materiales y Control Obra S.A
- Laboratorio de Calidad de Materiales S.L.L
- Cenilesa Ingeniería y Calidad S.L
- PAS Infraestructuras y Servicios, S.L.
- Ensayos y Geotecnia Endusa SL

#### **JUNTA DE EXTREMADURA**

- Getynsa Payma- Delegación Badajoz
- Elabores, Calidad en la Construcción

#### **XUNTA DE GALICIA**

- Euroconsult S.A
- Cye Control y Estudios S.L
- Ingeniería Geotecnia y Calidad SL
- Fundación Centro Tecnológico de Granito de Galicia

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

- Asistencia Técnica Industrial SAE- Delegación La Rioja
- Laboratorios de Ensayos Técnicos S.A
- Entecsa Rioja S.L.

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

- Geotecnia y Medio Ambiente 2000 S.L
- Euroconsult S.A
- Cepasa Ensayos Geotecnicos SA
- Geotecnia y Cimentos, S.A. (GEOCISA)
- Cecomartos SL
- Ciesmarcos- Intevia, S. A. U.
- Instituto Técnico de control S.A.
- Geotecnia 2000 SL
- Control de estructuras y suelos S.A
- Geotecnia y calidad en la construcción S.L.L
- Laboratorio Geocontrol S.L
- Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ" (LABINGE)
- Asociación Madrileña de Empresas Fabricantes de Hormigón y Mortero
- Laboratorio de Control de Calidad e Ingeniería, S.L
- Control de Estructuras y Geotecnia S.L
- Eptisa Servicios de Ingeniería S.L
- Adamas Control y Geotecnia S.L.L
- Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A
- Geotecnia y Geología Aplicada S.L.

#### COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

- Laboratorios del Sureste, S.L.
- Laboratorios Ceico, S.L.
- Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios horysu- Delegación de Cartagena
- Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios horysu-Delegación de Espinardo
- Centro de Ensayos y Medio Ambiente, S. L.
- ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.
- Massalia Ingenieros, S.L.
- Forte Ingeniería Técnica SL
- Laboratorio de Mecánica del Suelo



### GOBIERNO DE NAVARRA

- Laboratorio Entecsa
- Igeo2 S.L
- Laboratorio de Ensayos Navarra S.L
- Geea Geólogos S.L- Delegación Pamplona
- Geea Geólogos S.L- Delegación Estella
- Laboratorio de Edificación de la ETS Arquitectura e Ingeniería de Edificación
- Laboratorio Oficial de Control de Calidad- Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra
- CECTECO (Centro de Control y Técnicas especiales SL)

### GENERALITAT VALENCIANA

- Intercontrol Levante- Delegación de Carlet
- Comaypa, S.A.
- Gandiacontrol, S.L.
- Consulteco, S.L.
- Getynsa-Paym,a, S.A.U.- Delegación de Quart de Poblet (Valencia)
- Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A
- Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)
- Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante
- C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)
- C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)
- Asver Verificaciones S.L.U
- Lesin Levante S.L.U

### GOBIERNO DEL PAÍS VASCO

- Eptisa Cinsa
- Saiotegi, S.A.
- Gikesa
- Serinko – Euskadi, S.L.
- Euskontrol, S.A.
- Fundacion Tecnalía Research and Innovation
- Euroconsult Norte, S.A.
- Saitec Ingenieros, S.A.
- Laboratorio Oficial de Control de Calidad del País Vasco (LCCE)