

**INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO
v3 (EILA 2016)**

ENSAYOS DE HORMIGÓN

A nivel de central de fabricación:

Central 10

INDICE

ENSAYOS DE HORMIGÓN.....	
INDICE	1
INTRODUCCION.....	3
1. OBJETIVOS DEL EILA16.	3
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	4
3. HORMIGON: TIPO Y ENSAYOS.....	5
4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES.....	14
5. GRAFICOS DE DISPERSION	15
6. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES.....	16
a. ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS.....	17
i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central.	
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central y Gráficas de dispersión y de cajas-bigotes.	
b. RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS	20
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central.	
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central y Gráficas de dispersión y de cajas-bigotes.	
7. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO	23
a. ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS.....	25
i. Análisis estadístico 01 y 02.....	
b. RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS.....	28
i. Análisis estadístico 01 y 02.....	
8. CALCULO DE LA MEDIA GENERAL Y DE LAS VARIANZAS.....	31
9. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: METODOS ESTADISTICOS PARA ENSAYOS DE APTITUD	32

a.	ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS.....	33
i.	Evaluación del desempeño z-score.....	
ii.	Reproducibilidad y repetibilidad.....	
b.	RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS	36
i.	Evaluación del desempeño z-score.....	
ii.	Reproducibilidad y repetibilidad.....	
10.	EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN.....	39
11.	AGRADECIMIENTOS	40

INTRODUCCION

1. OBJETIVOS DEL EILA16.

El objetivo del presente EILA 2016 es continuar con la labor iniciada durante el año 2014, realizando el tercer “*Ejercicio InterLaboratorios a nivel nacional (EILA)*”, con la doble finalidad de evaluar las competencias técnicas de los laboratorios participantes (cuya eficacia pueda ser contrastada en la repetición anual de los ensayos) y poder investigar sobre aquellos ensayos, que por su novedad o complejidad, son susceptibles de mejorar gracias al volumen de información que se obtiene en estas campañas.

Los ejercicios de intercomparación entre laboratorios tienen su origen y fundamento en la norma **UNE-EN ISO/IEC 17025:2005**, que en el apartado 5.9 “*Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración*” establece, 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.”

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.

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 (EILA-16) 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 12350-1:2006**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 1. Toma de muestras.
- Consistencia del hormigón, según **UNE-EN 12350-2:2006**. Ensayos de hormigón fresco. Parte 2: Ensayo de asentamiento.
- Fabricación de probetas, según **UNE-EN 12390-2:2001**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 2: Fabricación y curado de probetas para ensayos de resistencia.
- Resistencia a compresión del hormigón a 28 días, según **UNE-EN 12390-3:2003**. Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas.
El ensayo de “Resistencia a Compresión del Hormigón a 7 días” no se ha incluido, porque la toma de tres probetas más obligaría a más de una carretilla (y por ende de laborante), y a condiciones de espacio mayor para la realización de las mismas.
- Determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión estática, según **UNE EN 12390-8:2009 y UNE EN 12390-8:2009/1M: 2011** y el procedimiento de preparación de probetas conforme al **Art. 86.3.3 y al anejo 22, apartado 3, de la EHE-08**. (En el Anexo I del Protocolo de hormigones EILA16 se fijaron las condiciones de ejecución, incluyendo criterios interpretativos para la realización del ensayo)

3. HORMIGON: TIPO Y ENSAYOS.

El tipo de hormigón utilizado es un **HA-30/B/20/ IIa + Qb**. con tamaño máximo del árido de 20 mm y **consistencia blanda**.

En caso de que con estos últimos condicionantes la central de hormigón no pudiera obtener la consistencia mencionada, habrá realizado las modificaciones en la dosificación que el fabricante considere oportunas para que el hormigón fabricado responda a las características del tipo **HA-30/B/20/ IIa + Qb**.

Los áridos y aditivos utilizados deben disponer de Marcado CE, el distintivo de calidad del cemento debe ser oficialmente reconocido y el agua utilizada de la red pública (no se utilizará agua reciclada.) o bien, disponer de ensayos que garanticen el cumplimiento de las exigencias de la EHE-08.

El fabricante del hormigón ha dispuesto de Sello de Calidad, siempre que ha sido posible, al objeto de garantizar los requisitos de homogeneidad establecidos en la EHE en vigor. Por ello, cuando la cuba era móvil se han realizado los ensayos de homogeneidad conforme a la Tabla 71.2.4 de la EHE-08, o bien, se han presentado los resultados de autocontrol realizados por la propia central, en los últimos seis meses previos a la toma.

Tabla 71.2.4. Comprobación de la homogeneidad del hormigón. Deberán obtenerse resultados satisfactorios en los dos ensayos del grupo A y en al menos dos de los cuatro del grupo B

Ensayos		(*)
Consistencia (UNE-EN 12350-2:2006)		
Grupo A	• Si el asiento medio es igual o inferior a 9 cm	3 cm
	• Si el asiento medio es superior a 9 cm	4 cm
Resistencia (% respecto a la media)		7,5 %
Densidad del hormigón (kg/m ³ ; UNE-EN 12350-6:2006)		16 kg/m ³
Grupo B	Contenido de aire (% respecto al volumen de hormigón UNE-EN 12350-7:2001)	1 %
	Contenido de árido grueso (% respecto al peso de la muestra tomada ; UNE 7295:1976)	6 %
	Módulo granulométrico del árido (UNE 7295:1976)	0,5

(*) Diferencia máxima tolerada entre los resultados de los ensayos de dos muestras tomadas de la descarga del hormigón (1/4 y 3/4 de la descarga).

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



Estas modificaciones y controles de calidad han quedado reflejadas en el acta de incidencias de los coordinadores que estuvieron presentes en la toma del hormigón y/o en las hojas de carga entregadas por las propias centrales colaboradoras el día de celebración.

Los datos obtenidos se han agrupado considerando los correspondientes a una misma central de fabricación de hormigón.

Este año se ha decidido realizar el análisis de las muestras que son homogéneas y por tanto, fabricadas en la misma central de hormigón.

Por ello, agrupados los resultados por central de fabricación, se han descartado previamente los posibles valores aberrantes conforme la citada norma **UNE 82009-2:1999** y, se ha tomado únicamente como valor de referencia, el valor medio de los valores no aberrantes.

Ensayo de asentamiento del hormigón fresco por el método del cono de Abrams, según norma UNE-EN 12350-2:2006.

El ensayo de consistencia del hormigón fresco por el método del asentamiento del cono de Abrams, ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12350-2:2006** que es la que figura en las **Declaraciones Responsables registradas**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12350-2:2009**.

De conformidad con el Plan de ensayos interlaboratorios a nivel estatal del EILA16 y en particular con el citado Protocolo de los ensayos de hormigón, los laboratorios participantes han aportado el valor de dos determinaciones, realizados de manera consecutiva, sin incidencias destacables en la fabricación de las probetas según las “*Actas de tomas e incidencias*” presentadas por los coordinadores y aplicando los límites de consistencia definidos en la tabla 86.5.2.1 de la misma.

Tabla 86.5.2.1. Consistencia definida por su tipo

TIPO DE CONSISTENCIA		TOLERANCIA EN INTERVALO RESULTANTE
Seca	0	0 – 2 cm
Plástica	±1	2 – 6 cm
<u>Blanda</u>	<u>±1</u>	<u>5 – 10 cm</u>
Fluida	±2	8 – 17 cm
Líquida	±2	14 – 22 cm

A este respecto, se observa que la consistencia del hormigón fabricado no coincide en todas las centrales con el requerido en Protocolo (Blanda). A nivel nacional, y, para esta central son los siguientes valores.

Tabla 3.1. Consistencia definida a nivel nacional

A NIVEL NACIONAL			A NIVEL CENTRAL
	% Laboratorios	Nº Laboratorios	% Laboratorios
Blanda (>6 a 10)	53,98%	95	66,67%
Plástica (2 a 6)	24,43%	43	--
Fluido (>10)	21,59%	38	33,33%

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



En la ficha de resultados el valor de los dos asentamientos (dos conos) se solicita en milímetros, tal y como se recoge en el apartado 31.5 de la Instrucción EHE-08, y, a diferencia de la norma en vigor, la media se debía redondear a los 10 mm más próximos, según el Apartado 7 de la citada norma **UNE-EN 12350-2:2006**. Sin embargo, hay resultados que no lo cumplen y parece que han expresado directamente el dato en centímetros:

- a nivel nacional supone un 39,29%, y en concreto, para esta central es un **33,33%** los que lo expresan en centímetros.

Estos valores serán señalados como “sospechosos” y se incluirán en el análisis estadístico sólo en el caso que puedan explicarse como un “error técnico humano”.

Ensayo de resistencia a compresión a 28 días, según norma UNE-EN 12390-3:2003.

El ensayo de “Resistencia a compresión a 28 días” ha sido realizado según la norma de ensayo **UNE-EN 12390-3:2003**, aun cuando actualmente la vigente es la **UNE-EN 12390-3:2009**. 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.

De conformidad con el citado Protocolo y en particular con el de los ensayos de hormigón, los laboratorios participantes podían emplear probetas cúbicas de 15 cm de arista en lugar de las habituales cilíndricas de 15x30 cm, siempre que los resultados presentados estuvieran afectados por el correspondiente factor de conversión, que se indica en el apartado 86.3.2 de la EHE-08 y que se detalla a continuación:

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

Donde:

- f_c Resistencia a compresión, en N/mm², referida a probeta cilíndrica de 15x 30 cm.
- $f_{c, cúbica}$ Resistencia a compresión, en N/mm², obtenida a partir de ensayos realizados en probetas cúbicas de 15 cm de arista.
- $\lambda_{cil, cub15}$ Coeficiente de conversión obtenido de la tabla 86.3.2.a

Tabla 86.3.2.a. Coeficiente de conversión.

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

Sobre este aspecto, la mayoría de los laboratorios han realizado probetas cilíndricas, en un 95,00%, sólo un 4,00% han sido fabricadas cúbicas. Para esta Central, el porcentaje de Cilíndricas ha sido de **100%**.

Es en este mismo apartado del capítulo XVI de la EHE-08, dónde se dice que para considerar aceptables los valores de resistencia obtenidos a 28 días, **el recorrido relativo** de un grupo de tres probetas no podrá exceder del 20% del valor obtenido mediante la diferencia entre el mayor resultado y el menor, dividido por el valor medio de las tres tomadas de la misma amasada.

Este año la ficha no calcula el resultado y aunque hay que decir que todos los laboratorios cumplen con lo indicado anteriormente, los siguientes códigos no la han calculado correctamente:

CODIGO LABORATORIO	RESULTADO CALCULADO	RESULTADO APORTADO	VALIDEZ DEL RESULTADO < 20%
087	1.67	16.7	Sí

De las tres determinaciones aportadas en resistencia a compresión a 28 días, expresadas en newton por milímetro cuadrado (N/mm² o MPa), se obtiene una media, que se redondea a los 0,5 N/mm² o MPa más próximos, según establece, en el Apartado 7 de la norma **UNE-EN 12390-3:2003**. Sin embargo, destaca que este redondeo lo ha aplicado el 53% del total de los laboratorios participantes a nivel nacional. El resto, expresa de forma errónea sus resultados. En la tabla inferior se reflejan los datos a nivel central.

En las Cargas Máximas aplicadas a la rotura, se han detectado resultados expresados en diferentes unidades a las solicitadas en la ficha y protocolo:

- a nivel nacional son un 22% de valores “sospechosos”: 8 códigos no presentan el dato, aunque sí dan el valor de resistencia y 31 códigos lo expresan incorrectamente, aunque en ningún caso, este hecho afecte en el valor de resistencia que presentan.
- para esta central, los códigos de valores “sospechosos” son los siguientes:

CODIGO LABORATORIO	Resistencia (MPa) No aplica redondeo de 0,5	Carga máxima (N) Unidades incorrectas
067	35.8	
087	35.9	
128	36.2	

Estos valores serán señalados como “sospechosos” y se incluirán en el análisis estadístico sólo en el caso que puedan explicarse como un “error técnico humano”.

Respecto al modo de conservación y tratamiento previo a la rotura utilizados por los laboratorios: curado en cámara húmeda o en balsa y refrentado o pulido, respectivamente, destacar que en este ejercicio a nivel nacional:

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



- el método del refrentado supone un 52,00% y el pulido un 48,00%, valores por otra parte, similares a los de otros años. En concreto, para esta central es de 33,33% y 66,67%, respectivamente.
- el método de conservación sigue siendo, mayoritariamente el de cámara húmeda frente al de balsa, con valores que rondan en este ejercicio el 85,00%, aun cuando en el EILA15 era de 91,9%. En concreto, para esta central es de 100%, del uso de la cámara

Ensayo determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión, según norma UNE-EN 12390-8:2001.

Conforme se acordó en la Subcomisión Administrativa para la Calidad de la Edificación (SACE) de 2015, se ha repetido este ensayo para el EILA16, con un Protocolo más detallado y, considerando todo el marco normativo de aplicación.

Las condiciones de ejecución y criterios interpretativos para la aplicación de la normativa del ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión, ha sido realizado según la norma vigente **UNE-EN 12390-8:2009** y **UNE-EN 12390-8:2009 1ª Modificación**, con indicaciones del Anejo 22 y el tratamiento previo de las probetas según el Apartado 86.3.3 de la EHE-08.

El Comité de Infraestructuras de la Edificación (CICE) tomó la decisión que el ensayo se llevase a cabo de acuerdo con las condiciones de ensayo previstas para el próximo Código Estructural que sustituirá a la Instrucción EHE-08. Es decir, según la norma actualizada UNE-EN 12390-8:2009, utilizando tres probetas y sometiendo éstas a un período de secado previo de 72 horas en una estufa de tiro forzado a una temperatura de $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$.

El *Protocolo de los ensayos de hormigón* ha recogido éstas indicaciones, estudiadas con mucho detalle, distribuyéndose un calendario de actuación una vez desmoldada la probeta en base a la fecha de fabricación para evitar que la fase de término del ensayo no coincidiera en fin de semana y pudiera supervisarse el desarrollo del mismo, incluso las 72 horas que estaban en agua bajo presión, en su caso.

De conformidad con los citados Protocolos en el párrafo anterior, los laboratorios participantes han aportado el valor de tres determinaciones que, corresponden a cada una de las probetas ensayadas y, la documentación gráfica de la ejecución de este ensayo. De estas tres determinaciones, expresadas en milímetros (mm), se ha obtenido una media, que se ha redondeado al milímetro más próximo, según se establece en el Apartado 6 de la norma **UNE-EN 12390-8:2001**.

De los 93 laboratorios que señalaron su participación, 90 han presentado resultados. Todos mantienen las probetas expuestas al agua mínimo durante 72 horas así como a la estufa otras 72 horas previas.

La dispersión de los valores se ha reducido mucho respecto al año pasado, gracias a las instrucciones de ejecución recogidas en el Protocolo, y ya se pueden derivar algunas conclusiones en las diferentes pesadas de las probetas que, indican la pérdida de agua entre un estado y otro: son la influencia del tipo de estufa utilizada y el tiro de la misma, y en la elección del método de curado para obtener resultados

más similares entre las probetas si éstas han estado sumergidas en balsa (más estable) o en cambio, han estado en cámara.

Como indica la instrucción EHE-08 en su artículo 37.3.3 la impermeabilidad del hormigón es *“Una comprobación experimental de la consecución de una estructura porosa de hormigón suficientemente impermeable para el ambiente en el que va a estar ubicado, puede realizarse comprobando la impermeabilidad al agua del hormigón, mediante el método de determinación de la profundidad de penetración de agua bajo presión según la UNE EN 12390-8.”*

Esta comprobación se realiza de acuerdo con el artículo 8.2.2, de las clases generales de exposición, porque el hormigón fabricado en el Ejercicio es de Tipo III y HA-30, a diferencia del ejercicio EILA15.

Se considera suficientemente impermeable al agua si los resultados del ensayo de penetración de agua cumplen simultáneamente que:

Tabla del artículo 37.3.3 de la EHE-08. Condición de impermeabilidad

Clase de exposición ambiental	Especificaciones para la profundidad máxima	Especificaciones para la profundidad media
Qb	$Z_m \leq 50 \text{ mm}$	$T_m \leq 30 \text{ mm}$

Por lo tanto podemos decir que, el ensayo no valora tanto el dato numérico sino la posición en la que queda por encima o por debajo del límite recogido en tabla superior.

Es por ello, que previamente al análisis estadístico de los resultados aportados, se excluyen del mismo aquellos que quedan fuera de este rango, es decir, no cumplen la condición de impermeabilidad y, como ensayo alternativo al mismo, también se analizan estadísticamente los valores de sus pesadas a través de las densidades (masa/volumen) de la probeta en los cuatro estados más destacados (*siempre que el laboratorio aporte estos datos*), y estudiar lo que su análisis nos dice:

- Estado tras desmoldado, antes de curado (correspondiente a la pesada 1 según la ficha de ensayo).
- Estado anterior a las 72 horas en estufa (correspondiente a la pesada 2 según la ficha de ensayo).
- Estado anterior a las 72 horas bajo agua a presión estática (correspondiente a la pesada 5 según la ficha de ensayo).
- Estado previo a la rotura (correspondiente a la pesada 6 según la ficha de ensayo).

4. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 16 de hormigones, han participado un total 17 Comunidades Autónomas, 16 centrales de fabricación de hormigón y 170 laboratorios de ensayo. En la siguiente tabla se muestra el número exacto de laboratorios por Comunidad Autónoma.

Tabla 4.1. Laboratorios participantes, por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios Participantes
Andalucía	19
Aragón	11
Asturias	05
Cantabria	06
Castilla- La Mancha	12
Castilla- León	12
Cataluña	18
Comunidad de Madrid	15
Comunidad de Valencia	15
Extremadura	03
Galicia	03
Islas Baleares	10
Islas Canarias	09
La Rioja	03
Murcia	11
Navarra	09
País Vasco	09

En la realización de los ensayos varios de los laboratorios pertenecen a centrales de hormigón y cuyos resultados, en caso de haberlos aportado, 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 que pertenecen a centrales de hormigón.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios de Centrales Participantes
Madrid	01
Aragón	02
Cataluña	03
Murcia	02
Valencia	01

5. GRAFICOS DE DISPERSION

Los gráficos de dispersión son diagramas matemáticos en los que podemos apreciar, a golpe de vista, la dispersión y la simetría que existe para una distribución de valores.

La representación gráfica más útil para describir el comportamiento conjunto de dos variables es el diagrama de dispersión o nube de puntos, donde cada caso aparece representado como un punto en el plano definido por las variables, correspondientes a los resultados individuales aportados por un laboratorio para la misma muestra.

Para ello, se han considerado todos los valores incluidos los “sospechosos” por error técnico, y se han anulado los “descartados” por una mala praxis de la norma de ensayo.

Una vez construido el diagrama se analiza la forma que tiene la nube de puntos obtenida, para así determinar las relaciones entre los dos tipos de datos. Este análisis puede efectuarse por técnicas estadísticas que permitan determinar si existe o no relación, y el grado de existencia en su caso. Para ello se utiliza como recta de regresión la media aritmética de las medias intralaboratorios y la desviación estándar respecto de aquella, que son los valores asignados y que resultan de referencia para la central de hormigón en estudio.

Media aritmética interlaboratorios + Desviación estándar

Media aritmética interlaboratorios

Media aritmética interlaboratorios - Desviación estándar

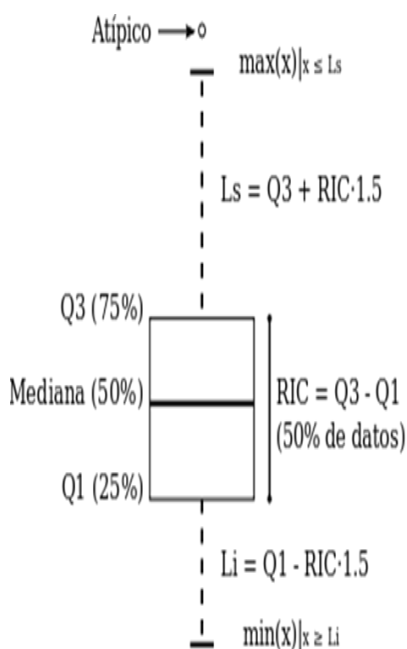
Todos los valores comprendidos en la franja de color naranja se consideran aceptables, tanto en la gráfica de puntos como en la de barras que en las siguientes hojas aparecen.

6. DIAGRAMA DE CAJA-BIGOTES

La gráfica de cajas y bigotes, representa un rectángulo (caja) definido por dos puntos Q_1 y Q_3 , 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 suele marcarse individualmente con un punto en la gráfica. (Sin embargo, en este informe no se han grafiado como un punto sino que se han alargado los bigotes.)

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 = $(Q_3 - Q_1)$ 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 $\text{Lim sup} = Q_3 + 3(\text{RIC})$

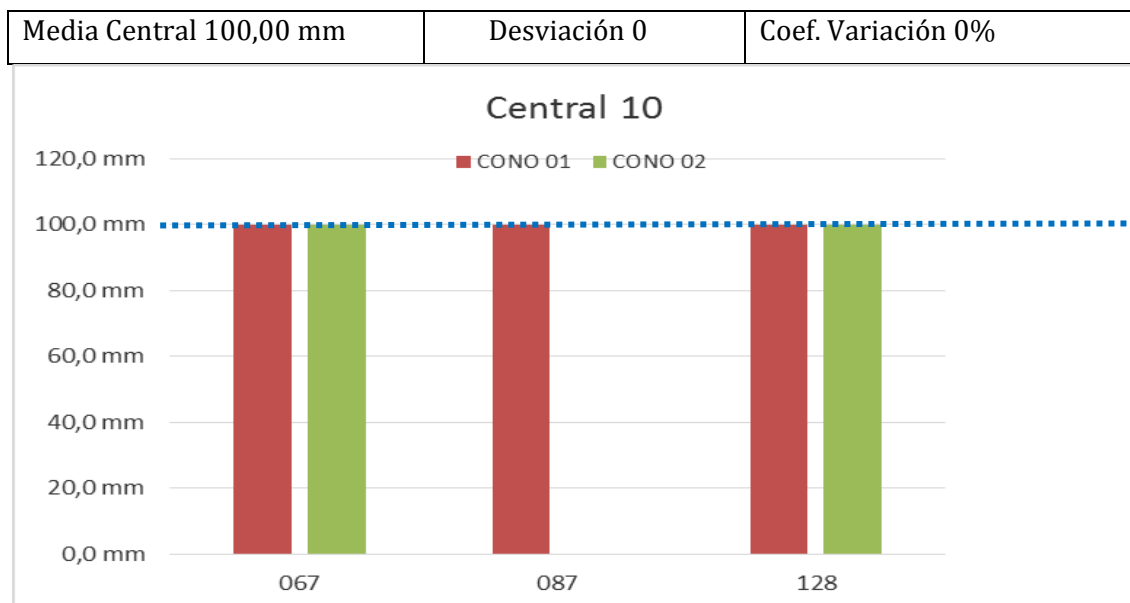
a. ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS.

i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central.

CODIGO LABORATORIO	ALTURA DEL CONO		ALTURA PROMEDIO	CONSISTENCIA	INCERTIDUMBRE	CONSERVACION	TIPO PROBETA	PREVIO A ROTURA
	CONO 01	CONO 02						
C10								
067	10,0 mm	10,0 mm	100,0 mm	BLANDA		Cám. Húm.	CIL	Pul
087	100 mm		100,0 mm	BLANDA	Para k=2% 0,50	Cám. Húm.	CIL	REF
128	100,0 mm	100,0 mm	100,0 mm	BLANDA		Cám. Húm.	CIL	Pul

- Valores aportados cuya expresión de las unidades no coincide con el Protocolo.
- Valor de consistencia según la Tabla 86.5.2.1. De la EHE-08

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central y Gráficas de dispersión y de cajas-bigotes.



Debido a que todos los laboratorios obtienen el mismo resultado en el cono, la desviación típica resulta nula, y el z-score no se puede calcular.

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

Gráficos Dispersión

MEDIDA DEL CONO ABRAMS (mm)

Eje Y: Resultado Ensayo (m_{Arit}) vs Eje X: Código Laboratorio

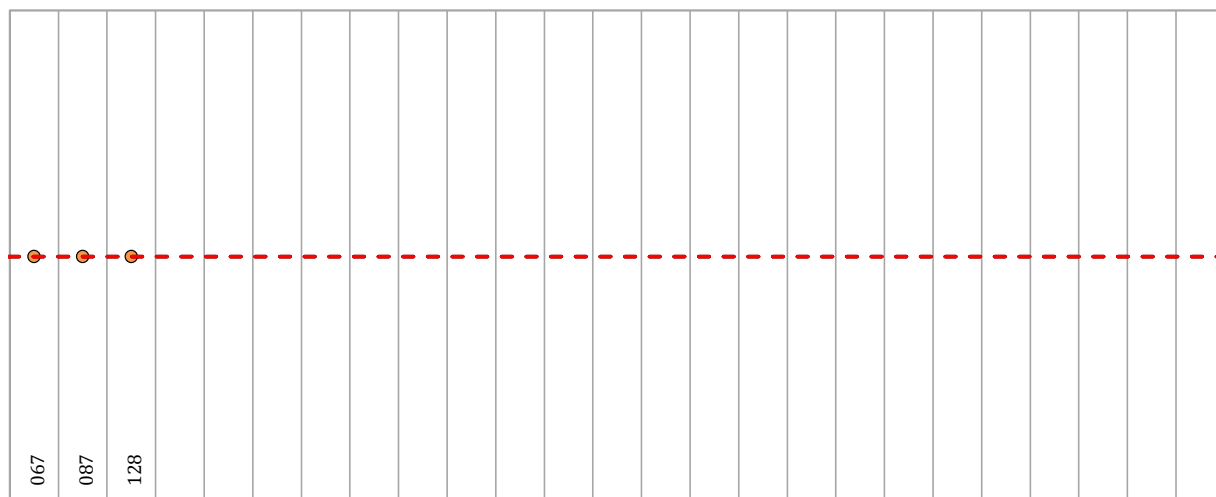


Gráfico 01. Diagrama XY Dispersión de la media de cálculo según norma de ensayo (m_{Arit}). La línea de color negro marca el valor promedio y las de color rojo el promedio más/menos la desviación estándar respecto de la media.

Eje Y: Resultado Ensayo (m_{Arit}) vs Eje X: Código Laboratorio

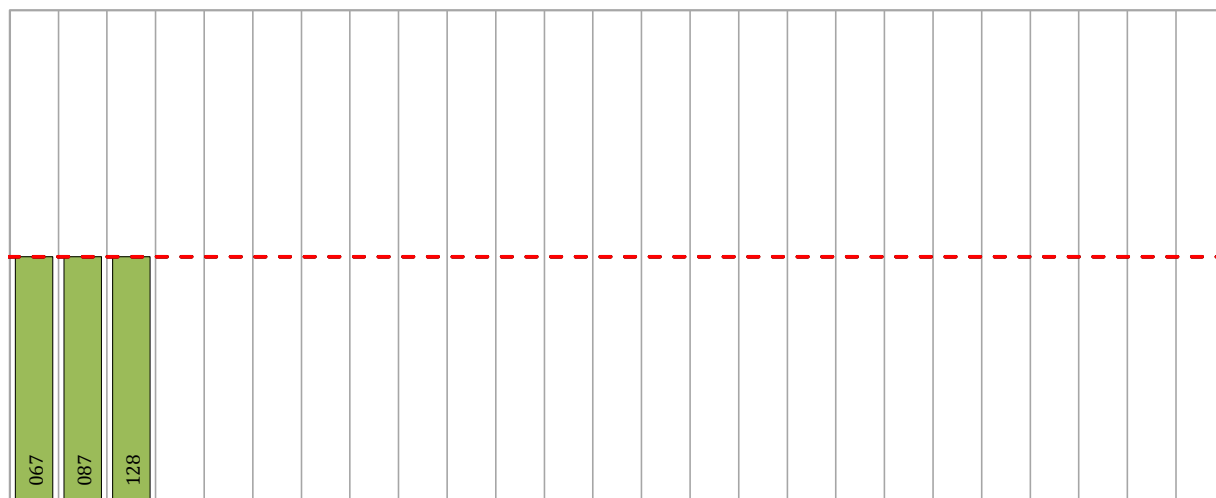


Gráfico 02. Diagrama de Barras Dispersas de la media de cálculo según norma de ensayo (m_{Arit}). La línea de color negro marca el valor promedio y las de color rojo el promedio más/menos la desviación estándar respecto de la media.

Gráfico Caja y Bigotes

MEDIDA DEL CONO ABRAMS (mm)

Representación de los resultados individuales y el total de todos ellos (su media)

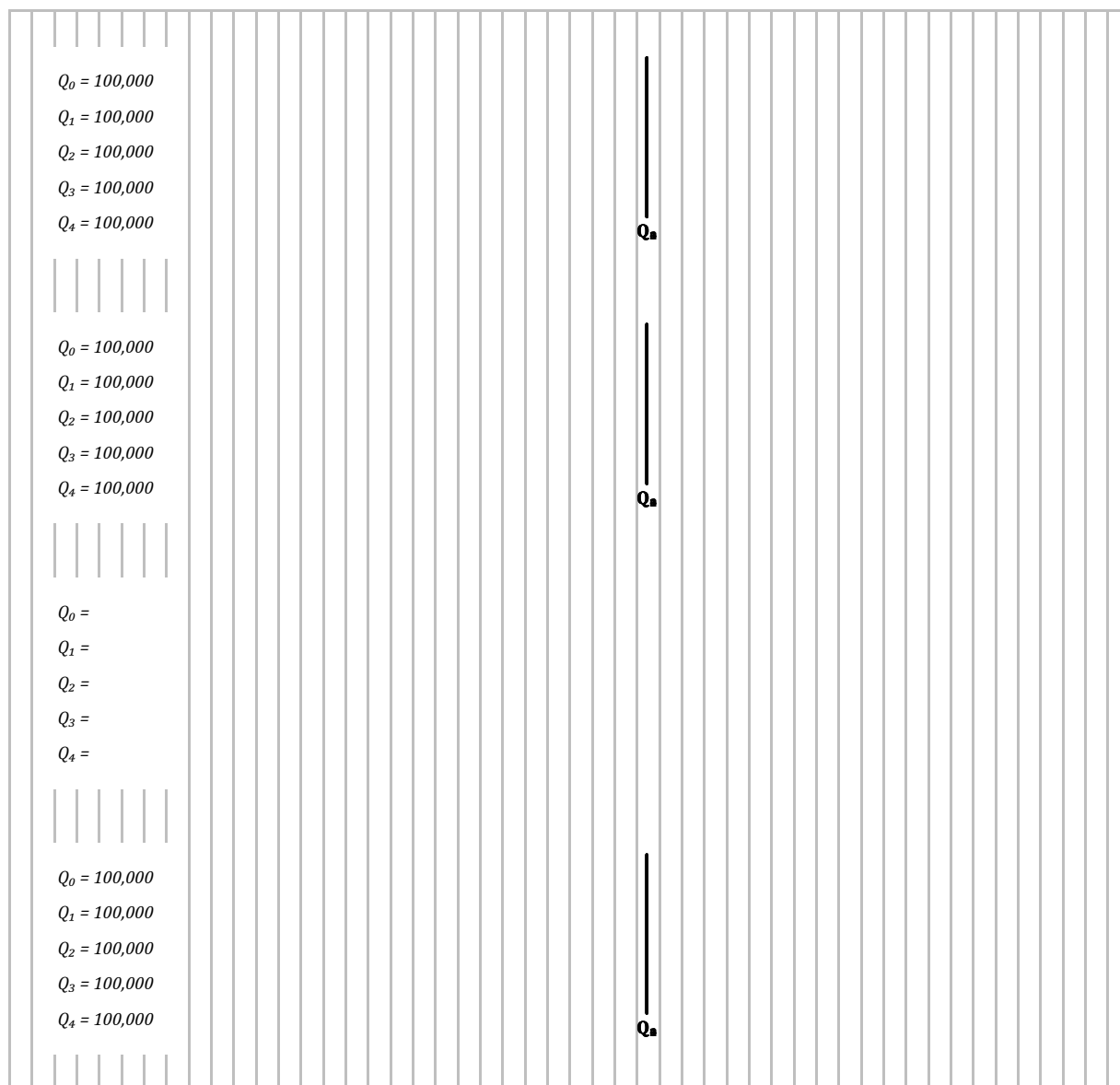


Gráfico 01. Diagrama de caja y bigotes para los resultados aportados por los laboratorios y la media aritmética de cada uno de ellos, incluidos los valores aberrantes y anómalos.

Mirando el gráfico de **arriba hacia abajo** se muestra el diagrama correspondiente a: 1. los primeros resultados (X_1), 2. los segundos resultados (X_2), 3. los terceros resultados (X_3) y 4. la media de cálculo según norma de ensayo (m_{Arit}).

Mirando el gráfico de **izquierda a derecha** se muestra 1. el cuartil cero (Q_0 ; valor mínimo ó 0% de los datos), 2. el primer cuartil (Q_1 ; 25% de los datos), 3. el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), 4. el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos) y 5. el cuartil cuatro (Q_4 ; valor máximo ó 100% de los datos).

b. RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS

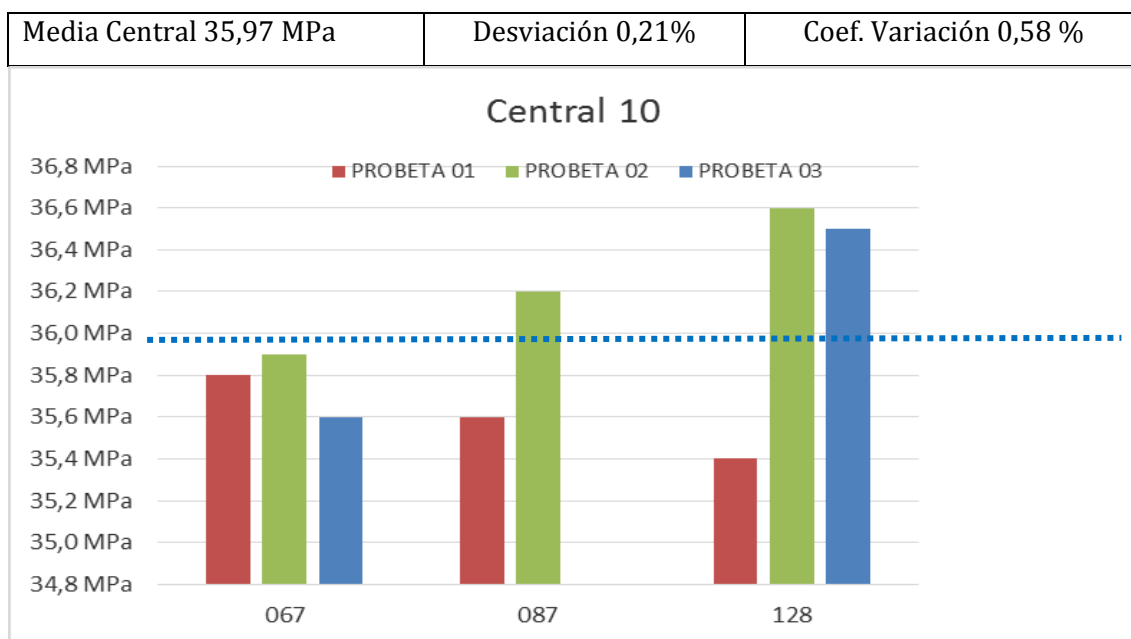
i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central.

CODIGO LABORATORIO	CONSERVACION	TIPO PROBETA	PREVIO A ROTURA	RESISTENCIA A COMPRESION			RESISTENCIA A COMPRESION MEDIA	INCERTIDUMBRE	RECORRIDO CALCULADO ≤ 20%	RECORRIDO 28 DIAS
				PROBETA 01	PROBETA 02	PROBETA 03				
C10										
067	Cám. Húm.	CIL	Pul	35,8 MPa	35,9 MPa	35,6 MPa	35,8 MPa		0,84 %	0,84 %
087	Cám. Húm.	CIL	REF	35,6 MPa	36,2 MPa		35,9 MPa	Para k=2% 0,50	1,67 %	16,70 %
128	Cám. Húm.	CIL	Pul	35,4 MPa	36,6 MPa	36,5 MPa	36,2 MPa		3,31 %	3,31 %

Valores aportados cuya expresión de las unidades no están redondeadas según norma de ensayo.

Valor de cálculo próximo al límite del recorrido relativo

ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central y Graficas de dispersión y de cajas-bigotes.



Eje Y: Resultado Ensayo (m_{Arit}) vs Eje X: Código Laboratorio



Gráfico 01 . Diagrama XY Dispersión de la media de cálculo según norma de ensayo (m_{Arit}). La línea de color negro marca el valor promedio y las de color rojo el promedio más/menos la desviación estandar respecto de la media.

Eje Y: Resultado Ensayo (m_{Arit}) vs Eje X: Código Laboratorio

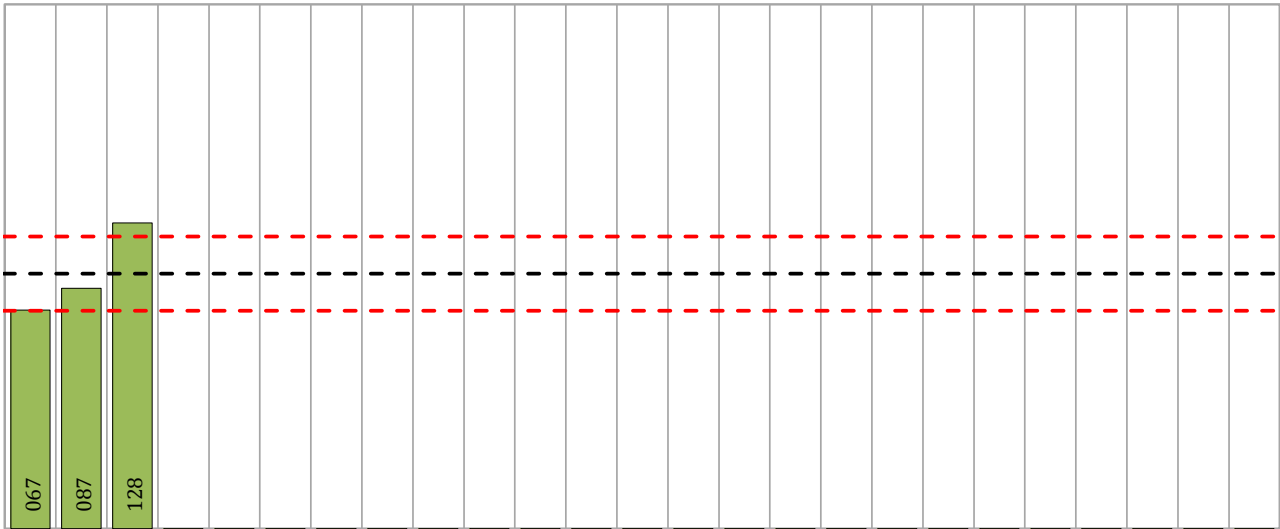


Gráfico 02 . Diagrama de Barras Dispersas de la media de cálculo según norma de ensayo (m_{Arit}). La línea de color negro marca el valor promedio y las de color rojo el promedio más/menos la desviación estandar respecto de la media.

Representación de los resultados individuales y el total de todos ellos (su media)

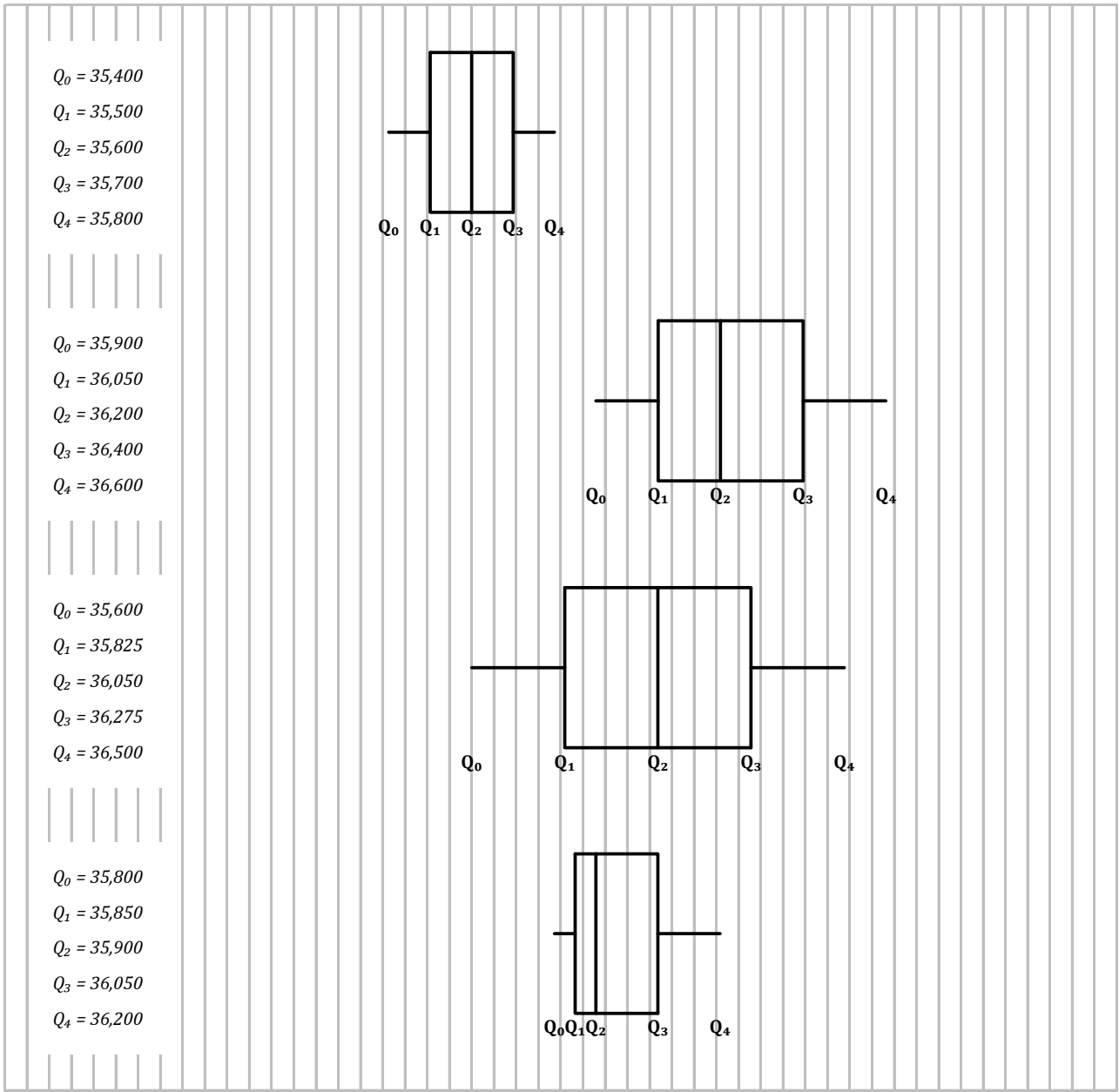


Gráfico 01. Diagrama de caja y bigotes para los resultados aportados por los laboratorios y la media aritmética de cada uno de ellos, incluidos los valores aberrantes y anómalos.

Mirando el gráfico de **arriba hacia abajo** se muestra el diagrama correspondiente a: 1. los primeros resultados (X_1), 2. los segundos resultados (X_2), 3. los terceros resultados (X_3) y 4. la media de cálculo según norma de ensayo (m_{Arit}).

Mirando el gráfico de **izquierda a derecha** se muestra 1. el cuartil cero (Q_0 ; valor mínimo ó 0% de los datos), 2. el primer cuartil (Q_1 ; 25% de los datos), 3. el segundo cuartil o la mediana (Q_2 ; 50% de los datos), 4. el tercer cuartil (Q_3 ; 75% de los datos) y 5. el cuartil cuatro (Q_4 ; valor máximo ó 100% de los datos).

7. DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO

En el informe quedan recogidos todos los datos aportados por los laboratorios participantes en las fichas de resultados elaboradas para su uso según el ensayo.

Sin embargo, para el análisis estadístico, se filtrarán aquellos **valores sospechosos** que puedan explicarse como un “*error técnico humano*”: descuido al realizar la medición, un error de cálculo o un simple error de transcripción; o podrán ser **valores descartados**, por la incorrecta ejecución de la norma.

Para ello, lo primero será investigar si el resultado sospechoso se ha debido a un descuido de transcripción, no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada, para reemplazarlo por el valor correcto. Seguidamente, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación que el propio ensayo establece (en caso de existir), para descartar aquellos valores que no la cumplan. En todos estos casos, quedarán señalados por su modificación o descarte.

Una vez que los datos se han revisado y eliminado aquellos que no cumplen la norma, conocemos:

- El número de laboratorios participantes (p).
- El número de réplicas en el interior de cada laboratorio para la misma muestra (n). Habitualmente, el número de determinaciones establecidas por Protocolo es “ n ” igual a 2, excepto en el hormigón con el ensayo de la resistencia a compresión a 28 días y para el ensayo de profundidad de penetración de agua bajo presión estática, que es igual a 3.

El análisis de conformidad se ha llevado a cabo conforme a las normas **UNE 82009-2 y 82009-6** (equivalentes a **ISO 5725-2 e ISO 5725-6**, respectivamente), referentes al ***Método básico de la repetibilidad y reproducibilidad de un método de medición normalizado***.

A partir de los datos recogidos conforme a lo dicho anteriormente, se pasa a estudiar las desviaciones típicas de repetibilidad y reproducibilidad. Para ello, se llevará a cabo un segundo filtro acerca de determinados valores que pueden parecer inconsistentes con los del resto de los laboratorios o que pueden hacer variar las estimaciones. Para ello se realizarán 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, 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.

- **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.

En todos los ensayos aparece junto a la media aportada por cada laboratorio (m_{Lab}) una segunda media, la aritmética (m_{Arit}) que se ha calculado a partir de los valores individuales aportados por el laboratorio, para asegurar que los cálculos del análisis estadístico se hacen con los datos que corresponden.

Para descartar un valor, será necesario que sea aberrante o anómalo tanto en las técnicas gráficas de consistencia de Mandel (confirmado con Cochran) o en los ensayos de detección de resultados numéricos de Grubbs.

Para ello, los tres métodos para identificar los resultados que son anómalos y/o aberrantes, comparan el valor estadístico de h , k , C y G obtenidos en los análisis 01, con los *valores críticos* que aparecen en las Tablas 4, 5, 6 y 7 de la normas **UNE 82009-2** para una (p) y una (n) conocidas (**Mínimo tres laboratorios y dos determinaciones**). Obtenido algún valor aberrante se vuelve a realizar un segundo análisis 02 con toda la distribución excluyendo dicho valor y tomando los valores críticos de las citadas Tablas de la Norma UNE. En caso de no haber valores anómalos y/o aberrantes en el análisis 01, realmente, no haría falta un segundo análisis. Y en caso de haber dos laboratorios no se realiza ningún análisis.

- Para los ensayos Mandel, Cochran y Grubbs simple, los resultados se consideran:

- ☐ Correcto: Si el valor del estadístico es menor o igual ($\leq$) al 5% de su valor crítico.
- ☐ Anómalo (*): Si el valor del estadístico es mayor ($>$) al 5% y menor o igual ($\leq$) al 1% de su valor crítico.
- ☐ Aberrante (**): Si el valor del estadístico es mayor ($>$) al 1% de su valor crítico.

- Y para el ensayo Grubbs doble, los resultados se consideran:

- ☐ Correcto: Si el valor del estadístico es mayor o igual ($\geq$) al 5% de su valor crítico.
- ☐ Anómalo (*): Si el valor del estadístico es menor ($<$) al 5% y mayor o igual ($\geq$) al 1% de su valor crítico.
- ☐ Aberrante (**): Si el valor del estadístico es menor ($<$) al 1% de su valor crítico.

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**a. ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS.****i. Análisis estadístico 01 y 02**

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ Valores de cálculo utilizados en la central para el análisis estadístico 01:

	$\mathbf{VX_1}$	$\mathbf{VX_2}$	$\mathbf{VX_3}$	$\mathbf{Vm_{Lab}}$	$\mathbf{Vm_{Arit}}$
M	100,00	100,00		70,00	100,00
SD_L	0,00	0,00		51,96	0,00
CV	0,00	0,00		74,23	0,00

- " $\overline{X}_i$ " determinaciones individuales misma muestra.
- " $\overline{X}_{Lab}$ " todas las media aportadas por los laboratorios.
- " $\overline{X}_{Arit}$ " todas las medias aritméticas calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " desviación típica interlaboratorios por central.
- "CV" coeficiente de variación por central.

⁰² Código colorimétrico de los resultados aportados (X_1 , X_2 y X_3):



Valor máximo



Valor mínimo



No coinciden

⁰³ Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999:

p = 3 n = 2	h	k	C	G _{sim}	G _{Dob}
1%	1,1500	1,7100	0,9930	1,1550	0,0000
5%	1,1500	1,6500	0,9670	1,1550	0,0000

- "p" indica el numero de laboratorios participantes.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- " G_{lim}^n " y " G_{dob}^n " valores críticos de Grubbs.

⁰⁴ Código colorimétrico de los resultados estadísticos (h, k, C, G_{Sim} y G_{Dob}):



Valor aberrante (**)



Valor anómalo (*)



Valor correcto

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ Valores de cálculo utilizados en la central para el análisis estadístico 02 (excluidos los resultados anómalos y aberrantes obtenidos en el análisis estadístico 01):

	$\forall X_1$	$\forall X_2$	$\forall X_3$	$\forall m_{Lab}$	$\forall m_{Arist}$
M	100,00	100,00		70,00	100,00
SD_L	0,00	0,00		51,96	0,00
CV	0,00	0,00		74,23	0,00

- " $\overline{X}_i$ " determinaciones individuales misma muestra.
- " $\overline{X}_{Lab}$ " todas las media aportadas por los laboratorios.
- " $\overline{X}_{Arit}$ " todas las medias aritméticas calculadas.
- "M" promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " desviación típica interlaboratorios por central.
- "CV" coeficiente de variación por central.

⁰² Código colorimétrico de los resultados aportados (X_1 , X_2 y X_3):



Valor máximo



Valor mínimo



No coinciden

⁰³ Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999:

p = 3 n = 2	h	k	C	G _{Sim}	G _{Dob}
1%	1,1500	1,7100	0,9930	1,1550	0,0000
5%	1,1500	1,6500	0,9670	1,1550	0,0000

- "p" indica el numero de laboratorios participantes.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- " G_{lim}^n " y " G_{dob}^n " valores críticos de Grubbs.

⁰⁴ Código colorimétrico de los resultados estadísticos (h, k, C, G_{Sim} y G_{Dob}):



Valor aberrante (**)



Valor anómalo (*)



Valor correcto

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

**b. RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS.****i. Análisis estadístico 01 y 02**

Análisis Estadístico 01

RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS (MPa)

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ Valores de cálculo utilizados en la central para el análisis estadístico 01:

	$\forall X_1$	$\forall X_2$	$\forall X_3$	$\forall m_{\text{Lab}}$	$\forall m_{\text{Arit}}$
M	35,60	36,23	36,05	35,97	35,97
SD_L	0,20	0,35	0,64	0,21	0,21
CV	0,56	0,97	1,77	0,58	0,58

- " $\forall X_i$ " determinaciones individuales misma muestra.
- " $\forall m_{Lab}$ " todas las media aportadas por los laboratorios.
- " $\forall m_{Arit}$ " todas las medias aritméticas calculadas.
- " M " promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " desviación típica interlaboratorios por central.
- " CV " coeficiente de variación por central.

⁰² Código colorimétrico de los resultados aportados (X_1 , X_2 y X_3):



Valor máximo



Valor mínimo



No coinciden

⁰³ Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999:

p = 3 n = 3	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,1500	1,6400	0,9420	1,1550	0,0000
5%	1,1500	1,5300	0,8710	1,1550	0,0000

- "p" indica el numero de laboratorios participantes.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- " G_{Sim} " y " G_{Dob} " valores críticos de Grubbs.

⁰⁴ Código colorimétrico de los resultados estadísticos (h, k, C, G_{Sim} y G_{Dob}):



Valor aberrante (**)



Valor anómalo (*)



Valor correcto

Análisis Estadístico 02

RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS (MPa)

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ Valores de cálculo utilizados en la central para el análisis estadístico 02 (excluidos los resultados anómalos y aberrantes obtenidos en el análisis estadístico 01):

	$\forall X_1$	$\forall X_2$	$\forall X_3$	$\forall m_{Lab}$	$\forall m_{Arit}$
M	35,60	36,23	36,05	35,97	35,97
SD_L	0,20	0,35	0,64	0,21	0,21
CV	0,56	0,97	1,77	0,58	0,58

- " $\bar{X}_i$ " determinaciones individuales misma muestra.
- " $\bar{m}_{Lab}$ " todas las media aportadas por los laboratorios.
- " $\bar{m}_{Arit}$ " todas las medias aritméticas calculadas.
- " M " promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " desviación típica interlaboratorios por central.
- " CV " coeficiente de variación por central.

⁰² Código colorimétrico de los resultados aportados (X_1 , X_2 y X_3):



Valor máximo



Valor mínimo



No coinciden

⁰³ Indicadores estadísticos y valores críticos según las tablas 4, 5, 6 y 7 de la norma UNE 82009:1999:

p = 3 n = 3	h	k	C	G_{Sim}	G_{Dob}
1%	1,1500	1,6400	0,9420	1,1550	0,0000
5%	1,1500	1,5300	0,8710	1,1550	0,0000

- "p" indica el numero de laboratorios participantes.
- "n" indica el número de ensayos por laboratorio.
- "h" y "k" indicadores estadísticos de Mandel.
- "C" valor crítico de Cochran.
- " G_{Sim} " y " G_{Dob} " valores críticos de Grubbs.

⁰⁴ Código colorimétrico de los resultados estadísticos (h, k, C, G_{Sim} y G_{Dob}):



Valor aberrante (**)



Valor anómalo (*)



Valor correcto

8. CALCULO DE LA MEDIA GENERAL Y DE LAS VARIANZAS.

El método de análisis adoptado en esta parte del informe es parte de la Norma UNE 82009-2:2009 que, consiste en estimar el valor de la m_{Arit} y la precisión, separadamente, para cada nivel de ensayo con los valores considerados aceptables o correctos. Es decir, tras el análisis 02, se calcula de nuevo la media, desviación y coeficiente de variación de la central que, será la que se utilice para la evaluación del z-score, excluidos los aberrantes y/o anómalos de dicho análisis 02.

1. Origen de las variaciones:

- El número de laboratorios participantes (p)
- El número de réplicas en el interior de cada laboratorio para la misma muestra (n). Habitualmente, el número de determinaciones establecidas por protocolo es “n” igual a 2, excepto en el hormigón con el ensayo de la resistencia a compresión a 28 días, que “n” es igual a 3.

2. Los datos básicos para los cálculos se presentan en las tablas de las siguientes hojas y son:

- Los resultados X_i por laboratorio (determinaciones individuales de la misma muestra ensayada “i” veces en un laboratorio).
- Los valores medios de cada laboratorio (m_{Lab} y m_{Arit}) excepto los identificados previamente como aberrantes o anómalos que en esta fase del análisis quedan descartados ya, y

Con todo ello, las medidas de dispersión intraceldas (diferencias) y la suma de sus cuadrados obtendremos las siguientes varianzas:

σ_I^2 : Varianza de
repetibilidad

σ_L^2 : Varianza
interlaboratorios

σ_R^2 : Varianza de
reproducibilidad

3. En la norma de ensayo UNE EN 12390-3:2001 en su Apartado 9 se muestra la Tabla 2, dónde se dan algunos valores de referencia para la precisión de los resultados de la medida de resistencia a compresión del hormigón endurecido, expresada en porcentajes de la media de las resistencias de **tres** probetas cilíndricas, cuya diferencia se compara con la repetibilidad (r) y la reproducibilidad (R).

Condiciones de repetibilidad		Condiciones de reproducibilidad	
σ_r (%)	r (%)	R (%)	σ_R (%)
2,9	8,0	11,7	3,1

9. EVALUACION DE LA CONFORMIDAD: METODOS ESTADISTICOS PARA ENSAYOS DE APTITUD

El método de evaluación adoptado en esta parte del informe es mediante el Z-Score, parte de la Norma ISO IEC 17043:2011 que consiste en determinar **el valor asignado**, el cálculo de estadísticas de desempeño y la evaluación del desempeño, cuyos cálculos estadísticos utilizados en el presente estudio se describen a continuación:

- **Desviación típica o estándar (σ)** Es la medida del grado de dispersión de los datos con respecto al valor promedio. Dicho de otra manera, la desviación estándar es simplemente el "promedio" o variación esperada con respecto a la media aritmética. Se suele expresar en las unidades de la variable promedio.
- **Coefficiente de variación (CV)** Es la relación entre la desviación típica de una muestra y su media. El coeficiente de variación se suele expresar en porcentaje.

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

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

Siendo: ($\bar{m}$) la media de los valores individuales y

(x_i) las determinaciones/valores individuales de un mismo laboratorio

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** $D_i = (m_{Arit} - M)$
- **Diferencia de porcentaje** $D_i \% = (m - M) \times 100/M$

Siendo: (x_i) el resultado del laboratorio participante;

(m_{Arit}) el resultado medio calculado del laboratorio participante;

(**M**) el valor medio asignado para una misma muestra, resultado del conjunto de medias o valores individuales aportados por todos los laboratorios.

- **Valores de z score:**
$$Z = \frac{m_{Arit} - M}{\sigma}$$

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)

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

**a. ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS.**

- i. Evaluación del desempeño z-score.
- ii. Reproducibilidad y repetibilidad.

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes de los análisis estadísticos 01 y 02):

	$\forall X_1$	$\forall X_2$	$\forall X_3$	$\forall m_{Lab}$	$\forall m_{Arit}$
M	100,00	100,00		70,00	100,00
SD_L	0,00	0,00		51,96	0,00
CV	0,00	0,00		74,23	0,00

- " $\overline{X}_i$ " determinaciones individuales misma muestra.
- " $\overline{X}_{Lab}$ " todas las media aportadas por los laboratorios.
- " $\overline{X}_{Arit}$ " todas las medias aritméticas calculadas.
- " M " promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " desviación típica interlaboratorios por central.
- " CV " coeficiente de variación por central.

⁰² Código colorimétrico de los resultados aportados (X_1 , X_2 y X_3):



Valor máximo



Valor mínimo



No coinciden

⁰³ Cálculo de la media general y las varianzas: repetibilidad y reproducibilidad

	σ_r^2	r (%)	σ_R^2	R (%)
Valores calculados	0,00	0,00	0,00	0,00
Valores de referencia				

- " σ_r^2 " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " σ_R^2 " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.
- No existen valores de referencia para el ensayo.

⁰⁴ La evaluación del Z-Score se considera: satisfactoria (S ; si $|Z\text{-Score}| \leq 2$), dudosa (D ; si $2 < |Z\text{-Score}| < 3$) o insatisfactoria (I ; si $|Z\text{-Score}| \geq 3$).

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

Gráfico Evaluación Z-Score

MEDIDA DEL CONO ABRAMS (mm)

Eje Y: Código Laboratorio vs Eje X: Valor Evaluación Z-Score



Gráfico 01. Diagrama Z-Score de los resultados aportados por los laboratorios. Los resultados se considerarán satisfactorios 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, líneas de referencia en la evaluación Z-Score.

b. RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DÍAS

- i. Evaluación del desempeño z-score.
- ii. Reproducibilidad y repetibilidad.

Evaluación Z-Score

RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS (MPa)

[illegible]

NOTAS:

⁰¹ Valores de referencia asignados para el cálculo de las varianzas y evaluación Z-Score (excluidos los resultados anómalos y aberrantes de los análisis estadísticos 01 y 02):

	$\forall X_1$	$\forall X_2$	$\forall X_3$	$\forall m_{Lab}$	$\forall m_{Arit}$
M	35,60	36,23	36,05	35,97	35,97
SD_L	0,20	0,35	0,64	0,21	0,21
CV	0,56	0,97	1,77	0,58	0,58

- " $\bar{X}_i$ " determinaciones individuales misma muestra.
- " $\bar{m}_{Lab}$ " todas las media aportadas por los laboratorios.
- " $\bar{m}_{Arit}$ " todas las medias aritméticas calculadas.
- " M " promedio del grupo de valores de la central.
- " SD_L " desviación típica interlaboratorios por central.
- " CV " coeficiente de variación por central.

⁰² Código colorimétrico de los resultados aportados (X_1 , X_2 y X_3):

Valor máximo

Valor mínimo

No coinciden

⁰³ Cálculo de la media general y las varianzas: repetibilidad y reproducibilidad

	σ_r^2	r (%)	σ_R^2	R (%)
Valores calculados	0,53	2,03	0,31	1,55
Valores de referencia				

- " σ_r^2 " varianza de repetibilidad.
- "r (%)" repetibilidad.
- " σ_R^2 " varianza de reproducibilidad.
- "R (%)" reproducibilidad.
- No existen valores de referencia para el ensayo.

⁰⁴ La evaluación del Z-Score se considera: satisfactoria (S; si $|Z\text{-Score}| \leq 2$), dudosa (D; si $2 < |Z\text{-Score}| < 3$) o insatisfactoria (I; si $|Z\text{-Score}| \geq 3$).

Gráfico Evaluación Z-Score

RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS (MPa)

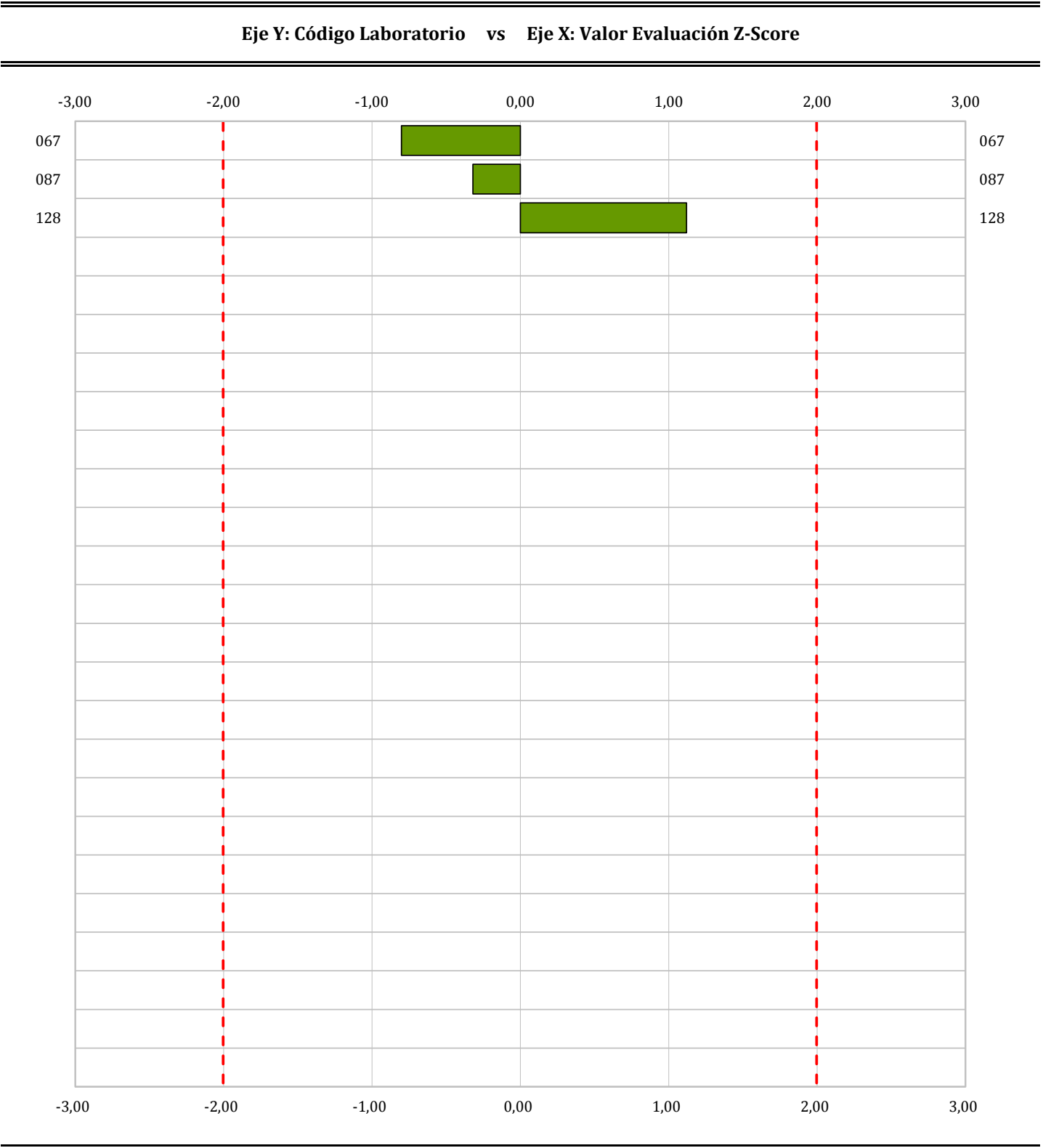


Gráfico 01 . Diagrama Z-Score de los resultados aportados por los laboratorios. Los resultados se considerarán satisfactorios si el valor absoluto del Z-Score es menor o igual a 2 unidades, dudoso si está comprendido entre 2 y 3 unidades e insatisfactorio si es mayor o igual a 3 unidades.

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

10. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de resultados tanto para el ensayo de Resistencia a compresión a 28 días como para el ensayo del Cono de Abrams y profundidades de penetración agua bajo presión, de todos los laboratorios a nivel de central de fabricación, en caso de que hayan realizado el ensayo.

La tabla recoge **para cada laboratorio y por ensayo** el resultado de todo el análisis estadístico indicado según la sigla correspondiente **y a nivel de central de fabricación**.

Tabla 10.1. Evaluación global a nivel de Central 10.

Código Laboratorio	Resistencia a compresión	Cono de Abrams	Profundidad MEDIA/MAXIMA de penetración agua bajo presión
067	S	●	
087	S	●	
128	S	●	

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); – sin resultado z-score ()*

(●) Debido a que todos los laboratorios tienen el mismo resultado en el cono que la media de la central, la desviación típica resulta nula, y el z-score no se puede calcular.

11. 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

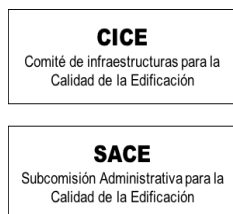
Emilio Meseguer Peña	Región de Murcia Consejería de Fomento e Infraestructuras Dirección General de Ordenación del Territorio, Arquitectura y Vivienda
Victoria de los Ángeles Viedma Peláez	Junta de Comunidades de Castilla La Mancha



COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel Santos Amaya	Junta de Andalucía
M ^a Teresa Ramos Martín	Junta de Andalucía
Ana López Álvaro	Gobierno de Aragón
Ana Rico Oliván	Gobierno de Aragón
Juan Carlos Cortina Villar	Principado de Asturias





Ana Carolina Álvarez
Cañete

Principado de Asturias



Yolanda Garví Blázquez

Govern de les Illes Balears



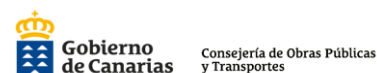
Inmaculada Alcolecha
Fuente

Govern 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



Felícísimo Garzón
Herrera

Junta de Castilla y León



Emilio Sánchez Barquilla

Junta de Extremadura



M^a José Paniagua Mateos

Xunta de Galicia



José López Abrodo

Xunta de Galicia



Ignacio Fernández Muro

Comunidad Autónoma de La
Rioja



Salud García López

Comunidad Autónoma de
Madrid



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



Antonio Azcona Sanz

Comunidad Autónoma de Madrid



Emilio Meseguer Peña

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia



Teresa Barceló Clemares

Comunidad Autónoma de la Región de Murcia



M^a Carmen Mazkiarán
López de Goikoetxea

Gobierno de Navarra



Juan José Palencia Guillén

Generalitat Valenciana



Elvira Salazar Martínez

Gobierno Vasco



ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2016

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



CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS

- Votorantim prebetong sur (Córdoba)
- Horpresol S.L (Granada/ Málaga)
- Hormiperga S.L Pedrola (Zaragoza)
- Suministros de Ibiza, S.A.(SUISSA) (Ibiza)
- Hormirapit (Alaior , Menorca)
- Auxiliar ibérica (Palma de Mallorca)
- Hormigones Islas Canarias SL (HORMICAN) (Santa Maria de Guía, Gran Canaria)
- Prebetong Hormigones (Adeje, Tenerife)
- Intedhor (Alcázar de San Juan, Ciudad Real)
- General de Hormigones (Valladolid)
- Lafarge Holcim España (Zona Franca de Barcelona)

- | | |
|---|-----------------------------------|
| • Aridos y Hormigones del Deva (DEVASA) | (Cantabria) |
| • Votarantim prebetong Sur | (Mérida, Badajoz) |
| • Hormigones Majadahonda S.L. | (San Fernando de Henares, Madrid) |
| • Hormigones del Sureste (HORMISSA) | (Murcia) |
| • Hormigones Arga S.A. | (Orcoyen, Navarra) |
| • Hormigones Aizkibel | (Urnieta, Guipúzcoa) |
| • General de Hormigones. | (Savón, A Coruña) |
| • Hormigones Carlet S.L. | (Carlet, Valencia) |

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

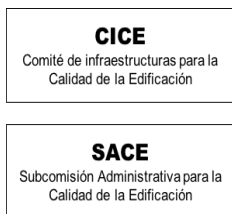
- Fernando Meseguer Serrano
- Victoria de los Ángeles Viedma Peláez
- IETCC, Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja:



LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS

JUNTA DE ANDALUCÍA

- Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) – Córdoba
- Cementos portland Valderrivas S.A. - Sevilla
- Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) – Jaén
- Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) – Málaga
- Geolen ingeniería S.L. - Málaga
- Cemalsa expertos en calidad, S.L. - Almería
- Geotécnica del sur, S.A. - Granada
- Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) - Sevilla
- Centro de estudio de materiales y control de obra S.A. (CEMOSA) - Granada
- Laboratorio Tcal S.L. - Córdoba
- Control de calidad Cádiz S.L.L. (CONCADIZ) – Cádiz
- Laboratorio de control de calidad e ingeniería, S.L. - Málaga
- Elabora, Agencia para la calidad en la construcción, S.L. - Sevilla
- Inecca, ingeniería y control S.L. - Málaga
- Evintes calidad S.L.L. - Almería
- SGS Tecnos S.A. - Granada
- Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Córdoba
- Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Granada
- Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Sevilla



GOBIERNO DE ARAGÓN

- Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca
- Igeo-2, S.L. -Delegación de Zaragoza
- Geotecnia, Desarrollo y Servicios, S.A. Delegación de Alcañiz
- Geotecnia, Desarrollo y Servicios, S.A. Delegación de Teruel
- Control 7, S. A. U.
- Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A. (Ensayo)
- Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón
- Pretersa- Prenavisa Estructuras de Hormigón S.L.
- PHI 2011 S.L.L
- Getinsa- Payma S.L.
- Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón.

PRINCIPADO DE ASTURIAS

- Estabisol S.A
- Laboratorio Asturiano de Control Técnico (LACOTEC)
- Auxiliar de Ingeniería y Control
- Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias

GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS

- Labartec S.L.U.
- Control Blau-Q S.L.U.
- Instituto de Gestión Técnica de Calidad S.L.U. (IGETEC)
- SGS Tecnos SAU
- Laboratorio Balear para la Calidad S.L. (LBC)
- Labartec Ibiza S.L.
- PIME Menorca (PIMELAB)
- Laboratori de Carreteres del Consell de Mallorca
- 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
- Entidad colaboradora de la Administración S.L.U
- Estudios de Suelos y Obras Canarias SL
- Laboratorio Canario de Calidad S.L
- Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Tenerife del Gobierno de Canarias
- Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

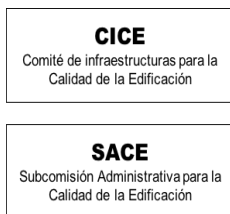
- Icinsa
- TRIAX, S.A.
- Soningeo S.L.
- Laboratorio de carreteras autonómicas del Gobierno de Cantabria

GENERALITAT DE CATALUNYA

- EPTISA Enginyeria i serveis, SAU
- APPLUS Norcontrol, SLU
- Instituto de Auscultación Estructural y Medioambiente, SL (INEMA)
- Getinsa-Payma, SL- Delegación de Vila-Seca
- Getinsa-Payma, SL- Delegación de Barberà del Vallès
- BAC Engineering Consultancy Group, SL
- Labocat Calidad, SL
- LGAI Technological Center, SA
- Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, SLU (CECAM)
- FSQ Qualitat i medi ambient, SL
- Laboratori del Vallès de Control de Qualitat, SL
- Inqua, SL
- Geotècnia i control de qualitat, SA
- Lostec, SA
- S3CDQ, SCP
- PROMSA, como Laboratorio de Central de Hormigón Preparado (San Vicent dels Hors de Barcelona)
- HORMICONSA, como Laboratorio de Central de Hormigón Preparado (El Papiol (Barcelona))

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA – LA MANCHA

- Laboratorio y consultoría Carrington S.L.
- Ideyco S.A.U.- Delegación de Toledo
- Ideyco S.A.U.- Delegación de Ciudad Real
- Control de Obras Públicas y Edificación, S.L. (COPE)
- Laboratorio de Construcción Civil de SGS Tecnos SA
- EPTISA Servicios de Ingeniería SA- Delegación de Toledo
- 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
- Sergeyco Castilla La Mancha S.L.



JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

- Euroconsult, S.A.
- Inzamac , Delegación Zamora
- Centro de Estudios y Control de Obras, S.A (CESECO)
- Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L. (INGEMA)
- Investigación y Control de Calidad SA (INCOSA)
- EPTISA Servicios de Ingeniería SA- Delegación de León
- EPTISA Servicios de Ingeniería SA-Delegación de Valladolid
- Centro de Materiales y Control de Obras SA
- Cenilesa Ingeniería y Calidad SL
- Control de Obras Públicas y Edificación SL (COPE)
- Centro de Control de Calidad de la Junta de Castilla-León. S.T. Fomento de Valladolid

JUNTA DE EXTREMADURA

- Getinsa Payma- Delegación Badajoz
- Elaborex, Calidad en la Construcción SL-Delegación Badajoz
- Instituto Extremeño de Geotecnia S.L.U.

XUNTA DE GALICIA

- EPTISA S.A
- Cye Control y Estudios S.L
- 3C Calidad y Control

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

- Entecsa Rioja SL
- Asistencia Técnica Industrial SAE. Delegación La Rioja
- Laboratorios de Ensayos Técnicos SA
- Laboratorio de obras públicas y edificaciones de la Consejería de Fomento y Política Territorial del Gobierno de La Rioja

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

- Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)
- Euroconsult SA
- Cepasa Ensayos Geotecnicos SA
- Control de estructuras y suelos SA (CONES)
- Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ" (LABINGE)
- Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)
- Laboratorio de control de calidad e ingeniería, SL (LCCI)
- Control de estructuras y geotecnia SL (CEyGE)

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

SACE

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación



CSIC
CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS



- EPTISA Servicios de ingeniería SL-Madrid
- Adamas Control y Geotecnia S.L.L
- Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)
- Esgeyco, S.L.
- Geotecnia y Cimientos, S.A. (GEOCISA)
- Instituto Técnico de control S.A. (ITC)
- Materiales y Hormigones SL (MAHORSA), como Laboratorio de Central de Hormigón Preparado (Madrid)

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

- Laboratorios del Sureste, S.L.
- Centro de Estudios, Investigaciones y Control de Obras, S.L. (CEICO)
- 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.
- Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L
- Laboratorio oficial de Carreteras
- Hormigones Mar Menor S.L., como Laboratorio de Central de Hormigón Preparado (Murcia)

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
- CECTECO (Centro de Control y Técnicas especiales SL)
- Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de Navarra
- Laboratorio Oficial de Control de Calidad- Departamento de Desarrollo Económico del Gobierno de Navarra

GENERALITAT VALENCIANA

- Intercontrol Levante- Delegación de Carlet
- Comaypa, S.A.
- Gandiacontrol, S.L.
- Geotecnia y cimientos, S.A. (GEOCISA)
- LAECO, S.L.
- Levatec Control de Calidad SL

CICE

Comité de infraestructuras para la
Calidad de la Edificación

**CSIC**

CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

**SACE**

Subcomisión Administrativa para la
Calidad de la Edificación

- Consulteco, S.L.
- Getynsa-Paym,a, S.A.U.- Delegación de Quart de Poblet (Valencia)
- Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)
- 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)
- Cantera La Torreta S.A.U, como Laboratorio de Central de Hormigón Preparado (Castellón)

GOBIERNO DEL PAÍS VASCO

- Eptisa Cinsa Ingeniería y Calidad S.A.
- Saiotegi, S.A.
- Gikesa
- Serinko – Euskadi, S.L.
- Euskontrol, S.A.
- Fundación Tecnalia Research and Innovation
- Euroconsult Norte, S.A.
- Aster, S.A