

**INFORME DEL EJERCICIO DE COMPARACIÓN INTERLABORATORIO
(EILA 2018)**

ENSAYOS DE HORMIGÓN

A nivel de central de fabricación:

Central 17

ENSAYOS DE HORMIGÓN.....	1
INTRODUCCION.....	3
1. OBJETIVOS DEL EILA18	3
2. NORMATIVA DE APLICACIÓN.	4
3. HORMIGON: TIPO Y ENSAYOS.....	5
4. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS- TESTIGO Y PROBETAS NORMALIZADAS.....	12
5. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES.....	15
6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS	16
a. ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS. 18	
i. Resultados aportados de las dos determinaciones por código y Central.	18
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (<i>con todo el grupo de valores, antes de descartarlos</i>).....	18
b. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS: PROBETAS 19	
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central.....	19
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (<i>con todo el grupo de valores, antes de descartarlos</i>).....	19
c. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: TESTIGOS . 20	
i. Resultados aportados de las tres determinaciones por código y Central.....	20
ii. Gráficas de las determinaciones individuales de los laboratorios con la media de la Central (<i>con todo el grupo de valores, antes de descartarlos</i>).....	21
iii. Gráficas de dispersión: relación entre resistencias de compresión- PN-Probetas normalizadas y T: Testigos (<i>con todo el grupo de valores, antes de descartarlos</i>).....	21
7. CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE	22
8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS:	24
i. ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS.....	24
ii. . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: Probetas y Testigos	24
9. EVALUACIÓN GLOBAL DE LOS LABORATORIOS PARA LOS ENSAYOS DE HORMIGÓN.....	25
10. AGRADECIMIENTOS	27

INTRODUCCION

1. OBJETIVOS DEL EILA18

El presente EILA 2018 continúa con la labor iniciada en el año 2014, cuando dio comienzo el Plan EILA. Este año supone el quinto y último “Ejercicio InterLaboratorios a nivel nacional (EILA)” del Plan, con él se cierra el primer Plan, cuya duración es quinquenal. Como los cuatro anteriores, sigue una doble finalidad: 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 17025:2017**, que en el apartado 5.9 “Aseguramiento de la calidad de los resultados de ensayo y de calibración” establece que, entre otros, los laboratorios deben participar en comparaciones interlaboratorios 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.

Este ejercicio, como novedad, se ha querido dar un paso más en el **cálculo de la incertidumbre**, a colación de la actualización de la UNE-EN ISO/IEC 17025:2017 que lo hace obligatorio, incluso en las contribuciones que puedan surgir del muestreo y en las calibraciones internas. Para ello, desde el EILA, y para facilitar su cálculo, se han distribuido fichas para aplicar en el ensayo de resistencia a compresión, tanto para especímenes cúbicos como cilíndricos (*probetas y testigos*).

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 a 28 días y apartado 86.3.2 de la Instrucción EHE-08.
- Extracción, examen y ensayo a compresión de testigos de hormigón en estructuras, según la norma **UNE EN 12504-1:2001** (*Anexo I del Protocolo particular de hormigones*)

3. HORMIGÓN: TIPO Y ENSAYOS.

El tipo de hormigón que se establece por Protocolo es un **HA-25/B/20/ IIa**. En este EILA, se hace hincapié con el tamaño máximo nominal del árido, que no debe superar los 20 mm en ningún caso para la extracción posterior de los testigos.

La elección del suministrador de hormigón, siempre que le ha sido posible a la empresa colaboradora ANEFHOP, se ha dispuesto de Sello de Calidad, al objeto de garantizar los requisitos de homogeneidad establecidos en la EHE en vigor. Y cuando no tenía distintivo o cuando la cuba era móvil, en ejercicios anteriores se obligaba, por Protocolo, a realizar los ensayos de homogeneidad conforme a la siguiente Tabla 71.2.4 de la EHE-08, o a presentar los resultados de autocontrol realizados por la propia central, conforme establece el Anejo 19, apartado 4, de la EHE 08. *(Sin embargo como el Anejo 19 de la EHE-08 que obliga a realizarlos cada 6 meses, está anulado por sentencia judicial, para asegurar la amasada del ejercicio de contraste, y teniendo siempre presente que en ningún caso estamos valorando la calidad del material aportado, sino la ejecución de un ensayo; en el EILA18 se mandaron unas recomendaciones en Protocolo indicando a los Coordinadores autonómicos que eligieran un laboratorio de entre los participantes y realizaran, en todos los casos, los ensayos de homogeneidad el día de la toma.)*

Tabla 71.2.4. De la EHE-08. Comprobación de la homogeneidad del hormigón. Deben obtenerse resultados satisfactorios en los dos ensayos del grupo A y en al menos dos de los cuatro del grupo B

Ensayos		(*)
Grupo A	Consistencia (UNE-EN 12350-2:2006)	
	• 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 a 7 días a compresión (% respecto a la media)	7,5 %
Grupo B	Densidad del hormigón (kg/m ³ ; UNE-EN 12350-6:2006)	16 kg/m ³
	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).

Estas modificaciones y controles de calidad han quedado reflejadas en la correspondiente *Acta de Toma de muestras y de Incidencias* suscrita por los coordinadores autonómicos presentes en la toma del hormigón, así como en las *Hojas de suministro de carga* entregadas el mismo día de celebración.

A diferencia del Ejercicio anterior, este año se recogía en Protocolo el uso de bolsas de plástico que envolvieran a las probetas durante su permanencia en la central tras su fabricación: al menos 16 horas y, en general, 24 horas. Y se recomendaban de color claro (*blancas, a ser posible*).

La fabricación de las probetas en el EILA18 se ha concentrado en su mayoría entre los días del 08 al 19 de mayo, pero como hubo centrales que lo hicieron el 22 y 29 de mayo, se iguala en tiempo con el Ejercicio de 2017.

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

Una vez agrupados los resultados por central de fabricación y tras un estudio preliminar de los mismos y el resto de los datos aportados, se obtiene una primera tabla por central: de Medias, Desviación y Coeficientes de Variación, con todos los resultados.

Posteriormente, se hace un segundo análisis, el propiamente Estadístico, y se detectan los valores anómalos y aberrantes, **los cuales serán apartados de la evaluación del desempeño del Zscore y de la tabla definitiva por central de Medias, Desviación y Coeficientes de Variación, así como de los varianzas de repetibilidad y reproducibilidad.** Este cálculo se presenta este año como un segundo documento independiente, y no se adjunta al presente.

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**.

Aplicando los límites de consistencia definidos en la tabla 86.5.2.1 del Artículo 31.5 de la EHE-08, se observa que la consistencia del hormigón fabricado ha sido **mayoritariamente blanda** (la indicada en Protocolo), salvo las centrales 03 y 15 que da una consistencia fluida y la central 09, plástica:

Tabla 86.5.2.1 de la EHE-08. Consistencia definida por su tipo

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

La docilidad del hormigón se valorara determinando su consistencia por medio de dos asentamientos (dos conos) consecutivos, medidos y expresados en milímetros, según el Apartado 8 de la UNE-EN 12350-2, redondeados a los 10 mm más próximos, aun sabiendo que la expresión del asentamiento según la EHE-08 en su artículo 31.5, lo hace en centímetros, y por ello, es la unidad utilizada en las actas de los laboratorios, así como la recogida en los programas informáticos.

En este ensayo, como resultados sospechosos se clasifican aquellos cuyas expresiones no coinciden con el Protocolo, aunque con respecto al año pasado, se comete un **7% menos este error**:

- a nivel nacional, de los 180 participantes hay un 19%, de **valores sospechosos** y en concreto, para esta central, de los **5 participantes**, sucede en el código **71**.

Estos valores serán sombreados en amarillo como “sospechosos” y texto en rojo. Se incluirán en el análisis estadístico sólo en el caso en que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se corregirán.

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 180 laboratorios participantes, el **60,45%** presentan el dato (**15% más que en EILA17**). A nivel de central, el **75%**.

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 Protocolo particular, el tipo de hormigón que debía utilizarse era **HA-25/B/20/IIa** y los laboratorios participantes podían emplear, en lugar de las habituales cilíndricas de 15x30 cm, las probetas cúbicas de 15 cm de arista, siempre que los resultados presentados estuvieran afectados por el correspondiente factor de conversión, según se indica en el apartado 86.3.2 de la EHE-08 y que se detalla a continuación:

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

Tabla 86.3.2.a. Coeficiente de conversión: $\lambda_{cil, cub15}$.

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, de los **194 participantes** que han presentado resultados, han realizado **probetas cilíndricas** un 82,54%, y un 17,46% han sido fabricadas cúbicas, aunque de estas últimas decir que **aumenta su uso un 12% más que en EILA17**.

- Para esta Central, de los **11** laboratorios participantes, el porcentaje de probetas cilíndricas ha sido del **100,0%**.

Es en el mismo apartado del capítulo XVI de la EHE-08, donde 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. Decir que todos los laboratorios cumplen con el recorrido relativo ($\leq 20\%$) **excepto el código 223. Hay un segundo código, el 51 que lo calcula mal y donde dice que es 21,85% debería decir un 18,38 %**. Por consiguiente, el cálculo del recorrido, con sus redondeos, es correcto en **189** laboratorios, **18** los que no presentan el dato y **33** los que lo calculan mal.

Estos últimos se somborean en rosa en las tablas siguientes de resultados [y para esta central es el código 71.](#)

El resultado de las tres determinaciones de la resistencia a compresión a 28 días se expresará en N/mm², conforme la Norma UNE EN 12390-3:2003. Sin embargo, su grado de redondeo al 0,5 N/mm² más cercano, como ya se aclaraba en el Protocolo de hormigón, afecta en el análisis estadístico (Aptdo. 7.3.3.4. de la norma estadística UNE 82009-2:1999) y aumenta el grado de imprecisión de las mediciones obtenidas. Por ello, el **grado de redondeo que se aplica en este Ejercicio EILA18 es el recogido en la Norma UNE EN 12390-3:2009 vigente, con una aproximación de 0,1 N/mm².** Por tanto, los resultados sospechosos en este ensayo son tanto aquellos que no se expresan conforme lo expuesto anteriormente como aquellos que presentan solo dos de las tres determinaciones solicitadas. En esta ocasión, hay un código, el 175 de la central 6, que aporta dos determinaciones y así será evaluado. De los 194 laboratorios no hay más valores sospechosos.

- Para el caso concreto de esta central, para un total de 5 participantes [no hay evidencias destacables.](#)

En las **Cargas Máximas aplicadas a la rotura**, como ya ha sucedido en EILAs anteriores se han detectado resultados expresados en diferentes unidades a las solicitadas en la Ficha de resultados y Protocolo. El error se cree que puede venir de trasladar directamente el valor que el programa informático, vinculado al equipo de medición, aporta sin la revisión del operador para cumplir con el Protocolo. [Sin embargo, en este Ejercicio no se señalan puesto que hay coordinadores autonómicos que proponían que se hubiera modificado éste para que se indicara la carga máxima en Kn, ya que así queda recogido en la norma UNE-EN 12390-3:2003 y además así lo exigen aquellos durante la inspección en las actas de este ensayo.](#)

Respecto al **modo de conservación y tratamiento previo a la rotura** utilizados por los laboratorios mencionar que en este ejercicio a nivel nacional:

- el método del **pulido y el refrentado** se ha repartido **en un 50%**, según los laboratorios que nos lo han indicado. [Para esta central, es de 50,0% pulido y de 50,0% refrentado.](#)
- el método de conservación predominante es el de **cámara húmeda (o curado)**, como se recoge en la Ficha de resultados) con un **83,07%**, con valores similares al de otros ejercicios, aunque aparece en receso poco a poco. [Para esta central es de 75,0 % curado y 25,0% en balsa.](#)

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, pudiendo haber sido el 100%, de los 194 laboratorios, el 82,63% presentan el dato, y para esta central, [con 5 laboratorios, el 80,0%.](#)

Ensayo de extracción, examen y ensayo a compresión de testigos de hormigón en estructuras, según la norma UNE EN 12504-1:2001

El ensayo de “*Extracción, examen y ensayo a compresión de testigos de hormigón en estructuras*” es uno de los **ensayos de información complementaria**, preceptivos por la EHE-08 en su artículo 86.7, que tiene el objeto de estimar la resistencia del hormigón de una parte determinada de la obra, a una cierta edad o tras un curado en condiciones análogas a las de la obra. Además, también se aplica si la Dirección Facultativa decide su empleo en alguna de las siguientes circunstancias:

- cuando existen dudas justificadas sobre la representatividad de los resultados obtenidos en el control experimental a partir de probetas normalizadas de hormigón fresco o
- cuando se hay producido un incumplimiento al aplicar los criterios de aceptación en el caso del control estadístico del hormigón.

En este ejercicio, se toma la decisión de realizarlo por ser uno de los más solicitados por los propios laboratorios.

El ensayo consiste en la rotura de probetas testigo extraídas del hormigón endurecido, y conforme a la EHE-08, en base a la norma **UNE EN 12504-1:2001**.

Cada una de las 16 centrales participantes eligió el modo de extraer los testigos en el Ejercicio EILA18, y salvo la central 10 que lo hizo de tres maneras, cada una decidió lo siguiente:

LOSA O PIEZA PREFABRICADA IN SITU	PROBETAS CUBICAS	PROBETAS CILINDRICAS
Central 01	Central 04	Central 05
Central 02	Central 06	Central 07 (*)
Central 03	Central 08	Central 10
Central 10	Central 10	
Central 11	Central 14 (*)	
Central 12	Central 15 (*)	
Central 13	Central 16 (*)	
Central 17		

(*) Se indica según la mayoría de las probetas fabricadas, pues hay una minoría que lo ha hecho con el segundo tipo de probeta

De conformidad con el citado Protocolo, los laboratorios participantes debían obtener tres testigos de $\varnothing$ 75 mm, salvo en el caso de que se extrajeran de losas o piezas prefabricadas, que podían ser también de $\varnothing$ 100 mm. Sólo la central 01 y la 13 han utilizado este último diámetro.

Respecto al **tratamiento de las caras, previo a la rotura**, el Anexo del Protocolo establecía que se tallarían y refrentarían/ pulirían aquellos testigos que se extrajeran de losas o probetas cilíndricas, pero no así de probetas cúbicas que además, a diferencia del resto, se pedía extraer en el sentido perpendicular al hormigonado puesto que la pieza lo permitía. Se observa que no siempre que se ha tallado se ha dado un tratamiento a su superficie o al contrario, otras en las que no se ha tallado, se les ha dado tratamiento.

La esbeltez (E), después de tallado si lo hubiere, no debía ser inferior a 2 para no aplicar el factor de corrección correspondiente, pero se evidencian casos en los que no se cumple. Lo que podemos confirmar es que si la actuación de tallado no se ha tenido en cuenta a la hora de extraer el testigo, esta ha influido en la esbeltez final. **En esta central los códigos 33, 39 y 84 superan este valor, con E=2,1. Lo que no justifica que el código 84 tenga los valores de resistencia más altos del grupo.**

Por otra parte, se observa además que trece códigos no la calcularon bien y daban el valor de 1: (central 01: 033 y 99); (central 03: 234); (central 08: 038 y 095); (central 11: 026 y 091); (central 13: 215); (central 14: 109 y 111); (central 15: 213); (central 16: 101 y 135). Sin embargo, recalculada la esbeltez con los datos aportados de longitud y diámetro medio, los que no cumplen la esbeltez por estar debajo de 2 se reduce. Son los siguientes siete códigos y dará lugar a una **No Conformidad** por este motivo: (central 03: 42); (central 04: 74); (central 10: 12); (central 11: 26 y 179); (central 14: 143) y **(central 17: 71).**

También se ha estudiado la geometría de los testigos extraídos y algunos **no tienen la planeidad, perpendicularidad y/o rectitud** adecuadas para que la carga aplicada se reparta bien. **En esta central está el código 71 y el código 39 indica que hay defectos visibles en los testigos aunque no indica de qué tipo y el código 82 no aporta suficientes datos para conocer los testigos fabricados.**

En Protocolo también se establecía que el testigo, una vez extraído, **debía conservarse al menos 7 días en balsa (saturadas en agua)** y se observa que hay códigos que no lo han hecho así. En las tablas de datos adjunta se sombrearían en rojo. En algunos casos, han sumado los 28 días de curado del elemento fabricado en hormigón in situ, del cual se ha extraído el/los testigo/s, lo que daría un total de 35 días. **Tras la rotura del mismo, si esta no había sido satisfactoria, se pedía indicar la letra de tipo de rotura que más se asemejaba según apartado 6.3 de la norma UNE EN 12390-3:2001, pero de los tres laboratorios que les sucede en alguno de sus tres testigos, ninguno lo indica: (central 10:032), (central 14: 116), (central 15: 203).**

Mención especial al cálculo de la incertidumbre que en este ensayo, de los 137 laboratorios, el 74,45% presentan el dato, y para esta central, **con 5 laboratorios, el 60%.**

4. RELACIÓN ENTRE LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE PROBETAS- TESTIGO Y PROBETAS NORMALIZADAS

Los criterios relativos a la Resistencia a compresión de un hormigón obtenida sobre especímenes NORMALIZADOS y EXTRAIDOS (TESTIGOS) han sido expuestos y tratados por diversos autores en varias de sus obras (*Fernández Cánovas, Addis, Neville*) y recomendaciones (American Concrete Institute, ACI 301-804, CSTR N°11), pretendemos aquí concatenar todos ellos y exponer de forma sucinta los fenómenos que los implican, con los datos aportados en ambos casos en el EILA18.

Con el objetivo de contrastar la relación resultante del ejercicio entre la resistencia a compresión de la probeta normalizada y del testigo extraído, partiremos de la hipótesis de que el hormigón con el que se fabricaron las probetas normalizadas y las piezas, bien otras probetas o losas, es el mismo.

Pondremos en relación los factores de corrección que se aplican, como norma generalizada y los que se obtienen, en particular, para este EILA18.

FACTORES DE CORRECCIÓN:

- El factor **por condiciones de ejecución** es favorable para las probetas normalizadas que se fabrican con un procedimiento establecido, donde se indica cómo hacerlas, la vibración con un número de golpes, su homogeneidad o su curado... frente a la extracción de hormigón colocado en obra. La Comisión Permanente del Hormigón recomienda exigir a los testigos un 90% de la Resistencia de las probetas normalizadas. El profesor M.F.Cánovas lo relaciona también con la resistencia del hormigón implicado y establece que para un HA20 el factor es 1,05 y para un HA30, es 1,15. En el EILA18, el tipo de hormigón es un HA25, aunque el contenido de cemento oscila entre los 275 a los 340, interpolando, correspondería a un valor de $F_1: 1,1$.
- El factor **por condiciones intrínsecas** al testigo es:
 - favorable, por su efecto pared: la acumulación de pasta y mortero de cemento entre las paredes del molde y el esqueleto pétreo de las probetas normalizadas hace que éstas se debiliten en estas zonas.
 - negativo por:
 - microfisuración en el proceso de extracción
 - condiciones de contorno en el perímetro de la pieza de la que se extrae el testigo, debido a la sonda de extracción
 - la relación entre el diámetro del testigo y tamaño máximo nominal del árido. Se acepta en general que la relación entre el tamaño máximo del árido y el diámetro del testigo debe ser mayor que 3 para poder considerar los resultados fiables.

Por todo lo expuesto, se establecía por Protocolo que el tamaño del árido no superara los 20 mm, el diámetro del testigo no fuera inferior a dos veces el tamaño del árido (para $\varnothing 75 > 3 \cdot 20 \text{ mm}$) y la extracción estuviera centrada en el caso de probetas y separada al menos un diámetro entre los testigos y de los bordes de la pieza (recomendable dos $\varnothing$), en el caso de losas.

En algunas normas y en la obra de M.F. Cánovas, atenuadas al máximo las influencias descritas, se acepta la recomendación de que la Resistencia a compresión de los testigos es del orden del 10% al 15% menor que la obtenida en la probeta normalizada. Como media de ambos valores límite, se aplica un $F_2 = 1,125$.

- El **factor por esbeltez** en el testigo produce:
 - o efecto de pandeo: a más esbeltez, más baja es la resistencia a compresión.
 - o efecto zunchado: el confinamiento de las cabezas del testigo entre los platos de prensa a mayor esbeltez produce un tipo de rotura cónica.
 - o efecto volumen: a mayor volumen, mayor heterogeneidad y preponderan zonas débiles.

En este ejercicio, puesto que la Resistencia a compresión de referencia es la obtenida en probetas normalizadas de 150 mm de diámetro y 300 mm de altura, para un testigo con esbeltez= 2 con dimensiones de 75 x 150 mm (ó 100 x 200 mm), el factor de corrección tiene un valor medio de $F_4 = 0,97$.

- El **factor por edad de conservación del hormigón** obliga a no extraer el testigo sobre hormigones de edad inferior a 14 días. Lo normalizado es a los 28 días para no aplicar factor de corrección. En el EILA18, es la fecha de extracción, una vez que las piezas están curadas.
- El **factor por estado de saturación** se refiere a que a mayor grado de saturación, menor resistencia a compresión. El agua infiltrada en el espécimen puede actuar como lubricante interno, minorando así la resistencia a compresión. Además al ser absorbida por los geles de cemento parece ser que los debilita disminuyendo las fuerzas de cohesión entre las partículas sólidas. Como la probeta normalizada se ensaya saturada al salir de la cámara o balsa, el factor de corrección para testigos que han estado sumergidos en balsa 7 días, es decir, en estado SATURADO también, es la unidad.

Recordar que en el Anexo I del Protocolo se establecía que los testigos debían estar sumergidos en balsa 7 días, y por consiguiente, tras 28+7 días, realizarles el ensayo de resistencia a compresión. Los pesos solicitados en la ficha de resultados pretendían conocer el grado de saturación, (*la masa del testigo extraído*, debía ser la pesada después de tallado y antes de sumergir, para poder comparar con *la masa saturada del testigo después de conservarse en balsa* y de este modo, con la densidad, calcular el volumen) pero viendo los datos aportados no parecen relacionables con estos conceptos, pues en muchos de los casos o son el mismo valor o son superiores antes de su conservación. No podemos ser concluyentes.

- Existen otros factores que también influyen en la Resistencia de un testigo, como son: **la existencia de armaduras, la profundidad de la extracción o la dirección de ésta en relación con la del vertido en el hormigonado**. En el EILA18, estos factores **se han querido evitar**: no se han colocado armaduras en las losas realizadas para sacar luego el testigo (excepto centrales 02 y 03), los espesores de todas las piezas han sido en torno los 20 cm (losas) y 30 cm (probetas cilíndricas) y por similitud de ejecución y para poder comparar los testigos (t) con las probetas normalizadas (PN), la extracción se ha establecido en sentido paralelo a la dirección del hormigonado en la mayoría de los casos. Hay que tener en cuenta que la resistencia de testigos extraídos en la dirección del hormigonado es del orden de entre un 5% y un 8% superior a la de los extraídos en dirección horizontal.

Como conclusión, el factor medio de corrección para este ejercicio, en base a las premisas adoptadas por Protocolo y todo lo expuesto en este apartado, será el producto de todos los parciales antes citados:

$$Rc (PN) = F1 * F2 * F3 * F4 * Rc (T) = 1.1 * 1.125 * 0.97 * Rc (T) = 1,20 * Rc (T)$$

Una vez que la teoría nos lleva a este valor, la práctica en cada una de las centrales participantes en el Ejercicio ha sido la siguiente:

Central	PN probetas RcX _{me} (N/mm ²)	Cono Abrams X _{me} (mm)	RcPN/RcT	T testigos RcX _{me} (N/mm ²)	CEMENTO	A/C	DIAMETRO	Pieza de extracción
Central 01	46.54	86.5	1.17	39.71	287.00	0.51	100	LOSA
Central 02	28.98	56.6	1.26	23.01	330.00	0.58	75	LOSA
Central 03	35.77	119.5	1.20	29.80	340.00	0.56	75	LOSA
Central 04	44.00	38.9	1.08	40.70	285.00	0.60	75	P.CUBICAS
Central 05	34.99	87.3	1.10	31.85	298.00	0.38	75	P.CILINDRICAS
Central 06	40.47	75.4	1.11	36.48	284.00	0.53	75	P.CUBICAS
Central 07	35.76	86.8	1.02	34.91	280.00	0.56	75	CILINDRICA-2 CUB
Central 08	38.50	70.9	1.04	36.93	277.00	0.59	75	P.CUBICAS
Central 10	31.36	92.1	1.06	29.68	275.00	0.60	75 y 100	p.cilindrica y cub.
Central 10	28.67	75.8	0.99	29.04	304.00	varia	75	losa
Central 10	29.99	88.3	0.99	30.27	318.00	0.53	75	losa
Central 11	33.38	87.7	1.15	29.11	290.00	0.52	75	LOSA
Central 12	31.47	83.5	1.05	29.83	282.00	0.60	75	LOSA
Central 13	29.65	70.8	1.16	25.52	300.00	0.53	100	LOSA
Central 14	31.13	94.5	1.08	28.79	276.00	0.53	75	P.CUBICAS-1 CIL
Central 15	33.78	137.4	1.07	31.56	275.00	0.60	75	P.CUBICAS-P.CIL
Central 16	35.49	65.1	1.07	33.19	300.00	0.52	75	CUBICA-2 CILIN-1 PREF
Central 17	28.49	55.0	1.03	27.68	325.00	0.46	75	LOSA

Valor máximo

Valor mínimo

5. LABORATORIOS DE ENSAYO PARTICIPANTES

En el presente informe EILA 18 de hormigones, han participado un total 17 Comunidades Autónomas, 19 centrales de fabricación de hormigón y 194 laboratorios de ensayo. En la siguiente tabla se muestra el número exacto de laboratorios por Comunidad Autónoma.

Tabla 4.1. Laboratorios declarados participantes, por Comunidad Autónoma.

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios Participantes
Andalucía	27
Aragón	10
Asturias	07
Cantabria	05
Castilla- La Mancha	12
Castilla- León	09
Cataluña	14
Comunidad de Madrid	18
Comunidad de Valencia	19
Extremadura	03
Galicia	05
Islas Baleares	09
Islas Canarias	22
La Rioja	03
Murcia	10
Navarra	08
País Vasco	09

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

Tabla 4.2. Laboratorios participantes sin declaración responsable

Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios	Comunidad Autónoma	Nº de Laboratorios
Asturias	04	Valencia	03
Cataluña	01	Navarra	01
Cantabria	01	Murcia	02
Castilla y León	01	Madrid	01
Islas Baleares	02	País Vasco	01

6. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS APORTADOS

1. El primer paso es un estudio preliminar (pre-estadístico) de todos los datos aportados por los laboratorios participantes, volcados de las fichas de resultados, elaboradas ex profeso para cada ensayo. En este punto, el análisis preliminar marca aquellos **valores sospechosos** que puedan explicarse como un “error técnico humano” y se filtran los **valores descartados** por la incorrecta ejecución de la norma. Para ello, se investiga si el resultado se ha debido a un descuido de transcripción, o por no fijarse en la expresión de las unidades que se estaba pidiendo o por situar el valor en la celda equivocada. Si es así, el resultado se considera *sospechoso*, se sombrea en amarillo en el volcado de datos y se reemplaza por el valor correcto para su análisis estadístico.

Seguidamente, en caso de existir, se aplicará de forma generalizada la fórmula de verificación del **criterio de validación** que la propia norma de ensayo establece. Si no cumple la validación, el resultado será *descartado* y se sombrea en rojo (sea el caso, por ejemplo, del recorrido relativo según la EHE08).

2. Una vez que los datos se han revisado, se realiza el Análisis, estadístico, donde ya se han eliminado aquellas mediciones que no cumplen la norma (“*los descartados*”) y se han corregido los valores “sospechosos”. De este primer análisis conocemos:

- El número mínimo de laboratorios participantes que se aceptan en el Plan EILA debe ser $p \geq 3$. *Bien es cierto que en la norma UNE 82009-1:1999 en su Artículo 6.3.4 se recoge que, estas estimaciones de las desviaciones de repetibilidad y de reproducibilidad podrían diferir de forma sustancial de sus valores verdaderos si sólo toman parte del contraste un pequeño número de laboratorios ($p=5$). Lo recomendable es un valor de p entre 8 y 15.*
- El número mínimo de réplicas en el interior de cada laboratorio para la misma muestra debe ser $n \geq 2$.

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

- **Técnica gráfica de consistencia**, utilizando dos estadísticos determinados: interlaboratorios (h) e intralaboratorios (k) **de Mandel**.
- **Ensayos de detección de resultados numéricos aberrantes**: ensayos de variabilidad que se aplican solo en aquellos resultados donde el ensayo Mandel haya conducido a la sospecha:
 - **Ensayo de Cochran (C)**: verifica el mayor valor de un conjunto de desviaciones típicas, siendo ello un test unilateral de valores aberrantes y

- **Ensayo de Grubbs (G):** verifica la desviación estándar de todas las medias, eliminando de todo el rango de distribución de valores la/s media/s más alta/s y más baja/s, según si es el Simple Grubbs o el Doble Grubbs.

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

3. Una vez descartados los valores rechazados, se determina la repetibilidad y reproducibilidad del ensayo por central para conocer las dispersiones de los resultados, **en base al promedio de las varianzas** o también conocido como METODO ANOVA (siglas de analysis of variance) recogido en la norma ISO 17025. Para ello, se parte de la desviación típica de repetibilidad σ_r (%), a partir de las determinaciones individuales del laboratorio, y se calcula el límite de repetibilidad. Y la desviación típica intralaboratorios s_R (%), a partir de la diferencia entre el valor medio del laboratorio con la media de todo el grupo de distribución de la central, descartados los valores anómalos/ aberrantes.

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

Si $r (\%) > R (\%)$, las posibles causas pueden ser entre otras: el instrumento necesita mantenimiento, el equipo requiere ser calibrado, el montaje o la ubicación donde se efectúan las mediciones necesita ser mejorado o existe una variabilidad excesiva entre las dos medidas hechas en un mismo laboratorio.

Si $R (\%) > r (\%)$, las posibles causas pueden ser entre otras: el operador necesita más formación y/o mejor entrenamiento en cómo utilizar y cómo leer el instrumento, o no se han mantenido las condiciones de reproducibilidad (ambientales y/o de montaje del equipo).

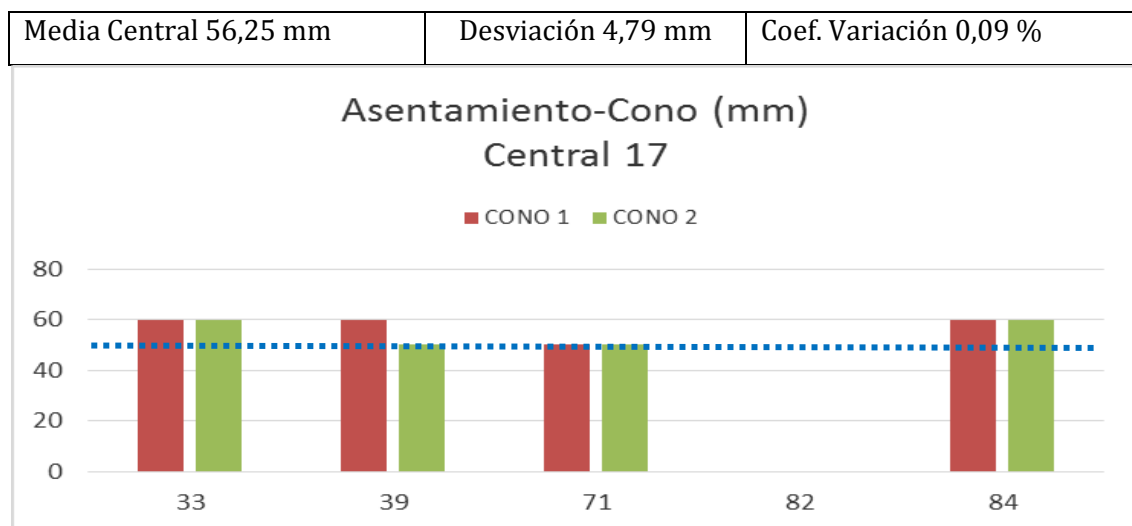
a. ANÁLISIS PRELIMINAR RESULTADOS ASENTAMIENTO DEL HORMIGON. CONO DE ABRAMS.

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

CONSERV.	GEOMET.	REFRENT.	CONO ABRAHMS (mm)					INCERTID
			Central	LAB	X ₁	X ₂	X _{Me}	
		66,67%	Central 17					55,0
Balsa	Cilíndricas	Refrentad	Central 17	33	60	60	60	5
Curado	Cilíndricas	Refrentad	Central 17	39	60	50	60	6
Curado	Cilíndricas	Pulido	Central 17	71	50	50	5	14
			Central 17	82				
Curado	Cilíndricas	Pulido	Central 17	84	60	60	60,0	

Valores aportados cuya expresión de las unidades no coincide con el Protocolo. (Valores sospechosos)

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



b. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESION A 28 DIAS:

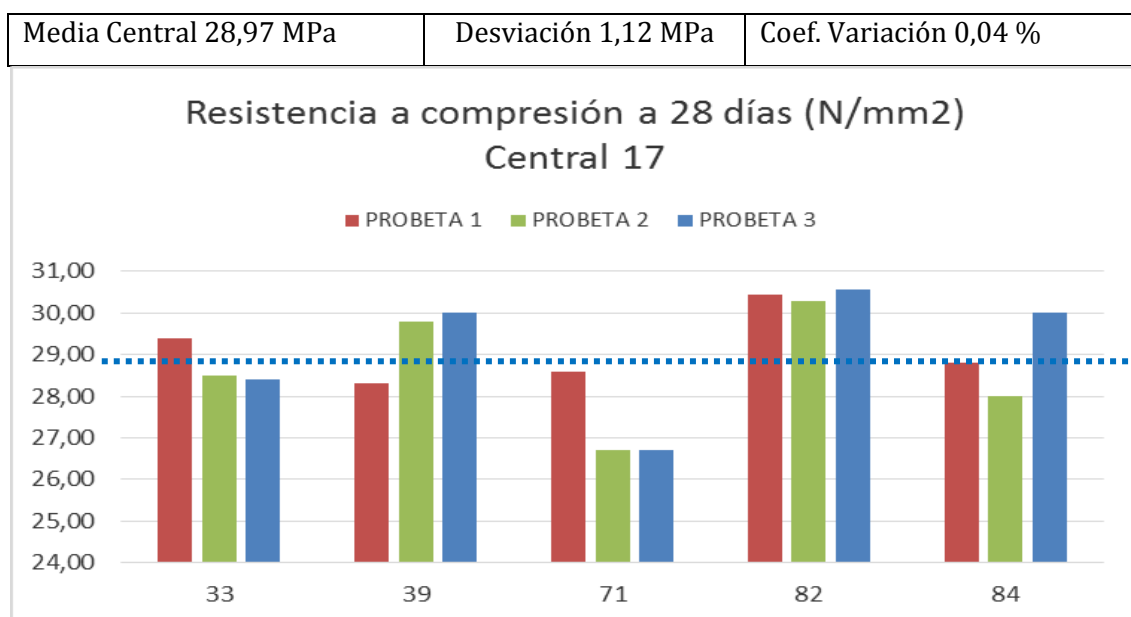
PROBETAS

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

RESISTENCIA A COMPRESION (N/mm ²)						RECORRIDO ≤20%		INCERTIDUMBRE		CONSERV.	GEOMET.	REFRENT.
Central	LAB	X ₁	X ₂	X ₃	X _{Me}	Calculada	Aportada	Aportada	Sg.Ficha			
Central 17					28,49			80,00%				66,67%
Central 17	33	29,40	28,50	28,40	28,80	3,48%	3,47	0,5		Balsa	Cilíndricas	Refrentad
Central 17	39	28,30	29,80	30,00	29,40	5,79%	5,67	3,4		Curado	Cilíndricas	Refrentad
Central 17	71	28,60	26,70	26,70	27,30	6,95%	2,30	4		Curado	Cilíndricas	Pulido
									1 medida de cada probeta			
Central 17	82	30,44	30,28	30,56	30,43	0,92%						
Central 17	84	28,80	28,00	30,00	28,90	6,91%	6,90	0,36	0,183	Curado	Cilíndricas	Pulido

- Valores aportados cuya expresión de las unidades no coincide con el Protocolo (valores sospechosos)
- Valor del laboratorio que difiere de lo calculado según otros datos aportados.
- Valor en el que se observa posibles evidencias de No Conformidad.

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



C. ANALISIS PRELIMINAR RESULTADOS RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS:

TESTIGOS

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

RESISTENCIA A COMPRESION TESTIGOS(N/mm2)						Aportada	Ficha		
Central	LAB	X ₁	X ₂	X ₃	RcX _{Me}	INCERTIDUMBRE		Se tallan	Tratamiento previo
Central 17					27,68			LOSA	
Central 17	33	27,20	27,90	27,40	27,50	0,50		SI	Si, con refrentado
Central 17	39	27,30	27,60	26,40	27,10	6,00		SI	Si, con refrentado
Central 17	71	25,17	31,18	29,01	28,45			SI	Si, con refrentado
Central 17	82	28,18	27,77	29,01	28,32		ERROR		
Central 17	84	29,76	29,69	28,06	29,17	0,36		SI	Si, con refrentado



Valores sospechosos



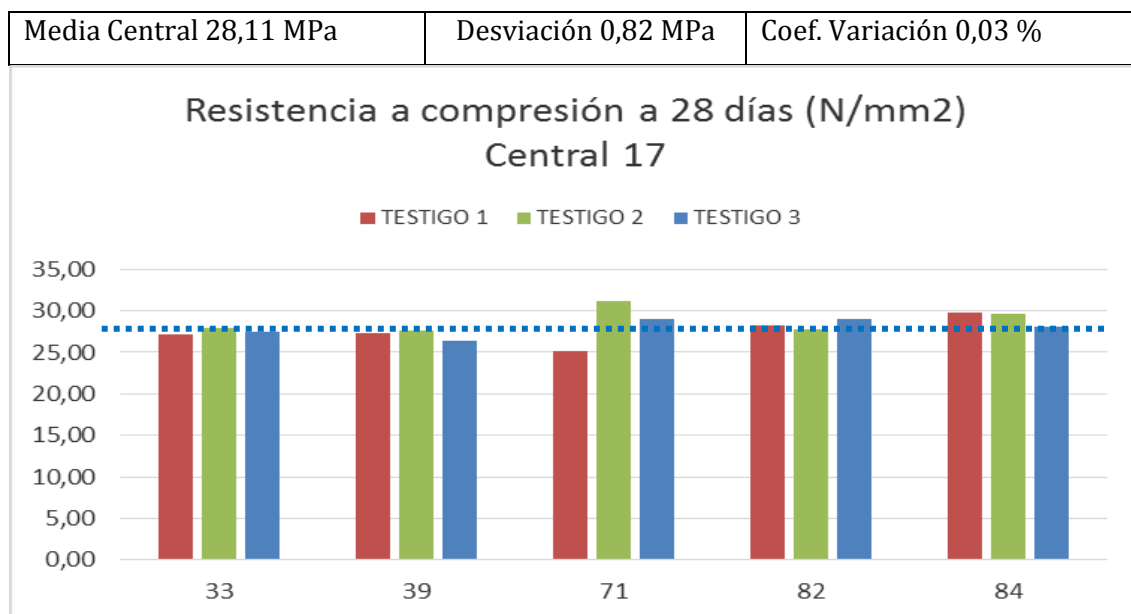
Valor con posibles evidencias de No Conformidad por no cumplir Protocolo (p.ej: Esbeltez).



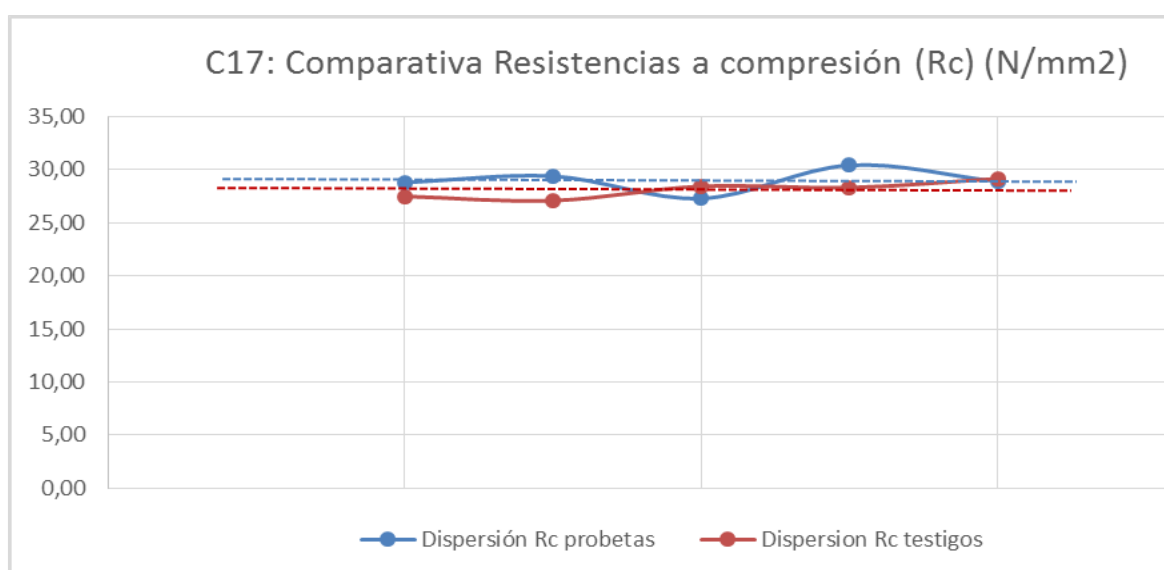
Dato destacado por su posible influencia en el resultado analizado (p.ej: Defectos visibles).

RESISTENCIA A COMPRESION TESTIGOS			Testigos DIAMETRO	DATOS DE FABRICACIÓN DE TESTIGOS (N/mm2)								
Central	LAB	RcX _{Me}		Se tallan	Tratamiento previo	Esbeltez calculada	Días en balsa	Planeidad	perpendicularidad	Rectitud	Defectos	
Central 17		27,68	75	LOSA								
Central 17	33	27,50		74,00	SI	Si, con refrentado	2,1	7	SI	SI	SI	NO
Central 17	39	27,10		74,30	SI	Si, con refrentado	2,1	7	SI	SI	SI	SI
Central 17	71	28,45		74,30	SI	Si, con refrentado	1,9	7	SI	SI	NO	NO
Central 17	82	28,32										
Central 17	84	29,17		74,58	SI	Si, con refrentado	2,1	7	SI	SI	SI	NO

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



- iii. Gráficas de dispersión: relación entre resistencias de compresión- PN-Probetas normalizadas y T: Testigos (con todo el grupo de valores, antes de descartarlos)



Los códigos 71 y 84 tienen una resistencia en probeta menor que la del testigo extraído de la misma, evidencia una posible **No Conformidad de ejecución del ensayo**.
El código 82 aporta incompleta la ficha de este ensayo y no se puede analizar como el resto del grupo.

7. CALCULO DE LA INCERTIDUMBRE

Este año se ha lanzado por primera vez en el EILA, una ficha de cálculo para la incertidumbre en el ensayo de la resistencia a compresión del hormigón. Sin embargo, su uso ha sido un 56,70% de los 194 participantes.

Creemos que parte de este hecho se ha debido a que ha habido dificultades con la propia ficha porque daba errores, bien de cálculo cuando dividía el valor de los grados de libertad y éste era infinito (DIV_i) o cuando el programa con el que lo abrían los laboratorios deshabilitaba los desplegables que esta contiene, impidiendo en muchos casos elegir el factor de cobertura “k” en la última hoja de resultados globales (se proponía elegir 95 ó 95,45) o la escala de medida del pie de rey utilizaba comas en vez de puntos. Aunque se distribuyeron siguientes versiones arreglando estas situaciones entendemos la confusión y la situación de que en algunos casos no se hayan subsanado. Aun así aquellos que lo mandaron se han arreglado sus fichas y se han podido obtener sus incertidumbres (como puede verse en la tabla de datos del apartado C (pag.20. columna sombreada en verde y textos más oscuros). **No siendo posible, con los códigos 12 (c10), 227 (c13) y 82 (c17) que no tomaron 6 medidas en ningún caso en al menos una de las probetas.**

Por otra parte, ha servido para detectar laboratorios que utilizan una cinta métrica o regla metálica en vez de un pie de rey para medir. Lo cual no son equipos adecuados para ello. **Los códigos 197 de la central 15 y el código 16 de la central 10.**

Recordando a grandes rasgos la teoría que la Escuela Técnica de Ingeniería y Diseño Industrial nos enseñó en la jornada del EILA17, damos traslado de los parámetros tenidos en cuenta para su cálculo. Aquellos laboratorios que han presentado sus propios datos de la incertidumbre (80, 93 %), no son comparables puesto que no siempre son valores superiores o inferiores a la de cálculo aportada por el EILA. Entendemos que ha podido utilizar otras variables.

Información sobre funciones modelo empleadas en el cálculo de incertidumbres del ensayo de resistencia a compresión de probetas de hormigón:

Como bien dice la norma UNE-EN 12390-3: 2009, sobre *Ensayos de hormigón endurecido. Parte 3: Determinación de la resistencia a compresión de probetas*, la resistencia a compresión se calcula con la siguiente fórmula:

$$\sigma = F/A_c \quad \bullet \sigma: \text{es la resistencia a compresión en MPa (N/mm}^2\text{)}.$$

• **F**: es la carga máxima de rotura en N.

• **AC**: es el área transversal de la probeta sobre la que actúa la fuerza de compresión, calculada a partir de las dimensiones normalizadas de la probeta en mm².

Y para calcular la incertidumbre, las fuentes a tener en cuenta son:

- **La máquina de ensayo:**
 - Error de las lecturas, por división de Escala y de cero.
 - Velocidad de Carga y rigidez de la máquina de ensayo que deberá mantenerse dentro de las especificaciones
 - Excentricidad de las probetas
- **Los equipos de medida dimensionales:**
 - Error y repetibilidad de las lecturas, por división de Escala y de Abbe

- Temperatura de operación, que deberá mantenerse dentro de las especificaciones
- **La propia probeta fabricada:**
 - Humedad, rugosidad y perpendicularidad de las superficies, que deberá mantenerse dentro de las especificaciones de la norma.
 - Dimensiones de la probeta, que se medirá repetidamente en al menos tres puntos distintos de la misma probeta.
 - Falta de homogeneidad entre muestras, por lo que se medirán todas las probetas fabricadas.

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



8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS:

- i. ASENTAMIENTO DEL HORMIGÓN. CONO DE ABRAMS**
- ii. . RESISTENCIA A COMPRESIÓN A 28 DIAS: PROBETAS Y TESTIGOS**

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

Se recoge en las siguientes tablas la evaluación global de los resultados tanto para el ensayo de Resistencia a compresión a 28 días como para el ensayo del Cono de Abrams, 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 (que se adjunta como Anexo a este informe), **a nivel de central de fabricación**.

Tabla 10.1. Evaluación global a nivel de Central 17

Código Laboratorio	Cono de Abrams	Resistencia a compresión a 28 días (PROBETAS)	Resistencia a compresión a 28 días (TESTIGOS)
033	S	S	S
039	AB	S	S
071	AN	S- AT.LEVE	AB-NC
082	-	S- AT. LEVE	S
084	S	S	S-NC

Resultado satisfactorio (S); Resultado dudoso (D); Resultado insatisfactorio (I); Aberrante (AB); Anómalo (AN); Descartado (DES); (-) no participa.

En base al diagrama de Cajas y bigotes que se adjunta en el informe estadístico, los códigos que recogen las siglas de “AT. LEVE” son atípicos leves. Son valores (máximo o mínimo) que superan la longitud límite de los bigotes ($1,5 \times \text{Recorrido intercuartil o longitud de la caja (RIC)}$) y se identificarán individualmente. Si este valor, superase en 3 veces el RIC, sería un valor extremadamente atípico. Y se expresan como a continuación se indica:

- Los **valores atípicos (AT.LEVE)**: $\text{Lim inf} = Q1 - (1,5 \times \text{RIC})$ y $\text{Lim sup} = Q3 + (1,5 \times \text{RIC})$
- Los **valores extremadamente atípicos (AT.EXT)** son aquellos valores atípicos que superan el doble del valor anterior: $\text{Lim inf} = Q1 - 3(\text{RIC})$ y $\text{Lim sup} = Q3 + 3(\text{RIC})$

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

Central C17

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

Asentamiento _(sin descartar)	Media Central 56,25 mm	Desviación 4,79 mm	Coef. Variación 0,09 %
Resistencia 28 días <i>Probetas</i>	Media Central 28,97 MPa	Desviación 1,12MPa	Coef. Variación 0,04 %
Resistencia a 28 días <i>Testigos</i>	Media Central 28,02 MPa	Desviación 0,92MPa	Coef. Variación 0,03 %

REPETIBILIDAD- REPRODUCIBILIDAD (descartados valores aberrantes/anómalos)

ENSAYOS	REPETIBILIDAD		INTERLABORATORIOS	REPRODUCIBILIDAD	
		r			R
Asentamiento _(sin descartar)	3,535	9,800	4,082	5,400	14,970
Ref. UNE 12350-2	S_r=4,1 mm	11,00 mm	S_L(mm)	S_R=8,0 mm	22 mm
Resistencia a 28 días <i>Probetas</i>	0,82	7,97	0,953	1,26	12,15
Ref. UNE 12350	Y_r= 2,9%	8,0%	Y_L(%)	Y_R= 4,1%	11,7%
Resistencia a 28 días <i>Testigos</i>	1,49	14.85	0,664	1,33	13,25

NOTA _(sin descartar): *En el ensayo de asentamiento, no se dan valores de desviación y variación de la central después del descarte pues no alcanza el número mínimo de laboratorios (≥ 3).*

Nota: los valores de repetibilidad y reproducibilidad en los informes estadísticos del ensayo de asentamiento, complementarios al presente, están elevados al cuadrado con respecto a los que aquí figuran.

NOTA ACLARATORIA SOBRE LOS DATOS DE PRECISIÓN RECOGIDOS EN LAS NORMAS DE ENSAYO:

En el ensayo de asentamiento, los valores que vienen en la norma son de desviaciones de repetibilidad (S_r) y reproducibilidad (S_R), así como del límite de repetibilidad ($r=2,8 S_r$) y del límite de Reproducibilidad ($R=2,8 S_R$) para dos resultados que es nuestro caso. Por tanto, todos estos parámetros para este ensayo, no son varianzas sino desviaciones expresadas en milímetros (mm).

Sin embargo, para el ensayo de resistencia, los valores que vienen en la norma son coeficientes de repetibilidad (Y_r) y reproducibilidad (Y_R), así como del límite de repetibilidad ($r=2,8 Y_r$) y del límite de Reproducibilidad ($R=2,8 Y_R$) para tres probetas, que es nuestro caso. Por tanto, todos estos parámetros para este ensayo, se expresan en tanto por ciento como coeficientes de variación que son.

Detectado este error en los valores del ensayo de resistencia, aquí se recogen corregidos, descartando los que figuran en los análisis estadísticos.

10. AGRADECIMIENTOS

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

COORDINADORES GENERALES

Emilio Meseguer Peña

Victoria de los Ángeles Viedma Peláez

COORDINADORES AUTONÓMICOS

Miguel Ángel

Santos Amaya

Junta de Andalucía



Antonio

Herencia Ruíz

Junta de Andalucía



Ana Rico Oliván

Gobierno de Aragón



Juan Carlos Cortina Villar

Principado de Asturias



Ana Carolina Álvarez
Cañete

Principado de Asturias



Yolanda Garvía Blázquez

Govern de les Illes Balears



Inmaculada
Fuente

Alcolecha

Govern de les Illes Balears



Javier Jubera Pérez.

Gobierno de Canarias



Enrique Alonso Moreno	Comunidad Autónoma de Cantabria	
Joan Teixidó Vidal	Generalitat de Catalunya	
Marta Iniesto Alba	Junta de Comunidades de Castilla – La Mancha	
Felícísimo Garzón Herrera	Junta de Castilla y León	
José Ángel Rena Sánchez	Junta de Extremadura	
M ^a José Paniagua Mateos	Xunta de Galicia	
Israel López García	Comunidad Autónoma de La Rioja	
Salud García López	Comunidad Autónoma de Madrid	
Antonio Azcona Sanz	Comunidad Autónoma de Madrid	
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	

Lourdes González Garrido Gobierno Vasco



Alberto Apaolaza Sáez de
Viteri Gobierno Vasco



Ane Hernández Perez de
Guereñu Gobierno Vasco



ORGANIZACIÓN Y GESTIÓN PROGRAMA ESPECÍFICO EILA HORMIGONES 2018

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



CENTRALES DE HORMIGÓN COLABORADORAS

- | | |
|--|-------------------------------------|
| • HORMISSA, HORMIGONES DEL SURESTE S.A. | Murcia |
| • INTEDHOR S.L. | Alcázar de San Juan (Ciudad Real) |
| • AUXILIAR IBERICA, SA | Palma de Mallorca |
| • HORMIRAPIT, SA | Alaior (Menorca) |
| • SUMINISTROS IBIZA DE INVERSIONES Y CORPORACIÓN, SL | Ibiza |
| • AIZKIBEL S.A. | Urnieta (Guipuzcoa) |
| • HORMIGONES ARGÁ, S.A. | Orcóyen (Navarra) |
| • HORMIGONES ZARZUELA | Valladolid |
| • HORMIGONES GIRAL | Garrapinillos (Zaragoza) |
| • VOTARANTIM PREBETONG SUR | San Jerónimo (Sevilla) |
| • HOPRESOL, S.R.L. | Juncaril (Granada) |
| • NOGALES CARRILLO S.L. | Puebla de la Calzada (Badajoz) |
| • PREBETONG HORMIGONES S.A. | Arteixo(A Coruña) |
| • DEVASA | San Pedro de las Baheras (Asturias) |
| • CEMEX | Sant Just Desvern (Barcelona) |
| • HORMIGONES HORMICRUZ | Pinto (Madrid) |
| • HORMIGONES CARLET S.A. | Carlet (Comunidad valenciana) |
| • HORMISOL CANARIAS S.L. | Las Torres (Las Palmas de G.C.) |
| • PREBETONG HORMIGONES S.A. | Las Galletas (Tenerife) |

ELABORACIÓN PROTOCOLOS Y GESTIÓN DE LAS FICHAS. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

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

LABORATORIOS PARTICIPANTES POR COMUNIDADES AUTÓNOMAS EN EILA 2018

JUNTA DE ANDALUCÍA

1. Laensa, S.R.L.	AND-L-002
2. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) – Córdoba	AND-L-003
3. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) – Jaén	AND-L-013
4. Centro De Estudio De Materiales Y Control De Obra S.A. (CEMOSA) – Málaga	AND-L-018
5. Geolen Ingenieria S.L.	AND-L-020
6. Cemalsa Expertos en Calidad, S.L.	AND-L-044
7. Sergeyco Andalucia, S.L.	AND-L-046
8. Labson, Geotecnia y Sondeos, S.L.	AND-L-054
9. Geotécnica Del Sur, S.A.	AND-L-059
10. Centro De Estudio De Materiales y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Sevilla	AND-L-074
11. Centro De Estudio De Materiales y Control De Obra S.A. (CEMOSA) - Granada	AND-L-076
12. Laboratorio Tcal S.L.	AND-L-108
13. Ingeniería, Análisis Y Control de Calidad S.C.A.	AND-L-120
14. Songea, Laboratorio de Construcción y Obra Civil S.L.	AND-L-124
15. Control De Calidad Cádiz S.L.L.	AND-L-125
16. Laboratorios de Tecnología Estructural S.L. - Granada	AND-L-149
17. Elabora, Agencia para la Calidad en la Construcción, S.L.	AND-L-155
18. Inecca, Ingeniería y Control S.L.	AND-L-164
19. Evintes Calidad S.L.L.	AND-L-186
20. Sgs Tecnos S.A.	AND-L-191
21. María Navarro Parrilla (Icom)	AND-L-214
22. Sigmac	AND-L-221
23. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Córdoba	(oficial)

24. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Granada	(oficial)
25. Laboratorio control de calidad- Delegación territorial de fomento y vivienda de Sevilla	(oficial)
26. EMPRESA ANDALUZA DE MORTEROS, S.A.	
27. HORMIGONES DOMINGO GIMENEZ	Laboratorio Central

GOBIERNO DE ARAGÓN

1. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Zaragoza	ARA-L-001
2. Igeo-2, S.L. -Delegación de Huesca	ARA-L-002
3. Laboratorio de Ensayos Técnicos, SA (ENSAYA) - Zaragoza	ARA-L-005
4. Control 7, SAU - Zaragoza	ARA-L-006
5. PRETERSA-PRENAVISA Estructuras de Hormigón, SL - Teruel	ARA-L-007
6. PHI 2011 S.L.L - Huesca	ARA-L-018
7. Control Raf SL	ARA-L-112
8. Geoteruel Laboratorio, SL - Teruel	ARA-L-020
9. Igeo-2, S.L. - Delegación de Zaragoza	ARA-L-021
10. Laboratorio para la Calidad de la Edificación del Gobierno de Aragón	(oficial)

PRINCIPADO DE ASTURIAS

1. Laboratorio Asturiano de Control Técnico, SAL (LACOTEC)	AST-L-020
2. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obras S.A. (CEMOSA)	AST-L-023
3. Laboratorio Asturiano Calidad Edificación del Principado de Asturias	(oficial)
4. JUAN ROCES S.A.	Laboratorio Central
5. GENERAL DE HORMIGONES SA (Gedhosa)- Lugones (Asturias)	Laboratorio Central

GOBIERNO DE LES ILLES BALEARS

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

10. HORMIRAPIT	Laboratorio Central
--------------------------------	---------------------

GOBIERNO DE CANARIAS

1. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación Santa Cruz de Tenerife	CNR-L-001
2. Controles Externos de la Calidad Canarias, SL	CNR-L-003
3. Instituto Canario de Investigaciones en la Construcción, SA (ICINCO, SA)- Delegación de Las Palmas	CNR-L-006
4. Laboratorio Canario de Calidad , SL (LCC)	CNR-L-009
5. Alliroz, S.L.	CNR-L-010
6. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Las Palmas	CNR-L-027
7. Estudios de Suelos y Obras Canarias SL (ESOCAN)	CNR-L-030
8. Consultores y Ensayos entre Islas, SLU (Consultores Control Tres)	CNR-L-031
9. Labetec Ensayos Técnicos Canarios, S.A.- Delegación de Tenerife	CNR-L-043
10. Servicio de Laboratorios y Calidad de la Construcción. Consejería de Obras Públicas y Transportes - Delegación Tenerife	(oficial)
11. Laboratorio y Calidad de la construcción- Delegación Gran Canaria del Gobierno Canarias	(oficial)

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE CANTABRIA

1. ICINSA, SA	CTB-L-003
2. GEOTEK Cantabria, SLP	CTB-L-008
3. SONINGEO SL	CTB-L-010
4. Laboratorio de Carreteras- Gobierno de Cantabria	(oficial)
5. HONGOMAR S.A.	Laboratorio central

GENERALITAT DE CATALUNYA

1. EPTISA, Enginyeria i Serveis SAU	CAT-L-002
2. APPLUS Norcontrol, SL	CAT-L-012
3. Laboratori del Vallès de Control de Qualitat, SL	CAT-L-025
4. Centre d'estudis de la construcció i anàlisi de materials, SLU (CECAM)	CAT-L-027
5. Lostec, SA	CAT-L-028
6. Labocat Calidad, SL	CAT-L-054
7. Geotècnia i control de qualitat, SA	CAT-L-056
8. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón, SL (LCRH) - Montcada	CAT-L-057
9. Laboratorios de Control de la Resistencia del Hormigón, SL (LCRH) - Sant Julià de Ramis	CAT-L-062
10. LGAI Technological Center, SA	CAT-L-068
11. BAC Engineering Consultancy Group, SL	CAT-L-104

12. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Delegación de Barberà del Vallès	CAT-L-109
13. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Delegación de Vila-Seca	CAT-L-111
14. PROMSA - Promotora Mediterránea 2, SA	Laboratorio Central

JUNTA DE COMUNIDADES DE CASTILLA - LA MANCHA

1. Laboratorio y consultoría Carrington S.L.	CLM-L-005
2. SGS Tecnos, SA- Delegación Ciudad Real	CLM-L-019
3. Sergeyco Castilla-La Mancha, SL	CLM-L-024
4. Unicontrol Ingeniería de Calidad y Arquitectura Aplicada, SL	CLM-L-029
5. Fernández- Pacheco Ingenieros SL- Delegación Albacete Asistencia	CLM-L-030
6. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL (SEA SL)- Delegación Ciudad Real	CLM-L-032
7. Servicios Externos y Aprovisionamiento SL. (SEA SL) - Delegación Albacete	CLM-L-033
8. Impello Desarrollos SLU	CLM-L-037
9. SGS Tecnos, SA- Delegación Guadalajara	CLM-L-038
10. TÜV SÜD IBERIA, SAU- Delegación de Ciudad Real	CLM-L-039
11. Ibérica de Ensayos, Asistencia Técnica y Control JJCE, SL (IBENSA)	CLM-L-040

JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN

1. Investigaciones Geotécnicas y Medioambientales S. L. (INGEMA)	CYL-L-014
2. Investigación y Control de Calidad S.A. (INGEMA)	CYL-L-015
3. Centro de Estudio de Materiales y Control de Obra, SA (CEMOSA)	CYL-L-017
4. EPTISA Servicios de Ingeniería SL - Delegación de León	CYL-L-025
5. Laboratorio de Calidad de Materiales S.L.L.	CYL-L-041
6. Cenilesa Ingeniería y Calidad SL	CYL-L-044
7. EPTISA, Servicios de Ingeniería, SL - Delegación de Valladolid	CYL-L-075
8. Centro de Control de Calidad de la Junta de Castilla-León. S.T. Fomento de Valladolid	(oficial)
9. HORMIGONES ZARZUELA S.L.	Laboratorio Central

JUNTA DE EXTREMADURA

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

XUNTA DE GALICIA

1. Control y Estudios, SL (CYE)	GAL-L-005
2. Galaicontrol, SL	GAL-L-014
3. Applus Norcontrol, SL	GAL-L-018

4. 3C Calidad y Control, SCOOP Galega	GAL-L-044
5. Enmacosa Consultoría Técnica SA	GAL-L-056

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA RIOJA

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

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

1. Geotecnia y Medio Ambiente 2000 SL (GMD 2000)	MAD-L-002
2. Euroconsult SA	MAD-L-004
3. Cepasa Ensayos Geotécnicos SA	MAD-L-005
4. Geotecnia y Cimentos, S.A. (GEOCISA)	MAD-L-007
5. Instituto Técnico de Control S.A. (ITC)	MAD-L-027
6. Instituto Técnico de Materiales y Construcciones (INTEMAC)	MAD-L-030
7. Centro de Estudios de Materiales y Control de Obra S.A (CEMOSA)	MAD-L-036
8. Control de Obras Públicas y Edificación, SL	MAD-L-046
9. Geotécnia y calidad en la construcción, SLL	MAD-L-050
10. Orbis Terrarum Projects, SL N.E.	MAD-L-057
11. (LABINGE) Laboratorio de Ingenieros del ejército "GENERAL MARVÁ"	MAD-L-058
12. Control de Estructuras y Geotecnia SL (CEyGE)	MAD-L-061
13. Laboratorio De Control De Calidad E Ingeniería, S.L. (LCCI)	MAD-L-064
14. Control de estructuras y suelos SA (CONES)	MAD-L-065
15. Adamas Control y Geotecnia S.L.L	MAD-L-066
16. Laboratorio Oficial para Ensayo de Materiales de Construcción - LOEMCO	MAD-L-077
17. LACENON S.L.	MAD-L-079
18. Materiales y Hormigones SL (MAHORSA)	Laboratorio Central

COMUNIDAD AUTÓNOMA DE LA REGIÓN DE MURCIA

1. Laboratorios del Sureste, S.L.	MUR-L-003
2. Centro de Estudios, Investigaciones y Control de Obras, S.L. (CEICO, SL)	MUR-L-005
3. Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios HORYSU- Delegación de Cartagena	MUR-L-006
4. Inversiones de Murcia, S.L., laboratorios HORYSU-Delegación de Espinardo	MUR-L-007
5. ITC laboratorio de ensayos, S.L.L.	MUR-L-018

6. Massalia Ingenieros, S.L.	MUR-L-019
7. Técnica y Calidad de Proyectos Industriales, S.L (TYC PROYECTOS)	MUR-L-021
8. INGEOLAB Calidad en Obra S.L.	MUR-L-021
9. Laboratorio Regional de Control de Calidad en la Edificación	(oficial)

GOBIERNO DE NAVARRA

1. Laboratorios Entecsa, SA	NAV-L-001
2. Igeo-2 SL	NAV-L-002
3. Laboratorio de Ensayos Navarra SA (LABENSA)	NAV-L-003
4. Laboratorio de Edificación del Instituto Científico y Tecnológico de la E.T.S. Arquitectura e Ingeniería de Edificación de Navarra	NAV-L-004
5. GEEA Geólogos S.L- Delegación Estella	NAV-L-005
6. GEEA Geólogos S.L- Delegación Pamplona	NAV-L-008
7. Laboratorio de Control de Calidad del Gobierno de Navarra	(oficial)
8. HORMIGONES ARGA SA	Laboratorio Central
9. FORJADOS ORGUES	APPLUS

GENERALITAT VALENCIANA

1. Intercontrol Levante, SA- Delegación de Carlet	VAL-L-001
2. Comaypa, S.A.	VAL-L-006
3. Gandiacontrol, S.L.	VAL-L-010
4. Laboratorio y Entidad de Control, SL (LAECO)	VAL-L-070
5. Consulteco, S.L.	VAL-L-013
6. Maestrat Global S.L	VAL-L-052
7. ASVER Verificaciones, SLU	VAL-L-047
8. Laboratorio de Ingeniería y Medio Ambiente S.A (IMASALAB)	VAL-L-051
9. Maestrat Global S.L	VAL-L-052
10. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Ribarroja de Turia (VALENCIA)	VAL-L-053
11. Laboratorio de Calidad y Tecnología de los Materiales, S. L. (CyTEM)- Delegación de Alicante	VAL-L-054
12. LESIN Levante, SL	VAL-L-056
13. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Albaida (Valencia)	VAL-L-058
14. C2C Servicios Técnicos de Inspección S.L.- Delegación de Manises (Valencia)	VAL-L-059
15. Servicios de Ingeniería, Geotecnia, Mantenimiento y Control S.L. (SIGMA)	VAL-L-061
16. TPF GETINSA-EUROESTUDIOS, SL - Valencia	VAL-L-066

GOBIERNO DEL PAÍS VASCO

1. EPTISA-CINSA Ingeniería y Calidad, SA - Grupo EP	PVS-L-002
2. SAIO TEGI, SA	PVS-L-004
3. GIKE, SA	PVS-L-005
4. LABIKER Ingeniería y Control de Calidad, SL	PVS-L-006
5. Serinko – Euskadi, S.L.	PVS-L-007
6. Euskontrol, S.A.	PVS-L-009
7. Fundación Tecnalia Research and Innovation	PVS-L-013
8. ASTER, SA	PVS-L-021

AENOR

1. ÓGERCO	País Vasco
2. SONINGEO	Cantabria
3. HOMAR XXI	Valencia
4. HERMANOS SAN JUAN	Valencia
5. ANDALUZA DE MORTEROS (SANDO)	Andalucía
6. EXTRANSA S.A.	CastillaMancha

APPLUS

1. HORMIGONES DOMINGO GIMENEZ	Andalucía
2. CEMENTOS LA UNIÓN	Valencia
3. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN RAMPUIXA SA	Baleares
4. HORMISSA	Murcia
5. HORMIGONES NALÓN	Asturias

ANEFHOP

1. CANDESA	Cantabria
2. HORMIGONES RELOSA - Delegación Alicante	Valencia
3. HORMIGONES MAR MENOR SL	Murcia
4. HORMIGONES DEL SELLA (HORSELLA-Grupo CANDESA)	Asturias

AW

1. CANTERA LA TORRETA SAU	Valencia
---	----------