



Líderes en
Innovación y
Transferencia
Tecnológica



Programa Interlaboratorio de Cementos de Albañilería Informe técnico

Año 2022

Preparó: Matias Camueira

Revisó: Santiago Soto

Aprobó: Damián Altgelt

Estado: FINAL

Fecha de emisión: 25 / 08 / 2023

Cantidad de hojas del informe: 50 (cincuenta)

ICPA – Instituto del Cemento Portland Argentino

San Martín 1137 - 1º Piso - (1004) - Ciudad Autónoma de Buenos Aires - República Argentina
Tel: (54-11) 4576 7695 - Fax: (54-11) 4576 7699 – Mail: interlaboratorio@icpa.org.ar

CONTROL DE CAMBIOS

Rev	Fecha	Descripción
0	25 / 08 / 2023	Versión FINAL

ÍNDICE

1. Objetivo	4
2. Participantes	4
2.1 Nómina	4
2.2 Identificación	5
3. Materiales empleados	6
4. Preparación y distribución de las muestras de ensayo	6
5. Análisis estadístico y determinación del valor asignado y desviación estándar interlaboratorio	7
6. Resultados	7
6.1. Análisis químico	8
6.1.1. Dióxido de silicio (SiO_2)	8
6.1.2. Óxido de aluminio (Al_2O_3)	10
6.1.3. Óxido férrico (Fe_2O_3)	12
6.1.4. Óxido de calcio (CaO)	14
6.1.5. Óxido de magnesio (MgO)	16
6.1.6. Trióxido de azufre (SO_3)	18
6.1.7. Cloruro (Cl^-)	20
6.2. Ensayos físico-mecánicos	22
6.2.1. Densidad	22
6.2.2. Finura. Superficie específica por el método Blaine	23
6.2.3. Distribución de tamaño de partículas por espectroscopia de difracción laser	24
6.2.4. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 75 μm	25
6.2.5. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 45 μm	27
6.2.6. Tiempo de fraguado inicial	28
6.2.7. Expansión en autoclave	30
6.2.8. Agua para mortero de fluidez normal	31
6.2.9. Masa promedio de las probetas a 7 días	33
6.2.10. Masa promedio de las probetas a 28 días	34
6.2.11. Resistencia a compresión a 7 días	36
6.2.12. Resistencia a compresión a 28 días	37
6.2.13. Aire incorporado	39
6.2.14. Retención de agua	40
7. Conclusiones	42
8. Referencias bibliográficas	42
ANEXOS	44
ANEXO 1	44
ANEXO 2	46
ANEXO 3	49
ANEXO 4	50

INFORME

1. Objetivo

Entre sus finalidades, los programas de ensayos interlaboratorio permiten a sus participantes evaluar su desempeño técnico y demostrar la confiabilidad y consistencia de sus resultados por comparación con los obtenidos por otros laboratorios sobre muestras semejantes, y determinar, cuando sea pertinente, la necesidad de adoptar mejoras en los procedimientos y métodos de ensayo, los insumos y el instrumental que utilizan, y la actuación técnica de sus operadores. Asimismo, proporcionan evidencia objetiva de su desempeño con fines de acreditación.

Usualmente, la participación en programas interlaboratorio forma parte del Sistema de Gestión de la Calidad de los participantes, y constituye una herramienta para promover la mejora integral de sus procesos, así como del conocimiento técnico-científico del material ensayado.

2. Participantes

2.1 Nómina

Este programa interlaboratorio contó con 17 laboratorios inscriptos (13 de la República Argentina, 3 de la República Oriental del Uruguay, 1 de la República del Paraguay), según el siguiente detalle:

- **República Argentina**

CEMENTOS AVELLANEDA S.A.

Planta San Luis
La Calera, Belgrano, Provincia de San Luis

CEMENTOS AVELLANEDA S.A.

Planta San Jacinto
Olavarría, Provincia de Buenos Aires

HOLCIM (ARGENTINA) S.A.

Laboratorio de Aplicaciones CDi
Malagueño, Provincia de Córdoba

HOLCIM (ARGENTINA) S.A.

Planta Capdeville
Capdeville, Las Heras, Provincia de Mendoza

HOLCIM (ARGENTINA) S.A.

Planta Malagueño
Malagueño, Provincia de Córdoba

HOLCIM (ARGENTINA) S.A.

Planta Puesto Viejo
Puesto Viejo, Provincia de Jujuy

UTN FACULTAD REG. CÓRDOBA

Centro de Investigación, Desarrollo y
Transferencia en Materiales y Calidad
(CINTEMAC) - Laboratorio de Materiales
Córdoba, Provincia de Córdoba

**INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL (INTI)**

Departamentos de Tecnología del Hormigón, y
de Desempeño y Control de Aglomerantes
San Martín, Provincia de Buenos Aires

LOMA NEGRA C.I.A.S.A.

Planta Catamarca
El Alto, La Calera, Provincia de Catamarca

LOMA NEGRA C.I.A.S.A.

Planta Olavarría
Olavarría, Provincia de Buenos Aires

LOMA NEGRA C.I.A.S.A.

Planta San Juan
Rivadavia, Provincia de San Juan

PCR S.A.

Planta Comodoro Rivadavia
Comodoro Rivadavia, Provincia de Chubut

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
(UNLP)**

Unidad de Investigación y Desarrollo en
Ingeniería Civil (UIDIC)
La Plata, Provincia de Buenos Aires

- **República del Paraguay**

YGUAZÚ CEMENTOS S.A.

Yguazú Cementos

Villa Hayes, Presidente Hayes

- **República Oriental del Uruguay**

ANCAP

Planta Minas

Minas, Departamento de Lavalleja

CEMENTOS ARTIGAS S.A.

Planta Sayago

Sayago, Departamento de Montevideo

ANCAP

Planta Paysandú

Paysandú, Departamento de Paysandú

2.2 Identificación

Para referenciar en este informe los resultados aportados por cada participante, los laboratorios fueron identificados con una designación alfanumérica del tipo "Lab #". La misma fue establecida en forma aleatoria y con reserva de confidencialidad.

3. Materiales empleados

Se empleó un Cemento de Albañilería de acuerdo con la norma IRAM 1685 (1), de expedición regular en bolsas de 40 kg, provistas por una fábrica radicada en la República Argentina.

El material adquirido fue remitido a la sede de ICPA en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires como carga consolidada, sellada y protegida contra la acción de la humedad. La organización del programa interlaboratorio conserva en sus registros internos los datos relativos al origen, marca comercial, fecha y código de envasado, que no se detallan en este informe por razones de confidencialidad.

Para la evaluación de resistencias mecánicas, aire incorporado y retención de agua con el procedimiento de ensayo definido en la IRAM 1679 (2) se empleó arena CEN Normesand EN según normas EN 196-1 (3) e IRAM 1633 (4). Esta arena fue provista por cada laboratorio, a excepción de aquellos que solicitaron su provisión a la Organización del programa interlaboratorio.

4. Preparación y distribución de las muestras de ensayo

En cada instancia y en todo momento, el material fue mantenido a resguardo por personal de ICPA en su sede de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, en sus envases originales.

Durante su almacenamiento, el cemento fue dispuesto sobre una tarima de madera en un ambiente seco, templado y al resguardo de la humedad, manteniendo una separación mínima de 10 cm con respecto al piso y los paramentos laterales.

La homogeneización del material se realizó de acuerdo con los lineamientos de la norma UNE EN 196-7 (5), con una instancia mecánica seguida por otra de tipo manual.

Para la homogeneización mecánica se empleó un mezclador “por volteo” o “gravedad”, limpio, seco y sin restos de material pulverulento, en un procedimiento secuencial de 2 etapas de accionamiento y un intervalo de reposo. Para asegurar la hermeticidad del tambor de homogeneizado se colocó un film de polietileno en la abertura de carga, firmemente ajustado al contorno. Para la homogeneización manual, el material se dispuso sobre un film de polietileno de 200 µm de espesor nominal, y se emplearon palas de mano metálicas limpias y secas.

El material de ensayo fue segregado en distintas muestras mediante llenado secuencial, obtenido de distintos puntos de la pila seleccionados al azar. Se utilizaron bolsas plásticas de 100 µm de espesor nominal y recipientes plásticos rígidos como envases primarios y secundarios respectivamente, para su conservación y distribución hacia los respectivos participantes.

Cada muestra de ensayo se compuso de una submuestra de 7 kg de cemento para los ensayos físicos y mecánicos (identificada como “FM”), y otra adicional de 1 kg para los ensayos químicos (identificada como “Q”). Ambas submuestras se dispusieron en el interior de una bolsa plástica de 100 µm de espesor nominal, junto con las cargas de arena normalizada en el caso de los participantes que solicitaron su provisión, dentro de los recipientes herméticos de plástico rígido.

Para verificar las condiciones de homogeneidad y estabilidad de las muestras se efectuó un procedimiento de muestreo y ensayo de acuerdo con lo establecido en la norma ISO 13528 (6). En los ANEXOS 3 y 4 se detalla el plan de muestreo, los ensayos realizados, los resultados obtenidos y las conclusiones.

De acuerdo con lo solicitado oportunamente por cada participante, las muestras fueron entregadas en la sede de ICPA a un representante del participante, o enviadas a través de un servicio de entrega a domicilio subcontratado por ICPA (FedEx o TNT Express by FedEx).

El período de ensayo para los participantes comenzó el 7 de noviembre de 2022, y el período de recepción de resultados se extendió hasta 22 de febrero de 2023.

5. Análisis estadístico y determinación del valor asignado y desviación estándar interlaboratorio

El procedimiento de análisis estadístico de resultados se desarrolló de acuerdo con los criterios contemplados en la norma ISO 13528 (6), ejecutando, en resumen, los siguientes pasos:

- (a) Transcripción y análisis preliminar de los datos, segmentándolos en grupos de acuerdo con los métodos de ensayo utilizados por los participantes, e identificando en cada caso los resultados marcadamente apartados del resto.
- (b) Análisis de resultados para detección de casos de comportamiento multimodal.
- (c) Determinación del valor asignado y la desviación estándar interlaboratorio para cada determinación, adoptándose los mismos como la media robusta y el desvío estándar robusto de los datos, respectivamente, según el algoritmo A de la norma ISO 13528 (6).
- (d) Identificación de resultados “atípicos” en función a su apartamiento con respecto al valor asignado (Z-Score mayor a 3 -cálculo según Anexo 2-)

NOTA. Para las determinaciones en las que la cantidad de datos fue reducida, el valor asignado y la desviación estándar interlaboratorio fueron determinados, respectivamente, como la media aritmética y el desvío estándar de los resultados disponibles, luego de aplicar la prueba de Grubbs para detectar valores atípicos (según norma ISO 5725-2 (7)) con el siguiente criterio:

- Si el resultado de la prueba es menor o igual al valor crítico para un nivel de significancia del 5 %, el valor evaluado se acepta sin observaciones.
- Si el resultado de la prueba es mayor que el valor crítico relativo al nivel de significancia del 5 %, y es menor o igual al correspondiente al 2 % de nivel de significancia, el valor se considera “observado”.
- Si el resultado de la prueba estadística es mayor que el valor crítico relativo al nivel de significancia del 2 %, el valor se considera “atípico” y se desestima para el cálculo de los estadísticos muestrales de la determinación en análisis.

- (e) Cálculo del coeficiente de variación y la incertidumbre de medida del valor asignado.
- (f) Cálculo del estadístico de desempeño Z-Score para cada resultado informado.
- (g) Representación gráfica de los resultados.

6. Resultados

Seguidamente se presentan los parámetros estadísticos calculados sobre los resultados informados para cada determinación y los respectivos gráficos de análisis. Asimismo se incluyen histogramas de frecuencias con los resultados informados por los participantes, de tipo simple o con agrupación de datos para los métodos de ensayo predominantes, sin incluir los datos que se identificaron como marcadamente apartados del conjunto general según el inciso a) del punto 5 del presente informe.

En aquellas determinaciones en las que los participantes utilizaron métodos de ensayos distintos se ofrece además información desagregada respecto a los valores promedio, desvío estándar y coeficientes de variación de los resultados.

En el ANEXO 1 se incluye el detalle completo de los resultados informados por los participantes, mientras que en el ANEXO 2 se presentan los resultados del parámetro “Z-Score” calculado para cada participante y para cada determinación.

Este informe omite la indicación del método de ensayo que utilizó cada participante en cada determinación, dado que, en ciertos casos, ello podría inducir a la identificación de los participantes y así afectar el criterio de confidencialidad. Sin perjuicio de lo anterior, sí se incluye junto con los estadísticos generales de cada determinación una enumeración de los métodos referenciados por los participantes.

6.1. Análisis químico

6.1.1. Dióxido de silicio (SiO₂)

Cantidad de resultados	14 (*)	
Media aritmética	17,83	%
Máximo	18,26	
Mínimo	16,50	
Valor asignado (x_{pt})	17,92	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,18	
Coeficiente de Variación (CV)	1,0	
Incertidumbre del valor asignado (u(x_{pt}))	0,06	

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (FX) (9), IRAM 1714 (10), ISO 29581-2 (11), Fluorescencia de rayos X.

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L03	16,50	%

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
ASTM C114 (**)	-	-	-	-
EN 196-2 (FX), IRAM 1714, ISO 29581-2, Fluorescencia de rayos X	17,91 %	0,20 %	1,1 %	12

(**) No informado para resguardar la confidencialidad de los participantes

Gráfico N° 1. Dióxido de silicio. Histograma de frecuencias

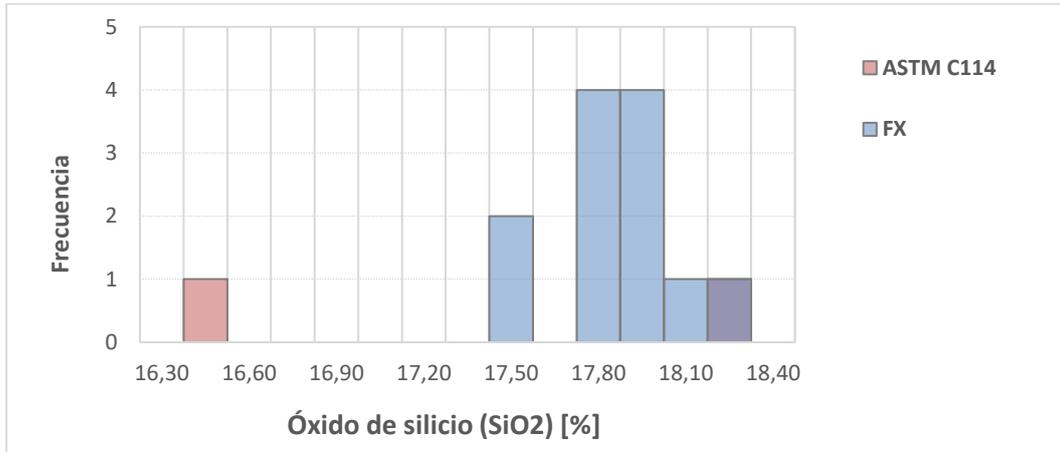
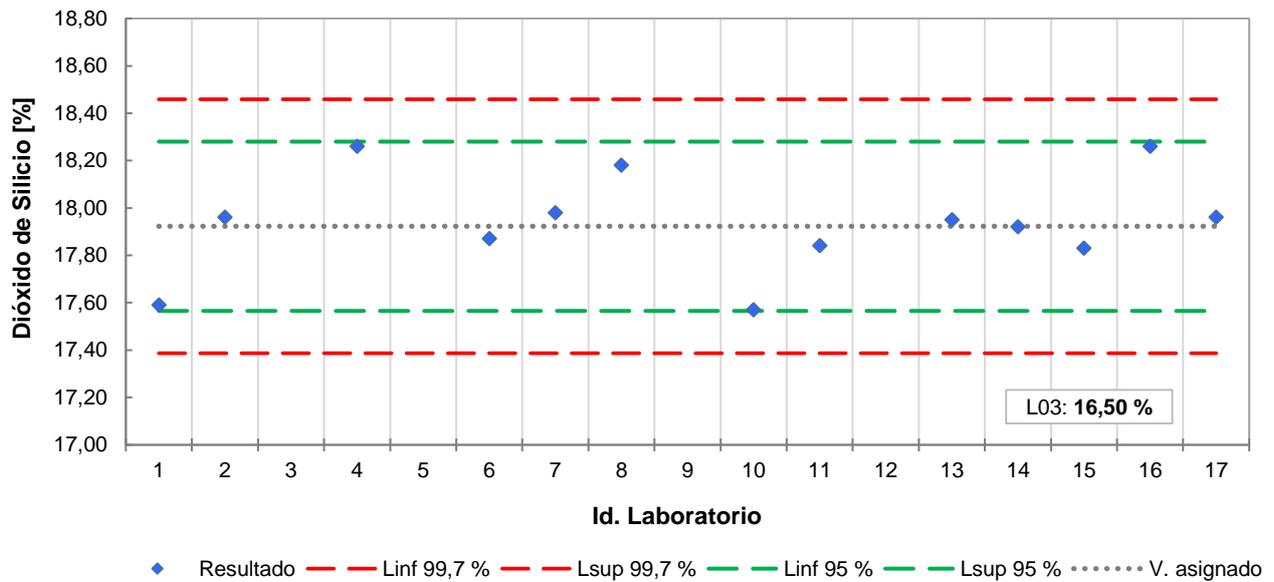


Gráfico N° 2. Dióxido de silicio, en gramos por 100 gramos (%)



6.1.2. Óxido de aluminio (Al_2O_3)

Cantidad de resultados	14 (*)	
Media aritmética	4,28	%
Máximo	4,52	
Mínimo	3,77	
Valor asignado (x_{pt})	4,31	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,06	
Coefficiente de Variación (CV)	1,4	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,02	

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (FX) (9), IRAM 1714 (10), ISO 29581-2 (11), IRAM 1591-1 (12), Fluorescencia de rayos X.

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L03	4,52	%
Laboratorio L08	3,77	

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
ASTM C114, IRAM 1591-1 (**)	-	-	-	-
EN 196-2 (FX), IRAM 1714, ISO 29581-2, Fluorescencia de rayos X	4,31 %	0,09 %	2,1 %	11

(**) No informado para resguardar la confidencialidad de los participantes

Gráfico Nº 3. Óxido de aluminio. Histograma de frecuencias

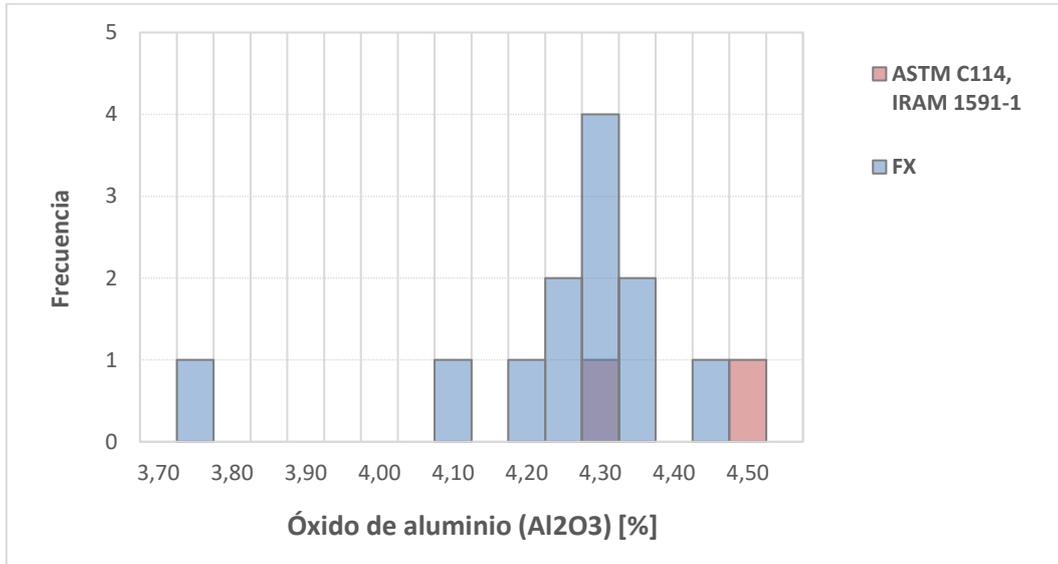
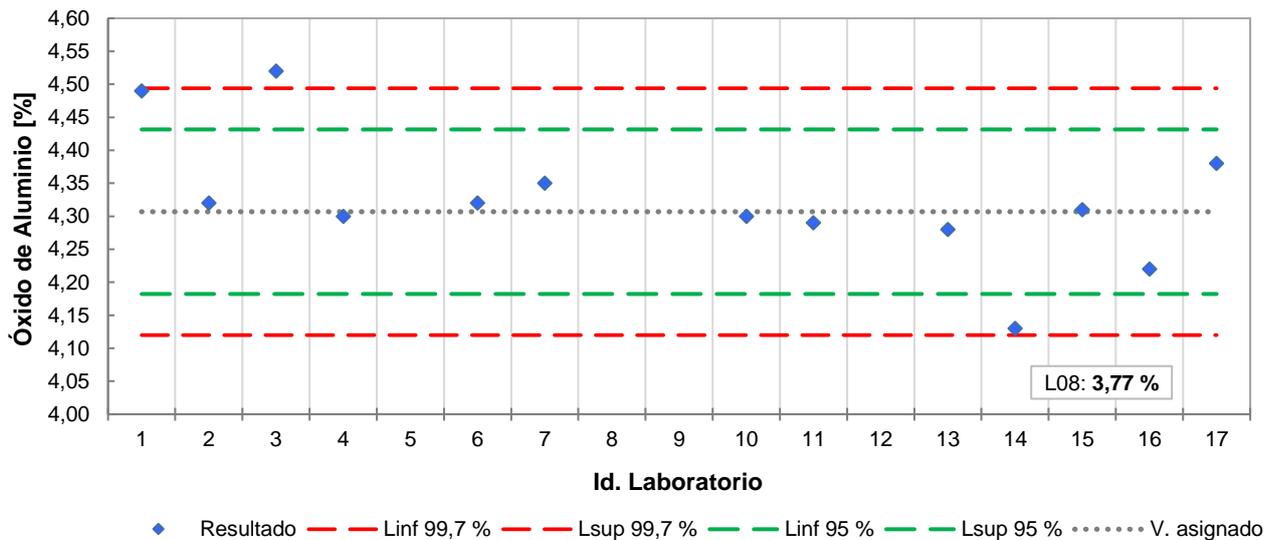


Gráfico Nº 4. Óxido de aluminio, en gramos por 100 gramos (%)



6.1.3. Óxido férrico (Fe_2O_3)

Cantidad de resultados	14 (*)	
Media aritmética	2,20	%
Máximo	2,55	
Mínimo	2,07	
Valor asignado (x_{pt})	2,17	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,05	
Coeficiente de Variación (CV)	2,4	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,02	

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (FX) (9), IRAM 1714 (10), ISO 29581-2 (11), IRAM 1591-1 (12), Fluorescencia de rayos X.

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L07	2,34	%
Laboratorio L10	2,55	

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
ASTM C114, IRAM 1591-1	2,20 %	0,04 %	1,6 %	2
EN 196-2 (FX), IRAM 1714, ISO 29581-2, Fluorescencia de rayos X	2,15 %	0,05 %	2,1 %	10

Gráfico Nº 5. Óxido férrico. Histograma de frecuencias

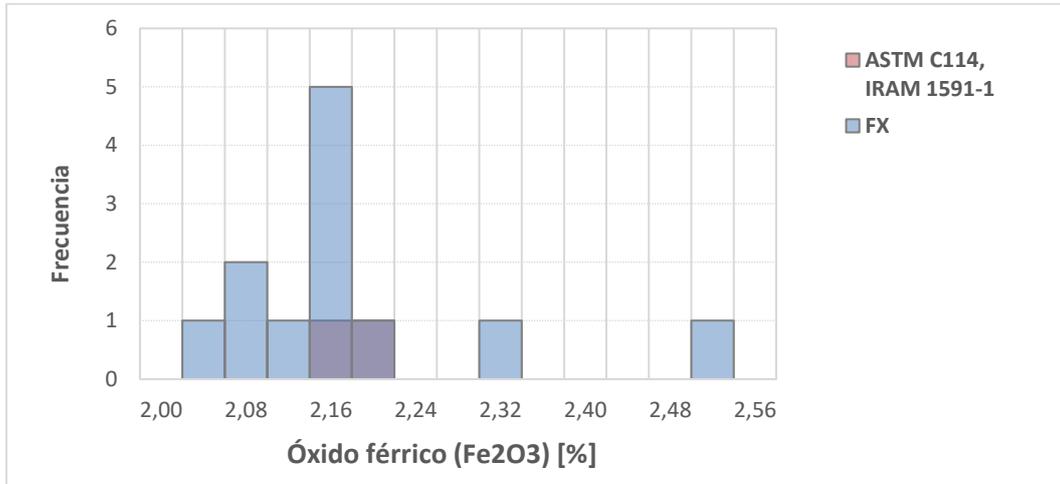
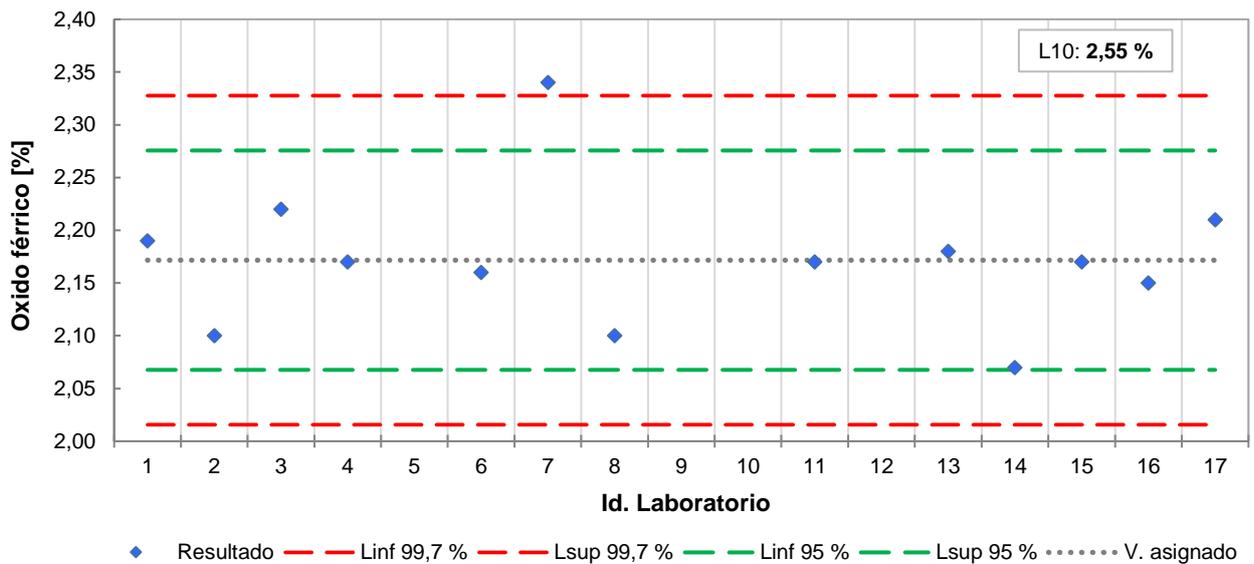


Gráfico Nº 6. Óxido férrico, en gramos por 100 gramos (%)



6.1.4. Óxido de calcio (CaO)

Cantidad de resultados	15 (*)	
Media aritmética	49,49	%
Máximo	53,89	
Mínimo	43,93	
Valor asignado (x_{pt})	49,72	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,67	
Coefficiente de Variación (CV)	1,3	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,21	

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (FX) (9), IRAM 1714 (10), ISO 29581-2 (11), IRAM 1591-1 (12), Fluorescencia de rayos X.

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L07	43,93	%
Laboratorio L08	47,30	
Laboratorio L10	53,89	

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
ASTM C114, IRAM 1591-1,	49,79 %	0,60 %	1,2 %	3
EN 196-2 (FX), IRAM 1714, ISO 29581-2, Fluorescencia de rayos X	49,76 %	0,59 %	1,2 %	9

Gráfico Nº 7. Óxido de calcio. Histograma de frecuencias

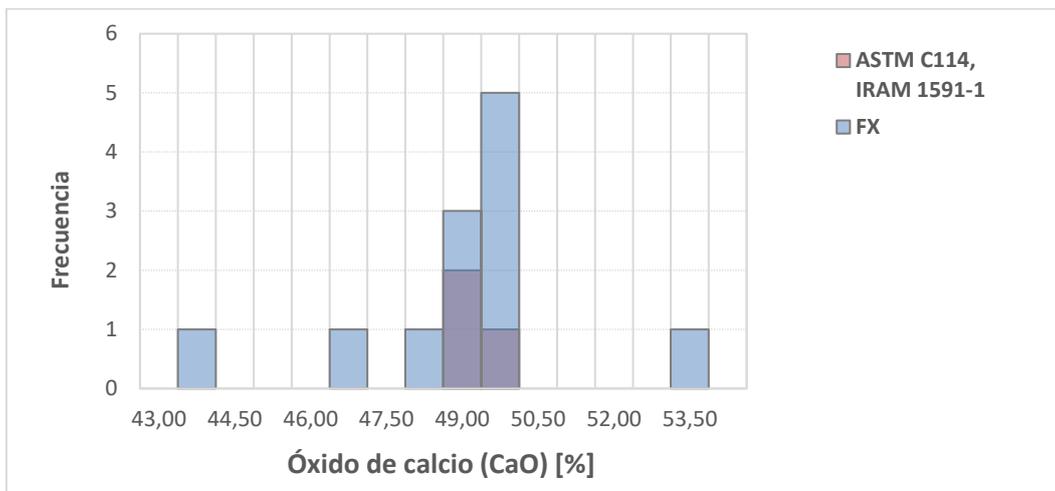
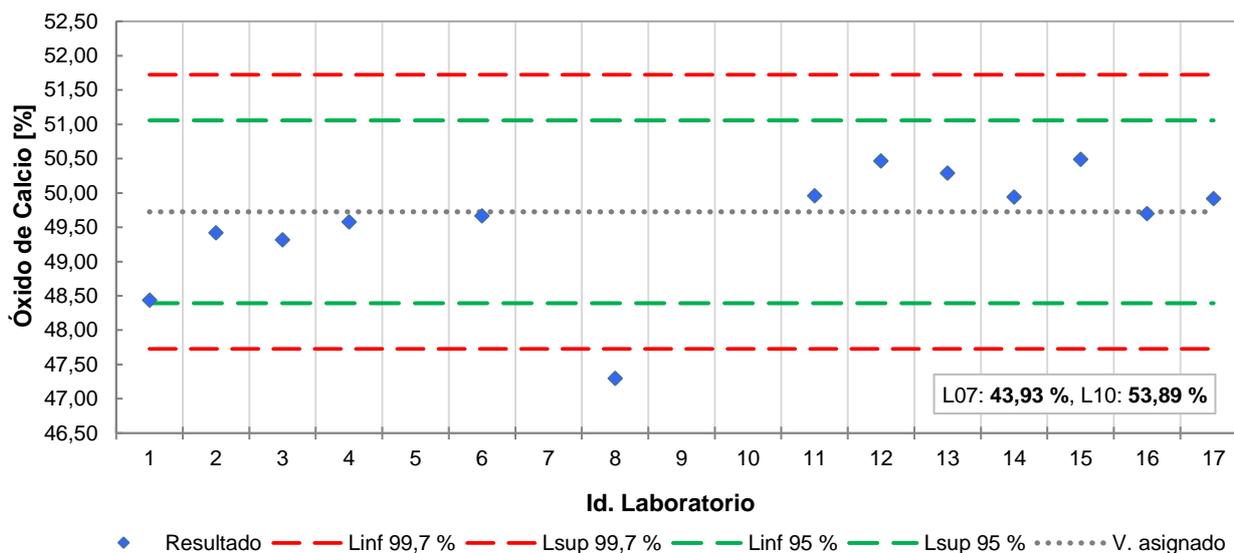


Gráfico Nº 8. Óxido de calcio, en gramos por 100 gramos



6.1.5. Óxido de magnesio (MgO)

Cantidad de resultados	14 (*)	
Media aritmética	3,30	%
Máximo	3,46	
Mínimo	3,02	
Valor asignado (x_{pt})	3,35	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,06	
Coeficiente de Variación (CV)	1,8	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,02	

NOTA. Para el cálculo de los estadísticos anteriores no se consideraron los resultados marcadamente apartados del conjunto general (Ver punto 5.a del presente informe).

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (FX) (9), IRAM 1714 (10), ISO 29581-2 (11), IRAM 1591-1 (12), IRAM 1692 (13), Fluorescencia de rayos X.

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L03	3,02	%
Laboratorio L08	4,72	
Laboratorio L10	3,10	
Laboratorio L12	3,02	

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
ASTM C114, IRAM 1692 (**)	-	-	-	-
EN 196-2 (FX), IRAM 1714, ISO 29581-2, Fluorescencia de rayos X	3,37 %	0,06 %	1,7 %	10

(**) No informado para resguardar la confidencialidad de los participantes

Gráfico Nº 9. Óxido de magnesio. Histograma de frecuencias.

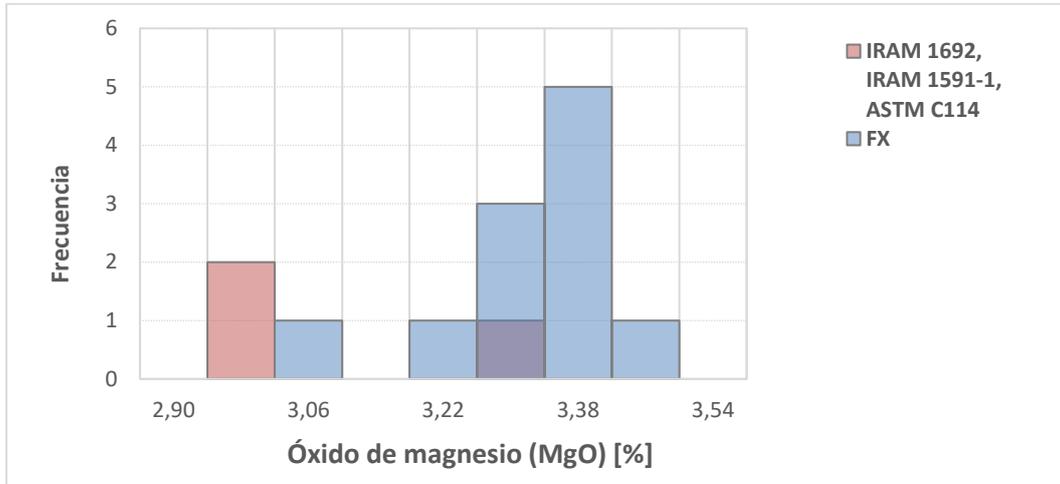
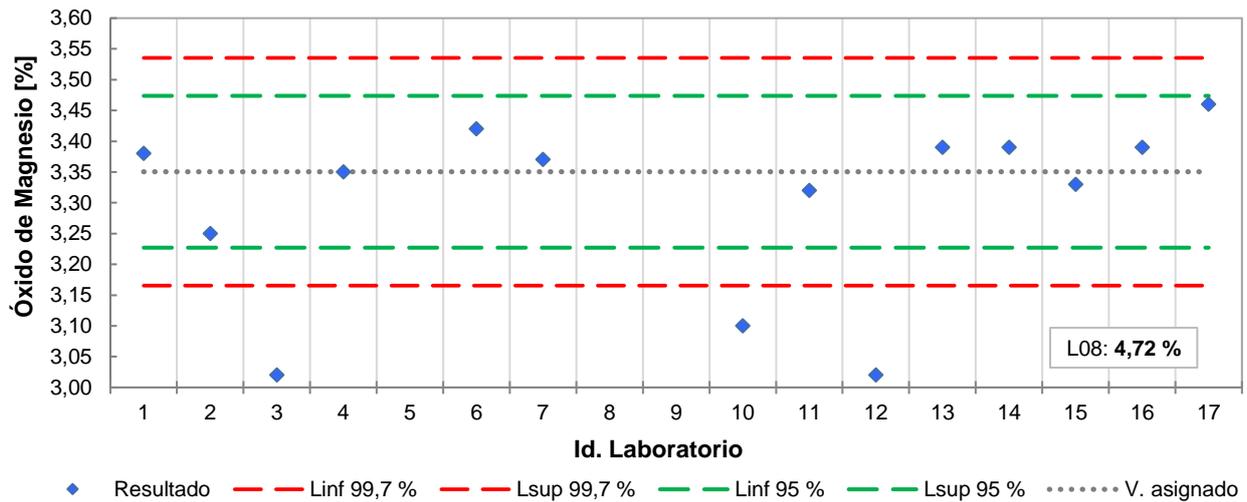


Gráfico Nº 10. Óxido de magnesio, en gramos por 100 gramos



6.1.6. Trióxido de azufre (SO₃)

Cantidad de resultados	15 (*)	
Media aritmética	1,62	%
Máximo	1,87	
Mínimo	1,50	
Valor asignado (x_{pt})	1,62	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,08	
Coefficiente de Variación (CV)	5,3	
Incertidumbre del valor asignado (u(x_{pt}))	0,03	

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (FX) (9), IRAM 1714 (10), ISO 29581-2 (11), IRAM 1504 (14), Fluorescencia de rayos X.

Valores "Atípicos": no detectados

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
IRAM 1504, ASTM C114	1,60 %	0,09 %	5,6 %	3
EN 196-2 (FX), IRAM 1714, ISO 29581-2, Fluorescencia de rayos X	1,63 %	0,10 %	6,0 %	12

Gráfico N° 11. Trióxido de azufre. Histograma de frecuencias.

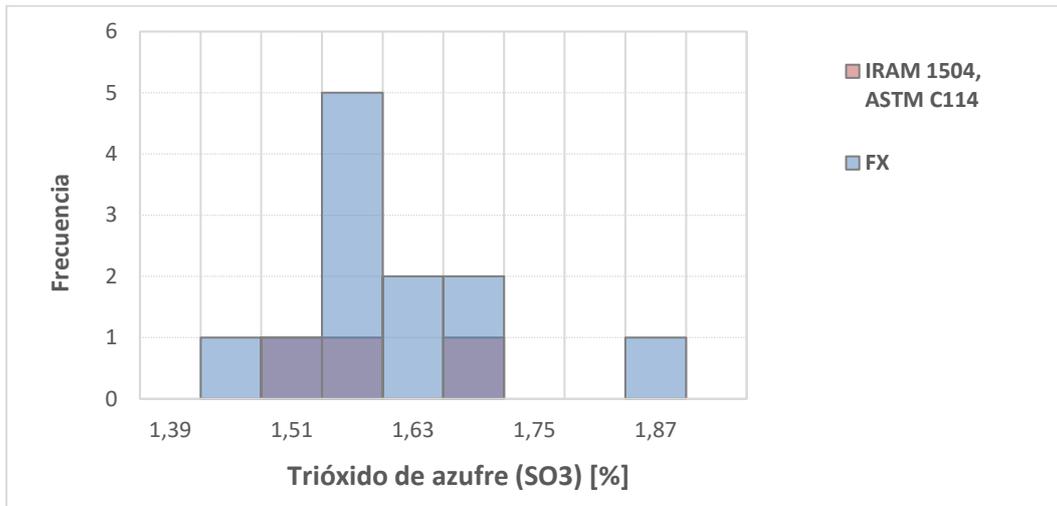
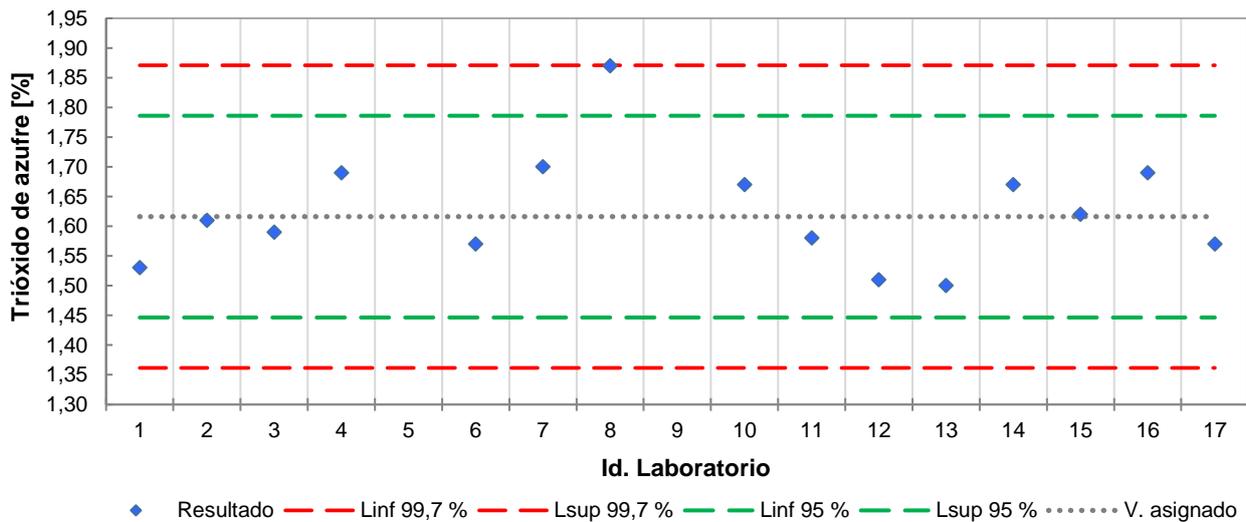


Gráfico N° 12. Trióxido de azufre, en gramos por 100 gramos (%)



6.1.7. Cloruro (Cl⁻)

Cantidad de resultados	10 (*)	
Media aritmética	0,016	
Máximo	0,040	
Mínimo	0,010	
Valor asignado (x_{pt})	0,014	%
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,004	
Coefficiente de Variación (CV)	(**)	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,002	

(*) Métodos de ensayo: ASTM C114 (8), EN 196-2 (vía química) (9), IRAM 1714 (10), IRAM 1591-1 (12), UNIT 1013 (15), Fluorescencia de rayos X.

(**) Se omite el cálculo del coeficiente de variación en virtud de la magnitud del valor asignado y la desviación estándar interlaboratorio correspondientes a esta determinación.

Valores “Atípicos”: no detectados

Gráfico N° 13. Cloruro. Histograma de frecuencias.

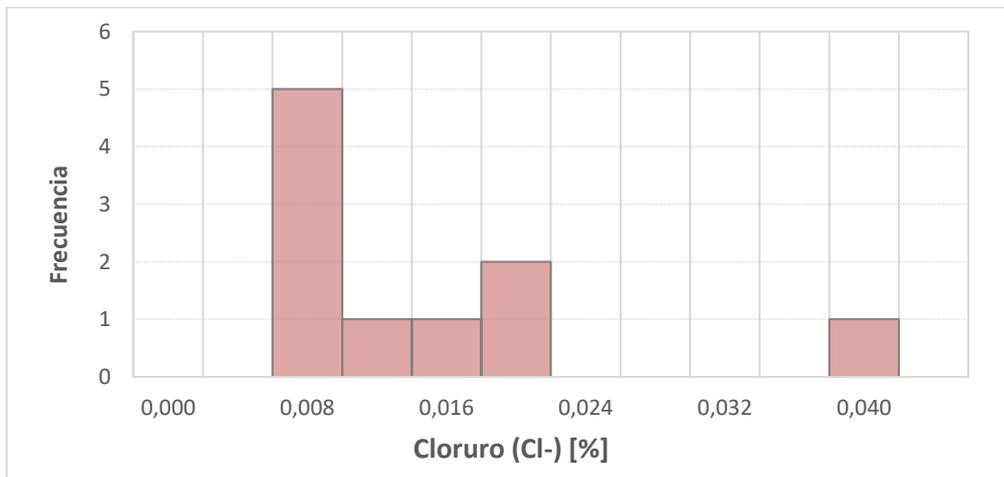
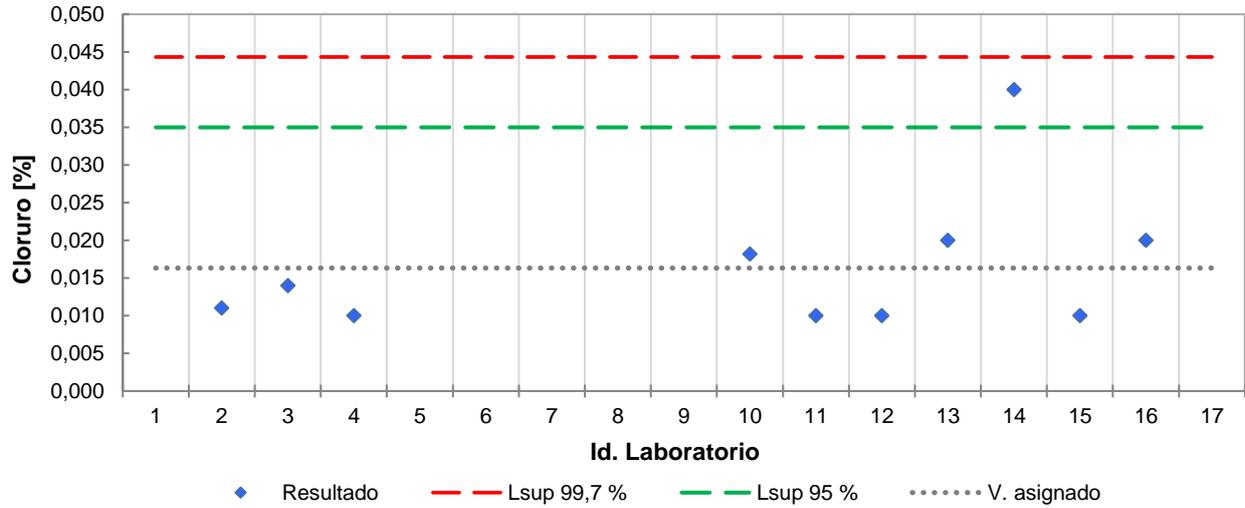


Gráfico Nº 14. Cloruro, en gramos por 100 gramos (%)



6.2. Ensayos físico-mecánicos

6.2.1. Densidad

Cantidad de resultados	15 (*)	
Media aritmética	2,91	g/cm ³
Máximo	2,98	
Mínimo	2,83	
Valor asignado (x_{pt})	2,91	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,04	
Coefficiente de Variación (CV)	1,5	%
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,01	g/cm ³

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1624 (16), NM 23 (17).

Valores "Atípicos": no detectados

Gráfico N° 15. Densidad. Histograma de frecuencias.

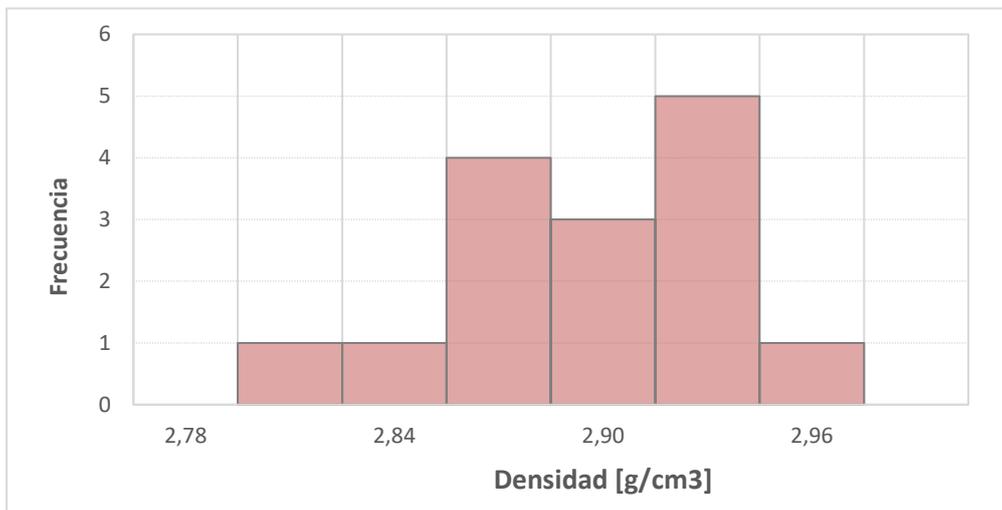
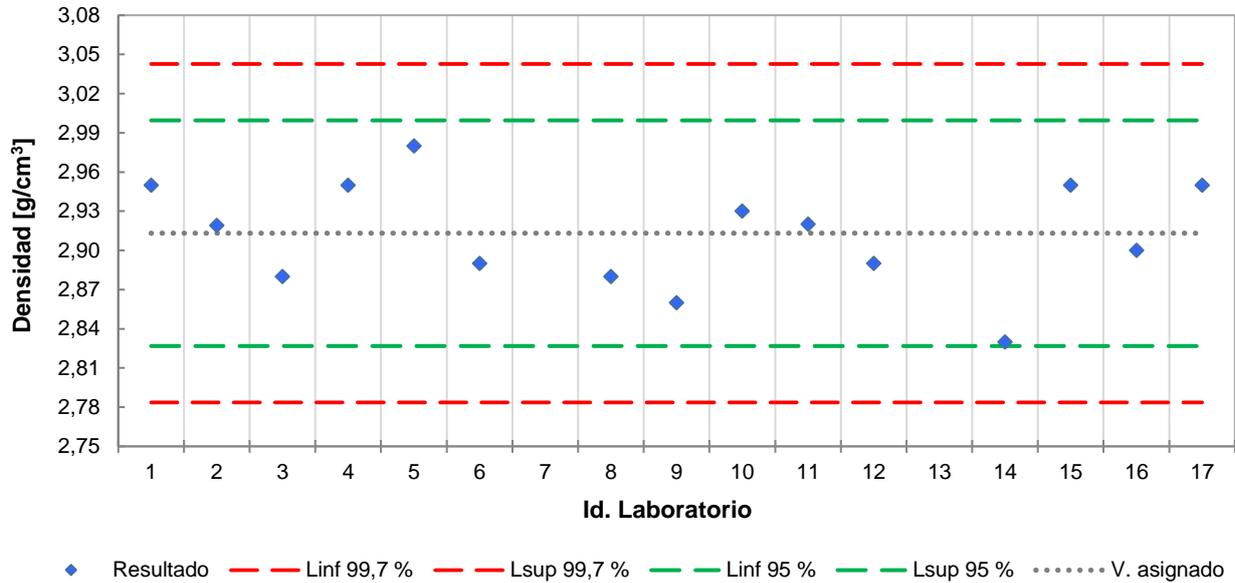


Gráfico N° 16. Densidad, en gramos por centímetro cúbico (g/cm³)



6.2.2. Finura. Superficie específica por el método Blaine

Cantidad de resultados	17 (*)	
Media aritmética	4324	cm ² /g
Máximo	4904	
Mínimo	3838	
Valor asignado (x_{pt})	4298	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	335	
Coefficiente de Variación (CV)	7,8	%
Incertidumbre del valor asignado (u(x_{pt}))	101	cm ² /g

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1623 (18), NM 76 (19).

Valores "Atípicos": no detectados

Gráfico N° 17. Finura. Superficie específica por el método Blaine. Histograma de frecuencias.

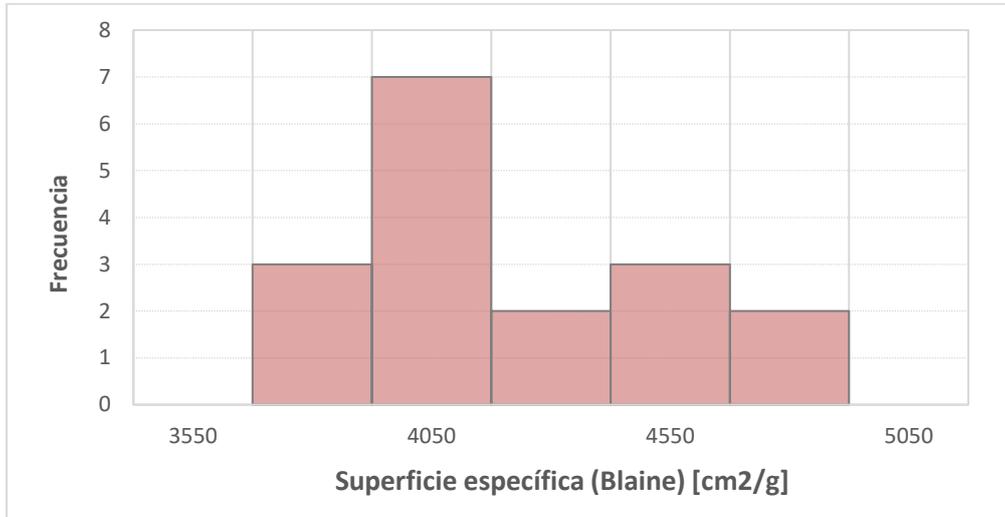
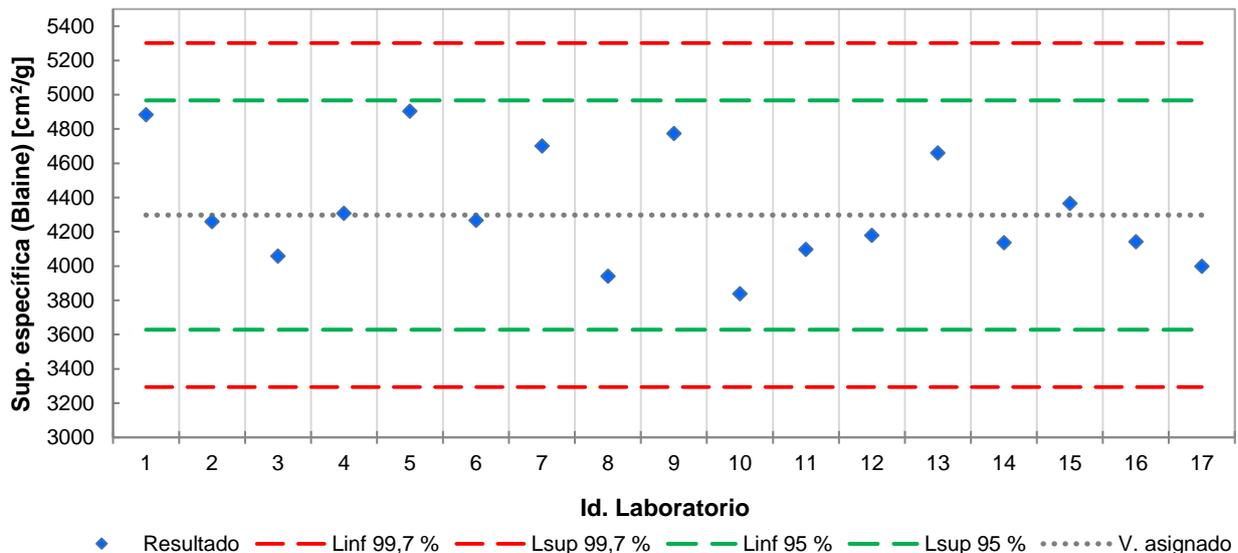


Gráfico N° 18. Finura. Superficie específica Blaine, en centímetros cuadrados por gramo (cm²/g).



6.2.3. Distribución de tamaño de partículas por espectroscopia de difracción laser

No se recibieron resultados para esta determinación, por lo que se prescinde de su análisis en el presente informe.

6.2.4. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 75 μ m

a. Ensayo con normas IRAM 1621 (20), IRAM 1679 (IRAM 1621), UNIT 1064 (21). Tamizado vía húmeda.

Cantidad de resultados	6	
Media aritmética	3,8	%
Máximo	4,4	
Mínimo	3,2	
Valor asignado (x_{pt})	3,8	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,5	
Coeficiente de Variación (CV)	11,9	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,2	

Valores "Atípicos": no detectados

b. Ensayo con normas UNIT 327 (22), ABNT NBR 12826 (23), EN 196-6 (24) y otros procedimientos en seco

Cantidad de resultados	10	
Media aritmética	3,5	%
Máximo	3,8	
Mínimo	3,2	
Valor asignado (x_{pt})	3,5	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,2	
Coeficiente de Variación (CV)	6,4	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,1	

Valores "Atípicos": no detectados

Gráfico N° 19. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 75 μm . Histograma de frecuencias.

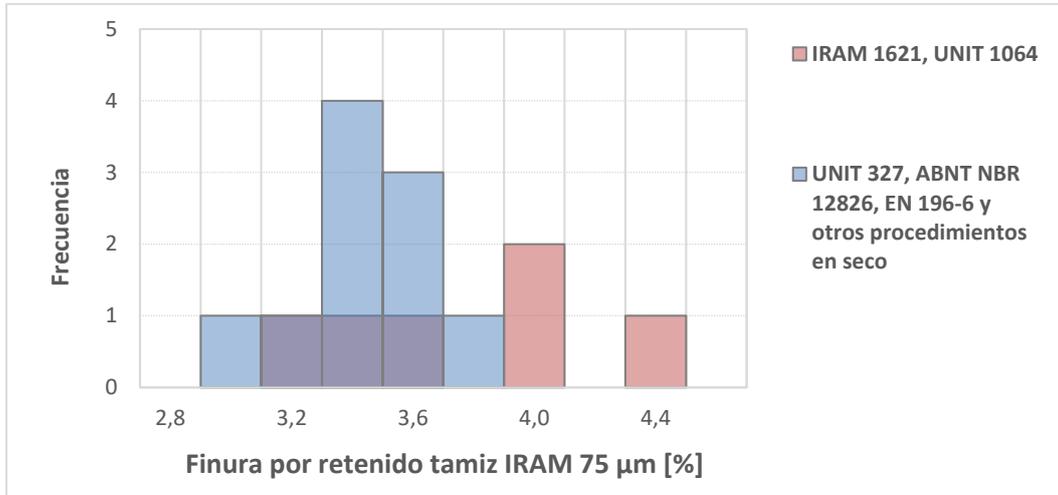


Gráfico N° 20. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 75 μm (tamizado en vía húmeda), en por ciento (%).

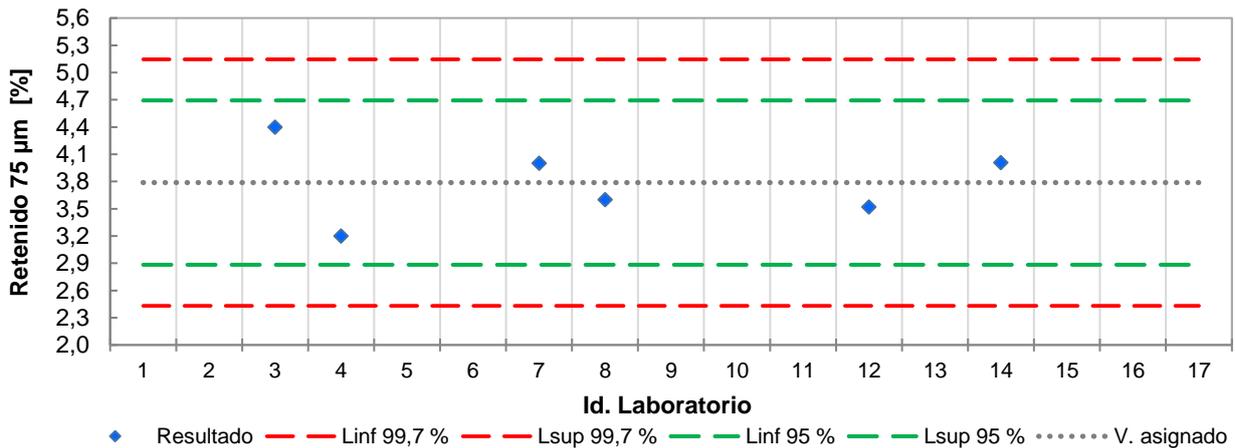
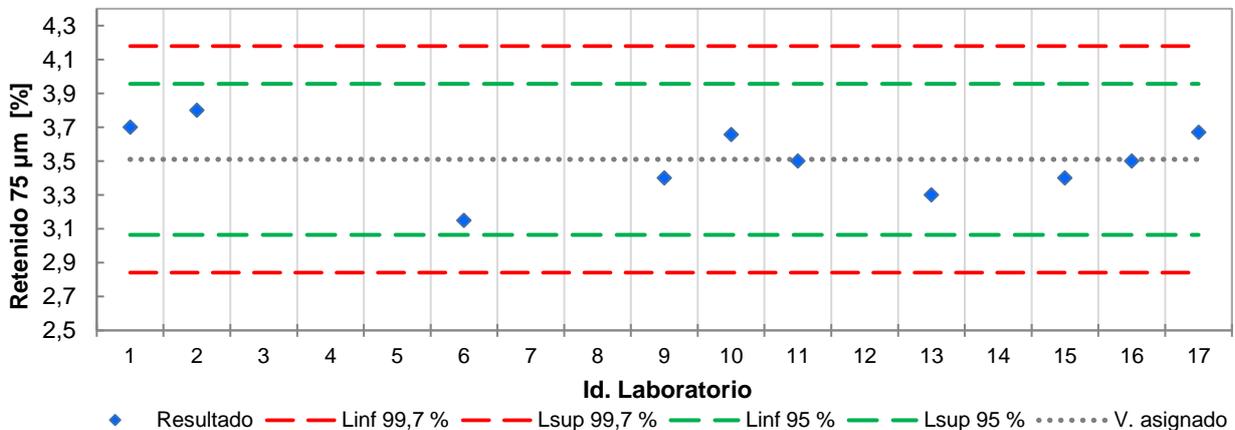


Gráfico N° 21. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 75 μm (tamizado bajo corriente de aire), en por ciento (%).



6.2.5. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 45 µm

Cantidad de resultados	14 (*)	
Media aritmética	15,1	%
Máximo	17,6	
Mínimo	11,6	
Valor asignado (x_{pt})	15,2	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	1,7	
Coeficiente de Variación (CV)	11,1	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,6	

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1679 / IRAM 1621 (20), UNIT 1064 (21), IRAM 1654 (25), UNIT 327 (22), ABNT NBR 12826 (23), EN 196-6 (24) y otros procedimientos en seco.

Valores "Atípicos": no detectados

Análisis por métodos de ensayo informados por los participantes (Sin considerar atípicos)				
Método	Promedio	Desvío Estándar	Coef. Variación	Cant. de resultados
IRAM 1679/ IRAM 1621, IRAM 1654, UNIT 1064	13,4 %	1,6 %	11,6 %	3
UNIT 327, ABNT NBR 12826, EN 196-6 y otros procedimientos en seco	15,6 %	1,4 %	8,7 %	11

Gráfico N° 22. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 45 µm. Histograma de frecuencias.

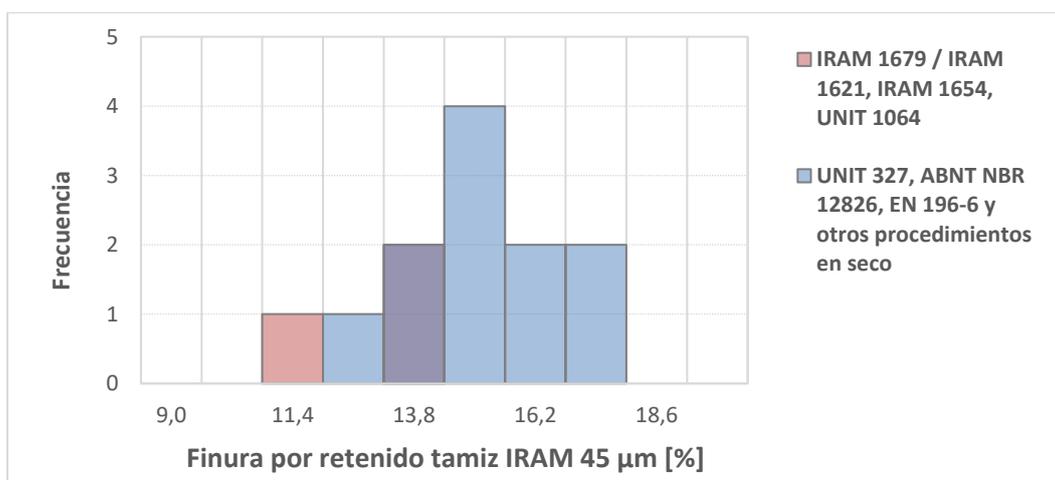
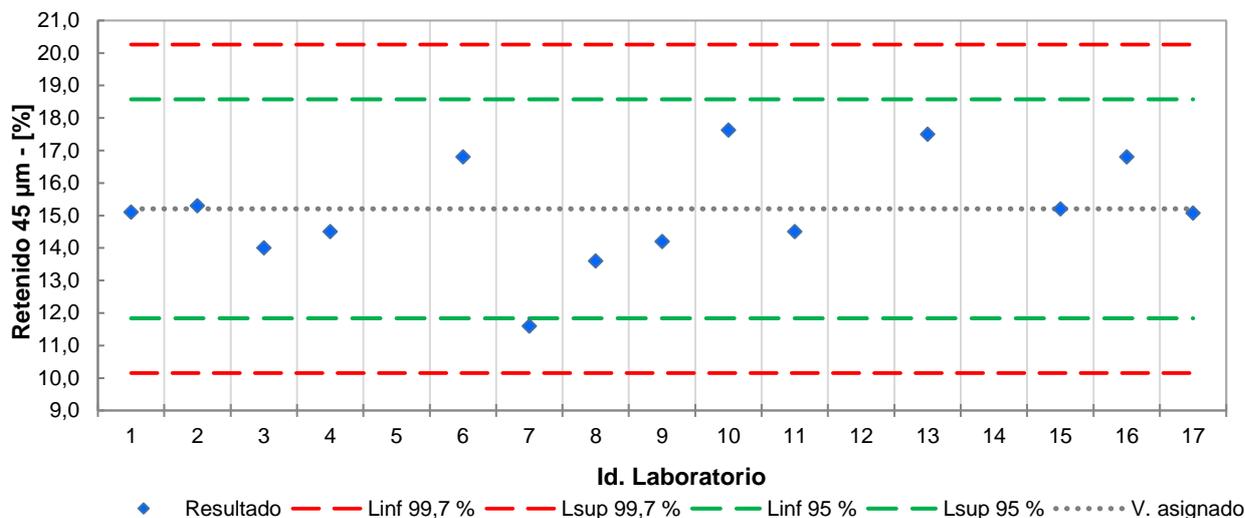


Gráfico N° 23. Finura. Material retenido en tamiz IRAM 45 μm



6.2.6. Tiempo de fraguado inicial

Cantidad de resultados	17 (*)	
Media aritmética	224	min
Máximo	360	
Mínimo	118	
Valor asignado (x_{pt})	222	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	23	
Coefficiente de Variación (CV)	10,2	%
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	7	min

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1619 (26) y NM 65 (27).

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L01	360	min
Laboratorio L14	118	

Gráfico N° 24. Tiempo de fraguado inicial. Histograma de frecuencias.

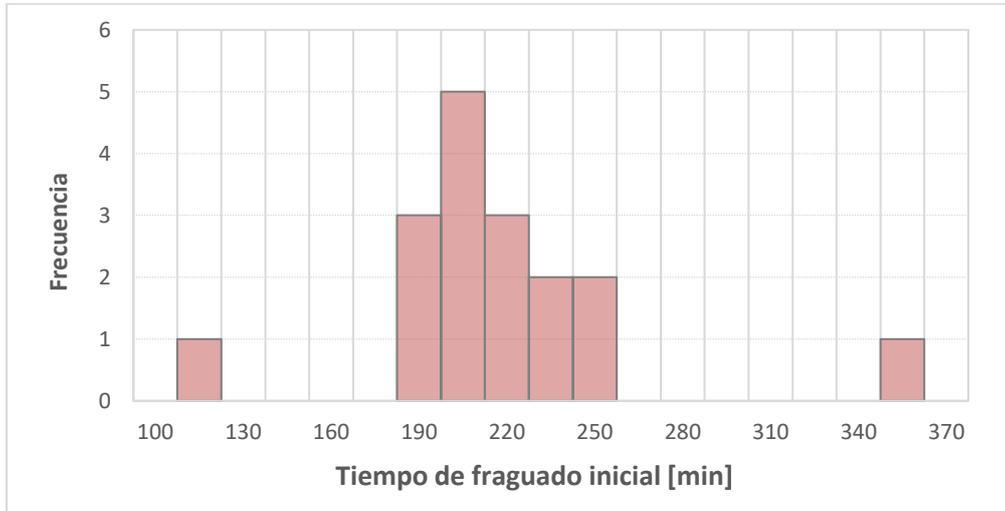
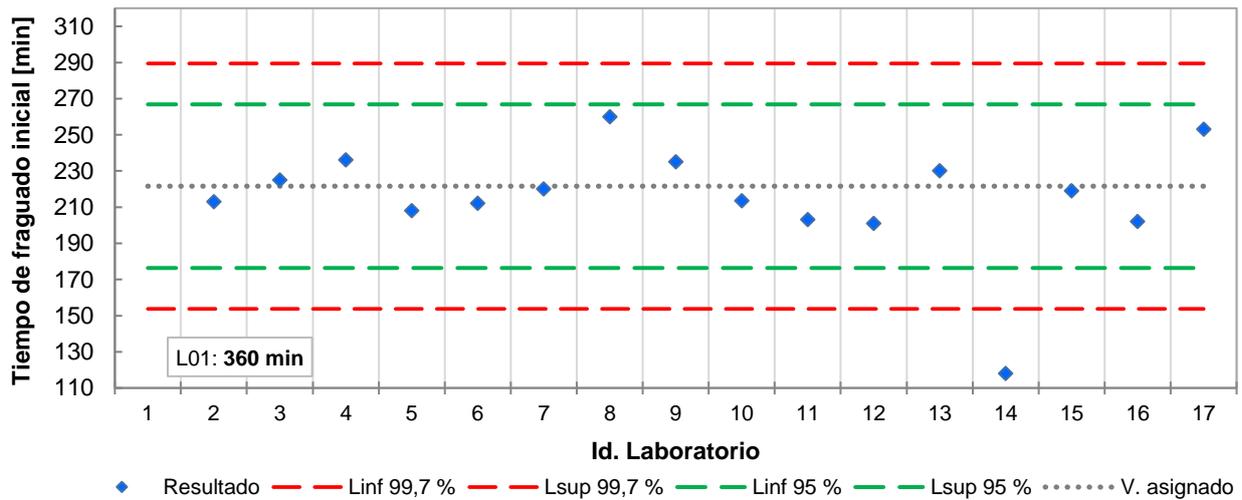


Gráfico N° 25. Tiempo de fraguado inicial, en minutos (min).



6.2.7. Expansión en autoclave

Cantidad de resultados	14 (*)	
Media aritmética	0,057	
Máximo	0,150	
Mínimo	-0,060	
Valor asignado (x_{pt})	0,056	%
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,017	
Coefficiente de Variación (CV)	**	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,006	

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1679 / IRAM 1620 (28) y UNIT 514 (29).

(**) Se omite el cálculo del coeficiente de variación en virtud de la magnitud del valor asignado y la desviación estándar interlaboratorio correspondientes a esta determinación.

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L01	0,150	%
Laboratorio L04	-0,060	
Laboratorio L11	0,136	

Gráfico N° 26. Expansión en autoclave. Histograma de frecuencias.

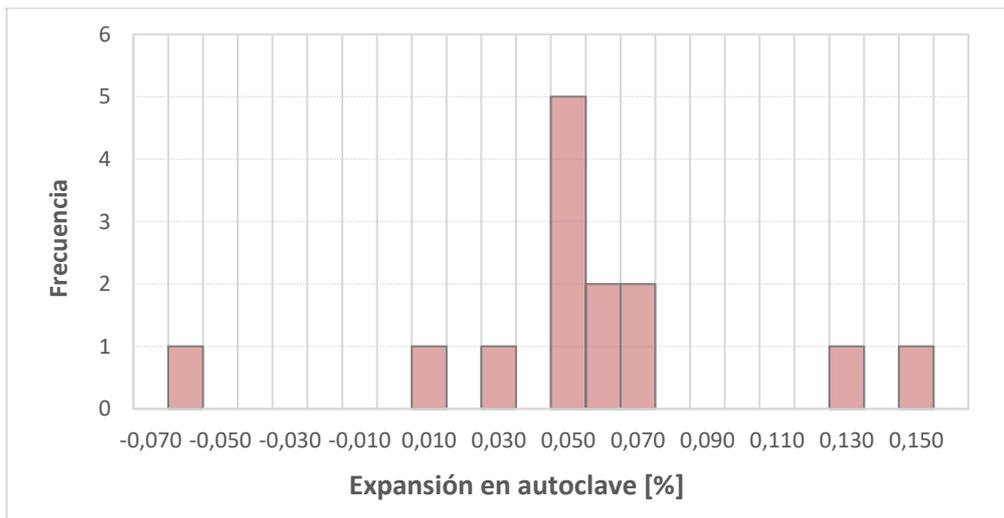
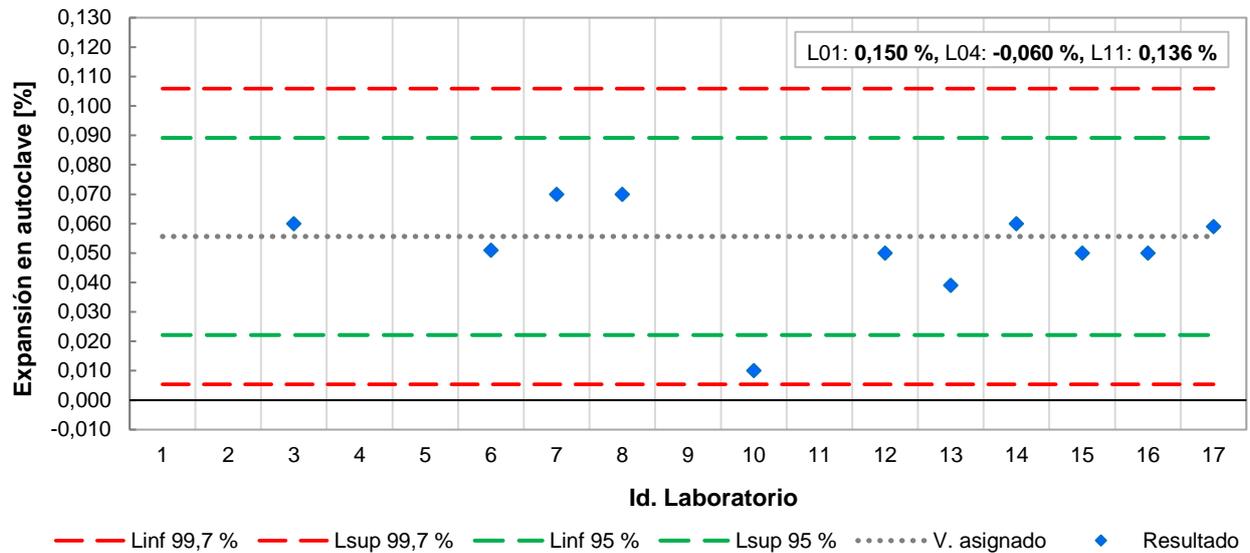


Gráfico N° 27. Expansión en autoclave, en por ciento (%)



6.2.8. Agua para mortero de fluidez normal

a. Ensayos con normas IRAM 1679 (2)

Cantidad de resultados	13	
Media aritmética	52,3	g agua / 100 g cto
Máximo	56,0	
Mínimo	48,9	
Valor asignado (x_{pt})	52,3	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	2,5	
Coefficiente de Variación (CV)	4,8	%
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,8	g agua / 100 g cto

Valores "Atípicos": no detectados

b. Otras determinaciones: ensayos sobre pasta de cemento.

Método de ensayo	Cantidad de resultados	Resultados informados	Media aritmética	Desvío estándar
IRAM 1612 (30), UNIT NM 43 (31)	4	27,8	27,1	1,7
		28,0		
		28,0		
		24,6		
		g agua / 100 g cto	g agua / 100 g cto	g agua / 100 g cto

Gráfico N° 28. Agua para mortero de fluidez normal (ensayos con normas IRAM 1679 (2)). Histograma de frecuencias.

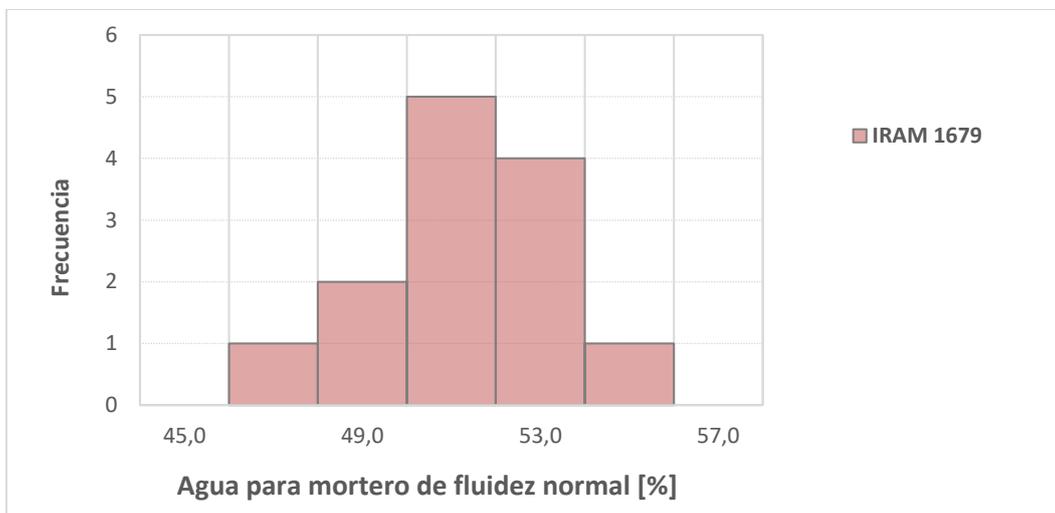
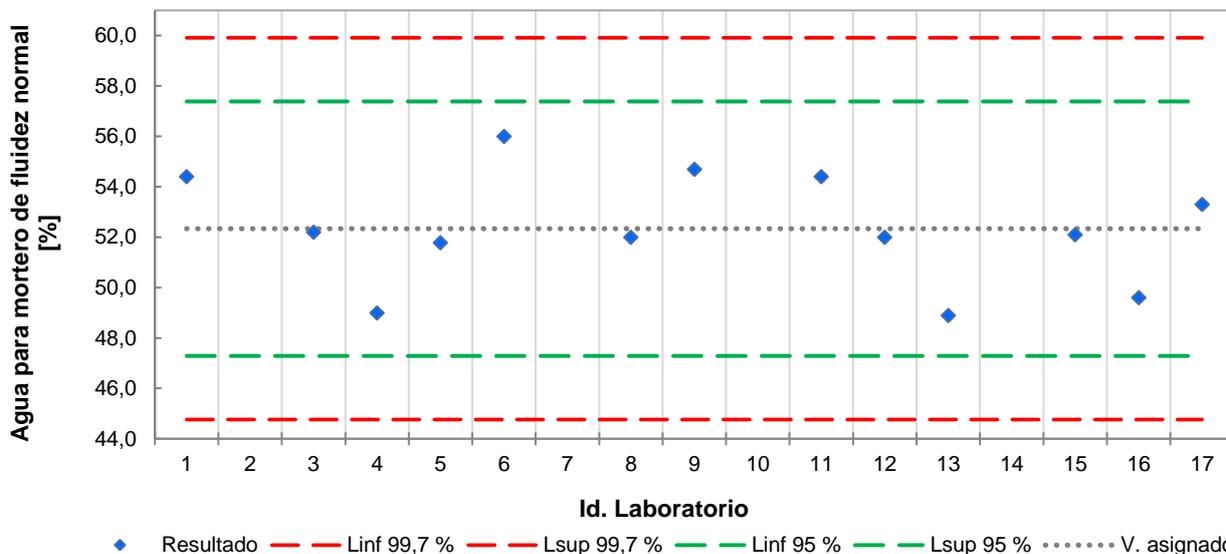


Gráfico N° 29. Agua para mortero de fluidez normal (Ensayos según normas IRAM 1679), en gramos de agua cada 100 gramos de cemento.



NOTA. Los resultados obtenidos en ensayos según las normas IRAM 1612 (30) y UNIT NM 43 (31) no se incluyen en el gráfico anterior por corresponder a métodos distintos al método adoptado como referencia en este programa interlaboratorio (Norma IRAM 1679)

6.2.9. Masa promedio de las probetas a 7 días

Probetas moldeadas según norma IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32)

Cantidad de resultados	17	
Media aritmética	530,7	g
Máximo	538,5	
Mínimo	509,0	
Valor asignado (x_{pt})	532,7	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	4,7	
Coefficiente de Variación (CV)	0,9	%
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	1,43	g

NOTA. Incluye probetas preparadas con el procedimiento de la norma IRAM 1622 (33) y UNIT ISO 679 (34).

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L05	517,9	g
Laboratorio L14	509,0	

Gráfico Nº 30. Masa promedio de las probetas preparadas según norma IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32) , a 7 días. Histograma de frecuencias.

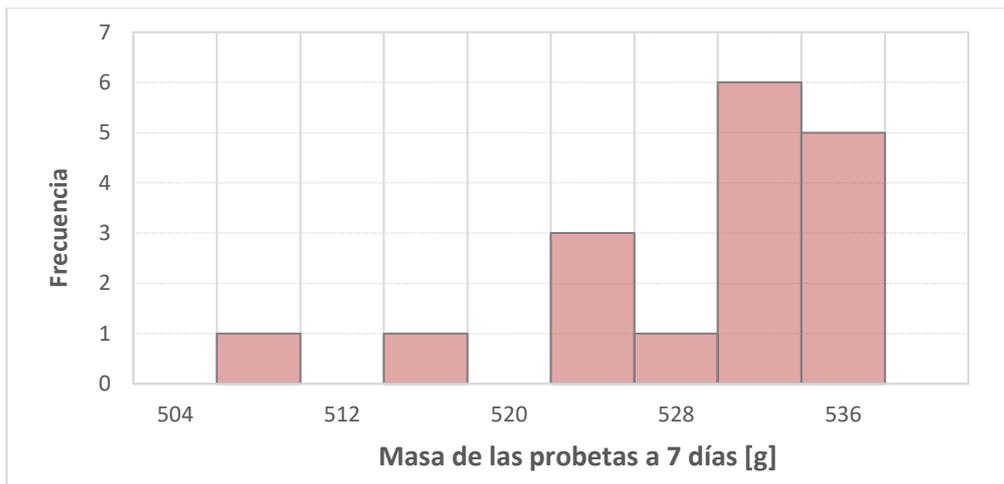
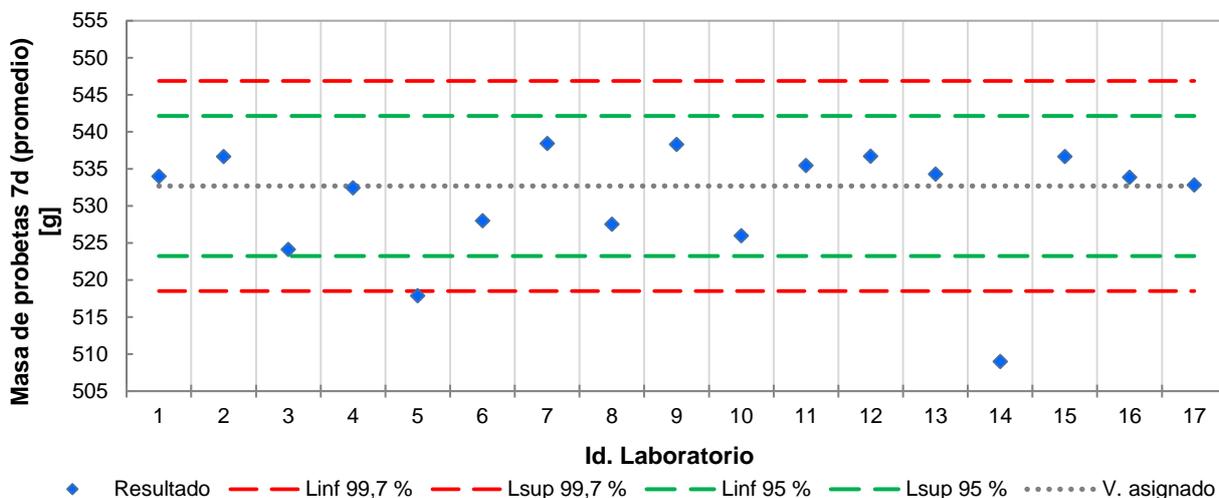


Gráfico N° 31. Masa promedio de las probetas preparadas según norma IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32), a 7 días, en gramos (g).



6.2.10. Masa promedio de las probetas a 28 días

Probetas moldeadas según norma IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32)

Cantidad de resultados	16	
Media aritmética	534,4	g
Máximo	552,1	
Mínimo	526,8	
Valor asignado (x_{pt})	533,8	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	6,0	%
Coefficiente de Variación (CV)	1,1	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	1,9	

NOTA. Incluye probetas preparadas con el procedimiento de la norma IRAM 1622 (33) y UNIT ISO 679 (34).

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L09	552,1	g

Gráfico N° 32. Masa promedio de las probetas preparadas según norma IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32), a 28 días. Histograma de frecuencias.

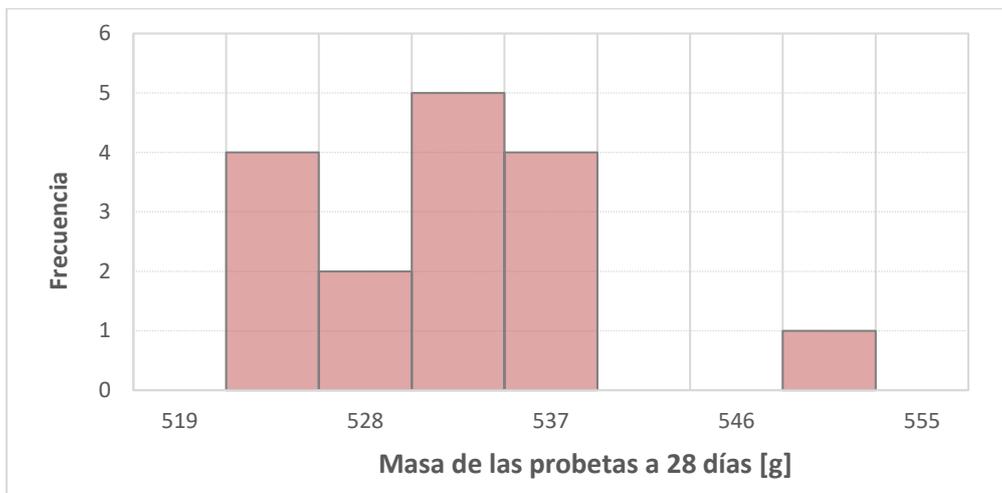
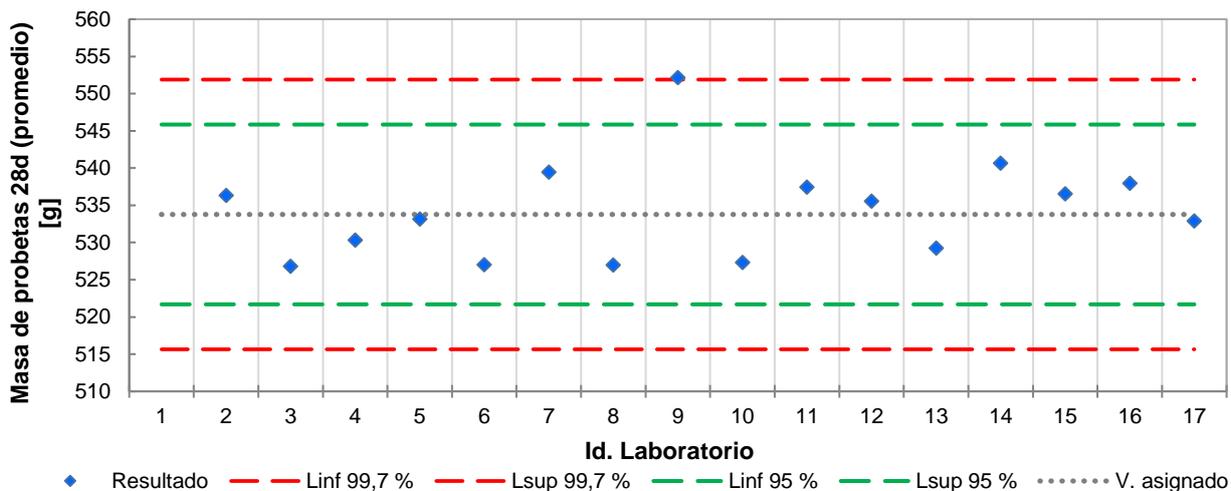


Gráfico N° 33. Masa promedio de las probetas preparadas según normas IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32), a 28 días, en gramos (g)



6.2.11. Resistencia a compresión a 7 días

Cantidad de resultados	17 (*)	
Media aritmética	9,6	MPa
Máximo	14,5	
Mínimo	8,2	
Valor asignado (x_{pt})	9,4	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,8	
Coefficiente de Variación (CV)	8,8	%
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,3	MPa

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1679 (2), UNIT 985 (32) y UNIT ISO 679 (34)

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L02	14,5	MPa

Gráfico N° 34. Resistencia a compresión a 7 días. Histograma de frecuencias.

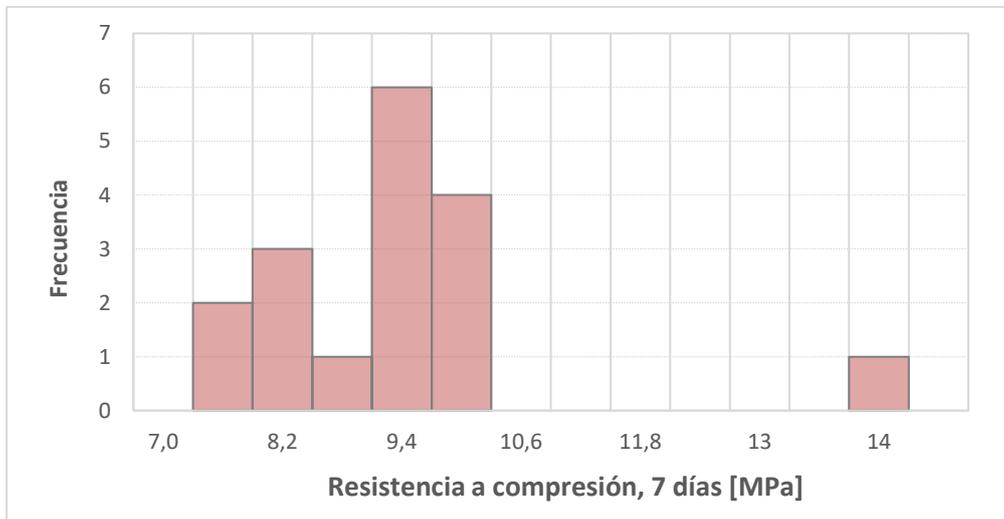
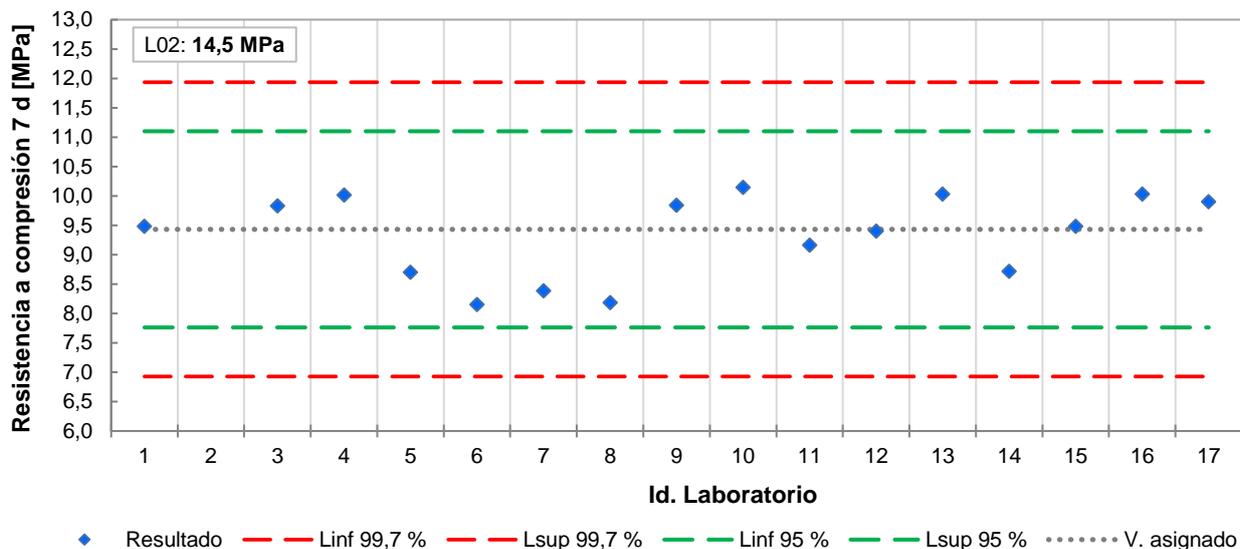


Gráfico N° 35. Resistencia a compresión a 7 días, en Megapascal (MPa).



6.2.12. Resistencia a compresión a 28 días

Cantidad de resultados	17 (*)	
Media aritmética	12,0	MPa
Máximo	16,8	
Mínimo	10,3	
Valor asignado (x_{pt})	11,8	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	0,8	%
Coefficiente de Variación (CV)	6,8	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,2	

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1679 (2), UNIT 985 (32) y UNIT ISO 679 (34)

Valores "Atípicos"		
Laboratorio L02	16,8	MPa

Gráfico Nº 36. Resistencia a compresión a 28 días. Histograma de frecuencias.

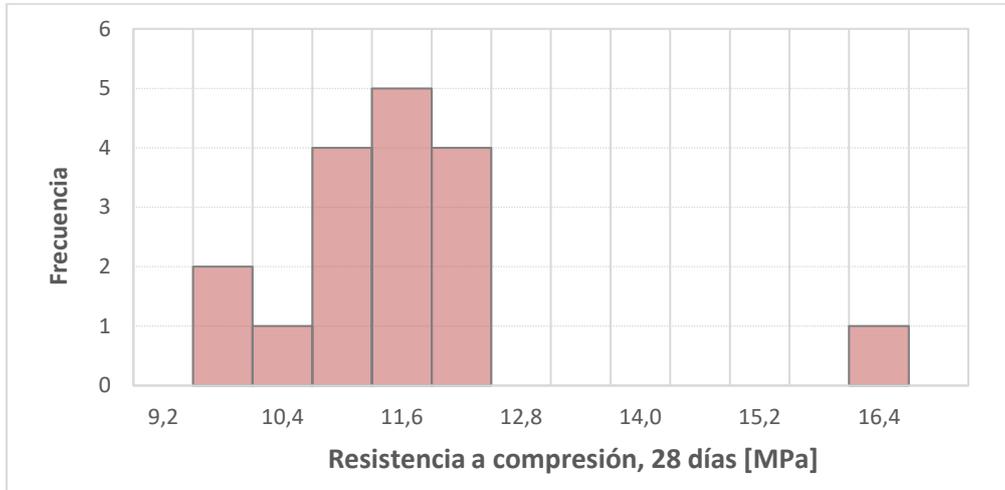
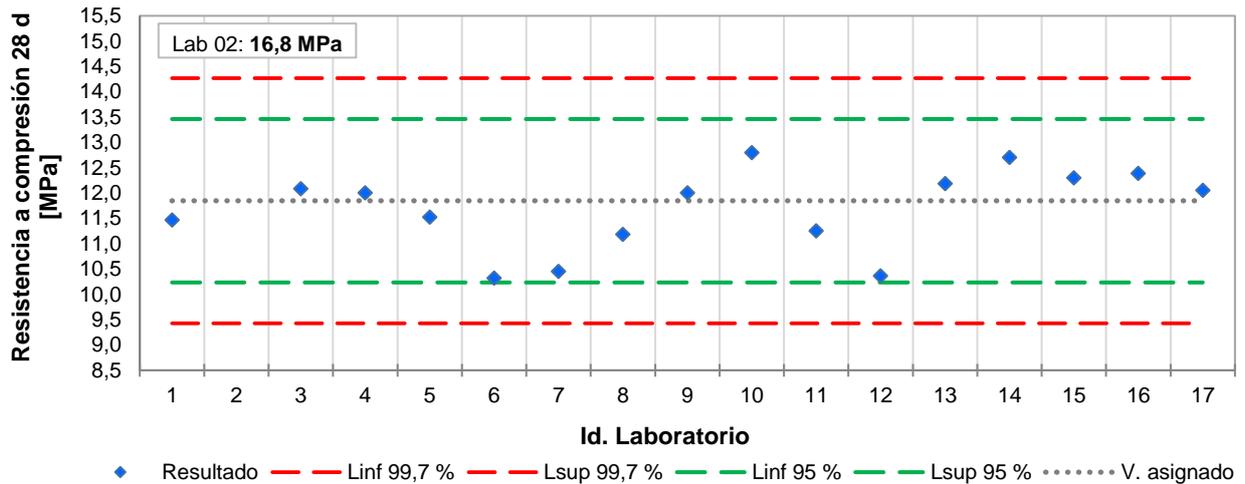


Gráfico Nº 37. Resistencia a compresión a 28 días según método de ensayo IRAM 1679 (2), en Megapascal (MPa).



6.2.13. Aire incorporado

a. Ensayos con normas IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (3)

Cantidad de resultados	15	
Media aritmética	13,2	%
Máximo	17,9	
Mínimo	10,6	
Valor asignado (x_{pt})	13,0	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	2,1	
Coefficiente de Variación (CV)	16,3	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	0,7	

Valores "Atípicos": no detectados

b. Ensayos con otros métodos:

Método de ensayo	Cantidad de resultados	Resultados informados		Media aritmética		Desvío estándar	
			%		%		%
IRAM 1711 (35)	1	12,2	%	-	%	-	%

Gráfico N° 38. Aire incorporado. Histograma de frecuencias.

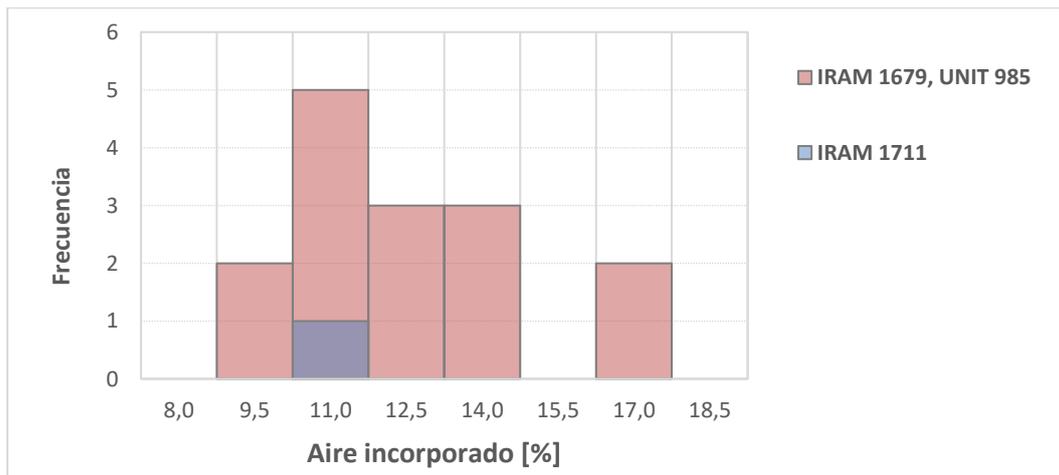
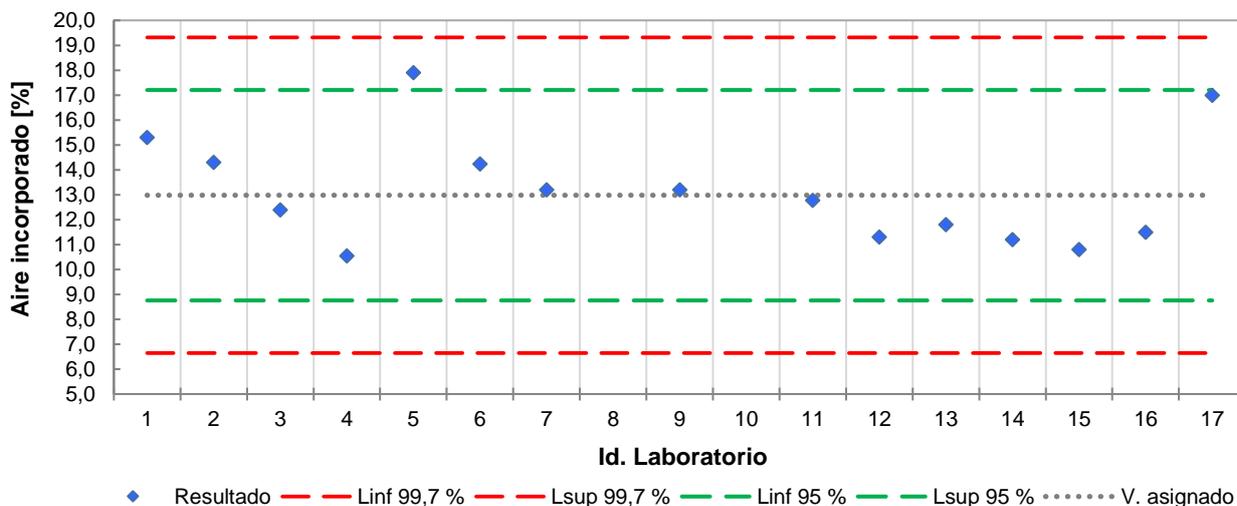


Gráfico N° 39. Aire incorporado (ensayos según normas IRAM 1679 y UNIT 985), en por ciento (%).



6.2.14. Retención de agua

Cantidad de resultados	16 (*)	
Media aritmética	77,8	%
Máximo	94,2	
Mínimo	65,9	
Valor asignado (x_{pt})	77,6	
Desviación estándar interlaboratorio (σ_{pt})	9,4	
Coefficiente de Variación (CV)	12,1	
Incertidumbre del valor asignado ($u(x_{pt})$)	2,9	

(*) Métodos de ensayo: IRAM 1679 (2) y UNIT 985 (32)

Valores “Atípicos”: no detectados

Gráfico N° 40. Retención de agua. Histograma de frecuencias.

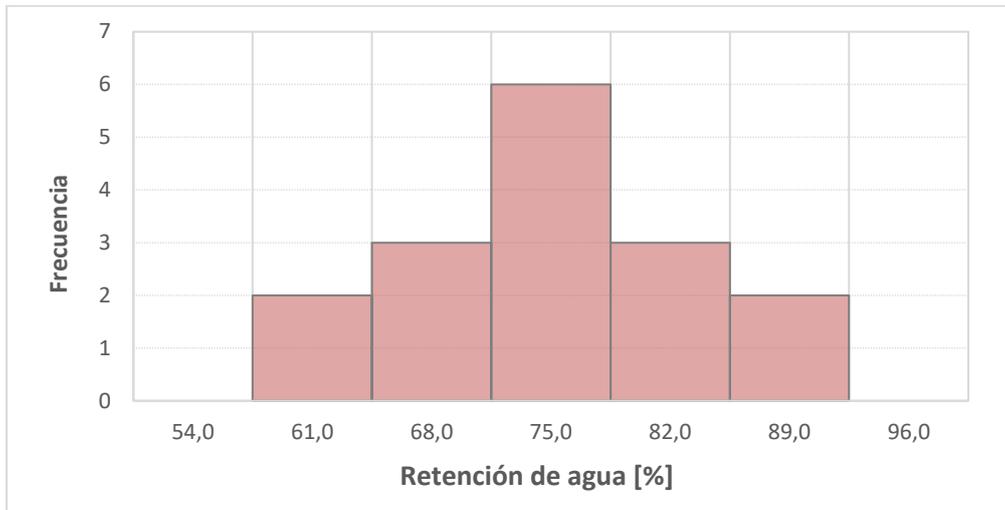
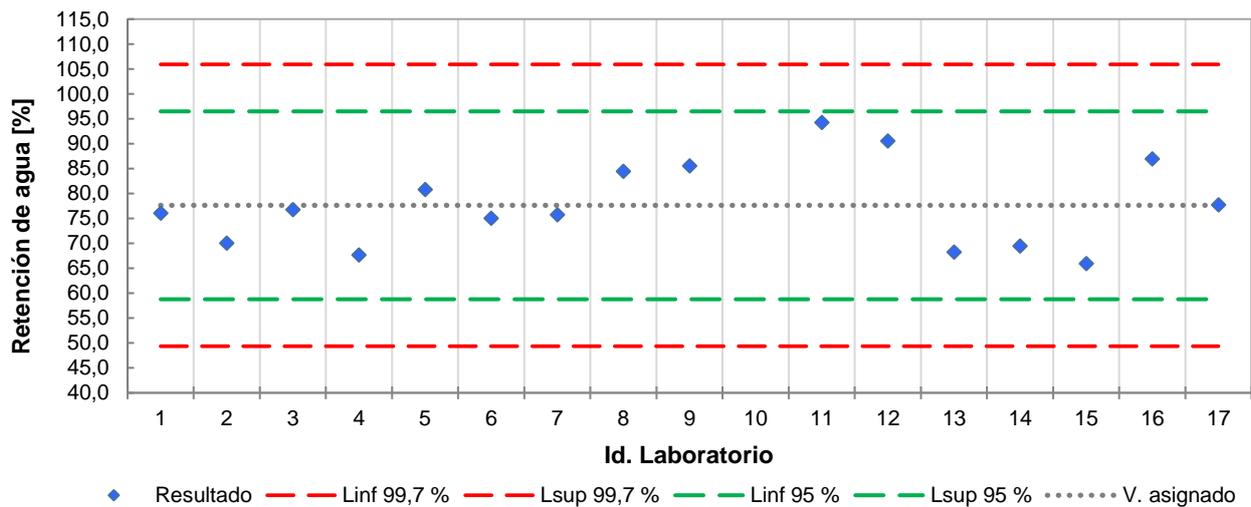


Gráfico N° 41. Retención de agua, en por ciento (%).



7. Conclusiones

Sobre un total de 306 resultados informados por los participantes para las 21 determinaciones incluidas en el alcance de este programa interlaboratorio, el 88,9 % fueron calificados con un valor de Z-Score comprendido entre 2,0 y -2,0, demostrando un desempeño satisfactorio de la mayoría de los participantes. En tanto, el 2,3 % de los resultados corresponden a casos de desempeño “dudoso” ($2,0 < |z| < 3,0$), y el 7,2 % a casos de desempeño no satisfactorio ($|z| > 3,0$).

Por su parte, 5 participantes obtuvieron una calificación “satisfactoria” ($|z| < 2,0$) en todas las determinaciones en los que participaron.

Al respecto del ensayo de Distribución de tamaño de partículas por espectroscopía de difracción laser, ninguno de los laboratorios participantes informó resultados.

8. Referencias bibliográficas

- (1) Norma IRAM 1685. Cemento de albañilería. Requisitos.
- (2) Norma IRAM 1679. Cemento de albañilería. Método de ensayo.
- (3) Norma EN 196-1. Methods of testing cement – Part 1. Determination of strength.
- (4) Norma IRAM 1633. Arena normalizada.
- (5) Norma UNE EN 196-7. Métodos de ensayo de cementos. Parte 7: Métodos de toma y preparación de muestras de cemento.
- (6) Norma ISO 13528. Statistical methods for use in proficiency testing by interlaboratory comparisons. Second Edition. 2015.
- (7) Norma ISO 5725-2. Exactitud (Veracidad y precisión) de métodos de medición y resultados. Parte 2: Método básico para la determinación de repetibilidad y reproducibilidad de un método estándar de medición.
- (8) ASTM C114. Estándar test methods for chemical analysis of hydraulic cement.
- (9) Norma EN 196-2. Methods of testing cement. Part 2: Chemical analysis of cement.
- (10) Norma IRAM 1714. Conglomerantes hidráulicos y sus adiciones. Análisis químico por espectrometría de fluorescencia de rayos X.
- (11) Norma ISO 29581-2. Methods of testing cement. Chemical analysis of cement. Part 2: analysis by x-ray fluorescence.
- (12) Norma IRAM 1591-1. Cementos. Métodos de ensayo. Parte I: Análisis químico por vía húmeda.
- (13) Norma IRAM 1692. Cementos. Métodos rápidos de análisis químico.
- (14) Norma IRAM 1504. Cemento Portland. Análisis químico.
- (15) Norma UNIT 1013. Cemento Portland. Análisis químico. Determinación del contenido de cloruro.
- (16) Norma IRAM 1624. Cemento. Método de ensayo para la determinación de la densidad.
- (17) Norma NM 23. Cemento Portland. Método de determinación de la densidad absoluta.
- (18) Norma IRAM 1623. Cemento portland. Método de ensayo de finura por tamizado seco y por determinación de la superficie específica por permeabilidad al aire (método de Blaine).
- (19) Norma NM 76. Cemento Portland. Determinación de la finura mediante la permeabilidad al aire (método de Blaine).
- (20) Norma IRAM 1621. Cemento portland. Método de ensayo de finura por tamizado húmedo.
- (21) UNIT 1064. Cementos. Método de determinación de la finura por tamizado húmedo con tamiz 75 μm .
- (22) UNIT 327. Cemento Portland. Determinación de la finura por medio de tamizado seco.

-
- (23) ABNT 12826. Cimento Portland e outros materiais em pó — Determinação do índice de finura por meio de peneirador aerodinâmico.
 - (24) Norma EN 196-6. Métodos de ensayo de cementos. Parte 6: Determinación de la finura.
 - (25) Norma IRAM 1654. Puzolanas y cenizas volantes silíceas. Parte 1 – Métodos de ensayo físicos.
 - (26) Norma IRAM 1619. Cemento. Método de ensayo para la determinación del tiempo de fraguado.
 - (27) Norma NM 65. Cemento Portland. Determinación del tiempo de fraguado.
 - (28) Norma IRAM 1620. Cemento. Método de ensayo de la expansión en autoclave.
 - (29) UNIT 514. Cemento - Ensayo en autoclave para determinar la estabilidad de volumen.
 - (30) Norma IRAM 1612. Cemento. Método de ensayo para la determinación de la consistencia normal
 - (31) UNIT NM 43. Cemento Portland. Determinación de la pasta de consistencia normal.
 - (32) UNIT 985. Cemento de albañilería - Métodos de ensayo.
 - (33) Norma IRAM 1622. Cemento portland. Determinación de resistencias mecánicas.
 - (34) UNIT ISO 679. Métodos de ensayo de cementos. Determinación de resistencias mecánicas.
 - (35) Norma IRAM 1711. Morteros para mampostería. Determinación del contenido de aire en mezclas frescas.



Damián M. Altgelt
Director Ejecutivo ICPA

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla resumen de resultados informados por los participantes

Id. Lab	SiO₂ (%)	Al₂O₃ (%)	Fe₂O₃ (%)	CaO (%)	MgO (%)	SO₃ (%)	Cl⁻ (%)	Densidad (g/cm ³)	Superficie Esp. Blaine (cm ² /g)	Retenido 75 µm (%)	Retenido 45 µm (%)
L01	17,59	4,49	2,19	48,44	3,38	1,53	-	2,95	4883	3,7	15,1
L02	17,96	4,32	2,10	49,42	3,25	1,61	0,01	2,92	4259	3,8	15,3
L03	16,50	4,52	2,22	49,32	3,02	1,59	0,01	2,88	4058	4,4	14,0
L04	18,26	4,30	2,17	49,58	3,35	1,69	0,01	2,95	4307	3,2	14,5
L05	-	-	-	-	-	-	-	2,98	4904	-	-
L06	17,87	4,32	2,16	49,67	3,42	1,57	-	2,89	4266	3,2	16,8
L07	17,98	4,35	2,34	43,93	3,37	1,70	-	-	4700	4,0	11,6
L08	18,18	3,77	2,10	47,30	4,72	1,87	-	2,88	3940	3,6	13,6
L09	-	-	-	-	-	-	-	2,86	4772	3,4	14,2
L10	17,57	4,30	2,55	53,89	3,10	1,67	0,02	2,93	3838	3,7	17,6
L11	17,84	4,29	2,17	49,96	3,32	1,58	0,01	2,92	4097	3,5	14,5
L12	-	-	-	50,47	3,02	1,51	0,01	2,89	4179	3,5	-
L13	17,95	4,28	2,18	50,29	3,39	1,50	0,02	-	4660	3,3	17,5
L14	17,92	4,13	2,07	49,94	3,39	1,67	0,04	2,83	4135	4,0	-
L15	17,83	4,31	2,17	50,49	3,33	1,62	0,01	2,95	4365	3,4	15,2
L16	18,26	4,22	2,15	49,70	3,39	1,69	0,02	2,90	4142	3,5	16,8
L17	17,96	4,38	2,21	49,92	3,46	1,57	-	2,95	3997	3,7	15,1

ANEXO 1 (Continuación)

Tabla resumen de resultados informados por los participantes

Id. Lab	Tiempo de raguado inicial (min)	Expansión en autoclave (%)	Agua para mortero de fluidez normal (g agua / g cto)	Masa probetas 7 d (g)	Masa probetas 28 d (g)	Res. Comp. 7 d (MPa)	Res. Comp. 28 d (MPa)	Aire incorporado (%)	Retención de agua (%)
L01	360	0,150	54,4	534,0	-	9,5	11,5	15,3	76,0
L02	213	-	27,8	536,7	536,3	14,5	16,8	14,3	70,0
L03	225	0,060	52,2	524,2	526,8	9,8	12,1	12,4	76,7
L04	236	-0,060	49,0	532,5	530,3	10,0	12,0	10,6	67,6
L05	208	-	51,8	517,9	533,1	8,7	11,5	17,9	80,8
L06	212	0,051	56,0	528,0	527,0	8,2	10,3	14,2	75,0
L07	220	0,070	28,0	538,5	539,4	8,4	10,5	13,2	75,7
L08	260	0,070	52,0	527,5	527,0	8,2	11,2	12,2	84,4
L09	235	-	54,7	538,3	552,1	9,8	12,0	13,2	85,5
L10	213	0,010	28,0	526,0	527,3	10,1	12,8	-	-
L11	203	0,136	54,4	535,5	537,4	9,2	11,3	12,8	94,2
L12	201	0,050	52,0	536,7	535,5	9,4	10,4	11,3	90,5
L13	230	0,039	48,9	534,3	529,2	10,0	12,2	11,8	68,2
L14	118	0,060	24,6	509,0	540,6	8,7	12,7	11,2	69,4
L15	219	0,050	52,1	536,7	536,5	9,5	12,3	10,8	65,9
L16	202	0,050	49,6	533,9	537,9	10,0	12,4	11,5	86,9
L17	253	0,059	53,3	532,8	532,9	9,9	12,1	17,0	77,7



Damián M. Altgelt
Director Ejecutivo

ANEXO 2

Z-Score para los laboratorios participantes

Para la evaluación de los resultados informados por los participantes se empleó el criterio del parámetro “Z-Score” definido de la siguiente manera, de acuerdo con el punto 9.4 de la norma ISO 13528 (6):

$$z_i = \frac{x_i - X_{pt}}{\sigma_{pt}}$$

Donde,

x_i : resultado de ensayo para la determinación de análisis, del participante “i”

x_{pt} : valor asignado para la determinación de análisis en este estudio interlaboratorio, calculado según se indica en el punto 5 de este informe.

σ_{pt} : desviación estándar para la determinación de análisis en este estudio interlaboratorio, calculado según en el punto 5 de este informe.

De acuerdo con la norma ISO 13528 (6), el parámetro “Z-Score” puede ser interpretado con el siguiente criterio:

Para $|z_i| < 2,0$ Desempeño “aceptable”

Para $2,0 < |z_i| < 3,0$ Desempeño “cuestionable”

Para $|z_i| \geq 3,0$ Desempeño “no satisfactorio”

Los valores del parámetro “z” calculados se indican a continuación.

ANEXO 2 (Continuación)

Tabla resumen del parámetro “Z-Score”, por participante y determinación

Id. Lab	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Cl ⁻	Densidad	Superficie Esp. Blaine	Retenido 75 µm	Retenido 45 µm
L01	-1,86	2,94	0,35	-1,93	0,48	-1,02	-	0,85	1,75	0,85	-0,06
L02	0,21	0,21	-1,38	-0,46	-1,63	-0,07	-0,57	0,14	-0,12	1,30	0,06
L03	-7,96	3,42	0,93	-0,61	-5,36	-0,31	-0,25	-0,77	-0,72	1,35	-0,72
L04	1,89	-0,11	-0,03	-0,22	-0,01	0,87	-0,68	0,85	0,03	-1,30	-0,42
L05	-	-	-	-	-	-	-	1,55	1,81	-	-
L06	-0,30	0,21	-0,22	-0,08	1,13	-0,54	-	-0,54	-0,09	-1,62	0,95
L07	0,32	0,69	3,24	-8,70	0,32	0,99	-	-	1,20	0,47	-2,14
L08	1,44	-8,61	-1,38	-3,64	22,21	2,99	-	-0,77	-1,07	-0,42	-0,95
L09	-	-	-	-	-	-	-	-1,23	1,42	-0,49	-0,60
L10	-1,97	-0,11	7,28	6,26	-4,06	0,63	0,20	0,39	-1,37	0,66	1,44
L11	-0,46	-0,27	-0,03	0,35	-0,49	-0,43	-0,68	0,16	-0,60	-0,05	-0,42
L12	-	-	-	1,12	-5,36	-1,25	-0,68	-0,54	-0,35	-0,59	-
L13	0,15	-0,43	0,16	0,85	0,64	-1,37	0,39	-	1,08	-0,94	1,36
L14	-0,02	-2,84	-1,96	0,32	0,64	0,63	2,54	-1,93	-0,49	0,49	-
L15	-0,52	0,05	-0,03	1,15	-0,33	0,04	-0,68	0,85	0,20	-0,49	0,00
L16	1,89	-1,39	-0,42	-0,04	0,64	0,87	0,39	-0,30	-0,47	-0,05	0,95
L17	0,21	1,17	0,74	0,29	1,78	-0,54	-	0,85	-0,90	0,72	-0,08

ANEXO 2 (Continuación)

Tabla resumen del parámetro “Z-Score”, por participante y determinación

Id. Lab	Tiempo de fraguado inicial	Expansión en autoclave	Agua para mortero de fluidez normal	Masa probetas 7 d	Masa probetas 28 d	Res. Comp. 7 d	Res. Comp. 28 d	Aire incorporado	Retención de agua
L01	6,12	5,63	0,82	0,28	-	0,06	-0,47	1,10	-0,17
L02	-0,38	-	ND	0,84	0,42	6,11	6,10	0,62	-0,81
L03	0,15	0,26	-0,05	-1,81	-1,16	0,48	0,29	-0,28	-0,10
L04	0,64	-6,90	-1,32	-0,05	-0,57	0,70	0,19	-1,15	-1,06
L05	-0,60	-	-0,22	-3,13	-0,11	-0,88	-0,41	2,33	0,34
L06	-0,42	-0,28	1,45	-0,99	-1,12	-1,54	-1,90	0,60	-0,28
L07	-0,07	0,86	ND	1,22	0,94	-1,26	-1,73	0,10	-0,20
L08	1,70	0,86	-0,13	-1,09	-1,13	-1,50	-0,82	ND	0,72
L09	0,59	-	0,94	1,19	3,04	0,49	0,19	0,10	0,83
L10	-0,36	-2,72	ND	-1,42	-1,07	0,86	1,18	-	-
L11	-0,82	4,80	0,82	0,59	0,61	-0,33	-0,74	-0,10	1,76
L12	-0,91	-0,34	-0,13	0,85	0,29	-0,04	-1,84	-0,80	1,37
L13	0,37	-0,99	-1,36	0,34	-0,75	0,72	0,42	-0,56	-1,00
L14	-4,58	0,26	ND	-5,01	1,14	-0,86	1,06	-0,84	-0,87
L15	-0,12	-0,34	-0,09	0,84	0,46	0,06	0,56	-1,03	-1,24
L16	-0,87	-0,34	-1,08	0,26	0,69	0,72	0,66	-0,70	0,98
L17	1,39	0,20	0,38	0,03	-0,14	0,56	0,25	1,90	0,01

ND: No determinado debido a que no se recibieron suficientes resultados para el método de ensayo empleado en esta determinación.



Damián M. Altgelt
Director Ejecutivo ICPA

ANEXO 3

Análisis de homogeneidad de las muestras

Para evaluar la hipótesis de homogeneidad de las muestras enviadas a los participantes se estableció un procedimiento de muestreo en base a lo indicado en la norma ISO 13528 (6), utilizando como parámetro de análisis (mensurando) el retenido en tamiz 75 μm vía húmeda, según IRAM 1621 (20).

El estudio se efectuó a partir de porciones de material procedentes de 5 muestras de ensayo preparadas para ser distribuidas con los participantes. Las muestras se prepararon por duplicado y fueron entregadas al laboratorio de ensayo¹, identificadas como “MH 1-1”, “MH 1-2”, “MH 2-1”, “MH 2-2”, “MH 3-1”, “MH 3-2”, “MH 4-1”, “MH 4-2”, “MH 5-1” y “MH 5-2”.

Para los ensayos se utilizó una balanza digital marca Mettler Toledo mod. PB303 id. BB1, calibrada con fecha junio 2021, tamices 75 μm marca Restch id. BT11 al BT16, verificados con fecha agosto 2022, y un manómetro marca Beyca id. SMM2, calibrado con fecha mayo 2022.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los retenidos en el tamiz 75 μm , para cada determinación. Para cada muestra se aplicó la prueba de Cochran para analizar la varianza de los resultados, antes del análisis de conformidad de los resultados con el criterio de aceptación de la hipótesis de homogeneidad que establece la norma ISO 13528 (6).

Muestras	MH 1		MH 2		MH 3		MH 4		MH 5	
	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2	#1	#2
Retenido en tamiz 75 μm	4,5	4,7	4,8	4,8	4,5	4,7	4,6	4,7	4,8	4,8

NOTA. Todos los valores están expresados en g/100g.

Según el criterio del Anexo B de la ISO 13528 (6) se verifica la condición de homogeneidad para la desviación estandar interlaboratorio del ensayo (σ_{pt}) adoptado como 0,5 g/100g.



Damián M. Altgelt
Director Ejecutivo ICPA

¹ INTI. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Departamento de Tecnología del Hormigón. Parque Tecnológico Miguelete. Av. General Paz N° 5445. San Martín, PBA, Argentina. (Orden de Trabajo 224-02734).

ANEXO 4

Análisis de estabilidad de las muestras

Para evaluar la hipótesis de estabilidad de las muestras se estableció un procedimiento de muestreo en base a lo indicado en la norma ISO 13528 (6), utilizando como parámetro de análisis (mensurando) a la pérdida por calcinación del cemento.

El estudio se efectuó a partir de porciones de material procedentes de 2 de las muestras de ensayo preparadas para los participantes. La primera porción fue obtenida de una muestra seleccionada al azar entre las enviadas a los participantes, mientras que la segunda se obtuvo de una de las muestras remanentes (preparadas en idénticas condiciones que las enviadas a participantes, pero conservadas en ICPA como resguardo por extravío de las muestras enviadas), luego de 90 días de la fecha de preparación y envío de las muestras a los participantes. En la primera muestra, cada porción fue distribuida en 3 recipientes independientes, solicitándose su ensayo por duplicado al laboratorio designado², mientras que para la segunda muestra se prepararon 3 porciones que fueron distribuidas en 6 recipientes independientes a ensayar individualmente.

Se asignaron las siguientes identificaciones a las muestras: "ME 1-1", "ME2-1" y "ME 3-1" para la primera, y "ME 4-1", "ME 4-2", "ME 5-1", "ME 5-2", "ME 6-1" Y "ME 6-2" para la segunda.

El método de ensayo empleado fue el descrito en el apartado 11 de la norma IRAM 1504 (14). En la siguiente tabla se presentan los resultados informados por el laboratorio.

Submuestras	ME inicio (Noviembre 2022)			ME luego de 3 meses (Febrero 2023)		
	Determ #1	Determ #2	Promedio	Determ #1	Determ #2	Promedio
# 1	18,81	18,84	18,83	18,92	18,94	18,93
# 2	18,81	18,83	18,82	18,92	18,94	18,93
# 3	18,82	18,83	18,83	18,90	18,90	18,90

NOTA: Todos los valores están expresados en g/100g.

Según el criterio del Anexo B de la ISO 13528 (6) se verifica la condición de estabilidad, para σ_{pt} adoptado igual a 0,50 g / 100 g.



Damián M. Altgelt
Director Ejecutivo ICPA

² INTI. Instituto Nacional de Tecnología Industrial. Departamento de Desempeño y Control de Aglomerantes. Parque Tecnológico Miguelete. Av. General Paz N° 5445. San Martín, PBA, Argentina. (Orden de Trabajo 224-2717).