

Hormigón con tierra de diatomeas calcinadas gastadas como material de reemplazo: análisis experimental y estadístico a largo plazo

Leandro Magalhães^a, Débora Ferreira^b, Ana Ramos Gavilán^c

^a Ciencia y Tecnología Químicas, Tecnologías sostenibles aplicadas a la Agroalimentación, Ingeniería de Materiales y la Construcción. Escuela Superior Politécnica de Zamora. Universidad de Salamanca.

^b GICoS, Instituto Politécnico de Bragança, Campus Santa Apolónia, 5300-253, Bragança, Portugal.

^c Dept. of Mechanical Engineering. Universidad de Salamanca. Av. Requejo 33, 49022 Zamora, España.

RESUMEN

Esta investigación doctoral explora la aplicación de tierra de diatomeas calcinadas gastadas (SCDE), un subproducto de la filtración del vino, tratadas térmicamente a 700 °C para eliminar el contenido orgánico, como reemplazo parcial del cemento o la arena en el hormigón. El estudio incluye un análisis preliminar de reemplazos del cemento que van del 5% al 10% y reemplazos de la arena del 2,5% al 15%, evaluando sus efectos sobre la trabajabilidad, la densidad y la resistencia a la compresión a los 7 y 28 días. El programa de ensayos se centra en tres composiciones clave: el hormigón de referencia y las mezclas óptimas con un 10% de reemplazo del cemento y un 5% de reemplazo de la arena. Las pruebas de resistencia a la compresión se realizan a los 7, 28, 90, 180 y 360 días. El alto contenido de sílice en la SCDE contribuye a la formación de hidratos de silicato cálcico adicionales durante el proceso de hidratación, lo que mejora la resistencia mecánica con el tiempo. Los resultados, validados mediante ANOVA, demuestran la influencia del SCDE en la resistencia del hormigón a lo largo del tiempo, con patrones de comportamiento distintivos identificados para diferentes mezclas. La resistencia del hormigón con reemplazo se correlaciona con la resistencia de referencia, con un factor multiplicador que varía entre los 7 y los 90 días y luego se estabiliza. Cuando el SCDE sustituye al cemento, el factor es inferior a uno antes de los 28 días debido a la lenta reacción puzolánica, mientras que, en el caso de la sustitución de arena, siempre supera el uno debido al efecto relleno inicial. Después de 90 días, los factores multiplicativos de resistencia son 1,13 para la sustitución de cemento y 1,30 para la sustitución de arena, lo que demuestra el potencial del SCDE para la fabricación sostenible de hormigón y su impacto positivo a largo plazo en el rendimiento mecánico.

CAMPAÑA EXPERIMENTAL

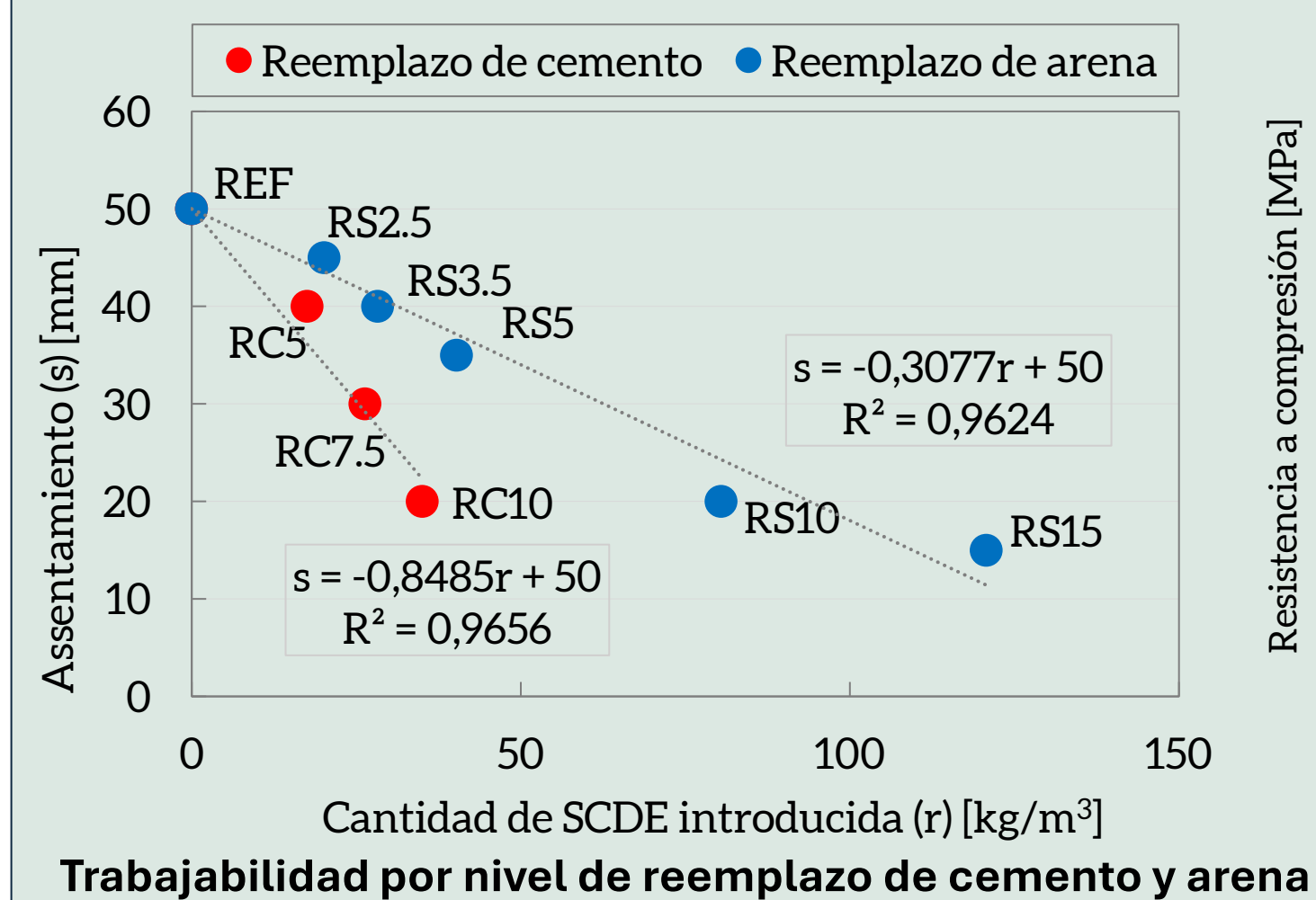
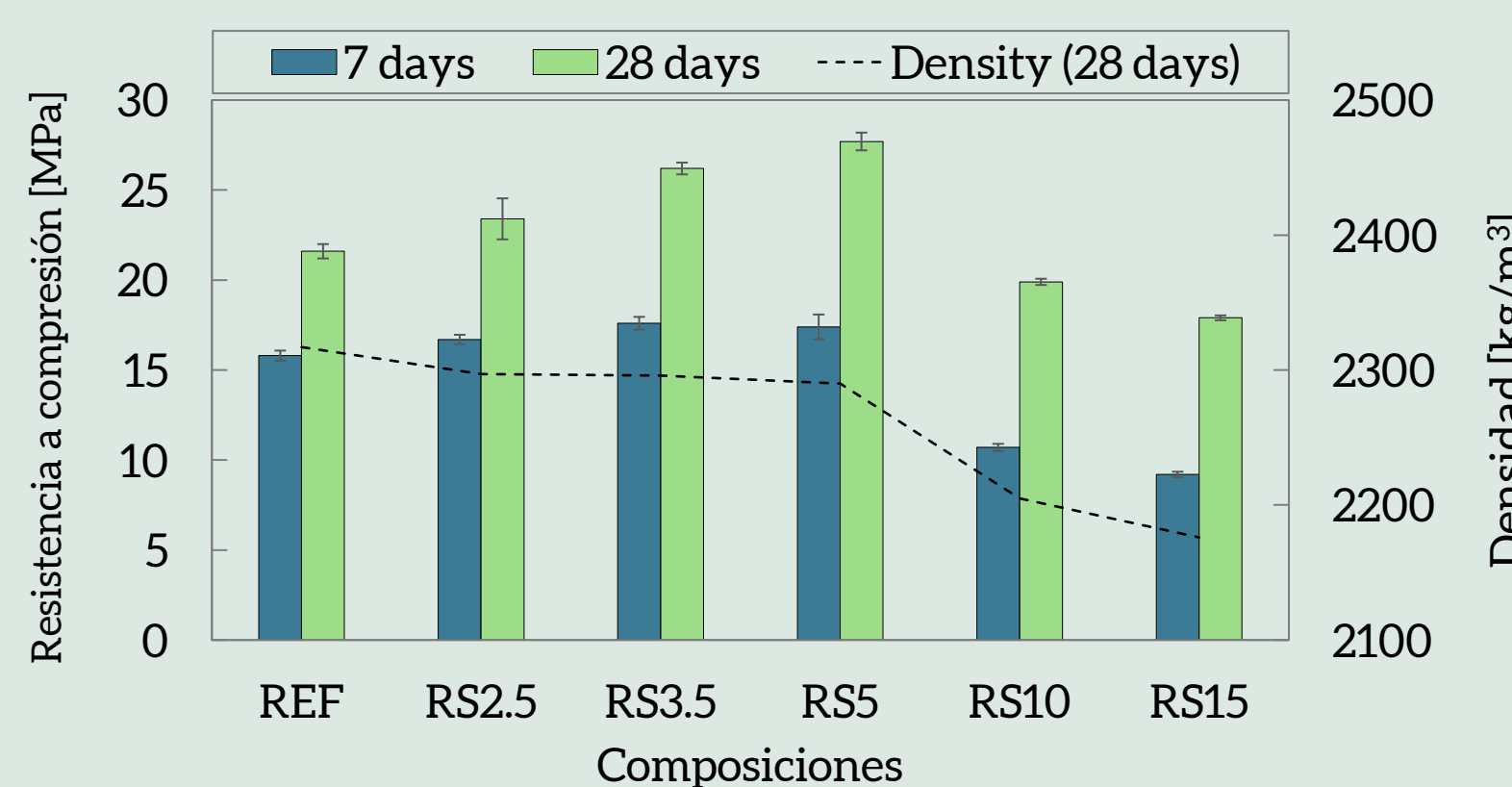
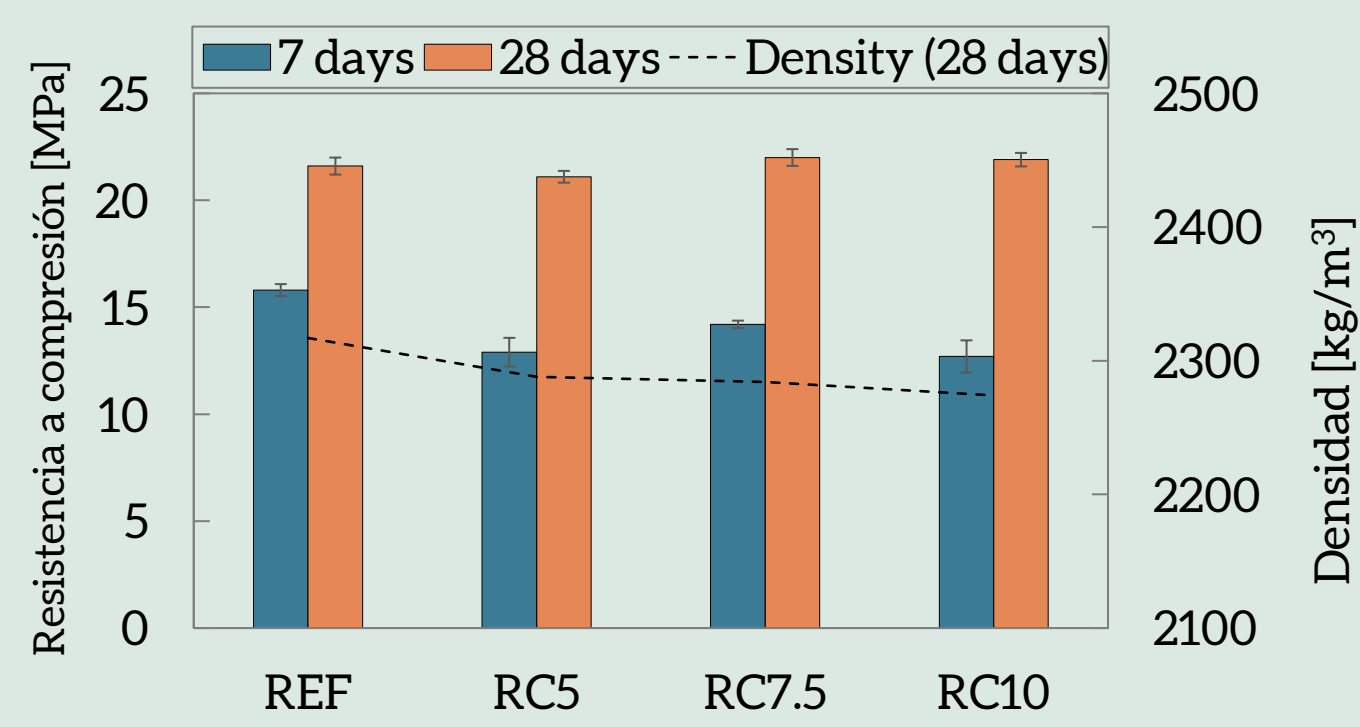
Análisis de reemplazos



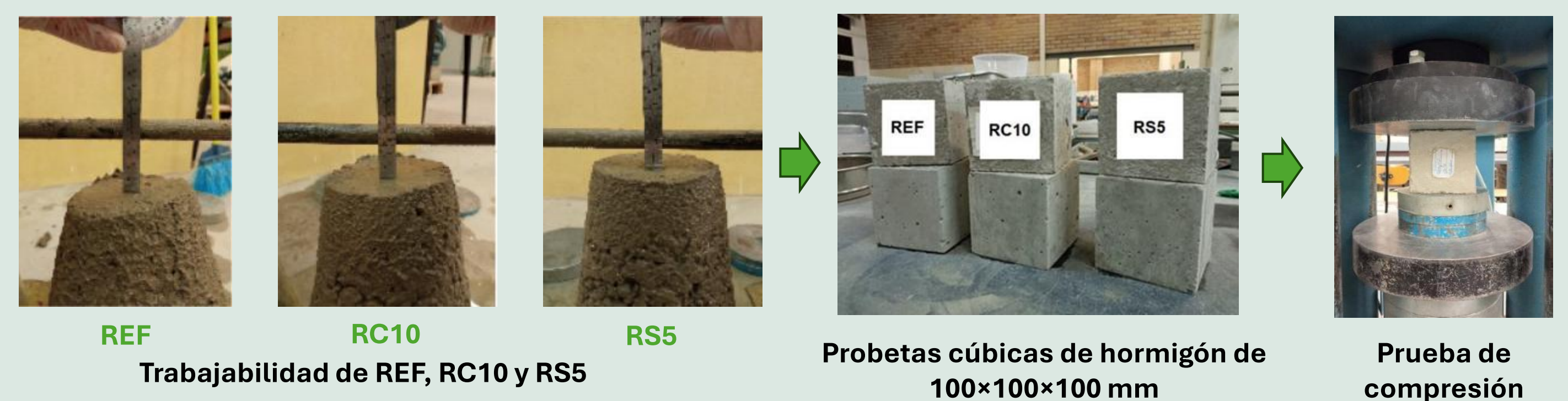
Composiciones de hormigón con SCDE

Comp.	Cemento (kg/m ³)	Agua (kg/m ³)	Arena (kg/m ³)	Grava (kg/m ³)	SCDE (kg/m ³)
REF	350		804		-
RC5	333		804		18
RC7.5	324		804		26
RC10	315		804		35
RS2.5	350	219	784	1010	20
RS3.5	350		776		28
RS5	350		764		40
RS10	350		724		80
RS15	350		684		121

Fabricación de hormigón

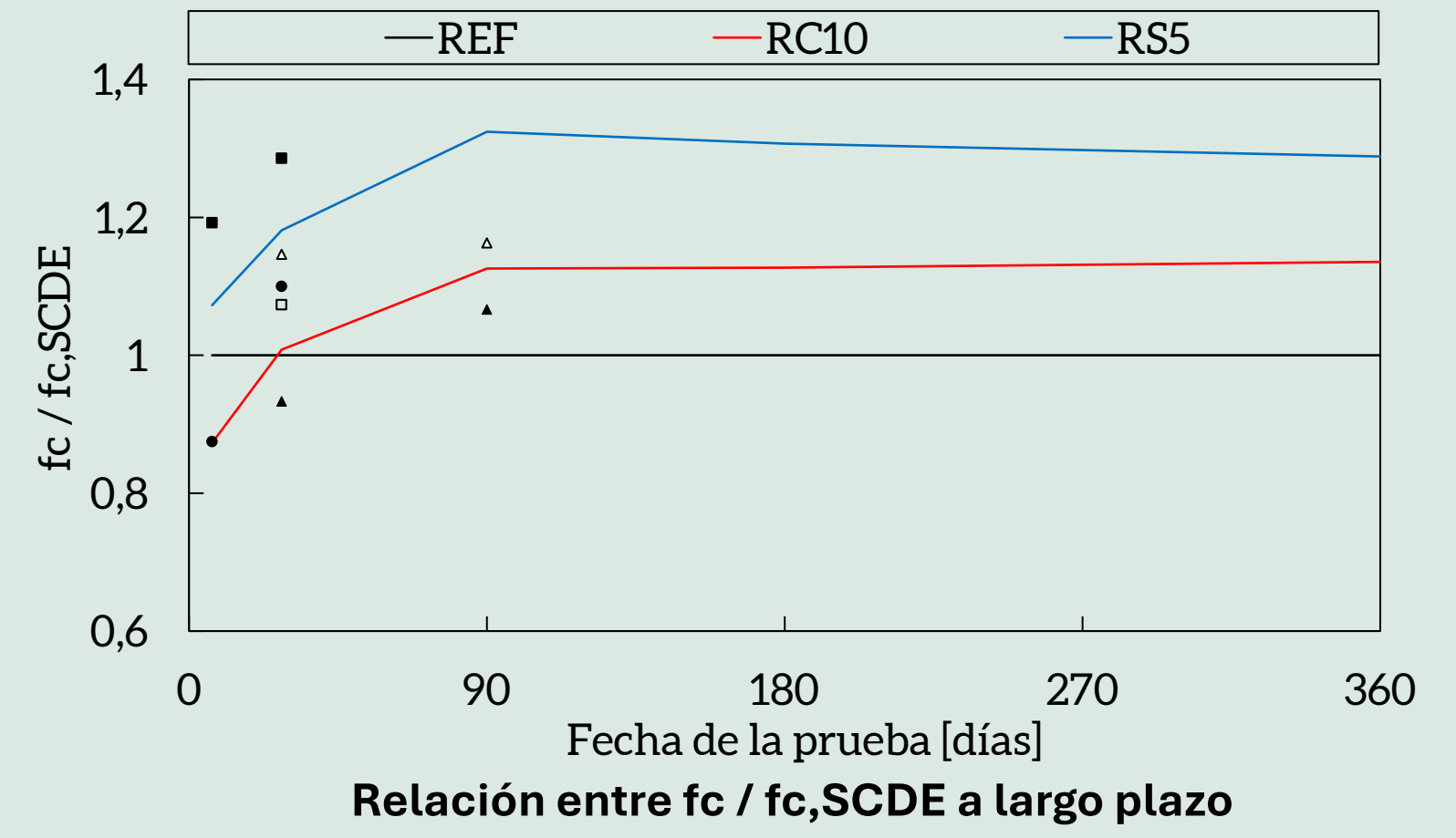
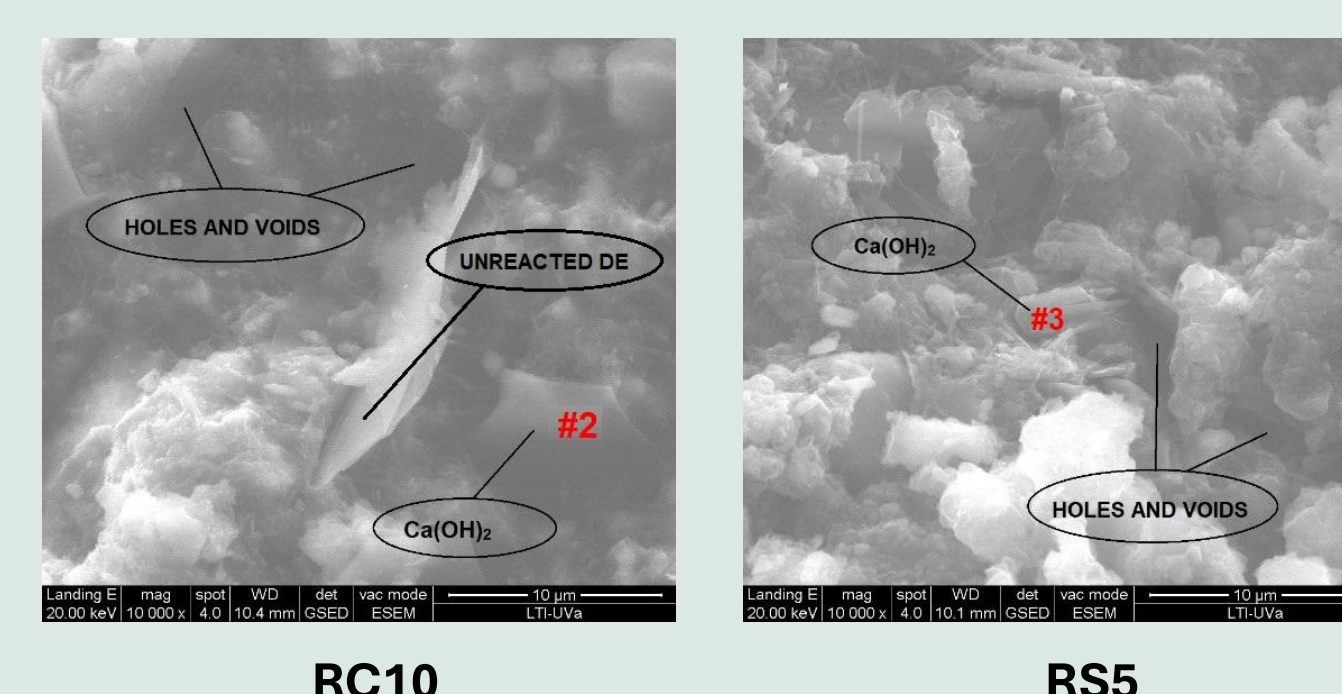
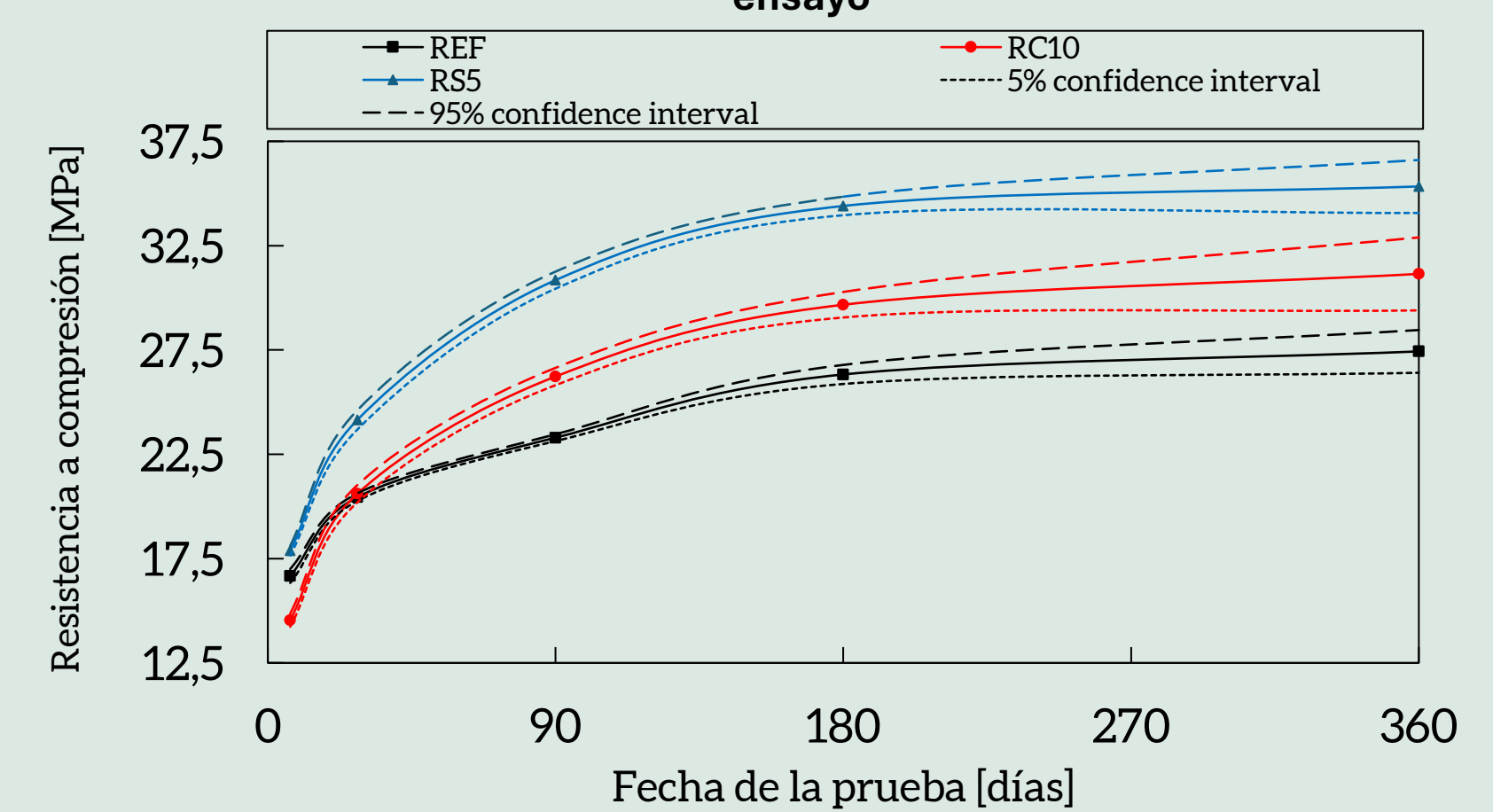
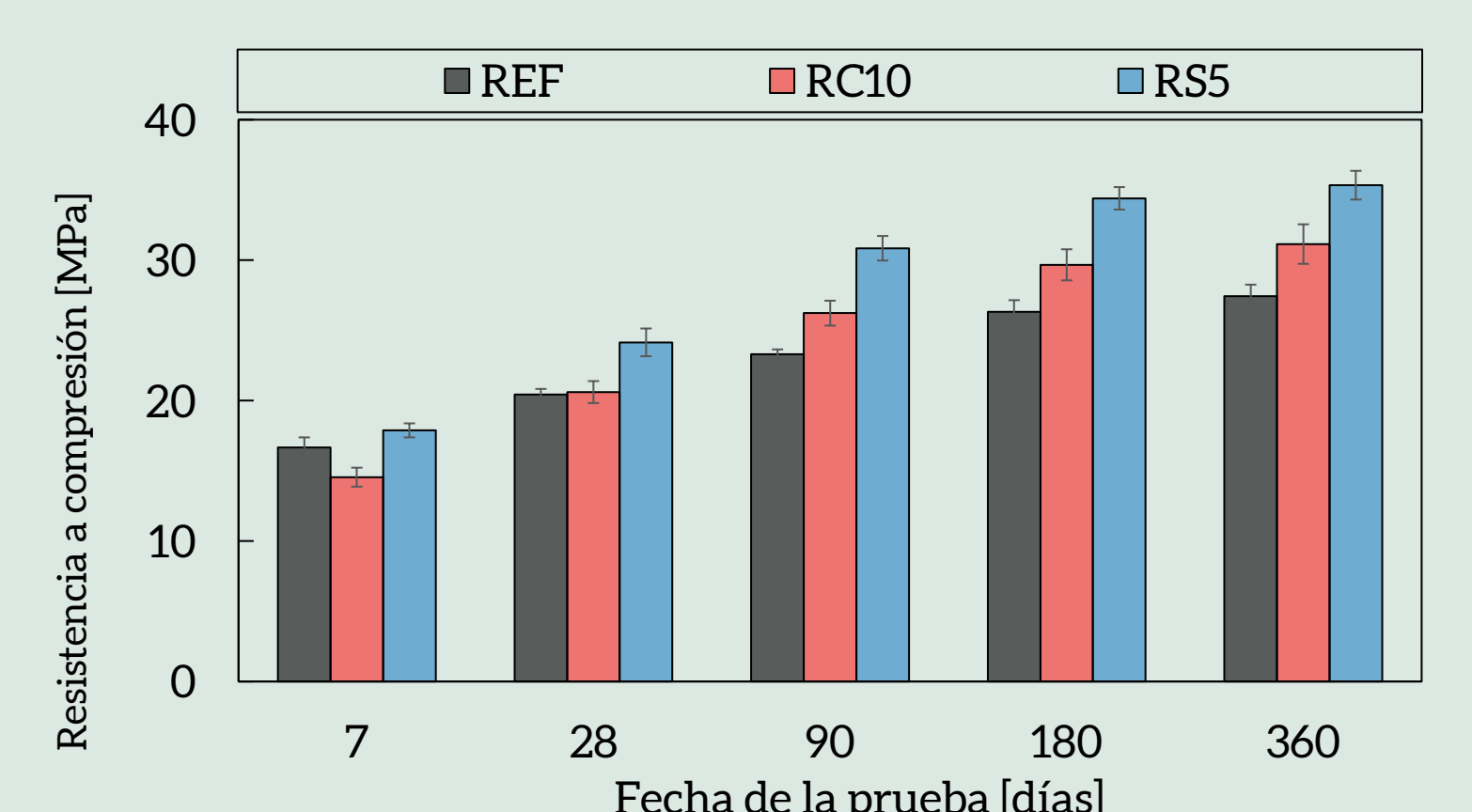


Programa de ensayos



Campaña experimental: composiciones del hormigón

Días	Comp.	Resistencia a compresión	
		Valor medio (MPa)	CoV (%)
7	REF	16.67	4.17
	RC10	14.55	4.54
	RS5	17.88	2.74
28	REF	20.44	1.84
	RC10	20.61	4.18
	RS5	24.15	3.98
90	REF	23.29	1.46
	RC10	26.23	3.30
	RS5	30.85	2.76
180	REF	26.33	3.14
	RC10	29.67	3.73
	RS5	34.40	2.33
360	REF	27.43	3.01
	RC10	31.14	4.52
	RS5	35.34	2.90



REFERENCIAS

- [1] L. Magalhães, 2024. Valorisation of Spent Diatomaceous Earth of Wine Industry as a Replacement Material for Sustainable Concrete Production - Experimental and statistical analysis. Structural Concrete. <https://doi.org/10.1002/suco.202400889>
- [2] H. Zhang, 2023. Using diatomite as a partial replacement of cement for improving the performance of recycled aggregate concrete (RAC)-Effects and mechanism. Construction and Building Materials. 385, 131518. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131518>
- [3] M. Hasan, 2023. Mechanical properties and durability of ultra-high-performance concrete with calcined diatomaceous earth as cement replacement. Journal of the Mechanical Behavior of Materials. 32 (1), 20220272. <https://doi.org/10.1515/jmbm-2022-0272>
- [4] Naifah, 2021. The Resistance of High Strength Concrete with Diatomaceous Earth as Cement Replacement to NaCl Attack. Journal of Physics: Conference Series. 1933, 012104. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1933/1/012104>
- [5] Tagnit-Hamou, 2003. Properties of Concrete Containing Diatomaceous Earth, ACI Materials Journal. 100, 73-78. <https://doi.org/10.14359/51712250>
- [6] B. Hasanzadeh, 2019. Impacts of Diatomaceous Earth on the Properties of Cement Pastes, Journal of Building Materials and Structures. 5, 197-211. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2538094>
- [7] V. Letelier, 2016. Assessment of the mechanical properties of a concrete made by reusing both: Brewery spent diatomite and recycled aggregates, Construction and Building Materials. 114, 492-498. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.03.177>
- [8] M. Hasan, 2021. Mechanical properties and absorption of lightweight concrete using lightweight aggregate from diatomaceous earth. Construction and Building Materials. 277, 122324. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.122324>

CONCLUSIONES

- Lo reemplazo del 10% del cemento por SCDE en RC10 da lugar a una disminución de la resistencia a la compresión inicial tras 7 días del 12,8%. Sin embargo, muestra un aumento más rápido de la resistencia a largo plazo en comparación con REF, que se estabiliza tras 90 días, con valores de resistencia a la compresión aproximadamente un 13% superiores a los de REF.
- El efecto del reemplazo del cemento por SCDE depende no solo del porcentaje de sustitución, sino también de la actividad puzolánica, principalmente en lo que respecta al porcentaje de SiO₂ y al tratamiento de calcinación previo.
- Lo reemplazo del 5% de arena por SCDE en RS5 mejora la resistencia a la compresión en comparación con el REF. A los 7 días, los valores son un 7,13% superiores a los de referencia, y después de 90 días tienden a estabilizarse en torno a un 30% por encima de los valores de referencia.
- La inclusión de SCDE en las mezclas de hormigón conduce a una reducción de la trabajabilidad.
- La densidad de los hormigones RC10 y RS5 fue menor en comparación con REF.
- La evolución de los valores medios y característicos de resistencia a la compresión a lo largo del tiempo para REF, RC10 y RS5 hasta 360 días, no muestran una disminución a largo plazo y el análisis estadístico confirma la influencia que tiene el SCDE en la resistencia a la compresión del hormigón hasta los 360 días.