

1. Nombre de la materia:	
Materiales cementicios avanzados: caracterización y modelado multifísico.	
2. Docente responsable:	
a- Nombre y Apellido: MARTÍN, Christian Marcelo b- Máximo título alcanzado: Doctor c- Correo electrónico: cmmartin@itba.edu.ar	
3. Equipo docente:	
Dr. Ing. Carlos Martinez	
4. Fechas:	
Inicio: 03/09/2026	Finalización: 05/11/2026
5. Lugar de cursada:	
Híbrida.	
6. Días y horarios de cursada:	
Jueves 15 a 18 h.	
7. Presentación de la materia:	
Los materiales cementicios constituyen la base de gran parte de la infraestructura moderna y, cada vez con mayor frecuencia, son empleados en aplicaciones sometidas a condiciones de servicio particularmente exigentes, como almacenamiento geológico de CO₂, geotermia, infraestructura energética, petróleo y gas, obras subterráneas y procesos industriales de alta temperatura. En estos contextos, comprender la relación entre la microestructura del material, los mecanismos de degradación y su respuesta mecánica resulta fundamental para desarrollar soluciones más seguras, durables y sostenibles. Esta materia presenta una visión integrada de los materiales cementicios avanzados, combinando conceptos de química del cemento, caracterización microestructural, comportamiento mecánico y modelación numérica multifísica. El curso aborda las principales técnicas experimentales utilizadas actualmente para estudiar estos materiales y analiza cómo la información obtenida puede incorporarse en modelos constitutivos y simulaciones capaces de predecir su comportamiento bajo condiciones complejas de carga y exposición ambiental. A lo largo del curso se discutirán casos de estudio representativos provenientes de distintas áreas de aplicación y se fomentará el análisis crítico de la literatura científica reciente. Como actividad integradora, cada estudiante desarrollará una revisión bibliográfica sobre un tema relacionado con su línea de investigación, promoviendo la capacidad de identificar problemas abiertos, analizar el estado del arte y comunicar resultados científicos.	
8. Requisitos de admisibilidad:	
a- Conocimientos de mecánica de medios continuos. b- Conocimientos básicos de mecánica de materiales. c- Conocimientos básicos sobre ciencia e ingeniería de materiales. d- Lectura de bibliografía científica en idioma inglés.	
9. Duración en hs.	



- a- Horas teóricas: 20
b- Horas prácticas: 10
c- Horas totales: 30

10. Idioma del dictado:

Castellano.

11. ¿Podría dictarse una versión en idioma inglés?:

Si..

12. Objetivos de aprendizaje:

- 1- Comprender la relación entre composición, microestructura y comportamiento de materiales cementicios sometidos a condiciones de servicio extremas.
- 2- Seleccionar e interpretar técnicas avanzadas de caracterización microestructural y mecánica aplicadas a materiales cementicios.
- 3- Comprender las bases de la modelación numérica de materiales cementicios e interpretar los acoplamientos entre fenómenos mecánicos, térmicos, hidráulicos y químicos que gobiernan su comportamiento.
- 4- Analizar críticamente la literatura científica del área e integrar herramientas experimentales y numéricas para abordar problemas de investigación.

13. Contenidos:

- Unidad 1: Materiales cementicios
- Hidratación
 - Fases
 - Microestructura
 - Materiales cementicios suplementarios
 - Materiales innovadores
- Unidad 2: Durabilidad
- Carbonatación
 - Cloruros
 - Sulfatos
 - Altas temperaturas
 - Ciclos térmicos
 - Ataque químico
 - Presión elevada
- Unidad 3: Caracterización microestructural y mecánica
- SEM
 - MIP
 - XRD
 - TGA
 - µCT
 - Compresión simple
 - Ensayo triaxial de alta presión
- Unidad 4: Modelación multifísica
- Homogenización
 - Modelos constitutivos
 - Poromecánica
 - Acoplamiento termo-hidro-químico-mecánico



Unidad 5: Aplicaciones en condiciones extremas

- Almacenamiento geológico de CO₂
- Hornos de producción de cemento
- Geotermia
- Petróleo y gas

14. Trabajo de laboratorio:

El curso no contempla trabajo de laboratorio

15. Metodología de enseñanza:

-

16. Bibliografía obligatoria:

Neville, A.M. (2011). Properties of concrete (5th ed.). Pearson Education Limited.
Taylor, H. F. W. (1997). Cement chemistry (2nd ed.). Thomas Telford Publishing.
Scrivener, K. L., Snellings, R., & Lothenbach, B. (Eds.). (2016). A practical/ guide to microstructural analysis of cementitious materials. CRC Press.
Coussy, O. (2010). Mechanics and physics of porous solids. John Wiley & Sons.

17. Bibliografía complementaria:

John, E., & Lothenbach, B. (2023). Cement hydration mechanisms through time –A review. *Journal of Materials Science*, 58, 9805–9833. <https://doi.org/10.1007/s10853-023-08651-9>
Powers, T. C. (1958). Structure and physical properties of hardened Portland cement paste. *Journal of the American Ceramic Society*, 47(1), 1–6. <https://doi.org/10.1111/j.1151-2916.1958.tb13494.x>
Donatello, S., Tyrer, M., & Cheeseman, C. R. (2010). Comparison of test methods to assess pozzolanic activity. *Cement and Concrete Composites*, 32(2), 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2009.10.008>
Palmer, H. K., & Rowe, R. C. (1974). The application of mercury porosimetry to porous polymer powders. *Powder Technology*, 9(4), 181–186. [https://doi.org/10.1016/0032-5910\(74\)80030-6](https://doi.org/10.1016/0032-5910(74)80030-6)
Kutchko, B. G., Strazisar, B. R., Dzombak, D. A., Lowry, G. V., & Thaulow, N. (2007). Degradation of well cement by CO₂ under geologic sequestration conditions. *Environmental Science & Technology*, 47(13), 4787–4792. <https://doi.org/10.1021/es062828c>
Duguid, A., & Scherer, G. W. (2010). Degradation of oilwell cement due to exposure to carbonated brine. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 4(3), 546–560. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2009.11.001>
Shah, V., Scrivener, K., Bhattacharjee, B., & Bishnoi, S. (2018). Changes in microstructure characteristics of cement paste on carbonation. *Cement and Concrete Research*, 109, 184–197. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2018.04.016>
Ghabezloo, S., Sulem, J., Guédon, S., Martineau, F., & Saint-Marc, J. (2008). Poromechanical behaviour of hardened cement paste under isotropic loading. *Cement and Concrete Research*, 38(12), 1424–1437. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2008.06.007>
Vallin, V., Pereira, J.-M., Fabbri, A., & Wong, H. (2013). Numerical modelling of the hydro-chemo-mechanical behaviour of geomaterials in the context of CO₂ injection. *International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics*, 37(18), 3052–3069. <https://doi.org/10.1002/nag.2192>
Huet, B. M., Prevost, J. H., & Scherer, G. W. (2010). Quantitative reactive transport modeling of Portland cement in CO₂-saturated water. *International Journal of Greenhouse Gas Control*, 4(3), 561–574. <https://doi.org/10.1016/j.ijggc.2009.11.003>
Eshelby, J. D. (1957). The determination of the elastic field of an ellipsoidal inclusion, and related problems. *Proceedings of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences*, 247(1226), 376–396. <https://doi.org/10.1098/rspa.1957.0133>
Hervé, E., & Zaoui, A. (1993). n-Layered inclusion-based micromechanical modelling. *International Journal of Engineering Science*, 37(1), 1–10. [https://doi.org/10.1016/0020-7225\(93\)90059-4](https://doi.org/10.1016/0020-7225(93)90059-4)



Barría, J. C., Manzanal, D., Cerrutti, P., & Pereira, J.-M. (2022). Cement with bacteria! nanocellulose cured at reservoir temperature: Mechanical performance in the context of CO2 geological storage. *Geomechanics for Energy and the Environment*, 30, 100267. <https://doi.org/10.1016/j.gete.2021.100267>

Martín, C. M., Scarponi, N.B., Villagrán, Y. A., Manzanal, D.G., & Piqué, T. M. (2021). Pozzolanic activity quantification of hollow glass microspheres. *Cement and Concrete Composites*, 118, 103981. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2021.103981>

Martín, C.M., Ghabezloo, S., Piqué, T.M., Pereira, J.-M., & Manzanal, D.G. (2023). Lightweight cement pastes with hollow glass microspheres: Analytical estimation of elastic parameters. *Cement and Concrete Research*, 172, 107200. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2023.107200>

18. Recursos didácticos para la enseñanza:

Clases teóricas presenciales con soporte audiovisual. Discusión de artículos científicos.
Presentación de casos de estudio.
Demostraciones mediante software de modelación numérica.
Participación de investigadores invitados especialistas en temas específicos.
Presentaciones orales de los estudiantes.

19. Modalidad de evaluación:

1. Análisis crítico de literatura científica y presentación de un tema de investigación:
 Cada alumno deberá:
 - Seleccionar un tema (preferentemente relacionado con su investigación doctoral)
 - Realizar una búsqueda bibliográfica sistemática
 - Analizar el estado del arte
 - Identificar desafíos abiertos
 - Elaborar una revisión crítica
 - Presentar los resultados al resto del curso
 La evaluación consistirá en:
 - Informe escrito (review)
 - Presentación oral
 - Discusión científica
2. Evaluación Tipo Multiple-choice de los temas vistos en la materia con 1 posibilidad de recuperación.

20. Requisitos de aprobación:

1. Condición de aprobación
 Se deberá:
 - Entregar el informe escrito en formato adecuado y mostrando comprensión de los temas de la materia.
 - Presentar claramente el tema elegido ante toda la clase.
 - Obtener una calificación igual o superior al 60% del multiple choice en alguna de las instancias de evaluación.