

---

**Formulario de aprobación de curso de posgrado/educación permanente**

**Asignatura:**

**Petrografía en hormigón y su importancia en la detección de patologías. Estudio de la reacción álcali-sílice.**

**Modalidad:**

**Posgrado**

**Educación permanente**

---

**Profesor de la asignatura <sup>1</sup>:**

Dra. Silvina Marfil, Profesor Titular Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur, Investigador Principal Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires – CGAMA. Bahía Blanca, Argentina

**Profesor Responsable Local <sup>1</sup>:**

Dra. Ing., María Noel Pereyra, Profesora Agregada Grado 4, Departamento de Construcción, Instituto de Estructuras y Transporte (IET), Facultad de Ingeniería.

**Otros docentes de la Facultad:**

MSc. Ing. Patricia Vila, Asistente, Profesora Adjunta Grado 3, Departamento de Construcción, Instituto de Estructuras y Transporte (IET), Facultad de Ingeniería.

Licenciado en Geología Hugo Bonjour, Ayudante Grado 1, Departamento de Construcción, Instituto de Estructuras y Transporte (IET), Facultad de Ingeniería.

**Docentes fuera de Facultad:**

Dra. Silvina Marfil, Profesor Titular Dpto. de Geología, Universidad Nacional del Sur, Investigador Principal Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires – CGAMA. Bahía Blanca, Argentina

Dr. Francisco Locati, Centro de Investigaciones en Ciencias de la Tierra (CONICET-UNC), Investigador adjunto, Córdoba, Argentina

<sup>1</sup> Agregar CV si el curso se dicta por primera vez.

[Si es curso de posgrado]

**Programa(s) de posgrado: Ingeniería Estructural**

**Instituto o unidad:**

Instituto de Estructuras y Transporte (IET)

**Departamento o área:**

Departamento de Construcción (DC)

---

**Horas Presenciales: 45**

(Las clases serán en modalidad mixta, virtual y presencial)

(se deberán discriminar las horas en el ítem Metodología de enseñanza)

**Nº de Créditos: 6**

[Exclusivamente para curso de posgrado]

(de acuerdo a la definición de la UdelaR, un crédito equivale a 15 horas de dedicación del estudiante según se detalla en el ítem Metodología de enseñanza)

**Público objetivo:**

EP: Técnicos y Profesionales del medio (Geólogos, Ingenieros y Arquitectos) vinculados a la construcción civil, principalmente relacionados al hormigón.

P: Estudiantes de posgrado en Ingeniería Estructural.

**Cupos:** No tiene

---

**Objetivos:**

Capacitar y actualizar a los profesionales y técnicos nacionales sobre el estudio petrográfico en hormigón y su importancia en el diagnóstico de estructuras. Se tratarán las técnicas petrográficas aplicadas al análisis de los agregados pétreos y a la microestructura del hormigón, útiles para detectar problemas patológicos. Se profundizará en la reacción álcali-agregado

---

**Conocimientos previos exigidos:** conocimientos básicos de mineralogía y sobre agregados pétreos y hormigón convencional

---

**Conocimientos previos recomendados:**

Mineralogía

---

**Metodología de enseñanza:**

El curso será dictado de forma presencial y virtual por docentes extranjeros de reconocida experiencia en la temática.

**Detalle de horas:**

- Horas de clase (teórico): 30
- Horas de clase (práctico):
- Horas de clase (laboratorio): 10
- Horas de consulta: 3
- Horas de evaluación: 2
  - Subtotal de horas presenciales/virtuales: 45
- Horas de estudio: 30
- Horas de resolución de ejercicios/prácticos:
- Horas proyecto final/monografía: 15
  - Total de horas de dedicación del estudiante: 90

**Forma de evaluación:**

EP: Prueba teórica final

P: Prueba teórica final, informes de prácticas y su presentación en clase

---

**Temario:**

1. Principales mecanismos físicos, físico-químicos y electroquímicos que afectan la durabilidad del hormigón endurecido. Acciones de desgaste. Congelamiento-Deshielo, Ataque por sulfatos. Lixiviación. Carbonatación. Reacción álcali-agregado (reacción álcali-sílice y reacción álcali-carbonato). Corrosión de las armaduras. (2 hs)
2. Reacción álcali-sílice (RAS). Conceptos básicos (factores necesarios, consecuencias, etapas involucradas). Antecedentes mundiales y en Argentina. Situación de Uruguay frente a la RAS (4 hs).
3. Reacción álcali-carbonato (RAC). Antecedentes mundiales y en Argentina. Conceptos básicos (factores necesarios, consecuencias, etapas involucradas). Estado actual del conocimiento (2 hs)
4. Principales características petrográficas y mineralógicas de las rocas constituyentes de los agregados pétreos. Parte 1.: rocas sedimentarias (detriticas y químicas), rocas ígneas (extrusivas e intrusivas) y rocas metamórficas (metamorfismo regional, dinámico y de contacto). Identificación de fases de reacción lenta y rápida, y otras propiedades que pueden comprometer la durabilidad de los agregados. (4 hs)
5. Principales características petrográficas y mineralógicas de las rocas constituyentes de los agregados pétreos. Parte 1.: Antecedentes internacionales de obras afectadas por los distintos tipos de rocas descriptos. (2 hs)
6. Estudio petrográfico de agregados para hormigón y uso vial. Parte 1. Muestreo y preparación de la muestra para su estudio. Selección de los agregados a analizar. Arena. Canto rodado. Piedra partida. (2 hs)
7. Estudio petrográfico de agregados para hormigón y uso vial. Parte 2. Macroscopía. Estereomicroscopio. Microscopía de polarización. Aplicación de procedimientos de examen petrográfico y límites de aceptación según norma. IRAM 1649, IRAM 1512, IRAM 1531, IRAM 1702, IRAM 1703, CIRSOC 201. Comparación con otras normativas internacionales. (2 hs)
8. RAS. Muestreo en obra y diagnóstico. Parte 1. Pasos a seguir en la evaluación del hormigón endurecido. Técnicas analíticas y preparación de muestras. Macroscopía. Estereomicroscopio. Microscopía óptica de polarización. (4 hs)
9. RAS. Muestreo en obra y diagnóstico. Parte 2. Otras técnicas complementarias (SEM-EDS, EPMA, DRX, determinación del Damage Rating Index, determinación de área fisurada por tinción y procesamiento informático, determinación de álcalis libres en el hormigón, determinación de la expansión remanente, etc.). (4 hs)
10. Métodos normalizados para el estudio de la potencialidad de los agregados frente a la RAS. Ensayos químicos (IRAM 1650, liberación de álcalis por parte de los agregados RILEM AAR-8) y físicos (IRAM 1674, IRAM 1700 convencional y acelerado). (2 hs)
11. RAS. Diagrama de flujo (CIRSOC 201). Detección de la RAS y medidas de mitigación. (2 hs)

---

**Bibliografía:**

- Bérubé, MA, Frenette, J, Rivest, M, Vézina, D. (2002). Measurement of the alkali content of concrete using hot water extraction. *Cement, Concrete, and Aggregates*, 24(1): 28-36.
- Broekmans, M.A.T.M. (2012). Deleterious Reactions of Aggregates With Alkalis in Concrete. En: M.A.T.M. Broekmans, H. Pöllmann (Eds.), *Applied mineralogy of cement and concrete*, Rev. Min. and Geoch., 74, Min. Soc. of Am., Washington D.C., pp. 279-364.
- Deer, W. A.; Howie, R. A. and Zussman, J. (1963 - 1965 nueva edición). *Rock forming minerals*. Williams Clowes and Sons Ltd. Londres. Tomos I, II, III, IV y V.
- Hochella, M. F. and White, A. F. (1990). Mineral-water interface geochemistry. Vol. 23. *Reviews in Mineralogy*. Mineralogical Society of America. 603 p.
- IRAM 1512 (2013). Agregado fino para hormigón de cemento. Requisitos, IRAM, 25 pp.
- IRAM 1531 (2016). Agregado grueso para hormigón de cemento. Requisitos, métodos de ensayo, 36 pp.
- IRAM 1650 (1968). Reactividad alcalina en áridos. Método de ensayo químico. IRAM, 15 pp.
- IRAM 1674 (1997). Agregados. Determinación de la reactividad alcalina potencial. Método acelerado de la barra de mortero, 14 pp.
- IRAM 1700 (2013). Agregados. Determinación del cambio de longitud en prismas de hormigón, debido a la reacción álcali-agregado, IRAM, 16 p.
- Keer, P. F. (1933). *Mineralogía Óptica*. 3ra. Edición. Mc. Graw Hill.
- Nesse, W.D. (1991). *Introduction to Optical Mineralogy*. Oxford University Press, New York, USA. 335 p.
- Maldonado, N.G., Carrasco, M.F. (2012). Ese material llamado hormigón, Asociación Argentina de Tecnología del Hormigón, 366 páginas.
- Milanesi, C.A, Marfil, S.A., Locati, F. (2020). Expansive behavior of an alkali-carbonate reactive dolostone from Argentina: Proposal of an osmotic theory-based model to explain the expansion caused by the alkali attack, *Cement and Concrete Research* 138, 106239, doi: 10.1016/j.cemconres.2020.106239.
- Nicholls, J. and Russell, J. K. (1990). Modern methods of igneous petrology. *Reviews in mineralogy*. Mineralogical Society of America. N° 24.
- Nixon, P., Sims, I. (2016). *RILEM Recommendations for the Prevention of Damage by Alkali-Aggregate Reactions in New Concrete Structures*, Springer, 168 p.
- Passchier, C.W., Trouw, R.A.J. (2005) *Microtectonics*, 2da ed. Springer-Verlag, Berlin.
- Raith, M.M.; Raase, P., Reinhardt, J. (2012). Guía para la microscopía de minerales en lámina delgada. Traducción al español de Oyhançabal P. Mineralogy Society of America, Washington D.C., USA. 134pp.
- Reglamento CIRSOC 201 (2005). Presidencia de la Nación. Secretaría de Obras Públicas. Reglamento argentino de estructuras de hormigón. INTI-CIRSOC, 481 p.
- RILEM (International Union of Laboratories and Experts in Construction Materials, Systems and Structures) (2016). Recommended Test Method AAR-8, Determination of Alkalis Releasable by Aggregates in Concrete. In Preparation by RILEM TC 258-AAA, Draft. February 2018; in preparation.
- Shelley, D. (1985). *Optical Mineralogy*. 2nd ed. Elsevier Science Publishers, New York, USA. 321 p.

St. John, D.; Poole A. and Sims I. (1998). Concrete Petrography. A handbook of investigative techniques. Ed. Bookcraft (Bath) Ltd. Somerset. Great Britain.

Vernon, R.H. (2004). A practical guide to rock microstructure. Cambridge University Press, Cambridge, 606 p.

Winchell, A. N. and Winchell, H. (1956). Elements of optical mineralogy. John Wiley and Sons. New York.

**Datos del curso**

---

**Fecha de inicio y finalización:**

**inicio:11/09/2023**

**fin: 6/11/2023**

(dos clases por semana de 2 h cada una. Tres prácticas presenciales en el laboratorio del DC la semana del 2/10/23)

La semana del 2/10/23 se contará con la visita a Fing de los docentes extranjeros

**Horario y Salón:** clases presenciales: salón de posgrado del IET y prácticas en el laboratorio del DC

**Arancel:**

[Si la modalidad no corresponde indique "no corresponde". Si el curso contempla otorgar becas, indíquelo]

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad posgrado:** No corresponde

**Arancel para estudiantes inscriptos en la modalidad educación permanente:** 1.750 UI.

---