



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS

Año Lectivo: 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA

CARRERA/S: Licenciatura en Geología

PLAN DE ESTUDIOS: 2012. Versión 1

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA II

CÓDIGO: 3278

MODALIDAD DE CURSADO: Presencial

DOCENTE RESPONSABLE: (Nombre y Apellido, Grado Académico, Cargo y Dedicación)

Dra. Adriana Cabrera - Doctora en Ciencias Geológicas, Profesora Adjunta Exclusiva

Dr. Hugo Schiavo - Doctor en Ciencias Geológicas, Profesor Adjunto Exclusiva

EQUIPO DOCENTE: (Nombre y Apellido, Grado Académico, Cargo y Dedicación)

Dra. Adriana Cabrera - PAD-DE

Dr. Hugo Schiavo - PAD-DE

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: Quinto año de la Carrera / 1° Cuatrimestre

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES: (para cursado, según plan de estudio vigente)

Asignaturas aprobadas: (nombre y código)

Asignaturas regulares: (nombre y código) **Pedología (3223)**

Geohidrología (3268)

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Optativa

CARGA HORARIA TOTAL: 56 horas (según el plan de estudio vigente)

Teóricas: hs	Prácticas: hs	Teóricas - Prácticas:	56 hs	Laboratorio: hs
------------------	----------------	-------------------	----------------	----------------------------------	--------------	---------------------	----------------

CARGA HORARIA SEMANAL: horas (según el plan de estudio vigente)

Teóricas: hs	Prácticas: hs	Teóricas - Prácticas:	4 hs	Laboratorio: hs
------------------	----------------	-------------------	----------------	----------------------------------	-------------	---------------------	----------------



1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura integra el grupo de materias optativas del Plan de estudio de la carrera de *Licenciatura en Geología*, pudiendo los estudiantes optar por cursarla a partir del 5° año de estudios.

La asignatura pretende que el estudiante se forme más acabadamente en los procesos geoquímicos de baja temperatura y presión, propios de los procesos que se desarrollan en la parte superficial de la corteza terrestre que involucran al agua, el suelo y el paisaje, desde perspectivas globales y locales, teniendo en cuenta los principales condicionantes naturales. De este modo se pretende que el estudiante se familiarice en un proceso de búsqueda orientada, a partir de situaciones problemáticas dentro de un esquema conceptual coherente, que les permita adquirir conocimientos totalmente significativos para su perfil profesional, de modo que puedan desarrollar estrategias y habilidades para resolver situaciones concretas que se le presenten. Se favorece de este modo un marco reflexivo y crítico para que el alumno establezca la importancia del conocimiento que aporta la geoquímica de baja temperatura en la evolución del paisaje, el desarrollo de los suelos y la evolución de las condiciones geoquímicas del agua en el ciclo que involucra tanto al arco subterráneo como superficial. También resulta de marcado interés desde la perspectiva de la prospección geoquímica ya que el proceso de la meteorización de rocas, sedimentos y suelos es una herramienta fundamental en la identificación de yacimientos. Para ello se trabaja en la construcción del conocimiento sobre la base del manejo de conceptos y destrezas adquiridos en asignaturas previas como Suelo y Geohidrología. Las evaluaciones son individuales, orales y escritas, de aplicación de conocimientos y de demostración de destrezas que sintetizan situaciones propias de la práctica laboral.

2. OBJETIVOS PROPUESTOS

1. Objetivo conceptual: Profundizar en los procesos geoquímicos que se desarrollan en la parte superficial de la corteza terrestre que involucran al agua y al suelo, desde perspectivas globales y locales, teniendo en cuenta los principales condicionantes naturales.

Objetivos específicos:

- Introducir al alumno en el conocimiento básico de la geoquímica de baja temperatura, en base a los principios fisicoquímicos y químicos que gobiernan los procesos que se producen a la temperatura ambiente y a las presiones normales de la superficie de la corteza terrestre.
- Conocer los principios geoquímicos que controlan los procesos de meteorización o alteración química de los materiales de la superficie de la corteza terrestre (rocas, sedimentos o suelos). Aplicar los equilibrios termodinámicos y químicos para entender estos procesos.
- Conocer la geoquímica de los principales procesos evolutivos de los suelos tomando como ejemplos suelos bien drenados y suelos con mal drenaje o hidromórficos.
- Comprender los aspectos más relevantes asociados a la geoquímica de aguas, de manera de razonar más acabadamente su evolución natural debido a la circulación por las distintas etapas del ciclo hidrológico y su vinculación con las demás esferas terrestres (atmósfera, litosfera, biosfera).



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

2. **Objetivo Procedimental:** Favorecer la inserción de los estudiantes en un proceso de búsqueda orientada, a partir de situaciones problemáticas dentro de un esquema conceptual coherente, que les permita adquirir conocimientos totalmente significativos, de modo que puedan desarrollar estrategias y habilidades para resolver tales situaciones y otras futuras.
3. **Objetivo Actitudinal:** Favorecer un marco reflexivo y crítico para que el estudiante establezca la importancia del conocimiento que aporta la geoquímica de baja temperatura en la evolución del paisaje, el desarrollo de los suelos y la evolución de las condiciones geoquímicas del agua en el ciclo que involucra tanto al arco subterráneo como superficial. También resulta de marcado interés desde la perspectiva de la prospección geoquímica ya que el proceso de la meteorización de rocas, sedimentos y suelos es una herramienta fundamental en la identificación de yacimientos

4. EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS

3.1. Contenidos mínimos (según plan de estudio vigente)

Ciclos biogeoquímicos principales en ambientes supergénicos. Distribución de elementos químicos en la corteza, agua, atmósfera y biosfera. Termodinámica, equilibrio y cinética química en procesos de meteorización y su aplicación en la comprensión de los procesos evolutivos de suelos y aguas.

Geoquímica de suelos: conceptos de podsolización, traslocación, lavado, queluviación, lixiviado, deposición, podzoles, oxisoles y ultisoles, suelos gley, elementos traza, lateritas, oxígeno, acumulación de materia orgánica, N y S en suelos mal drenados, estudios de casos.

Geoquímica de aguas: variaciones en la composición físico-química de precipitaciones, aguas superficiales y subterráneas, asociaciones iónicas, reconstrucción de procesos de meteorización en hidrogeología, procesos de sorción e intercambio iónico en evolución geoquímica, Arsénico en aguas naturales. Modelación geoquímica de acuíferos. Hidrología isotópica; especies isotópicas estables del agua (^{18}O y ^2H), fraccionamiento, efectos de altitud, continental, latitud, variaciones estacionales, de cantidad, recta meteórica global y local, estudios de casos. Especies isotópicas radiactivas del agua (^3H y ^{14}C): edad y tiempo de residencia del agua en los distintos ambientes hidrológicos.

3.2. Ejes temáticos o unidades

La asignatura está planteada a través de un concepto estructurante que es la espiral de los procesos geológicos. La construcción del concepto de ciclo geológico es global en las primeras clases, tornándose analítica durante el transcurso de la materia y sintética al finalizar. De este modo, y desde un punto de vista cognoscitivo, los contenidos y actividades de la asignatura se organizan de una manera tal que permita al alumno superar progresivamente la etapa inicial sincrética (de impresión general) y avanzar hacia procesos analíticos y sintéticos. Además, y para evitar la adquisición dispersa y poco significativa de conocimientos se trabaja en una situación problema en un lugar geográfico determinado para que los alumnos puedan allí realizar las abstracciones y



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

las aplicaciones necesarias que le permitan el mejor entendimiento de la dinámica exógena y endógena a esa escala. De este modo, la asignatura está estructurada en 3 módulos principales. El primero de ellos está vinculado a la revisión de los conceptos básicos de geoquímica de baja temperatura y presión y su aplicación en suelos y aguas. El segundo y tercer módulo están destinados a la aplicación más concreta de estos procesos en suelos y aguas, respectivamente.

PROGRAMA ANALITICO

CONTENIDOS

Módulo I: Introducción a la Geoquímica de baja temperatura

Tema 1: Geoquímica de baja temperatura. Ciclo geoquímico general según Forstecue. Ubicación de la Geoquímica de baja temperatura en el contexto geológico. La clasificación de los elementos según Mendeleev y Goldschmidt. Abundancia de los elementos en el Sistema Solar y en el Cosmos. La nucleosíntesis, el Big Bang y el proceso de formación de los elementos. Los principales componentes en la corteza terrestre, las grandes unidades estructurales, el agua, la atmósfera y la biosfera. El reciclado de los elementos y la importancia de la biosfera

Tema 2: Geoquímica de la meteorización. Influencia de la relación carga iónica - radio iónico en el comportamiento de los elementos en la naturaleza. El potencial iónico y la solubilidad de los óxidos y carbonatos minerales de Si, Fe, Mg, Al y Ca en relación al pH. Las condiciones redox y los procesos de meteorización. Reacciones de meteorización mineral. Revisión de los principales procesos de meteorización y sus balances geoquímicos. Termodinámica de la meteorización y equilibrio químico. Disoluciones incongruentes del sistema Caolinita – Gipsita – Silice. Cinética química aplicada a las reacciones de meteorización. Relaciones e índices de meteorización

Módulo II: Geoquímica de suelos

Tema 3: Procesos en suelos bien drenados. La podsolización. El papel de la meteorización en la podsolización. Procesos de traslocación. Lavado. Queluvación. La química del Fe y Al en la podsolización. Lixiviado. Procesos de deposición. Nuevos modelos de evolución de los podsoles: teorías orgánica e inorgánica.

La química del Fe, Al y Si en la evolución de los Oxisoles y Ultisoles. El equilibrio químico entre Gipsita y Caolinita. Condiciones de drenaje afectando la movilidad de la sílice y el aluminio. Los procesos bioquímicos en el reciclado de la Si. El papel de los elementos traza. Degradación de Lateritas

Tema 4: Química redox en los suelos mal drenados. Reacciones redox en los suelos. Reducción secuencial de los compuestos del suelo. Consumo de Oxígeno en suelos inundados. La acumulación de materia orgánica en suelos inundados. Química del Nitrógeno y del Azufre en suelos mal drenados. Los procesos en los suelos gley.

Módulo III: Geoquímica de aguas



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

Tema 5: El ciclo hidrológico desde la perspectiva de ambiente geoquímico superficial (supergénico, secundario o exógeno). Procesos geoquímicos que se producen en la interacción atmósfera-litosfera-biosfera. Composición físico-química de precipitaciones, fuentes de aportes, factores que controlan y modifican sus variaciones. Termodinámica y cinética química en sistemas hidrológicos.

Tema 6: Equilibrio y desequilibrio químico en sistemas hidrológicos: aguas subterráneas saturadas, sobresaturadas o subsaturadas en distintas fases minerales presentes en acuíferos. Cálculos de índices de saturación de aguas naturales mediante modelos numéricos. Posibilidades de precipitación o disolución de sales en el propio acuífero. Interacción iónica en soluciones reales: actividad y concentración. Modelos de asociaciones iónicas.

Tema 7: Profundización en conceptos referentes a procesos hidrogeoquímicos que aportan iones a las aguas naturales: solubilidad de gases reactivos, solubilidad de carbonatos, hidrólisis de feldespatos. Modelos de reconstrucción de procesos de meteorización en hidrogeología. Oxígeno disuelto en aguas superficiales y subterráneas, influencia de la temperatura, altitud, turbulencia y superficie del agua. Procesos de sorción (adsorción, absorción) e intercambio iónico en aguas naturales. Isotermas de adsorción. Estudios de casos.

Tema 8: Profundización en conceptos vinculados a procesos redox en aguas naturales (Eh y pe). Obtención de Eh a partir de pares redox en aguas naturales. Diagramas Eh-pH en el campo de la estabilidad del agua. Estabilidad del Fe, SO_4^{2-} , CO_3^{2-} . Sucesión redox en aguas. Especiación del arsénico en aguas naturales. Estabilidad ante cambios de Eh y pH. Movilización y retención (adsorción-retención, disolución-precipitación). Transporte de arsénico en aguas. Estudios de casos.

Tema 9: Modelación geoquímica de acuíferos. Desarrollo del modelo. Información necesaria para elaborarlos. Tipos de modelos geoquímicos: inversos y directos. Uso del programa numérico Netpath. Aplicación a casos concretos.

Tema 10: Hidrología isotópica: Definición de isótopos. Isótopos estables y radiactivos. Tipos de decaimiento radiactivo. Estabilidad nuclear. Período de semidesintegración. Especies isotópicas del agua en la naturaleza (^{18}O , ^2H y ^3H). Fraccionamiento isotópico del agua en la naturaleza. Destilación Rayleigh. Efectos de altitud, continental, latitud, variaciones estacionales, de cantidad. Recta meteórica global y local. Recta de evaporación. Diagramas de desviación isotópica $\delta^{18}\text{O}$ vs $\delta^2\text{H}$. Aplicación de técnicas isotópicas. ^3H en el ciclo hidrológico. Estudios de casos.

5. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS: (nómina, modalidad, metodología, recursos y carga horaria semanal)

CLASES PRÁCTICAS: (nómina, modalidad, metodología, recursos y carga horaria semanal)

Se trabaja durante todo el primer cuatrimestre, con una clase semanal de 4 hs de duración, lo que hace una carga horaria total de 56 hs. Las clases impartidas son todas teórico-prácticas, en las que



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

se trabaja con los aspectos conceptuales generales y su aplicación con ejemplos concretos en cada caso.

Módulo I:

Trabajo práctico I.1: “Los elementos en el Sistema Solar y su distribución”

Trabajo práctico I.2: “Principales procesos químicos de meteorización”

Módulo II:

Trabajo práctico II.3: “Proceso de Podsolización”

Trabajo práctico II.4: “Procesos geoquímicos en suelos hidromórficos”

Módulo III:

Trabajo práctico III.1: “Geoquímica aplicada al ciclo hidrológico”

Trabajo práctico III.2: “Termodinámica aplicada a sistemas hidrológicos”

Trabajo práctico III.3: “Procesos redox en aguas naturales”

Trabajo práctico III.4: “Arsénico en aguas”

Trabajo práctico III.5: “Modelación geoquímica de acuíferos”

Trabajo práctico III.6: “Hidrología isotópica”

OTRAS: instancias evaluativas, salidas a campo, seminarios, talleres, coloquios, etc. (nómina, modalidad, metodología, recursos y carga horaria)

Los aspectos conceptuales se trabajan desde una perspectiva global hacia la particularidad en cada caso, y su aplicación en diversas situaciones problemáticas, tanto en suelos como en aguas. Los logros alcanzados por los estudiantes se evalúan a través de la participación activa, iniciativa, grado de conocimiento, exposiciones, enfoque, resolución de problemas, entre otros.

6. PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES E INCLUSIVOS

7. CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES E INSTANCIAS EVALUATIVAS

Semana	Día/Horas	Actividad: tipo y descripción*
1	15/03/2022	Tema 1: teóricos-prácticos
2	22/03/2022	Tema 2: teóricos-prácticos
3	29/03/2022	Tema 3: teóricos-prácticos
4	12/04/2022	Tema 4: teóricos-prácticos
5	19/04/2022	Parcial I: integrador Módulo II
6	26/04/2022	Tema 5: teóricos-prácticos
7	03/05/2022	Tema 6: teóricos-prácticos
8	10/05/2022	Tema 7: teóricos-prácticos
9	17/05/2022	Tema 8: teóricos-prácticos
10	24/05/2022	Tema 9: teóricos-prácticos
11	31/05/2022	Tema 10: teóricos-prácticos
12	07/06/2022	Parcial II: integrador Módulo III
13	14/06/2022	Recuperatorios Parciales



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

*Teóricos, teóricos-prácticos, trabajos de laboratorios, salidas a campo, seminarios, talleres, coloquios, instancias evaluativas, consultas grupales y/o individuales, otras.

8. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía obligatoria y de consulta (por lo menos algún material bibliográfico debe ser de edición 2012 o posterior).

- Aggarwal P., J. Gat and K. Froehlich (Eds.), (2005). *Isotopes in the Water Cycle: Past, Present and Future of a Developing Science*. IAEA. Springer. ISBN 13978-1-4020-3010-9. 377pp.
- Alcaide, F. (2006). Aproximación a las características hidroquímicas del agua subterránea en Montilla (Córdoba). *Ingeniería del agua*, 13(4), 279-288.
- Anda M. J. Shamshuddin MJ, Fauziah CI, Syed Omar SR. 2008. Mineralogy and factors controlling charge development of three Oxisols developed from different parent materials. *Geoderma* 143: 153–167
- Armengol Vall, S., Manzano Arellano, M., Bea, S., Pelizardi, F., Ormaechea, L. y Martínez, S. (2016). Aportes al modelo hidrogeoquímico conceptual de la cuenca del río Matanza-Riachuelo. IX Congreso Argentino de Hidrogeología y VII Seminario Hispano-Latinoamericano Sobre Temas Actuales de la Hidrología Subterránea. Catamarca, Argentina.
- Bearda BL, Johnson CM, Skulan JL, Nealson KH, Cox L and Sun H. 2003. Application of Fe isotopes to tracing the geochemical and biological cycling of Fe. *Chemical Geology* 195: 87– 117. Elsevier
- Bécher Quinodóz, F. y M. Blarasin, (2017). Evaluación de relaciones geomorfología – calidad de agua subterránea mediante técnicas estadísticas y modelación numérica en la planicie arenosa del sur de Córdoba, Argentina. *GEOACTA* 41(2) Asociación Argentina de Geofísicos y Geodestas. ISSN 1852-7744
- Blarasin M. y A. Cabrera, (2005). *Agua subterránea y ambiente*. 30 pág. ISBN 987-98379-9-. Ed. Agencia Cba Ciencia
- Blarasin, M., S. Degiovanni, A. Cabrera y M. Villegas, (2005). *Aguas superficiales y subterráneas en el Sur de Cba: una perspectiva geambiental*. Ed UNRC. ISBN 950-665-350-X. 319pp.
- Blume HP and U. Schwertmann. 1969. Genetic Evaluation of Profile Distribution of Aluminum, Iron, and Manganese Oxides. *Soil Science Soc. American. Proc.*, VOL. 33: 438-444
- Bravard S and D. Righi. 1988. Characteristics of Clays in an Oxisol-Spodosol Toposequence in Amazonia (Brazil) *Clay Minerals* 23, 279-289
- Cabrera, A., M. Blarasin, E. Matteoda y J. Giuliano Albo. (2009). Modelo Geoquímico del acuífero freático sedimentario en la zona de San Basilio, Córdoba, Argentina. Aportes de la hidrogeología al conocimiento de los recursos hídricos. Mariño y Schulz (Eds.) Tomo II. ISBN 978-987-1082-36-0.
- Cabrera A., L. Maldonado, M. Blarasin. y C. Dapeña, (2014). ^2H and ^{18}O Behavior in precipitations, surface water and groundwater systems of the pampean plain in the south of Córdoba province, Argentina. 232 pp. 9th South American Symposium on Isotope Geology, April 6th to 9th, 2014, São Paulo, Brasil.
- Cabrera A., L. Maldonado, M. Blarasin y C. Dapeña, (2014). Geochemical and isotopic characterization of confined aquifers in the central-south area of Cordoba province. Argentina. Resumen. 233 pp. 9th South American Symposium on Isotope Geology, April 6th to 9th, 2014, in São Paulo, Brasil.
- Clark, I., (2015). *Groundwater Geochemistry and Isotopes*. CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Ratón.
- Coen GM and RW Arnold (1972). Clay Mineral Genesis of Some New York Spodosols. *Soil Science Soc. American Proc.*, Vol. 36: 342-350
- Costantini EAC and S Priori (2007). Pedogenesis of plinthite during early Pliocene in the Mediterranean environment. Case study of a buried paleosol at Podere Renieri, central Italy. *Catena* 71: 425–443
- de Vries AJ. (2000). The semi-arid environment of Curaçao: a geochemical soil survey. *Netherlands Journal of Geosciences* 79 (4): 479-494



- Deutsch W. (1997). Groundwater geochemistry. Fundamentals and Applications to contamination. Ed. Lewis.
- Domenico P. y F. Schwartz. (1990). Physical and chemical hydrogeology. Ed. Wiley and Sons.
- Drever JI and LL Stillings, (1982). The role of organic acids in mineral weathering. *Colloids and Surfaces. A: Physicochemical and Engineering Aspects* 120: 167-181
- Drever, J., (2002). *The Geochemistry of natural waters, surface and groundwater environments*. 3rd. edition. Prentice Hall.
- Drever, J. I. (Ed.). (2005). *Surface and Ground Water, Weathering, and Soils: Treatise on Geochemistry, Volume 5 (Vol. 5)*. Elsevier.
- Dubroeuq D. and B Volkoff. (1998). From Oxisols to Spodosols and Histosols: evolution of the soil mantles in the Rio Negro basin Amazonia. *Catena* 32: 245-280
- Duchaufour, P. (1984). *Edafogénesis y clasificación*. Ed Masson. 493 pp.
- Duchaufour, P y B Souchier (Eds) (1987). *Edafología*. Tomo II 490pp
- Egli M, Mirabella A, Sartori G, Zanelli R and S Bischof. (2006). Effect of north and south exposure on weathering rates and clay mineral formation in Alpine soils. *Catena* 67: 155-174
- Fedoroff, N. (2009). Weathering and development of chemically mature soils. *Earth System: History and Natural Variability-Volume II*, vol. 2, p. 160.
- Ferronato, Chiara, et al. (2016). Chemical and pedological features of subaqueous and hydromorphic soils along a hydrosequence within a coastal system (San Vitale Park, Northern Italy). *Geoderma*, vol. 265, p. 141-151.
- Freeze, R. y J. Cherry, (1979). *Groundwater*. Ed. Prentice-Hall, Inc. United States of America.
- Fritsch, Emmanuel, et al. (2011). Deciphering the weathering processes using environmental mineralogy and geochemistry: Towards an integrated model of laterite and podzol genesis in the Upper Amazon Basin. *Comptes Rendus Geoscience*, vol. 343, no 2-3, p. 188-198.
- Furian S, Barbiéro L, Boulet R, Curmi P, Grimaldi M and C Grimaldi (2002). Distribution and dynamics of gibbsite and kaolinite in an oxisol of Serra do Mar, Southeastern Brazil. *Geoderma* 106: 83-100
- Giguët-covex, Charline, et al. (2013) XANES spectroscopy as a tool to trace phosphorus transformation during soil genesis and mountain ecosystem development from lake sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 118, p. 129-147.
- González-Abraham, A., Fagundo-Castillo, J. R., Carrillo-Rivera, J. J., & Rodríguez-Estrella, R. (2012). Geoquímica de los sistemas de flujo de agua subterránea en rocas sedimentarias y rocas volcánicas de Loreto, BCS, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 64(3), 319-333.
- Gutiérrez-Castorena MC, Ortiz-Solorio C.A. Sánchez-Guzmán P. (2007). Clay coatings formation in tepetates from Texcoco, Mexico. *Catena* 71: 411-424
- Herrera-Murillo, J. y S. Rodríguez-Román. 2009. Determinación de la concentración de aniones en muestras de Precipitación total colectadas en San José, Costa Rica. Primera parte. *Revista Internacional sobre Contaminación Ambiental*: 25(2): 65-72
- Holzhey CS, Daniels RB, and EE Gamble (1975). Thick Bh Horizons in the North Carolina Coastal Plain: II. Physical and Chemical Properties and Rates of Organic Additions from Surface Sources. *Soil Science Soc. American. Proc.*, Vol. 39: 1182-1187.
- Hong, Hanlie, et al. (2015) Three-component mixed-layer illite/smectite/kaolinite (I/S/K) minerals in hydromorphic soils, south China. *American Mineralogist*, vol. 100, no 8-9, p. 1883-1891.
- Horbea AMC, and ML da Costa (2005). Lateritic crusts and related soils in eastern Brazilian Amazonia. *Geoderma* 126: 225-239
- Horváth Z, Varga B and A. Mindszenty. (2000). Micromorphological and chemical complexities of a lateritic profile from basalt (Jos Plateau, Central Nigeria). *Chemical Geology* 170: 81-93
- Jankowski, Michał. (2014). The evidence of lateral podzolization in sandy soils of northern Poland. *Catena*, vol. 112, p. 139-147.
- Jien, Shih-Hao; Hseu, Zeng-Yei; Chen, Zueng-Sang. (2010) Hydropedological implications of ferromanganiferous nodules in rice-growing plinthitic Ultisols under different moisture regimes. *Soil Science Society of America Journal*, vol. 74, no 3, p. 880-891.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

- Jiménez-Espinosa R, Vázquez M and J Jiménez-Millán. (2007). Differential weathering of granitic stocks and landscape effects in a Mediterranean climate, Southern Iberian Massif (Spain). *Catena* 70: 243–252
- Kasanin-Grubin M and R Bryan. (2007). Lithological properties and weathering response on badland hillslopes. *Catena* 70: 68–78
- Li G, Ji J, Zhao L, Mao C and J Chen. (2008). Response of silicate weathering to monsoon changes on the Chinese Loess Plateau. *Catena* 72: 405–412
- Li J, Xu R, Tiwari D and G Li. (2006). Effect of low-molecular-weight organic acids on the distribution of mobilized Al between soil solution and solid phase *Applied Geochemistry* 21: 1750–1759
- Losche CK, McCracken RJ and CB Davey. (1970). Soils of Steeply Sloping Landscapes in the Southern Appalachian Mountains. *Soil Science Soc. American Proc.*, VOL. 34: 473-478
- Lundström US, van Breemen N and D. Bain (2000). The podzolization process. A review. *Geoderma* 94: 91–107
- Lundström US, van Breemen N, Bain D, van Hees PAW, Giesler R, Gustafsson JP, Ilvesniemi H, Karlton E, Melkerud PA, Olsson M, Riise G, Wahlberg O, Bergelin A, Bishop K, Finlay R, Jongmans A, Magnusson T, Mannerkoski H, Nordgren A, Nyberg L, Starr M, Tau Strand L. (2000). Advances in understanding the podzolization process resulting from a multidisciplinary study of three coniferous forest soils in the Nordic Countries. *Geoderma* 94: 335–353
- Maldonado L., A. Cabrera y M. Blarasin. (2013). Relaciones hidrodinámicas, geoquímicas e isotópicas entre los sistemas lagunares y acuíferos en llanura cordobesa. VII Congreso Ecología y Manejo Ecosistemas Acuáticos Pampeanos. Río Cuarto.
- Maldonado, L., A. Cabrera, M. Blarasin, C. Dapeña y H. O. Panarello. (2015). Geochemistry and age of groundwater in confined aquifers from Argentina chacopampeana plain. Symposium on Isotope Hydrology. Vienna, Austria.
- Marques JJ, Schulze DG, Curia N and SA Mertzman. (2004). Major element geochemistry and geomorphic relationships in Brazilian Cerrado soils. *Geoderma* 119: 179–195
- Martínez, D. y M. Osterrieth. (2003). Hidrogeoquímica de un acuífero en sedimentos cuaternarios en un sector de la llanura Pampeana, Argentina.
- Martini IP and W. Chesworth (Eds), (1992). *Weathering, soils and paleosols*. Ed. Elsevier 681 pp
- Merkel, BJ, Planer-Friedrich, B. y Nordstrom, DK (2005). *Geoquímica de aguas subterráneas. Una guía práctica para el modelado de sistemas acuáticos naturales y contaminados*, 2 .
- Minashina NG and GK Gavrilova. (2008). Halochemical Processes upon Washing of Calcareous Gypsiferous Solonchaks. *Eurasian Soil Science*, Vol. 41, N1: 29–38. Pleiades Publishing.
- Mook, W., (2001). *Environmental Isotopes in the hydrogeology cycle. Principles and applications*. UNESCO/IAEA Series on. 1-800.
- Munroe JS, Farrugia G and PC Ryan. (2007). Parent material and chemical weathering in alpine soils on Mt. Mansfield, Vermont, USA. *Catena* 70: 39–48
- Nawaz, Muhammad Farrakh; Bourrie, Guilhem; Gul, Sadaf. (2014) Factors affecting redox reactions in hydromorphic soils. A review. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, vol. 51, no 3, p. 515-521.
- Nesbitt HW and G. Markovics. (1997). Weathering of granodioritic crust, long-term storage of elements in weathering profiles, and petrogenesis of siliciclastic sediments. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 61, No. 8: 1653-1670,
- Pai, C. W., et al. (2003) Formation of iron nodules in a Hapludult of central Taiwan. *Canadian journal of soil science*, vol. 83, no 2, p. 167-172.
- Pedro G. (1990). *Geochemistry, Mineralogy and Microfabric of Soils*. INRA-ORSTOM, Laboratoire des Sols, INRA - Route de St-Cyr, 32pp
- Rodríguez, R., C. Bejarano, B. Riverón y J. A. Carmenate. (2004). Composición química de las precipitaciones, deposición de sales y evaluación de la recarga en la región oriental de Cuba. *Boletín Geológico y Minero*. 115, Núm. especial: 341-356.
- Rosillo, S., Miranda, T., Rodríguez, M. & Martos, F. (2008). Caracterización hidrogeoquímica preliminar de las aguas subterráneas del acuífero carbonático de la Sierra de Aracena (Huelva). *Geogaceta*, 44, 147-150.
- Ross, S. (1989). *Soil Processes. A systematic Approach*. Ed. Routledge 444pp



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

- Sánchez, L., J. Morales, H. Velásquez, D. Portillo, Y. Cano, B. Montilla, N. Iriarte y J. Mesa. (2009). Composición iónica y niveles de acidez de las lluvias en Maracaibo, Venezuela, entre 1989 y 2001. *Revista Internacional sobre Contaminación Ambiental*, 25(3): 169-179.
- Sauer D, Schellmann G, Stahr K. (2007). A soil chronosequence in the semi-arid environment of Patagonia (Argentina). *Catena* 71: 382–393
- Sieffermann GR. (1990). Origin of iron carbonate layers in Tertiary coastal sediments of Central Kalimantan Province (Borneo), Indonesia. *Spec. Publs int. Ass. Sediment* 11: 139-146
- Sigfusson B., Sigurdur R. Gislason SR and GI Paton. (2008). Pedogenesis and weathering rates of a Histic Andosol in Iceland: Field and experimental soil solution study. *Geoderma* 144: 572–592
- Sneddon JI, Lavkulich LM and L. Farstad. (1972). The Morphology and Genesis of Some Alpine Soils in British Columbia, Canada: I. Morphology, Classification, and Genesis. *Soil Science Soc. American Proc.*, Vol. 36: 100-104
- Sneddon JI, Lavkulich LM and L. Farstad. (1972). The Morphology and Genesis of Some Alpine Soils in British Columbia, Canada: II. Physical, Chemical, and Mineralogical Determinations and Genesis. *Soil Science Soc. American Proc.*, Vol. 36: 104-110
- Tan KH, Perkins HF and RA McCreery. (1970). The Characteristics, Classification and Genesis of Some Tropical Spodosols. *Soil Science Soc. American Proc.*, Vol. 34: 775-779
- Targulian VO and PV Krasilnikov. (2007). Soil system and pedogenic processes: Self-organization, time scales, and environmental significance. *Catena* 71: 373–381
- Thanachit S, Suddhiprakarn A., IKheoruenromne I and RJ Gilkes. (2006). The geochemistry of soils on a catena on basalt at Khon Buri, northeast Thailand. *Geoderma* 135: 81–96
- Vásquez Morera, T., Alfaro Solís, R., Sibaja Brenes, J. P., Esquivel Hernández, G. y Valdés González, J. (2012). Composición química del agua de lluvia y de niebla recolectada en la Reserva Biológica Monteverde. *UNICIENCIA*, Vol. 26, Núm. 1-2, 2012, pp. 51-63. Universidad Nacional Heredia, Costa Rica
- Velázquez-Pedroza, K., Murillo-Jiménez, J. M., Marmolejo-Rodríguez, A. J., Nava-Sánchez, E. H., Morales-Puente, P. A., Wurl, J., & Hernández-Pérez, E. (2019). Caracterización hidrogeoquímica en la cuenca hidrológica el carrizal, Baja California Sur, México. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 35(1), 47-64.
- Velbel MA. (1993). Constancy of silicate-mineral weathering-rate ratios between natural and experimental weathering: implications for hydrologic control of differences in absolute rates. *Chemical Geology*, 105: 89-99
- Vodyanitskii, Yu N.; Savichev, A. T. (2020) Transformation of Fe-Minerals in Hydromorphic Soils. *Moscow University Soil Science Bulletin*, vol. 75, no 1, p. 1-7.
- Welch S. y W. Ullman. (1996). Feldspar dissolution in acidic and organic solutions: Compositional and pH dependence of dissolution rate. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 60, No. 16: 2939-2948
- West, J., Bowen, G., Dawson, T., & Tu, K. (Eds.) (2009). *Isoscapes: understanding movement, pattern, and process on Earth through isotope mapping*. Springer Science & Business Media.
- White AF, Bullen TD, Vivit DV, Schulz MS, and DW Clow. (1999). The role of disseminated calcite in the chemical weathering of granitoid rocks. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 63, No. 13/14: 1939–1953
- Wiederhold JG, Teutsch N, Kraemer SM, Halliday AN and R Kretzschmar. (2007). Iron isotope fractionation in oxic soils by mineral weathering and podzolization. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 71: 5821–5833
- Zhang GL, Pan JH, Huang CM and Gong ZT (2007). Geochemical features of a soil chronosequence developed on basalt in Hainan Island, China. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, v. 24, núm. 2: 261-269

7.2. Otros: materiales audiovisuales, enlaces, otros.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

9. DÍA Y HORARIOS DE CLASES

Martes de 14 a 18 hs.

10. DÍA Y HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS

A fijar con los alumnos en función de las demás asignaturas que cursan

11. REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

- **CONDICIONES DE REGULARIDAD**

Para regularizar la asignatura se exige que el estudiante cumpla con:

- Asistencia al 80% de las clases Teórico-Prácticas.
- Aprobación de presentaciones de trabajos sobre ejemplos de procesos geoquímicos concretos.
- Aprobación de las evaluaciones parciales.

- **CONDICIONES DE PROMOCION**

Esta modalidad no está contemplada en la asignatura.

12. CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS

La evaluación es de tipo formativa, permanente y sumativa con instancias de evaluaciones parciales.

- Evaluaciones parciales: Se trata de instancias de integración de cada módulo en los que está estructurada la asignatura. Por lo tanto, son evaluaciones tipo cuestionarios escritos en las que se plantean problemas concretos referidos a procesos geoquímicos aplicados tanto a suelos como a aguas.
- Evaluación Final: Es de tipo oral integrador de todos los contenidos generales de la asignatura.

Firma Profesor/a Responsable

Firma Secretario/a Académico/a