



# UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES

DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

Carrera: Licenciatura en Ciencias Geológicas

Código de la carrera: 04

Código de la materia: 8123

## MINERALOGIA AVANZADA

Carácter:

Carácter:	NO	SI	Puntaje:	
Curso obligatorio de licenciatura (plan 1993).....	NO	SI	5	puntos
Curso optativo de licenciatura (plan 1993).....	NO	SI	-	puntos
Curso optativo de licenciatura (plan 1969).....	NO	SI	3	puntos
Curso de posgrado .....	NO	SI	-	puntos
Seminario.....	NO	SI	-	puntos

Duración de la materia: 12 semanas

Cuatrimestre en que se dicta: 1º

Frecuencia en que se dicta: todos los años

Horas de clases:

teóricas.....	3 Hs
problemas.....	3 Hs
laboratorios.....	-
seminarios.....	-
Carga horaria semanal.....	6 Hs
Carga horaria total .....	72 Hs

Asignaturas Correlativas: Mineralogía y Petrografía

Forma de evaluación: Dos parciales teórico-prácticos y final.

Docente/s a cargo: Dra María E. Vattuone

Fecha: 6/07/98

Firma.....

Aclaración: Dra M.E. VATTUONE

ARMANDO C. MASSABIE  
Director  
Departamento de Geología

## **PROGRAMA ANALÍTICO DE MINERALOGIA AVANZADA**

### **PRIMERA PARTE**

#### **Minerales metamórficos de muy bajo grado y sus asociaciones**

Minerales críticos de bajo grado (calcosilicatos y filosilicatos) utilizados como geotermómetros y geobarómetros. Importancia de su precisa determinación.

Calcosilicatos: estudio de ceolitas: mordenita, heulandita, laumontita, wairakita, analcima, estilbita, natrolita, etc. Estudio de prehnita, pumpellyita, tremolita – actinolita y epidoto.

Filosilicatos: esmectitas, cloritas, intrerestratificados clorita/ esmectita.

Composición química como determinante de las condiciones de temperatura de formación de calcosilicatos y filosilicatos.

Asociaciones espaciales y temporales, de equilibrio y desequilibrio. Parámetros determinantes de la estabilidad de los minerales de bajo grado: temperatura, presión, p H<sub>2</sub>O, p CO<sub>2</sub>, fugacidad de O<sub>2</sub>.

Grillas petrogenéticas semicuantitativas.

Estudio de asociaciones minerales de calcosilicatos y filosilicatos de distintos yacimientos de nuestro país. Observación de muestras bajo la lupa y al microscopio.

### **SEGUNDA PARTE**

#### **Metodología en la determinación de minerales metamórficos de muy bajo grado.**

##### **Ensayos térmicos.**

Análisis térmico diferencial, calorimetría diferencial de barrido y termogravimetría. Principios. Equipamiento. Información que suministran. Interpretación de diagramas aplicados a filosilicatos.

##### **Espectrometría infrarroja**

Principios del método. Aplicación. Tratamiento de las muestras. Utilidad para distinguir diferentes grupos de minerales. Limitaciones.

##### **Difracción y espectrometría de Rayos X.**

Difracción. Método de Debye Scherrer. Relación entre el ángulo de difracción y el espaciado reticular. Preparación de muestras para su estudio. Interpretación de los resultados en películas y en difractogramas. Indexación de diagramas. Cálculo de los parámetros reticulares. Ausencia de reflexiones y su aplicación al tipo de retículo.

ARMANDO C. MASSABIE  
Director  
Departamento de Geología

### **Análisis químicos**

Análisis químicos cualitativos y cuantitativos de elementos mayoritarios y minoritarios por espectrometría de energía dispersiva. Microsonda electrónica.

Preparación de muestras.

### **Determinación cuantitativa de Índices de Refracción.**

Refractómetros: refractómetro de Leitz - Jolley y de Abbe; principios en que se basan. Método de inmersión. Dispersión del índice de refracción en sólidos y líquidos. Líquidos de inmersión. Determinación de los índices de refracción de un mineral.

### **Inclusiones fluidas. Microtermometría.**

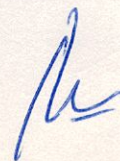
Platina de calentamiento y enfriamiento para el análisis microtermométrico de inclusiones fluidas. Observación de los cambios de fase en las inclusiones fluidas de composiciones más frecuentes.

Determinación y cálculo de diversos parámetros fisicoquímicos: temperatura mínima de formación, composición de las soluciones, densidad, porcentaje molar de cada fase, profundidad de soterramiento, presión de homogeneización, etc. Aplicación en el estudio genético de yacimientos y rocas.

ARMANDO C. MASSABIE  
Director  
Departamento de Geología

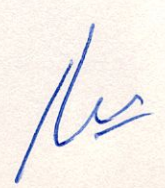
**Bibliografía**

- Ford, W., 1969. Tratado de Mineralogía. C.I.C.A.A.
- Deer, W., Howie, R. y Zussman, J., 1967. Rock Forming Minerals. Vol. 1. Silicates and Oxides. Wiley.
- Aguirre, L., 1993. Compositional variations of Cretaceous pumpellyites along the Western Margin of South America and their relation to an extensional geodynamic setting. *Journal of Metamorphic Geology*, vol. 11, p. 437-448.
- Alberti, A., Brigatti, M., 1985. Dependence of chemistry on genesis in Zeolites: multivariate analysis of variance and discriminant analysis. *The American Mineralogist* 70, 805-813
- Angelelli, V., Brodtkorb, M.K. de, Gordillo, C.E. y Gay, H.D., 1983. Las especies minerales de la República Argentina. Publicación especial. Servicio Minero Nacional. Susecretaría de minería. 528p.
- Azarov, L. y Buerger, M., 1958. The powder method in X Ray Crystallograph. McGraw Hill.
- Bayliss, P., Erd, D.C., Mross, M.E., Sabina, A.P. y Smith, D. K., 1986. Mineral Powder Diffraction File Data Book. Mrose, M.E., ed. Pasadena, 1396 p.
- Bergman, H. y Frondel, C., 1944. The System of Mineralogy. Wiley.
- Berry, L y Mason, E., 1966. Mineralogía. Aguilar.
- Betejtin, A., 1970. Curso de Mineralogía. Ed. Paz.
- Bettison, L.A. y Schiffman, P., 1988. Compositional and structural variations of phyllosilicates from Point Sal ophiolite, California. *American Mineralogist*, 73: 62-76.
- Bevins, R., Robinson, D. y Rowbotham, G., 1991. Compositional variations in mafic phyllosilicates from regional low- grade metabasites and applications of the chlorite geothermometer. *Journal of Metamorphic Geology*, 9: 711-721.
- Bloss, D., 1970. Introducción a los métodos de Cristalografía Optica. Omega.
- Boldirev, A. N., 1934. Cristalografía. Labor.
- Bevins, R., Robinson, D. y Rowbotham, G., 1991. Compositional variations in mafic phyllosilicates from regional low- grade metabasites and applications of the chlorite geothermometer. *Journal of Metamorphic Geology*, 9: 711-721.
- Boles, J., 1972. Composition, optical properties, cell dimensions, and thermal stability of some Heulandite group zeolites. *American Mineralogist*, vol. 57, p. 1463-1493.
- Boles, J. R., 1986. Zeolites in low-grade metamorphic rocks, 103-135, in *Reviews in Mineralogy, IV Mineralogy and geology of natural zeolites*; Mumpton, F. A. editor, Mineralogical Society of America, 225p.
- Bruhns, N. y Randohr, P., 1965. Cristalografía. Uthea.
- Cathalineau, M. y Nieva, D., 1985. A chlorite solid solution geothermometer. The Los Azufres (Mexico) geothermal system. *Contribution Mineralogy and Petrology*, 91: 235-244.
- Combs, D. S., 1953. The pumpellyite mineral series. *Mineralogical Magazine*, vol. 30, p. 113-135.
- Coombs, D. S., Ellis, A. J., Fyfe, W. S. and Taylor, S. M., 1959. The zeolite facies with comments on the interpretation of hydrothermal syntheses. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 17, p. 53-107.
- Coombs, D. S., Horodyski, R. J. and Naylor, R. S., 1970. Occurrence of prehnite-pumpellyite facies metamorphism in Northern Maine. *American Journal of Science*, vol. 268, p. 142-156.
- Cortezzi, C., 1966. Estudio de wairakita y levynita en rocas del cerro China Muerta, Neuquen, República Argentina. *Revista del Museo de La Plata, Geología*, 9, (70): 1-7.

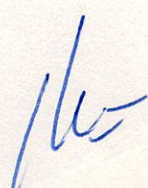


ARMANDO C. MASSABIE  
Director  
Departamento de Geología

- Dana, E. S. y Ford, W., 1969. Tratado de Mineralogía. CECSA.
- Deer, W., Howie, R. y Zussman, J., 1967. Rock Forming Minerals. Vol. 4, 435 p. Ed. Longmans. London.
- Deer, W., Howie, R., Zussman, J., 1971. Rock forming minerals. Ed. Longmans Green and Co., vol. 1, 333 p.
- Eberlein, G., Erd, R., Weber, F. y Beatty, L., 1971. New occurrence of yugawaralite from the Chena Hot Springs Area, Alaska. American Mineralogist, 56: 1699-1716.
- Ernst, W. G., 1966. Synthesis and stability relations of ferrotremolite. American Journal of Science, vol 264, 37-65.
- Evans, R. C., 1964. Crystallochemistry. Cambridge.
- Evarts, R. and Schifman, P., 1983. Submarine hydrothermal metamorphism of the del Puerto ophiolite, California. American Journal of Science, vol. 283, p. 289-340.
- Frey, M., De Capitani, C. and Liou, G., 1991. A new petrogenetic grid for low-grade metabasites. Journal of Metamorphic Geology, vol. 9, p. 497-509.
- Gottardi, G. y Galli, E., 1985. Natural Zeolites. Springer Verlag, Ed. N.York, 409p.
- Haas, J.L.,(Jr), 1971. The effect of salinity on the maximum thermal gradient of a hydrothermal system at hydrostatic pressure. Economic Geology, vol. 66, 940-946.
- Harada, K., Nagashima, K. y Sakurai, K., 1969. Chemical composition and optical properties of yugawaralite from the type locality. American Mineralogist, 54: 306-309.
- Hollister, L.S., 1981. Information intrinsically available from fluid inclusions. In: "Short course in fluid inclusions: Applications to Petrology". Mineralogical Association of Canada, Calgary. (Hollister, L.S. & M.L. Crawford, ed.):1-9
- Hawthorne, F. C., 1983. The crystal chemistry of the amphiboles. The Canadian Mineralogist, vol 21, 173-480
- Iijima, A., 1988. Diagenetic transformations of minerals as exemplified by zeolites and silica minerals - a Japanese view. En: "Diagenetic 2" Chilingarian, G. V. and Wolf, K.H., Elsevier. Amsterdam : 147-211.
- Ivanova, V., 1961. Thermal diagrams of minerals. Zapiski Vsesoyuz. Mineral. Obshchestva. Moscú. 90: 50-90
- Johannsen, A., 1918. Manual of Petrographic Methods. Mc. Graw Hill. 649p.
- Klockmann, F. y Randohr, P., 1961. Tratado de Mineralogía. Gilli.
- Koizumi, M., 1953. The differential thermal analysis curves and the dehydration curves of zeolites. Mineralogical Journal, vol 1, N°1, 36-47.
- Krauss, Hunt, Ramsdell, 1965. Mineralogía. Mc Graw Hill.
- Kristmannsdóttir, H., 1979. Alteration of basaltic rocks by hydrothermal activity at 100-300°C. En: M.M. Mortland y Farmer, V. C.(Ed).International Clay Conference 1978. Elsevier. Amsterdam
- Kuniyoshi, M. and Liou, J. 1976. Burial metamorphism of the Kartmutsen volcanic rocks, Notheastern Vancouver Island, British Columbia. American Journal of Science, vol. 276, p. 1096-1119.
- Latorre, C., Vattuone de Ponti, M., 1985. Apofilita, chabazita y minerales asociados de la cantera Freyer, El Dorado, provincia de Misiones, Argentina. Revista de la Asociación Argentina de Mineralogía, Petrología y Sedimentología, 16 (1-4), 17-25.

  
 ARMANDO C. MASSABIE  
 Director  
 Departamento de Geología

- Latorre, C., Vattuone de Ponti, M., Massaferró, G., Lagorio, S. y Viviani, R. 1990a. Analcima, Thomsonita, Laumontita y Natrolita en basaltos de Rucachoroi: mineralogía y condiciones de formación. *Revista de Geólogos Economistas, publicación especial*, p 18-26.
- Latorre, C.O. y Vattuone de Ponti, M.E., 1990b. Ceolitización en granitoides y vulcanitas de Lago Aluminé, Neuquén, R.A. *Primer Congreso Geológico del Uruguay*, vol. 1, p. 191-197. Montevideo.
- Latorre, C.O. y Vattuone de Ponti, M.E., 1990c. Metamorfismo desde facies de ceolita hasta asociación grandita-hedenbergita en Lago Moquehue, Provincia del Neuquén, R.A. *Primer Congreso Geológico del Uruguay*, vol. 1, p. 179-183. Montevideo.
- Latorre, C. y Vattuone de Ponti, M., 1992. Laumontite from vulcanites of Chapelco Mountain, República Argentina. *Simposio "Paleógeno de Sudamérica"*. Punta Arenas, Chile.
- Latorre, C.O. y Vattuone de Ponti, M.E., 1993. Minerales metamórficos de muy bajo grado en vulcanitas de la Cordillera Nordpatagónica. *IGCP Project 294, Low Temperature Metamorphism, Symposium, Abstracts*, p. 53-56. Santiago. Chile.
- Latorre C. y Vattuone de Ponti, M., 1993. Minerales metamórficos de muy bajo grado en vulcanitas terciarias de la Cordillera Nordpatagónica. *International Symposium Low Temperature Metamorphism*. Santiago de Chile, 53 - 56.
- Latorre, C.O. y Vattuone de Ponti, M.E., 1994. Estilbita y clinoptilolita en la Serie Andesítica, La Angostura, Neuquén. *Segunda Reunión de Mineralogía y Metalogenia*, Actas. Publicación N° 3, p. 183 - 189. La Plata, Argentina.
- Latorre, C. y Vattuone de Ponti, M., 1994. Asociación esmectitas-calcosilicatos en metabasaltos cercanos al río Collón Cura, Neuquén, Argentina. *Séptimo Congreso Geológico Chileno*, Concepción, Chile. Actas, vol.2, 1085-1090.
- Latorre, C. y Vattuone, M., 1995. Asociaciones minerales de la facies de ceolita en Paso del Córdoba, Neuquén, República Argentina. *Cuartas Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses*, Junín, Vol.1, 287-294.
- Liou, J., 1970. Synthesis and stability relation of Wairakite,  $\text{CaAl}_2\text{Si}_4\text{O}_{12}\text{H}_2\text{O}$ . *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 27, 259-282
- Liou, J., 1971. Synthesis and Stability Relations of Prehnite,  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{HO})_2$ . *The American Mineralogist*, 56, 507-531.
- Liou, J., 1971. P-T stabilities of Laumontite, Wairakite, Lawsonite and Related Minerals in the System  $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$ . *Journal of Petrology*, vol. 12, No 2, p. 379-411.
- Liou, J., 1973. Synthesis and Stability Relations of Epidote,  $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{FeSi}_3\text{O}_{12}(\text{OH})$ . *Journal of Petrology*, vol. 14, No 3, p. 381-413.
- Liou, J., Maruyama, S., Cho, M., 1985. Phase equilibria and mineral parageneses of metabasites in low-grade metamorphism. *Mineralogical Magazine*, vol. 49, p. 321-333.
- Mason, B. y Sand, L.B., 1960. Clinoptilolite from Patagonia. The relationship between clinoptilolite and heulandite. *American Mineralogist*, 45: 341-350.
- Mason, B., 1969. Pumpellyite of deuteric origin: a comment. *American Mineralogist*, vol. 4, p. 1215.
- Munch, P., Robinson, D., Cocheme, J.J., Bevins, R.E. and L. Aguirre, 1993. Zeolite facies assemblage in contrasting lithologies of the Báucarit Formation, Basin and Range Province, NW México. *IGCP Project 294, Low Temperature Metamorphism, Symposium, Abstracts*, p. 84-89. Santiago, Chile.



ARMANDO C. MASSABIE  
Director  
Departamento de Geología

- Phillips, F. C., 1972. Introducción a la Cristalografía. Paraninfo.
- Potter, R., Clynne, M.A. y Brown, D.L., 1978. Freezing point depression of aqueous sodium chloride solutions. *Economic Geology*, vol. 73, 284-285.
- Rapela, C., Spalletti, L., Merodio, J., 1983. Evolución magmática y geotectónica de la serie andesítica andina (Paleoceno-Eoceno) en la Cordillera Norpatagónica. *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, vol. 38, No 3-4, p. 469-484.
- Robinson, D., Bevins, R. y Rowbotham, G., 1993. The characterization of mafic phyllosilicates in low-grade metabasalts from eastern North Greenland. *American Mineralogist*, 78: 377-390.
- Roedder, E., 1984. Fluid Inclusions. *Reviews in Mineralogy*, Mineralogical Society of America, vol. 12, 664p.
- Roedder, E. y Bodnar, R. J., 1980. Geologic Pressure Determinations from fluid inclusion studies. *Ann. Rev. Earth and Planetary Science Letters*, vol. 8, 263-301.
- Schiffman, P., Elders, W., Williams, A., Mc Dowell, S. & Birth, D., 1984. Active metasomatism in the Cerro Prieto geothermal system, Baja California, Mexico: a telescoped low-pressure, low temperature metamorphic facies series. *Geology*, vol. 12, p. 12-15.
- Schiffman, P. y Fridleifsson, G., 1991. The smectite-chlorite transition in drillhole NJ-15, Nesjavellir geothermal field, Iceland: XRD, BSE and electron microprobe investigations. *Journal of Metamorphic Geology*, 9: 679-696.
- Schiffman, P. y Staudigel, H., 1995. The smectite to chlorite transition in a fossil seamount hydrothermal system: the Basement Complex of La Palma, Canary Islands. *Journal of Metamorphic Geology*, 13: 487-498.
- Steiner, J., 1955. Wairakite, the calcium analogue of analcime, a new ceolite mineral. *Mineralogical Magazine*, vol. 39, p. 691-698.
- Surdam, R., 1969. Electron microprobe study of prehnite and pumpellyite from Kartmutsen Group, Vancouver Island, British Columbia. *American Mineralogist*, vol. 54, p. 256-266.
- Surdam, R., 1973. Low-Grade metamorphism of Tuffaceous Rocks in the Karmutsen Group, Vancouver, Island, British Columbia. *Geological Society American Bulletin*, vol. 84, p. 1911-1922.
- Takenouchi, S. y Kennedy, G. C., 1964. The binary system H<sub>2</sub>O-CO<sub>2</sub> at high temperatures and pressures. *American Journal of Science*, vol. 262, 1055-1074.
- Tomason, J. and Kristmandottir, H., 1972. High temperature alteration minerals and thermal brines. Reykjanes, Iceland. *Contribution of Mineralogy and Petrology*, vol. 36, p. 123-134.
- Tröger, W. E., 1979. Optical Determination of Rock-Forming Minerals, Part 1. Determinative Tables. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung. 199p., Stuttgart.
- Vattuone de Ponti, M. y Latorre, C., 1991. Low-grade metamorphism in granitoids and volcanic rocks, Cordillera Neuquina, Argentina. *Journal of South American Earth Sciences*, vol. 3-4, p. 247-252.
- Vattuone de Ponti, M. y Latorre, C., 1994. Características mineralógicas y génesis de la laumontita de Chapelco, Neuquen. II Reunión de Mineralogía y Metalogénesis. La Plata. 429-435.
- Vattuone, M. y Latorre, C., 1994. Características mineralógicas y génesis de la laumontita de Chapelco, Neuquen. 2° Reunión de Mineralogía y Metalogénesis, La Plata. Publicación 3, Instituto de Recursos Minerales. Universidad Nacional de La Plata: 439-435.

ARMANDO C. MASSABIE  
Director  
Departamento de Geología

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES

Vattuone, M. y Latorre, C., 1996. Yugawaralita de Lago Meliquina. 3° Reunión de Mineralogía y Metalogenia, La Plata. Instituto de Recursos Minerales. Universidad Nacional de La Plata, N°5, 251-256.

Zeng, Y. y Liou, J.G., 1982. Experimental investigation of yugawaralite- wairakite, equilibrium. American Mineralogist, 67: 937-943.

Zussman, J., 1967. Physical Methods in Determinative Mineralogy. Accademic Press. N.York.

MINERALOGIA AVANZADA

**Carácter**

Curso obligatorio de licenciatura (plan 1993)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	Puntaje
Curso optativo de licenciatura (plan 1993)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	3
Curso optativo de licenciatura (plan 1969)	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	3
Curso de posgrado	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	3
Seminario	<input type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	3

**Duración de la materia:** 12 semanas

**Frecuencia en que se dicta:** todas las años

**Horas de clase:**

teóricas	<input type="checkbox"/> SI	12
prácticas	<input type="checkbox"/> SI	12
laboratorios	<input type="checkbox"/> SI	12
seminarios	<input type="checkbox"/> SI	12

**Carga horaria semanal:** 6 h

**Carga horaria total:** 72 h

**Asignaturas Correlativas:** Mineralogía y Petrografía

**Forma de evaluación:** Dos parciales teóricos-prácticos y oral

*[Handwritten Signature]*  
**ARMANDO C. MASSABIE**  
 Director  
 Departamento de Geología