



ACTUACION N° 2085
FECHA 3/9/96

PETROLOGIA ESPECIAL

Año 1996

Docente Dra. Norma Brogioni

CONTENIDO GLOBAL DEL CURSO

Aspectos de petrología ígnea que complementan la formación petrológica obligatoria de grado.

METAS Y OBJETIVOS GENERALES

El objetivo final, además de otorgar los conocimientos teóricos y prácticos sobre los items que se especifican en el programa, es proveer al alumno una metodología de trabajo que -integrada con la experiencia petrológica obtenida en otras asignaturas de grado- le permita profundizar en el complejo tema de la interpretación petrogenética.

CONTENIDOS DE LA MATERIA

Cinética del proceso de cristalización. Análisis de las características texturales y composicionales de los principales minerales formadores de rocas ígneas y metamórficas.

CONTENIDOS A DESARROLLAR

A. CONTENIDOS TEORICOS

1- **Cinética del proceso de cristalización.** Sobresaturación. Nucleamiento: nucleamiento homogéneo y heterogéneo. Teoría del nucleamiento. Nucleamiento de un sólido en un líquido de su misma composición. Velocidad de nucleamiento. Crecimiento cristalino: por estratos y por espirales. Crecimiento cristalino controlado por reacciones en la interfase y por la difusión. Crecimiento cristalino en un sistema de un componente: formulación matemática de la velocidad de crecimiento. Crecimiento cristalino en sistemas multicomponentes: trabajos experimentales. Nucleamiento y crecimiento acoplados: ecuación de Avrami. Distribución del tamaño de cristales; densidad y balance poblacional. Determinación de las velocidades de nucleamiento y crecimiento cristalino a partir de la distribución del tamaño de los cristales de una roca. Modificaciones de la distribución del tamaño cristalino por procesos físicos: fraccionamiento de cristales por asentamiento gravitacional,



acumulación, mezcla de magmas. Procesos de crecimiento fractálico.

2- Texturas. Desarrollo de las texturas graníticas: relación entre las velocidades de nucleamiento y crecimiento cristalino. Orden de cristalización de los minerales de rocas graníticas. Aproximaciones experimentales recientes. Equilibrio textural en rocas básicas estratificadas. Revisión de las texturas cumuláticas.

3- Feldespatos. Breve reseña de sus características estructurales y ópticas. Clasificación. Determinación de la composición química y normalización de los análisis. Determinación de los contenidos de Ab, An y Or. Feldespatos en rocas volcánicas, plutónicas y metamórficas. Texturas del feldespato alcalino: texturas en corona, epitaxiales y por sineusis; textura orbicular y rapakivi. Feldespato alcalino en rocas graníticas: criterios para la identificación de megacristales y porfiroblastos: euhedralidad, zonación, inclusiones zonales, etc. Zonación del Ba. Determinación del estado estructural por medio de difracción de rayos X: principios, triclinicidad, implicancias petrogenéticas. Texturas de la plagioclasa: textura dendrítica, esquelética, crecimiento en sineusis, resorción, zonación "patchy"; implicancias petrogenéticas. Intercrecimientos de feldespatos con otros minerales. Textura gráfica y mirmekitas: hipótesis genéticas. Nefelina-plagioclasa y nefelina-feldespato alcalino. Otros intercrecimientos en rocas ígneas. Microestructuras de feldespatos en rocas deformadas; recrystalización; inferencia de las condiciones de presión y temperatura de la deformación. Utilización del contenido de Ab en plagioclasa y feldespato alcalino coexistentes como geotermómetro; viabilidad.

4- Piroxenos. Breve reseña de sus características estructurales y ópticas. Determinación de la composición química y normalización de los análisis. Distribución de los cationes en los sitios T, M_1 y M_2 . Clasificación según Morimoto (1988). Composición química de piroxenos en rocas calcoalcalinas, alcalinas y toleíticas. Características texturales de ortopiroxenos y clinopiroxenos: zonación, exsolución, coronas, simplectitas, intercrecimientos, cumulos. Alteración de los piroxenos en distintos tipos de rocas. Caracteres microestructurales de piroxenos sometidos a deformación; recrystalización. Utilización de la composición química de los piroxenos como geotermómetro.

5- Anfíboles. Breve reseña de las características estructurales y ópticas de los minerales del grupo. Determinación de la composición química y normalización de los análisis: limitaciones químicas y cristalológicas. Distribución de los cationes en los sitios T, C, B y A. Clasificación según Leake (1978). Anfíboles en rocas calcoalcalinas y alcalinas. Relación entre la composición química de la roca hospedante y la composición química del anfíbol. Características texturales del anfíbol: euhedralidad, intersticialidad, texturas coroníticas y poikilíticas; zonación. Vinculación entre textura y estadio de cristalización. Caracteres microestructurales del anfíbol en rocas ígneas deformadas; retrogradación; inferencia de las condiciones de temperatura de la deformación. Utilización de la composición química del anfíbol como indicador de la presión de cristalización en rocas ígneas:



fundamentos del geobarómetro, ecuaciones, características paragenéticas indispensables.

6- Biotitas. Breve reseña de sus características estructurales y ópticas. Determinación de la composición química y normalización de los análisis en rocas ígneas y metamórficas. Clasificación. Composición química de biotitas en rocas graníticas, en rocas alcalinas y en rocas ultramáficas. Relación entre composición química de las biotitas y composición química de las rocas hospedantes. Distribución de elementos entre biotitas y otras fases minerales que coexisten en la misma roca. Utilización de la composición química de las biotitas para estimar la fO_2 y temperatura de cristalización. Texturas en biotitas ígneas: euhedralidad, topotaxia, zonación. Alteración subsólida. Alteración en rocas mineralizadas. Microestructuras de las biotitas en rocas ígneas sometidas a stress; recristalización.

7- Muscovita. Breve reseña de sus características estructurales y ópticas. Determinación del carácter primario o secundario de la muscovita: análisis de los límites de granos, forma y tamaño relativo, abundancia, relaciones de reacción. Composición química de muscovitas magmáticas, postmágmatas e hidrotermales. Muscovita en rocas metamórficas: presencia en esquistos pelíticos y asociaciones minerales en facies Esquistos Verdes y Esquistos Azules.

8- Olivino. Breve reseña de las características estructurales y ópticas del grupo. Determinación de la composición química y normalización de los análisis. Composición química de olivinos de rocas toleíticas y alcalinas. Texturas y alteraciones en olivinos: euhedralidad, textura en panal de abejas, cumulos, coronas. Caracteres microestructurales del olivino en rocas sometidas a stress

B. CONTENIDOS PRACTICOS

1- Identificación y análisis de las características texturales y microestructurales de cada mineral en rocas ígneas y también en rocas metamórficas cuando sea pertinente.

2- Recálculo de la composición química de los minerales mediante programa de computación ad hoc.

3- Análisis de la composición química de los minerales. Variaciones dentro de cada cristal: zonación. Variaciones en el interior de un cuerpo ígneo. Variaciones entre cuerpos rocosos integrantes de batolitos o entre unidades de una misma secuencia volcánica. Clasificación. Graficación de los parámetros recalculados y su utilización en la interpretación petrogenética.

4- Determinación de la triclinicidad y estado estructural de feldespatos alcalinos mediante difractogramas de rayos X.



5- Determinación de la presión de cristalización de cuerpos graníticos: geobarometría del anfíbol.

METODOLOGIA A UTILIZAR

- Clases teórico-prácticas, desarrolladas en un semestre.
- Exposición por parte del docente de los aspectos teóricos, con especial énfasis en la agilización de las condiciones deductivas de los alumnos.

FORMAS DE EVALUACION

- Sistema de promoción sin examen, con el 85 % de asistencia.
- Evaluación permanente durante el cursado de la materia a través de los trabajos prácticos

BIBLIOGRAFIA

La lista bibliográfica que se adjunta es muy parcial, ya que sólo incluye algunos de los trabajos más representativos sobre los temas a desarrollar.

- ATKINS, F. 1969. Pyroxenes of the Bushveld intrusion, South Africa. *Journal of Petrology* 10 (2):222-249.
- BAILEY, S. W. 1984. Micas. *Reviews in Mineralogy*, Vol. 13, 584 pag. Mineralogical Society of America.
- BAKER, I. y HAGGERTY, S. 1967. The alteration of olivine in basaltic and associated lavas. Part II: Intermediate and low temperature alteration. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 16:258-273.
- BARNES, C. 1987. Mineralogy of the Wooley Creek batholith, Slinkard pluton, and related dikes, Klamath Mountains, northern California. *American Mineralogist* 72:879-901.
- BARTH, T. 1969. Feldspars. John Wiley & Sons, New York. 261 pag.
- BRODIE, K. y RUTTER, E. 1985. On the relationship between deformation and metamorphism, with special reference to the behavior of basic rocks. En: *Metamorphic reactions. Kinetics, textures and deformation*, A. Thompson y D. Rubie (Ed):139-179.
- DEER, W.; HOWIE, R. y ZUSSMAN, J. 1978. Rock-forming minerals, Vol 2A: Single-chain silicates. John Wiley & Sons, New York. 668 pag.
- DODGE, F.; PAPIKE, J. y MAYS, R. 1968. Hornblendes from granitic rocks of the Central Sierra Nevada Batholith, California. *Journal of Petrology* 9 (3):378-410.
- DODGE, F.; SMITH, V. y MAYS, R. 1969. Biotites from granitic rocks of the Central Sierra Nevada Batholith, California. *Journal of Petrology* 10 (2):250-271.
- DYMEK, R. 1983. Titanium, aluminum and interlayer cation substitutions in biotite from high-grade gneisses, West Greenland. *American Mineralogist* 68:880-

899.

- ENGELS, A. y ENGEL, C. 1962. Hornblendes formed during progressive metamorphism of amphibolites, northwest Adirondack Mountains, New York. *Geological Society of America Bulletin*, 73:1499-1514.
- ETHERIDGE, M. 1975. Deformation and recrystallization of orthopyroxene from the Giles Complex, central Australia. *Tectonophysics* 25:87-114.
- FENN, P. 1986. On the origin of graphic granite. *American Mineralogist* 71:325-330.
- GIRET, A.; BONIN, B. y LEGER, J. 1980. Amphibole compositional trends in oversaturated and undersaturated alkaline plutonic ring-complexes. *Canadian Mineralogist* 18:481-495.
- HAGGERTY, S. y BAKER, I. 1967. The alteration of olivine in basaltic and associated lavas. Part I: High temperature alteration. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 16:233-257.
- HAMMARSTROM, J. y ZEN, E-an. 1986. Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *American Mineralogist* 71:1297-1313.
- HENDRY, D.; CHIVAS, A.; LONG, J. y REED, S. 1985. Chemical differences between minerals from mineralizing and barren intrusions from some North American porphyry copper deposits. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 89 (4):317-329.
- HIBBARD, M. 1979. Myrmekite as a marker between preaqueous and postaqueous phase saturation in granitic systems. *Geological of American Bulletin* 90 (1):1047-1062.
- HIBBARD, M. 1981. The magma mixing origin of mantled feldspars. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 76:158-170.
- HOLLISTER, L.; GRISSOM, G., PETERS, E., STOWELL, H. y SISSON, V. 1987. Confirmation of the empirical correlation of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *American Mineralogist* 72:231-239.
- JAKES, P. y WHITE, A. 1972. Hornblendes from calc-alkaline volcanic rocks of islands arcs and continental margins. *American Mineralogist* 57:887-902.
- JENSEN, L. y STARKEY, J. 1985. Plagioclase microfabrics in a ductile shear zone from the Jotun Nappe, Norway. *Journal of Structural Geology* 7 (5):527-539.
- JI, S. y MAINPRICE, D. 1990. Recrystallization and fabric development in plagioclase. *Journal of Geology* 98:65-79.
- JOHNSON, M. y RUTHERFORD, M. 1989. Experimental calibration of the aluminum-in-hornblende geobarometer with application to Long Valley caldera (California) volcanic rocks. *Geology* 17:837-841.
- KANISAWA, S. 1983. Chemical characteristics of biotites and hornblendes of Late Mesozoic to Early Tertiary granitic rocks in Japan. *Geological Society of America Memoir* 159:129-134.
- LEAKE, B. 1978. Nomenclature of amphiboles. *Canadian Mineralogist* 16 (4):501-520.
- LONG, P. y LUTH, W. 1986. Origin of K-feldspar megacrysts in granitic rocks: implications of a partitioning model for barium.



- MANNING, C. y BIRD, D. 1986. Hydrothermal clinopyroxenes of the Skaergaard intrusion. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 92:437-447.
- MASON, D. 1978. Compositional variations in ferromagnesian minerals from porphyry copper-generating and barren intrusions of the Western Highlands, Papua New Guinea. *Economic Geology* 73:878-890.
- MEHNERT, K. y BUSCH, W. 1981. The Ba content of K-feldspar megacryst in granites: a criterion for their formation. *Neues Jahrbuch für Mineralogie Abh.* 140 (3):221-252.
- MORIMOTO, N. 1988. Nomenclature of pyroxenes. *American Mineralogist* 73:1123-1133.
- NICOLAS, A.; BOUCHEZ, J.; BOUDIER, F. y MERCIER, J. 1971. Textures, structures and fabrics due to solid state flow in some european lherzolites. *Tectonophysics* 12:55-86.
- NOCKOLDS, S. R. 1947. The relation between chemical composition and paragenesis in the biotite micas of igneous rocks. *American Journal of Science* 245 (7):27-420.
- PETERSEN, J. y LOFGREN, G. 1986. Lamellar and patchy intergrowths in feldspars: experimental crystallization of eutectic silicates. *American Mineralogist* 71:343-355.
- PHILLIPS, E. 1980. On polygenetic myrmekite. *Geological Magazine* 117:29-36.
- POLLARD, P.; MILBURN, D. TAYLOR, R. y CUFF, C. Mineralogical and textural modifications in granites associated with tin mineralization, Heberton-Mount Garnet Tinfield, Queensland. 413-429.
- PRYER, L. 1993. Microstructures in feldspars from a major crustal thrust zone: the Grenville Front, Ontario, Canada. *Journal of Structural Geology* 15 (1):21-36.
- ROONEY, T.; RIECKER, R. y GAVASCI, A. 1975. Hornblende deformation features. *Geology* 3:364-366.
- ROWINS, S.; LALONDE, A. y CAMERON, E. 1991. Magmatic oxidation in the syenitic Murdock Creek intrusion, Kirkland Lake, Ontario: evidence from the ferromagnesian silicates.
- ROYCROFT, P. 1991. Magmatically zoned muscovite from the peraluminous two-mica granites of the Leinster batholith, southeast Ireland. *Geology* 19:437-440.
- SMITH, J. 1974. *Feldspar Minerals, Vol 2.* Springer-Verlag, Germany. 690 pag.
- SORENSEN, H. 1979. *The alkaline rocks.* John Wiley & Sons, Gran Bretaña. 622 pag.
- SPEER, J. 1987. Evolution of magmatic AFM mineral assemblages in granitoid rocks: the hornblende + melt = biotite reaction in the Liberty Hill pluton, South Carolina. *American Mineralogist* 72:863-878.
- STORMER, J. 1975. A practical two-feldspar geothermometer. *American Mineralogist* 60:667-674.
- VANCE, J. 1969. On synneusis. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 24:7-29.
- VEBLER, D. y RIBBE, P. 1982. Amphiboles: Petrology and experimental phase relations. *Reviews in Mineralogy, Vol 9B,* 390 pag. Mineralogical Society of



America.

-VERNON, R. 1991. Questions about myrmekite in deformed rocks. *Journal of Structural Geology* 13 (9):979-985.

-VERNON, R. 1986. K-feldspar megacryst in granites -Phenocryst, not porphyroblast. *Earth-Science Reviews* 23:1-63.

-WHALEN, J. y CHAPPELL, B. 1988. Opaque mineralogy and mafic mineral chemistry of I- and S-type granites of the Lachlan fold belt, southeast Australia. *American Mineralogist* 73:281-296.

-WICKS, F. y WHITTAKER, E. 1977. Serpentine textures and serpentinization. *Canadian Mineralogist* 15:459-488.

DURACION DE LA MATERIA

Semestral; 96 horas distribuidas en 2 clases semanales de 3 horas cada una. Pueden disponerse clases adicionales en caso de ser necesarias para el cumplimiento del programa, o bien por solicitud de los alumnos.

AUTOEVALUACION DE LA CATEDRA

Está previsto realizar una evaluación de la cátedra mediante un cuestionario *ad hoc* a completar por los alumnos a la finalización del curso. El objetivo de esta evaluación es introducir modificaciones en los contenidos y/o metodología en cursos futuros.

MBrogini 12/03/96