

UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS GEOLOGICAS

CARRERA: LICENCIATURA EN CIENCIAS GEOLOGICAS

Dictado: primer Cuatrimestre (Curso de Invierno).

Código de la carrera: 04

MATERIA: TECTÓNICA DE CAMPO (Código: 8198)

PUNTAJE PROPUESTO: 5 puntos

PLAN DE ESTUDIO: 2007.

CARACTER: curso de posgrado y optativo en Licenciatura (Plan 1992).

DURACION DE LA MATERIA: Curso de Invierno (San Juan).

HORAS DE CLASE: Teóricas, Practicas, Gabinete.

CARGA HORARIA TOTAL: 120 horas.

ASIGNATURAS CORRELATIVAS: Geotectónica.

FORMA DE EVALUACION: Presentación de los trabajos prácticos diarios en el campo.

PROGRAMA ANALITICO

FUNDAMENTOS:

Aplicar los conocimientos de tectónica en ambientes reales con especial énfasis en la resolución de problemas estructurales y tectónicos asociados tanto a la deformación dúctil como frágil en el campo. Tanto los elementos tectónicos como las características estructurales serán aplicados a la definición de asociaciones petrotectónicas tanto en ambientes profundos como someros y sus expresiones de campo. Especial atención se brindará a la obtención de datos de campo y su representación espacial para la elaboración de secciones que permitan su análisis tridimensional de los problemas, concepto difícil de adquirir en el aula y/o laboratorio.

OBJETIVOS:

Resolución de problemas estructurales y tectónicos asociados tanto a la deformación dúctil como frágil, para lo se deberán realizar observaciones y descripciones de campo de las rocas involucradas y de las estructuras observadas. Con esta información se procederá a la confección de mapas geológicos, perfiles estructurales y secciones balanceadas con su correspondiente reconstrucción palinpástica, pudiendo de este modo el alumno incorporar diferentes técnicas de trabajo de campo.

CONTENIDOS MÍNIMOS:

Resolución de problemas estructurales y tectónicos en el terreno en ambientes dúctiles y frágiles. Reconocimiento de asociaciones petrotectónicas en el campo. Integración de la información de campo con modelos conceptuales de la tectónica de placas.

PROGRAMA

1. Reconocimiento de campo de procesos tectónicos en áreas de basamento. Obtención de información básica de campo de las condiciones geométricas y cinemáticas de la deformación en corteza inferior y media y su cartografía.

2. Zonas de cizallas dúctiles y frágiles. Reconocimiento de milonitas y cataclasitas. Estructuras e indicadores cinemáticos: lineaciones, boudinage, porfiroclastos y colas de presión,

estructuras S-C-C', giros sigmoidales, espejos de fricción, escalones de recristalización, venas y fibras, fracturas conjugadas, fracturas de Riedel y otras estructuras afines. Pliegues intrafoliares o desraizados, pliegues en vaina. Crenulaciones.

3. Zonas de imbricación tectónica y su representación espacial. Cartografía de los diferentes elementos. Condiciones de presión y temperatura para el desarrollo de las estructuras mencionadas.

4. Caracterización de campo de asociaciones petrotectónicas de unidades ígneas, metamórficas y sedimentarias. Guías para su reconocimiento y estructuras asociadas. Definición de ambientes tectosedimentarios y su expresión superficial y profunda.

5. Estudio de campo de fajas plegadas y corridas de piel fina. Selección de familias de estructuras en el terreno. Profundidad e inclinación del basamento. Topografía sinorogénica. Ángulo de corte. Secuencia de deformación. Corrimientos fuera de secuencia. Balance de campo de secciones estructurales.

6. Zonas triangulares y sus criterios de campo en la definición del estilo estructural. Zonas triangulares de piel gruesa y piel fina. Criterios de campo para la evaluación de frentes de corrimientos.

7. Zonas de inversión tectónica. Criterios de campo para su reconocimiento. Identificación de las diferentes unidades tectosedimentarias: prerift, sinrift y postrift. Determinación en el terreno del punto nulo. Inversión parcial y total.

8. Unidades tectosedimentarias y su expresión ambiental. Unidades tectosedimentarias jóvenes y antiguas: juicios para su evaluación de campo. Control climático de fajas plegadas y corridas.

9. Deformación neotectónica. Elementos básicos para su reconocimiento en el campo. Estructuras activas. Rasgos morfotectónicos y su evaluación sismotectónica. Peligro y vulnerabilidad sismotectónica.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- Allmendinger, R.W. 1992. Lectures in Structural Geology. *Dep. Geological Sciences, Cornell University*. pp. 254. Ithaca.
- Allmendinger, R.W. 1997. Advanced structural geology II: geometry and kinematic of thrust belts and extensional provinces. Lecture Notes for GEOL 624 (1997), Dep. Geological Sciences, Cornell University. Ithaca.
- Allmendinger, R.W., Figueroa, D., Snyder, D., Beer, J., Mpodozis, C., Isacks, B.L., 1990. Foreland shortening and crustal balancing in the Andes at 30°S latitude. *Tectonics*, 9: 789-809.
- Angelier, J. 1992. Fault Slip Analysis and Paleostress Reconstruction. En P.L. Hancock (ed.), *Continental Deformation*. P. 53-99. Pergamon Press. Oxford.
- Astini, R.A., Benedetto, J.L. & Vaccari, N.E. 1995. The Early Paleozoic evolution of the Argentine Precordillera as a Laurentian rifted, drifted and collided terrane: A geodynamic model. *Geol. Soc. America Bull.*, 107, 235-273.
- Barnes, J. 1991. Basic Geological Mapping. *Geological Society of London Handbook*. 118 pgs. J. Wiley & Sons, New York, ISBN 0470-21687-5.
- Beutner, E.C. 1977. Causes and consequences of curvature in the Sevier orogenic belt, Utah to Montana. *Twenty-Ninth Annual Field Conference. Wyoming Geological Association Guidebook*.
- Boyer, S.E. y D.E. Elliott, 1982.- Thrust System. *Amer. Assoc. Petrol. Geologists, Bull.* 69(9): 1196-1230. Tulsa.
- Buchanan, P.G. y K.R. McClay. 1991. Sandbox experiments of inverted listric and planar fault systems. *Tectonophysics*. 188: 97-115. Amsterdam.
- Butler, R.W. 1983. Balanced cross-sections and their implication for the deep structure of the northwest Alps. *J. Structural Geology*. 5(2): 125-137.
- Butler, R.W. 1985. The restoration of thrust systems and displacement continuity around the Mont Blanc massif, NW external Alpine thrust belt. *J. Structural Geology*. 7 (5): 569-582.

- Cahill, T. and Isacks, B.L., 1992. Seismicity and shape of the subducted Nazca plate. *J. Geophys. Res.*, 97: 17503-17529.
- Casey, M. y P. Huggenberger. 1985. Numerical modelling of finite-amplitude similar folds developing under general deformation histories. *J. Structural Geology*. 7 (1): 103-114.
- Cegarra, M. y V.A. Ramos, 1996. La faja plegada y corrida del Aconcagua. En Ramos *et al.* (1996). *Geología de la región del Aconcagua, provincias de San Juan y Mendoza. Subsecretaría de Minería de la Nación. Dirección Nacional del Servicio Geológico*. Anales 24 (14): 387-422, Buenos Aires.
- Colman-Sadd, S.P. 1978. Development in Zargos Simply Folded Belt, Southwest Iran. *The Amer. Assoc. Petroleum Geologists Bulletin*. 62 (6): 984-1003.
- Cooper, M.A. 1983. The origin of the Basse Normandie duplex, Boulonnais, France. *J. Structural Geology*. 5(2): 139-152.
- Cooper, M.A., 1983. The calculation of the bulk strain in oblique and inclined balanced sections. *J. Structural Geology*. 5(2): 161-165.
- Cooper, M.A., G.D. Williams, P.C. de Graciansky, R.W. Murphy, T. Needham, D. de Paor, R. Stoneley, S.P. Todd, J.P. Turner y P.A. Ziegler. 1989. Inversion tectonic – a discussion. Cooper, M.A. & G.D. Williams (eds.): *Inversion Tectonics*. Geological Society Special Publication. 44: 335-347.
- Coward, M.P. 1983. Thrust tectonics, thin skinned or thick skinned, and the continuation of thrusts to deep in the crust. *Journal of Structural Geology*. 5 (2): 113-123.
- Cristallini, E.O. y V.A. Ramos, 1995. Structural cross-section of río San Juan. En Ramos (1995) *Field Guide to the Geology of Precordillera Folded and Thrust Belt (Central Andes)*. ICL-COMTEC-AGA. 64 pp. Buenos Aires.
- Cristallini, E.O. y V.A. Ramos. 1997. Estructura profunda de los Andes a los 32° de latitud sur (Argentina y Chile). 8° Congreso Geológico Chileno. Actas III: 1622-1626.
- Chapple, W. M. 1978. Mechanics of thin-skinned fold-and-thrust belts. *Geol. Soc. America Bull.* 89, 1189-1198.
- Chester, J.S. & F.M. Chester. 1990. Fault-propagation folds above thrusts with constant dip. *J. Structural Geology*. 12: 903-910.
- Dahlstrom, C.D.A., 1969. Balanced cross sections. *Canadian Journal of Earth Sciences*, v6:743-757.
- Dahlstrom, C.D.A., 1970. Structural geology in the Eastern margin of the Canadian Rocky mountains. *Canadian Petroleum Geologists Bulletin* 18(3): 332-406.
- Dahlstrom, C.D.A. 1990. Geometric constraints derived from the law of conservation of volume and applied to evolutionary models for detachment folding. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.. Geologic Notes*. 74 (3): 336-344.
- Dalziel, I. et al, 1996, The Argentine Precordillera: A Laurentian Terrane?, *GSAToday*, Feb. 1996, p. 16-18.
- Dalla Salda, L. y R. Varela, 1982. La estructura del basamento del tercio sur de la sierra de Pie de Palo, provincia de San Juan. Actas 5° Cong. Latinoamericano de Geología, 1: 451-468, Buenos Aires.
- Dalla Salda, L. y R. Varela, 1984. El metamorfismo en el tercio sur de la sierra de Pie de Palo, San Juan. *Rev. Asoc. Geológica Argentina*, 39(1-2): 68-93, Buenos Aires.
- Davis, D., Suppe, J. & Dahlen, F. A. 1983. Mechanics of fold-and-thrust belts and accretionary wedges. *J. Geophysical Research* 88, 1153-1172.
- Davis, D., J. Suppe y F.A. Dahlen. 1984. Mechanics of fold-and-thrust belts and accretionary wedges: Cohesive Coulomb theory. *J. Geophysical Research* 89: 10087-10101.
- Davison, I. 1987. Normal fault geometry related to sediment compaction and burial. *J. Structural Geology*. 9 (4): 393-401.
- Elliott, D. 1983. The construction of balanced cross-sections. *Journal of Structural Geology*. 5 (2): 101.
- Erslev, E.A. 1991. Trishear fault-propagation folding. *Geology*, 19: 617-620.
- Fry, N., 1992. The field description of metamorphic rocks. *Geological Society of London Handbook*. 110 pgs. J. Wiley & Sons, New York, ISBN 0471-93221-3.
- Gardini, M, 1993, Estructura superficial y profunda del valle de Zonda, Precordillera de San Juan, 12 Cong. Geológico Argentina, v. 3, p. 93-99.
- Gawthorpe, R. & J.M. Hurst. 1993. Transfer zones in extensional basins: their structural style and influence on drainage development and stratigraphy. *J. Geological Society, London*. 150: 1137-1152.

- Gibbs, A.D. 1983. Balanced cross-section construction from seismic sections in areas of extensional tectonics. *J. Structural Geology*. 5 (2): 153-160.
- Gibbs, A.D., 1984. Structural evolution of extensional basin margins. *J. Geological Society* 141: 609-620, London.
- Gillcrist, R., M. Coward y J.L. Mugnier. 1987. Structural inversion and its controls: examples from the Alpine foreland and the French Alps. *Geodinamica Acta*. 1 (1): 5-34. Paris.
- Groeber, P., 1948. Geología de la Provincia de San Juan: Datos Geológicos. Anales Ministerio de Agricultura, Comisión Nacional de Climatología y Aguas Minerales, 9: 27-42, Buenos Aires.
- Guglielmo Jr., B.C. Vendeville, D.D. Shultzela & M.P. Jackson. 1995. Animation of salt diapirs -Part I. AGL95-MM-001. BEG hypertext multimedia publication in the Internet at <http://www.utexas.edu/research.beg.mmedia/AGL95-MM-001>.
- Guglielmo Jr., G., J.R. Hossack, M.P. Jackson & B.C. Vendeville. 1995. Animation of allochthonous salt sheets. AGL96-MM-002. BEG hypertext multimedia publication in the Internet at <http://www.utexas.edu/research.beg.mmedia/AGL96-MM-002>.
- Hancock, P.L. 1985. Brittle microtectonics: principles and practice. *Journal of Structural Geology*. 7 (3/4): 437-457.
- Hardy, S., M. Ford. 1997. Numerical modeling of trishear fault propagation folding. *Tectonics*, 16(5): 841-854.
- Hossack, J.R. 1983. A cross-section through the Scandinavian Caledonides constructed with the aid of branch-line maps. *J. Structural Geology*. 5 (2): 103-111.
- Jamison, W.R. 1982. Geometric analysis of fold development in overthrust terranes. *J. Struct. Geol.* 9 (2): 207-219.
- Jamison, W. 1993. Mechanical stability of triangle zone: the backthrust wedge. *J. Geoph. Res.*, 98 (B11): 20015-20030.
- Jaumé, S.C. & R.J. Lille. 1988. Mechanics of the salt range-potwar plateau, Pakistan: a fold-and-thrust belt underlain by evaporites. *Tectonics*, 7 (1): 57-71.
- Jordan, T.E. 1995. Retroarc foreland and related basins. En Busby, C. y Ingersoll, R.V. (eds.): *Tectonic of sedimentary basins*. Blackwell Scientific Publications Inc.
- Jordan, T.E., Isacks, B.L., Allmendinger, R.W., Brewer, J.A., Ramos, V.A. and Ando, C.J., 1983, Andean tectonics related to geometry of subducted Nazca plate, *Geological Society of America Bulletin*, v. 94, p. 341-361.
- Jordan, T.E., Allmendinger, R.W., Damanti, J., and Drake, R., 1993. Chronology of motion in a complete thrust belt: the Precordillera, 30-31°S, Andes Mountains. *J. Geol.*, 101: 133-156.
- Kay, S.M. and J.M. Abbruzzi, 1996, Magmatic evidence for Neogene lithospheric evolution of the central Andean "flat-slab" between 30° and 32°S, *Tectonophysics*, v. 259, 15-28.
- Kay, S.M., Ramos, V.A., Mpodozis, C. and Sruoga, P., 1989, Late Paleozoic to Jurassic silicic magmatism at the Gondwanaland margin: analogy to the Middle Proterozoic in North America?, *Geology*, v. 17, p. 324-328.
- Kay, S. Mahlburg, Mpodozis, C., Ramos, V.A., and Munizaga, F., 1991. Magma source variations for Tertiary magmatic rocks associated with a shallowing subduction zone and a thickening crust in the Central Andes (28 to 33°S). In Harmon, R.S. and Rapela, C.W. (Editors), *Andean Magmatism and its Tectonic Setting*. *Geol. Soc. Am., Spec. Paper*, 265, 113-137.
- Kornprobst, J., 1996. Manual de petrología metamórfica y su contexto geodinámico. 220 pgs. Masson S.A. Barcelona. ISBN 84-458-0351-4.
- Kusznir N.J. y R.G. Park. 1987. Intraplate lithosphere deformation and the strength of the lithosphere. *J. Geophysical Research*. 79: 513-538.
- Linares, E., H.O. Panarello, S.A. Valencio y C.M. García, 1982. Isótopos de carbono y oxígeno y el origen de las calizas de las sierras Chicas de Zonda y de Pie de Palo, provincia de San Juan. *Rev. Asoc. Geol. Argentina*, 37(1): 80-90, Buenos Aires.
- Lowell, J.D. 1995. Mechanics of basin inversion from worldwide examples. En Buchanan, J.G. & P.G. Buchanan (eds.), *Basin Inversion*. *Geological Society Special Publications*. 88: 39-57.
- Mackin, J.H. 1950. Studies for students. The down-structure method of viewing geologic maps. *J. Geology*. 58 (1): 55-72.

- Martínez-Álvarez, J.A., 1979. Mapas Geológicos. Explicación e interpretación. 245 pgs. Paraninfo S.A. Madrid.
- Marrett, R. & P.A. Bentham. 1997. Geometric analysis of hybrid fault-propagation/detachment folds. *J. Structural Geology*. 19 (3-4): 243-248.
- Marshak, S. y N. Woodward. 1987. Introduction to cross-section balancing.
- Martignole, J. y A.J. Calvert. 1996. Crustal-scale shortening and extension across the Grenville Province of western Québec. *Tectonics*. 15 (2): 376-386.
- McClay, K.R. 1992. *Thrust Tectonics*. Chapman & Hall. pp. 442. London.
- McClay, K.R. 1996. Recent advances in analogue modelling: uses in section interpretation and validation. En *Modern Developments in Structural Interpretation*; Buchanan, P.G & D.A. Nieuwland (eds.). 99: 201-225.
- McClay, K.R. & A.D. Scott. 1991. Experimental models of hangingwall deformation in ramp-flat listric extensional fault system. *Tectonophysics*, 188: 85-96. Amsterdam.
- McDonough, M.R., V.A. Ramos, C.E. Isachsen, S.A. Bowring y G.I. Vujovich, 1993. Nuevas edades de circones del basamento de la sierra de Pie de Palo, Sierras Pampeanas Occidentales de San Juan: sus implicancias para los modelos del supercontinente proterozoico de Rodinia. *Actas 12° Cong. Geol. Argentino y 2° Cong. Exploración de Hidrocarburos (Mendoza)*, 3: 340-342, Buenos Aires.
- Medwedeff, D.A. & J. Suppe. 1997. Multibend fault-bend folding. *J. Structural Geology*. 19 (3-4): 279- 292.
- Mercier, E., F. Outtani & D.F. de Lamotte. 1997. Late-stage evolution of fault-propagation folds: principles and example. *J. Structural Geology*, 19 (2): 185-193.
- Minera TEA, 1967. Geología de las Sierras Pampeanas de San Juan. Su prospección y áreas con posibilidades mine-ras. Departamento Minería San Juan, 275 p. (inédito), San Juan.
- Mitra, S., 1990. Fault propagation folds: geometry, kinematic evolution and hydrocarbon traps. *American Association Petroleum Geologists, Bulletin* 74(6): 921-945, Tulsa.
- Mitra, S. 1993. Geometry and kinematic evolution of inversion structures. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 77 (7): 1159-1191.
- Mitra, S. and J. Namson, 1989. Equal area balancing. *American Journal of Science* 289: 563-599, New Haven.
- Morley, C.K., 1986. A classification of thrust fronts. *Amer. Assoc. Petroleum Geologists, Bull.* 70: 12-25.
- Mpodozis, C, Kay, S. Mahlburg, 1992. Late Paleozoic to Triassic evolution of the Gondwana margin: evidence from Chilean cordilleran batholiths (28°-31°S). *Bull. Geol. Soc. Am.*, 104: 999-1014.
- Muñoz, J.A., E. Roca, J. Poblet, F. Sàbat, A. Martínez. 1997. Sistema de fallas y construcción de cortes geológicos para la prospección y producción de hidrocarburos. *Curso de Geología Estructural*. YPF S.A. Buenos Aires.
- Nicolas, A., 1987. *Principios de tectónica*. 185 pgs. Masson S.A., Barcelona. ISBN 84-311-0416-3.
- Passchier, C.W. y Trouw, R.A.J., 1996. *Microtectonics*. 289 pgs. Springer, Berlin. ISBN 3-540-58713-6.
- Pérez, D.J., 1995. Estudio geológico del cordón del Espinacito y regiones adyacentes, provincia de San Juan. *Universidad de Buenos Aires, Tesis Doctoral* (inédita), 262 pp., Buenos Aires.
- Poblet, J. y K. McClay. 1996. Geometry and kinematics of single-layer detachment folds. *American Association of Petroleum Geologists*, 80 (7): 1085-1109.
- Poblet, J., K. McClay, F. Storti & J.A. Muñoz. 1997. Geometries of syntectonic sediments associated with single-layer detachment folds. *J. Structural Geology*, 19 (3-4): 369-381.
- Ramos, V.A, S. Mahlburg Kay, 1991, Triassic rifting in the Cuyo Basin, central Argentina, in Harmon, R.S. and C.W. Rapela (eds.), *Geological Society of America Special Paper* 265, *Andean Magmatism and its Tectonic Setting*, 79-91.
- Ramos, V.A. y G.I. Vujovich, 1999. Hoja Geológica 3169-IV, San Juan, Provincia de San Juan. *Boletín* 243, Subsec. Minería Nación, Servicio Geológico Minero Argentino, 82 pgs, Buenos Aires.
- Ramos, V.A., Jordan, T.E., Allmendinger, R.W., Mpodozis, C., Kay, S.M., Cortés, J. M., Palma, M. A. 1986. Paleozoic terranes of the central Argentine-Chilean Andes. *Tectonics*, 5, 855-880.
- Ramos, V., G. Vujovich y D. Dallmeyer, 1996. Los klippen y ventanas tectónicas de la estructura preáfrica de la sierra de Pie de Palo (San Juan): Edad e implicancias tectónicas. 13° Cong. Geol. Argentino, *Actas V*: 377-391 Buenos Aires.
- Ramos, V.A., Cegarra, M., and Cristallini, E., 1996. Cenozoic Tectonics of the High Andes of West-Central Argentina (30°-36° S latitude). *Tectonophysics* 259: 185-200, Amsterdam.

- Ramsay, J.G., M.I. Huber. 1987. The techniques of modern structural geology. Volume 2: Folds and fractures. Academic Press. Pp. 700. London.
- Ranalli, G. & D. Murphy. 1987. Rheological stratification of the lithosphere. *Tectonophysics*, 132: 281- 295.
- Rich, J.L., 1934. Mechanics of low-angle overthrust faulting illustrated by Cumberland thrust-block, Virginia, Kentucky y Tennessee, American Association Petroleum Geologists, Bulletin 18: 1584-1596, Tulsa.
- Rodgers, J., 1971, The Taconic Orogeny: Geological Society of America, Bulletin 82 (5), p.1141-1178.
- Roeder, D.H., 1973.- Subduction and orogeny. *Journal Geophysical Research*, 78: 5005-5024, Washington.
- Roeder, D. y T. Weller, 1982. Exploring fold-thrust Belts for Hydrocarbons. *Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivia, Lecture Course*, 216 pp., Santa Cruz de la sierra.
- Rowan, M.G. y R. Kligfield. 1989. Cross section restoration and balancing as aid to seismic interpretation in extensional terranes. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin. 73 (8): 955-966.
- Schiller, W., 1912. La Alta Cordillera de San Juan y Mendoza y parte de la provincia de San Juan. Ministerio de Agricultura de La Nación, Sección Geología, Mineralogía y Minería, Anales 7(5): 1-68. Buenos Aires.
- Sibson, R.H. 1995. Selective fault reactivation during basin inversion: potential for fluid redistribution through fault-valve action.
- Skarmeta, J. 1996. Interacción entre fallas fluidos y mineralización. Cursos y Conferencias, Asociación Geológica Argentina. Buenos Aires.
- Smalley, R.F., Jr., and Isacks, B.L., 1990. Seismotectonics of thin and thick-skinned deformation in the Andean foreland from local network data: Evidence for a seismogenic lower crust. *J. Geophys. Res.*, 95: 12487-12498.
- Smalley, R., Pujo, J., Regnier, M, Chiu, J-M, Chatelain, J-L, Isacks, B.L., Araujo, M. and Puebla, N., 1993. Basement seismicity beneath the Andean Precordillera thin-skinned thrust belt and implications for crustal and lithospheric behavior. *Tectonics*, 12: 63-76.
- Stringer, P. y J.E. Treagus. 1980. Non-axial planar S1 cleavage in the Hawick Rocks of the Galloway area Southern Uplands, Scotland. *Journal of Structural Geology*. 2 (3): 317-331.
- Suppe, J., 1983. Geometry and Kinematics of fault-bend folding. *American Journal of Sciences* 283: 684-721.
- Suppe, J. 1985. Principles of structural geology. Prentice-Hall, Inc. Englewood Cliffs. 537 pp. New Jersey.
- Suppe, J., D. Mendwedeff 1990. Geometry and kinematics of fault-propagation folding. *Eclogae geol. Helv.* 83/3:409-454 (1990).
- Suppe, J., G.T. Chou y S.C. Hook. 1992. Rates of folding and faulting determined from growth strata. En *Thrust Tectonics*, K.R. McKlay (ed.). London.
- Thiessen R.L. y W.D. Means, 1980. Classification of fold interference patterns: a reexamination. *Journal of Structural Geology* 2(3): 311-316, Oxford.
- Torpe, R. y Brown, G., 1990. The field description of igneous rocks. Geological Society of London Handbook. 154 pgs. J. Wiley & Sons, New York, ISBN 0470-20111-8.
- Trusheim, F. 1960. Mechanism of salt migration in northern Germany. American Association of Petroleum Geologists, Bulletin. 44: 1519-1540.
- Twiss, R.J. y M. Moores. 1992. Structural Geology. *Freeman and Company*. 532 pp. New York.
- Vann, I.R., R.H. Graham and A.B. Hayward, 1986. The structure of Mountain Fronts. *Journal of Structural Geology*, v. 8, p. 215-227.
- Vergés, J., H. Millán, E. Roca, J.A. Muñoz, M.Marzo, J. Cirés, T. Den Bezemer, R. Zoetemeijer y S. Cloetingh. 1995. Eastern Pyrenees and related foreland basin: pre-, syn- and post-collisional crustal-scale cross-sections. *Marine and Petroleum Geology*, 12 (8): 893-915.
- VonGosen, W., 1992, Structural evolution of the Argentine Precordillera: the Rio San Juan section. *J. Structural Geology*, v. 14, p. 643-667.
- Vujovich, G.I., 1993. Arcos magmáticos islándicos en el sector occidental del terreno Pampeano. *Actas 12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 4: 17-22.
- Vujovich, G.I., 1994a. Cerro Valdivia: meta-piroxenitas y anfíbolitas, su comportamiento geoquímico. *Actas 2° Jornadas de Mineralogía Petrología y Metalogénesis de Rocas Ultrabásicas*, UNLP, InReMi, 3: 653-662. La Plata.

- Vujovich, G.I., 2003. Metasedimentos siliciclásticos proterozoicos en la sierra de Pie de Palo, San Juan: procedencia y ambiente tectónico. *Asociación Geológica Argentina, Revista* 58(4): 608-622.
- Vujovich, G.I., 1994b. The mafic ultramafic belt of Pie de Palo terrane, Western Argentina. *Second Circum-Atlantic/Pacific terrane Conference, Program with Abstracts*: 39.
- Vujovich, G.I. y V.A. Ramos, 1994. La faja de Angaco y su relación con las Sierras Pampeanas Occidentales. *Actas 7° Congreso Geológico Chileno*, 1: 215-219. Concepción.
- Vujovich, G. y S. Kay, 1996. Evidencias geoquímicas del origen y ambiente geológico de las rocas metamórficas de composición máfica a intermedia de las Sierras Pampeanas Occidentales. *131° Cong. Geol. Argentino, Actas V*: 273-291, Buenos Aires.
- Vujovich, G.I., van Staal, C.R., and Davis, W., 2004. Age constraints on the tectonic evolution and provenance of the Pie de Palo Complex, Cuyania composite terrane, and the Famatinian Orogeny in the Sierra de Pie de Palo, San Juan, Argentina. En: Vujovich, G.I., Fernandes, L.A.D., Ramos, V.A. (Eds.,) *Cuyania: An exotic block to Gondwana Gondwana Research, Special Volumen 7 (4)* (en prensa).
- Vujovich G.I. y S. M. Kay, 1998. A Laurentian? Grenville-age oceanic/back-arc terrane in the Sierra de Pie de Palo, Western Sierras Pampeanas, Argentina. In: Pankhurst, R.J. & C.W. Rapela (Eds.) *The Proto-Andean Margin of Gondwana. Geological Society, London. Special Publications*, 142: 159-180.
- White, N. J., Jackson, J. A. & McLemzoe, D. P. 1986. The relationship between the geometry of normal faults and that of the sedimentary layers in their hanging walls. *Journal of Structural Geology* 8, 897-909.
- Wickham, J. & G. Moeckel. 1997. Restoration of structural cross-sections. *J. Structural Geology*, 19 (7): 975-986.
- Wiltschko, D.V. & W.M. Chapple. 1977. Flow of Weak Rocks in Appalachian Plateau Folds. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 61 (5): 653-670.
- Xiao, H.B. y J. Suppe. 1989. Role of compaction in listric shape of growth normal faults. *The American Association of Petroleum Geologists Bulletin*. 73 (6): 777-786.
- Xiao, H. y J. Suppe. 1992. Origin of Rollover. *The American Association of Petroleum Geologists, Bulletin*. 76(4): 509-529.
- Zapata, T. 1995. Curso sobre estratos de crecimiento y pliegues por propagación de fallas. Departamento de Ciencias Geológicas, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires.
- Zapata, T.R. y R.W. Allmendinger. 1996. Growth strata record of instantaneous and progressive limb rotation, Precordillera thrust belt and Bermejo Basin, Argentina: *Tectonics*. 15 (5): 1065-1083.
- Zapata. T.R., R.W. Allmendinger, 1996, Thrust-front zone of the Precordillera, Argentina: A thick-skinned triangle zone, *American Association of Petroleum Bulletin*, v. 80, p. 359-381.

* * *

FECHA: 16 de abril de 2012.

FIRMA PROFESOR A CARGO:

VICTOR A RAMOS