

ISSN 1514 - 4836
ISSN 1668 - 3242 en línea

**INSTITUTO SUPERIOR DE CORRELACIÓN GEOLÓGICA
(INSUGEO)**

Miscelanea 18

***ELEMENTOS BASICOS DE
PETROLOGIA IGNEA***

Alejandro José TOSELLI

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo
Universidad Nacional de Tucumán
San Miguel de Tucumán
2009-2010

CONSEJO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS

Universidad Nacional de Tucumán

Instituto Superior de Correlación Geológica (INSUGEO)

Director: Dr. Florencio G. Aceñolaza

Director alterno: Dr. Alejandro Toselli

Editor: Dr. Florencio Gilberto Aceñolaza

Coordinador Editorial: Dr. Carlos A. Cónsole Gonella

Consejo Editor:

Dr. Alejandro J. Toselli (INSUGEO), Dr. Alfredo Tineo (INSUGEO), Dr. Víctor Ramos (Buenos Aires), Dr. Rafael Herbst (INSUGEO), Dra. Juana N. Rossi de Toselli (INSUGEO), Dra. Susana B. Esteban (INSUGEO), Dr. Guillermo F. Aceñolaza (INSUGEO), Dr. M. Franco Tortello (Univ. La Plata), Dr. Carlos Cingolani (Univ. La Plata), Dr. Roberto R. Lech (CENPAT-Trelew), Dr. Ricardo Alonso (Univ. Salta), Dra. Beatriz Coira (Univ. Jujuy), Dr. Juan Carlos Gutiérrez-Marco (CSIC-España), Dra. Isabel Rábano (IGME-España), Dr. Julio Saavedra Alonso (CSIC-España), Dr. Hübert Miller (Univ. München - Alemania), Dr. Alcides N. Sial (Univ. Pernambuco-Brasil), Dra. Valderez Ferreira (Univ. Pernambuco-Brasil), Dra. Renata Guimaraes Netto (UNISINOS - Brasil), Dr. Claudio Gaucher (Univ. Montevideo – Uruguay).

Dirección:

Instituto Superior de Correlación Geológica. Miguel Lillo 205. CP 4000 San Miguel de Tucumán. Argentina. E-mail: insugeo@csnat.unt.edu.ar – Página web: www.insugeo.org.ar

Miscelánea INSUGEO

Esta Serie es editada por el INSUGEO con el objeto de dar a conocer información de interés geológico y del medio ambiente, siendo los trabajos allí publicados representativos y puntuales. Ella incluye guías de campo, resúmenes de reuniones científicas y monografías vinculadas al objetivo principal. Se requiere que los manuscritos sean remitidos en apoyo informático y papel; las ilustraciones de igual manera en caja 13X20 cm y con buen contraste. Todos los trabajos tienen revisores y también son puestas en consideración del Consejo Editor. Gran parte de este material puede consultarse gratuitamente y obtener en la página Web del INSUGEO: www.insugeo.org.ar. Esta colección está referenciada en Latindex, EBSCO, Ulrich International Periodical Directory, Thomson Reuters ISI, Zoological Record, Gale Cengage Learning y Georef, Directory of Open Access Journals DOAJ. Integra el Núcleo Básico de Revistas Científicas Argentina.

Miscelánea Insugeo n° 1: Colección de Paleontología Lillo. Catálogo de fósiles publicados 1970-1993

Miscelánea Insugeo n° 2: Lower Paleozoic of Tarija Región, Southern Bolivia (agotado)

Miscelánea Insugeo n° 3: Actividad desarrollada durante los años 1991-1993 (agotado)

Miscelánea Insugeo n° 4: The Jurassic and Cretaceous terrestrial beds from Southern Neuquén Basin, Argentina

Miscelánea Insugeo n° 5: Cuadro general de la ciudad de Paraná

Miscelánea Insugeo n° 6: Cambrian from the Southern Edge

Miscelánea Insugeo n° 7: The Ordovician of Mendoza

Miscelánea Insugeo n° 8: Ordovician / Silurian sections in the Precordillera, western Argentina

Miscelánea Insugeo n° 9: Cambro / Ordovician sections in NW Argentina

Miscelánea Insugeo n° 10: Ordovician and Silurian of the Precordillera, San Juan Providence, Argentina

Miscelánea Insugeo n° 11: Ordovician and Silurian of the Cordillera Oriental and Sierras Subandinas, NW Argentina

Miscelánea Insugeo n° 12: Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino I

Miscelánea Insugeo n° 13: Simposio Bodenbender

Miscelánea Insugeo n° 14: Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino II

Miscelánea Insugeo n° 15: Textura y estructura de las Rocas Igneas

Miscelánea Insugeo n° 16: Historia de la Geología Argentina

Miscelánea Insugeo n° 17 (1): Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino III

Miscelánea Insugeo n° 17 (2): Temas de la Biodiversidad del Litoral Fluvial Argentino III

**Instituto Superior de Correlación Geológica
Miguel Lillo 205 – San Miguel de Tucumán – República Argentina**

ELEMENTOS BASICOS DE PETROLOGIA IGNEA

INDICE

| | |
|---|----|
| Prólogo | 12 |
| Abstract - Resumen | 13 |
| Agradecimientos | 14 |
| 1. CONCEPTOS FUNDAMENTALES | |
| Introducción | 15 |
| Criterios de campo | 15 |
| Criterios texturales | 15 |
| Depósitos piroclásticos | 15 |
| Interpretación de las rocas ígneas | 16 |
| El interior de la Tierra | 16 |
| Origen del sistema solar y de la Tierra | 19 |
| Diferenciación de la Tierra | 21 |
| ¿Cómo se han logrado estos conocimientos? | 22 |
| Meteoritos | 23 |
| Variaciones de presión y temperatura con la profundidad | 25 |
| Gradientes de Presión | 26 |
| Gradientes de Temperatura | 27 |
| 2. CLASIFICACION Y NOMENCLATURA DE LAS ROCAS IGNEAS | |
| Introducción | 29 |
| Términos composicionales | 29 |
| Índice de color | 30 |
| Clasificación de la IUGS | 30 |
| Rocas faneríticas | 31 |
| Nomenclatura de la figura 2-1 (QAPF plutónicas) | 32 |
| Términos modificatorios | 33 |
| Rocas máficas y ultramáficas | 34 |
| Nomenclatura de la figura 2-5 (QAPF volcánicas) | 36 |
| Rocas piroclásticas | 36 |
| Clasificaciones químicas | 37 |
| En la norma CIPW (ver anexo I) | 38 |
| La clasificación TAS | 38 |
| Concepto de saturación | 40 |
| 3. TEXTURAS | |
| Introducción | 43 |
| Texturas primarias (Interacción fundido-cristal) | 44 |
| Lugares preferenciales de nucleamiento | 49 |
| Reacción y resorción magmática | 52 |
| Movimientos diferenciales de cristales y fundido | 52 |
| Texturas cumuláticas | 53 |
| Maclas primarias | 54 |
| Fábricas volcánicas | 54 |
| Fábricas piroclásticas | 57 |
| Texturas secundarias (cambios postmagmáticos)..... | 58 |
| Transformaciones polimórficas | 59 |
| Maclas secundarias | 60 |
| Reacciones secundarias y de reemplazo | 61 |
| Deformación | 63 |
| 4. PROCESOS VOLCÁNICOS | |
| Introducción | 65 |
| Vulcanismo Hawaiano o en Escudo | 66 |
| Vulcanismo Estromboliano | 67 |
| Vulcanismo Vulcaniano | 67 |
| Vulcanismo Peleano | 68 |
| Vulcanismo Pliniano | 69 |
| Comportamiento del material eyectado | 69 |

| | |
|---|----|
| Lavas pahoehoe o cordadas | 69 |
| Lavas AA o escoriaceas | 70 |
| Lavas pillow o almohadilladas | 71 |
| Lavas submarinas | 71 |
| Domos de lava | 72 |
| Rocas piroclásticas | 73 |
| Eventos piroclásticos pequeños | 75 |
| Caidas de cenizas | 76 |
| Flujos de cenizas | 77 |
| Lahars | 78 |
| Hialoclastitas | 78 |
| Depósitos piroclásticos laminares | 78 |
| Cráteres y calderas | 79 |
| Super-volcanes y super-erupciones explosivas | 80 |
| Super-volcán | 80 |
| Super-erupción | 80 |
| Reservorios magmáticos que alimentan a las super-erupciones | 81 |
| Calderas | 83 |
| Grandes provincias ígneas - LIPs. | 85 |
| Plateau basálticos oceánicos | 85 |
| Plateau de basaltos continentales | 86 |
| Origen de los magmas | 87 |
| Ruptura continental | 87 |

5. CUERPOS INTRUSIVOS O PLUTONICOS

| | |
|---|-----|
| Introducción | 91 |
| Cuerpos laminares | 91 |
| Cuerpos globosos | 94 |
| Relaciones de contacto de los plutones | 95 |
| Tiempo de intrusión | 97 |
| Profundidad de los intrusivos | 97 |
| Inyecciones múltiples y plutones zonados | 100 |
| Los procesos de ascenso del magma y emplazamiento y el problema del espacio | 100 |

6. REGLA DE LAS FASES: SISTEMAS DE UNO Y DOS COMPONENTES

| | |
|--|-----|
| Introducción | 103 |
| Fases en equilibrio y regla de las fases | 104 |
| Clasificación de los sistemas | 106 |
| Sistemas de un solo componente | 106 |
| Fusión Congruente | 106 |
| Sistema Sílice | 107 |
| Fusión incongruente | 108 |
| Sistemas de dos componentes | 109 |
| Sistemas de tipo eutéctico | 109 |
| Sistema diópsido-anortita | 109 |
| Fusión en equilibrio | 111 |
| Cristalización fraccionada | 111 |
| Fusión parcial en equilibrio | 111 |
| Disolución sólida completa | 112 |
| Sistema de las plagioclasas | 112 |
| Zoneado composicional | 113 |
| Fusión de equilibrio incongruente | 114 |
| Fusión fraccionada | 114 |
| Sistema forsterita-fayalita | 114 |
| Fusión incongruente | 115 |
| Sistemas peritéticos binarios | 115 |
| Sistema Forsterita-sílice | 115 |
| Cristalización fraccionada | 117 |
| Relaciones de fusión | 117 |
| Desmezcla de disoluciones sólidas | 118 |
| Sistema de los feldespatos alcalinos | 118 |

7. SISTEMAS DE TRES COMPONENTES

| | |
|--|-----|
| Introducción | 123 |
| Sistemas eutécticos ternarios (Anortita-Forsterita-Diópsido) | 123 |
| Cristalización fraccionada | 124 |
| Fusión en equilibrio | 125 |
| Fusión parcial | 125 |
| Sistema ternario peritético (Anortita-Forsterita-Sílice) | 125 |
| Cristalización fraccionada | 127 |
| Sistemas ternarios con solución sólida (Diópsido-Albita-Anortita) | 127 |
| Sistemas con más de tres componentes (Albita-Anortita-Diópsido-Forsterita) | 129 |
| Serie de reacción | 130 |
| Efectos de la presión sobre el comportamiento de los fundidos | 131 |
| Efectos de los fluidos con el comportamiento de los fundidos | 131 |
| Inclusiones fluidas | 132 |
| Los efectos del agua | 133 |
| Rol del agua en el comportamiento magmático | 134 |
| Controles sobre las erupciones volcánicas explosivas | 136 |
| Ebullición retrógrada: estadios tardíos de sistemas magmáticos confinados | 136 |
| Sistemas hidrotermales | 137 |
| Isótopos y los sistemas convectivos de agua meteórica | 139 |
| Efectos del anhídrido carbónico | 139 |
| Componentes volátiles | 140 |

8. PETROLOGÍA QUÍMICA: ELEMENTOS MAYORES Y MENORES

| | |
|--|-----|
| Introducción | 143 |
| Minerales normativos | 144 |
| Diagramas de variación | 146 |
| Proyecciones bivariantes | 146 |
| Índice de diferenciación (Thornton y Tuttle) | 149 |
| Índice de cristalización (Poldevaart y Parker) | 150 |
| Comentarios | 151 |
| Diagrama triangular AFM | 152 |
| Diagramas de variación para modelar la evolución magmática | 152 |
| Relación entre elementos de Pearce | 153 |
| Modelos gráficos y matemáticos de evolución magmática | 154 |
| Serie de magmas | 158 |

9. PETROLOGIA QUIMICA II: ELEMENTOS TRAZAS E ISOTOPOS

| | |
|---|-----|
| Introducción | 165 |
| Distribución de los elementos | 165 |
| Modelos de procesos sólido-fundido | 168 |
| Baño de fusión | 168 |
| Fraccionamiento Rayleigh | 169 |
| Las tierras raras: un grupo especial de elementos trazas | 170 |
| Diagramas Spider o Multielementos | 171 |
| Aplicación de los elementos trazas a sistemas ígneos | 172 |
| Criterios geoquímicos para discriminar entre ambientes tectónicos | 175 |
| Isótopos | 176 |
| Isótopos de oxígeno | 176 |
| Isótopos de Potasio y Argón | 177 |
| Isótopos de Rubidio y Estroncio | 177 |
| Isótopos de Samario y Neodimio | 180 |
| Sistemas Uranio, Torio y Plomo | 182 |
| Sistema Lutecio y Hafnio | 184 |
| Sistema de Renio y Osmio | 185 |

10. MAGMAS

| | |
|---|-----|
| Introducción | 187 |
| Composición de los magmas | 188 |
| Propiedades físicas de los magmas | 189 |
| Temperaturas | 189 |
| Naturaleza físico-química de los líquidos silicáticos | 191 |

| | |
|---|-----|
| Viscosidad | 192 |
| Efectos del enfriamiento en la cristalización | 194 |
| Densidad | 196 |
| Tiempo requerido para la cristalización | 197 |
| Ascenso del magma a través del manto y de la corteza | 197 |
| Transferencia de masa y energía por difusión | 199 |
| Convección | 200 |
| Diferenciación magmática | 202 |
| Clasificación de los procesos de diferenciación | 202 |
| Sistemas que involucran sólo líquidos | 203 |
| Sistemas que involucran sólidos y líquidos | 203 |
| Sistemas que involucran líquido y vapor | 204 |
| Sistemas que involucran líquido, sólido y vapor | 204 |
| Asimilación magmática | 204 |
| Reacciones con las rocas de caja | 204 |
| Asimilación | 205 |
| Rocas híbridas | 207 |
| Mixing – mezcla homogénea | 208 |
| Mingling – mezcla heterogénea..... | 208 |
| Alteración post-solidificación | 208 |
| Generación del magma | 209 |
| Fusión parcial | 211 |
| | |
| 11. ROCAS PLUTONICAS | |
| Introducción | 213 |
| Categorías de granitos | 213 |
| Parámetros geoquímicas | 215 |
| Cinturón batolítico mesozoico andino | 217 |
| Elementos trazas característicos de los granitos | 217 |
| Caracterización según participación del manto y corteza | 219 |
| Granitos en zonas de colisión continente-continente | 220 |
| Granitos tipo-A | 221 |
| Petrogénesis | 222 |
| Clasificación geotectónica de los granitos | 224 |
| Pegmatitas | 224 |
| Petrogénesis | 225 |
| | |
| 12. DORSALES OCEANICAS | |
| Introducción | 229 |
| Naturaleza de la corteza oceánica | 231 |
| Zona de fallas transformantes | 231 |
| Dorsales asísmicas | 231 |
| Flujo calórico y sistemas hidrotermales..... | 232 |
| Metamorfismo del fondo oceánico. | 232 |
| Basaltos de las dorsales medio-oceánicas (MORB). | 232 |
| Composición química..... | 233 |
| Origen de los magmas MORB y su fuente mantélica | 235 |
| Reservorios mantélicos | 237 |
| Modelos petrogenéticos | 237 |
| Ofiolitas | 240 |
| Introducción | 240 |
| Características distintivas..... | 240 |
| Origen y emplazamiento..... | 241 |
| Serpentinización | 244 |
| | |
| 13. MAGMATISMO DE INTRAPLACA | |
| Introducción | 245 |
| Islas oceánicas | 246 |
| Procesos de fusión parcial | 246 |
| Cámaras de magma en altos niveles | 248 |
| Petrografía de las rocas volcánicas de islas oceánicas..... | 248 |
| Composición química | 249 |

| | |
|--|-----|
| Elementos mayores | 250 |
| Elementos trazas y tierras raras | 251 |
| Isótopos radiogénicos | 253 |
| Modelo petrogenético | 255 |
| Profundidad de segregación de los magmas | 255 |

14. FLUJOS BASALTICOS CONTINENTALES

| | |
|---|-----|
| Introducción | 257 |
| Petrografía de las rocas volcánicas | 257 |
| Composición química | 260 |
| Elementos trazas | 260 |
| Isótopos radiogénicos | 261 |
| Modelos petrogenéticos | 262 |

15. MAGMATISMO EN MARGENES ACTIVOS DE PLACAS

| | |
|--|-----|
| Introducción | 265 |
| Arcos de islas oceánicas | 265 |
| Estructura de los arcos de islas | 267 |
| Estructura térmica y procesos de fusión parcial | 267 |
| Segregación, ascenso y almacenamiento del magma | 268 |
| Características de las series de magmas | 269 |
| Petrografía de las volcanitas | 271 |
| Variaciones temporales y espaciales del magmatismo de arco | 271 |
| Composición química de los magmas | 272 |
| Identificación de los magmas primarios | 273 |
| Contenidos de volátiles | 274 |
| Isótopos radiogénicos | 274 |
| Modelos petrogenéticos | 275 |

16. MAGMATISMO DE MARGENES CONTINENTALES ACTIVOS

| | |
|--|-----|
| Introducción | 279 |
| Estructura de los márgenes continentales activos | 280 |
| Reservorios de magma en la corteza | 281 |
| Características petrográficas de las rocas volcánicas y plutónicas | 283 |
| Andesitas | 283 |
| Riolitas | 285 |
| Composición química de los magmas | 286 |
| Elementos mayores | 287 |
| Elementos trazas | 288 |
| Isótopos radiogénicos | 288 |
| Modelos petrogenéticos | 289 |

17. MAGMATISMO EN CUENCAS DE RETRO-ARCO

| | |
|---|-----|
| Introducción | 293 |
| Petrografía de las rocas volcánicas | 295 |
| Composición química de los magmas | 295 |
| Elementos mayores | 295 |
| Elementos trazas | 296 |
| Isótopos radiogénicos | 297 |
| Modelo petrogenético | 297 |

18. MAGMATISMO POTASICO DE INTRAPLACA

| | |
|---|-----|
| Introducción | 301 |
| Kimberlitas | 302 |
| Petrografía de las kimberlitas | 303 |
| Lamproitas | 304 |
| Rocas melilíticas | 305 |
| Lamprófiros | 305 |
| Composiciones químicas de kimberlitas, lamproitas y lamprófiros | 306 |
| Elementos mayores | 306 |
| Elementos trazas | 310 |
| Isótopos radiogénicos | 311 |

| | |
|---|-----|
| Modelos petrogenéticos | 312 |
| Origen de los magmas y relación con los diamantes | 316 |

19. MAGMATISMO DE RIFT CONTINENTAL

| | |
|----------------------------------|-----|
| Introducción | 319 |
| Petrografía | 320 |
| Composición química | 320 |
| Elementos mayores | 320 |
| Elementos trazas | 322 |
| Isótopos radiogénicos | 323 |
| Modelo petrogenético | 325 |
| Carbonatitas | 328 |
| Introducción | 328 |
| Origen de las carbonatitas | 329 |

20. INTRUSIONES MAFICAS BANDEADAS (LIMs)

| | |
|---|-----|
| Introducción | 333 |
| Intrusiones básicas | 333 |
| Diques y filones capa diferenciados | 334 |
| Grandes intrusiones diferenciadas bandeadas | 334 |
| Propiedades..... | 335 |

21. ANORTOSITAS

| | |
|--|-----|
| Introducción | 339 |
| Anortositas | 339 |
| Modelo de generación de anortositas –tipo masivo | 341 |
| Charnoquitas | 343 |

| | |
|-----------------|-----|
| Anexo I | 345 |
| Anexo II | 351 |
| Anexo III | 353 |

PRÓLOGO

El propósito de este libro ha sido combinar las relaciones geológicas de campo, con los avances en experimentos de laboratorio sobre la forma de originarse las rocas ígneas y la experiencia en el dictado de clases de la carrera de Geología de Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán, durante más de cuarenta años.

He intentado resumir e integrar los procesos petrogenéticos con las asociaciones de rocas, que se sostienen sobre la base de los ambientes geotectónicos condicionados por la tectónica de placas.

El libro ha sido escrito pensando en los estudiantes de Geología y de Ciencias Naturales, como así también en profesionales que tengan que resolver problemas relacionados con la dinámica que significan los complejos y asociaciones de rocas, con desarrollo de una base simple, pero firme, para avanzar en estudios más profundos y complejos en la interpretación de la fenomenología genética del magmatismo.

Todos reconocerán al leer este libro que se toma, de la bibliografía existente, enorme cantidad de material, como los resultados de los experimentos de laboratorio, las clasificaciones de rocas (mineralógicas y químicas), las asociaciones de rocas, tratando de integrar en forma coherente toda dicha información, con miras a lograr un desarrollo conceptual de la problemática magmática.

Muchas de las ilustraciones, gráficos y fotografías son nuevas y otras son adaptaciones de otras ya publicadas, que por su valor didáctico han sido parcialmente modificadas, adaptadas e incluidas, como complemento adecuado al texto.

ABSTRACT

In this book "Basic Elements on Igneous Petrology", develop key concepts for understanding the origin, evolution and characterization of igneous rocks. It is organized into chapters starting with the concepts of the structure and differentiation of the Earth, its formation as part of the solar system and the meaning of meteorites, as well as changes in pressure and temperature with increasing depth our planet.

We continue with the classifications and nomenclature of igneous rocks, using mineralogical and chemical schemes, effective and textural classifications and in the form of lying in the field, marking the evolutionary differences between volcanic and plutonic processes.

The concept of the phase rule is applied to different petrological systems that explain experimentally the mineral assemblages and textures in the rocks that rise up.

The chemical compositions of rocks, including the major elements, minor and trace, are used to explain the variation diagrams, which serve to explain the evolution experienced by magmas to crystallize, leading to the formation of associations of rocks. This includes radioactive and stable isotopes are commonly used in genetic interpretations. This enters the concept of magma and dynamic phenomena that take place during ascent and consolidation, either as intrusive or volcanic outcroppings, with their relations with the rocks it passes through. Are outlined different geotectonic environments that give rise to magmas by partial melting and define their primary character.

So we arrived, after considering the tools to be used, to different groups of rocks, starting with the different groups of granites and their classifications, following by the basalts of mid-ocean ridges and within plates magmatism, continental flood basalt provinces, active continental margins, and back-arc basins. To these are added potassic within continental plates, corresponding to the continental rift zone magmatism, the carbonatites, kimberlites, ophiolites, mafic banded intrusions, and anorthosites.

RESUMEN

En este libro "Elementos Básicos de Petrología Ígnea", se desarrollan los conceptos fundamentales para entender el origen, evolución y caracterización de las rocas ígneas. Para ello se lo ha organizado en capítulos comenzando con los conceptos de la estructura y diferenciación de la Tierra, su formación como parte del sistema solar y el significado de los meteoritos; así como los cambios de presión y de temperatura con el aumento de profundidad en nuestro planeta.

Continuamos con las clasificaciones y nomenclatura de las rocas ígneas, utilizando los esquemas mineralógicos y químicos, en vigencia, así como las clasificaciones texturales y según la forma de yacer en el campo, marcando las diferencias evolutivas entre los procesos volcánicos y los plutónicos.

El concepto de la regla de las fases es aplicada a los diferentes sistemas petrológicos, que explican experimentalmente las asociaciones minerales y las texturas que originan en las rocas que integran.

Las composiciones químicas de las rocas, incluyendo los elementos mayores, menores y trazas, son utilizadas para explicar los diagramas de variación, que sirven para explicar la evolución que sufren los magmas al cristalizar, dando lugar a la formación de las diferentes asociaciones de rocas. Aquí se incluyen los isótopos radiactivos y estables que son utilizados normalmente en las interpretaciones genéticas. Con esto se accede al concepto de magma y los fenómenos dinámicos que tienen lugar durante su ascenso y consolidación, ya sea como

cuerpos plutónicos o efusiones volcánicas, junto a sus relaciones con las rocas que atraviesa. Se esquematizan los distintos ambientes geotectónicos que dan origen a los magmas por fusión parcial y definen sus caracteres primarios.

Así llegamos, después de haber considerado las herramientas que deben ser utilizadas, a los diferentes grupos de rocas, comenzando por los diferentes grupos de granitos y sus clasificaciones, siguiendo por los basaltos de las dorsales oceánicas y de intraplaca en áreas oceánicas, los flujos basálticos continentales, el magmatismo de márgenes continentales activos y de las cuencas de retro-arco. A estos se agregan el magmatismo potásico de intraplaca, el correspondientes a zonas de rift continental, las carbonatitas, las intrusiones máficas bandeadas y las anortositas.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a mi esposa Dra. Juana N. Rossi por los constantes comentarios y críticas que llevaron a expresar con claridad los temas desarrollados, lo mismo a los colegas que permanentemente me alentaron a terminar el libro.

Mi reconocimiento a la Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel Lillo de la Universidad Nacional de Tucumán y al Instituto Superior de Correlación Geológica del CONICET, por la colaboración institucional para alcanzar esta meta.

También hago llegar mi reconocimiento a los alumnos de los cursos de grado de la carrera de geología, que durante años utilizaron los apuntes de cátedra, que llevaron finalmente a la concreción de esta obra.