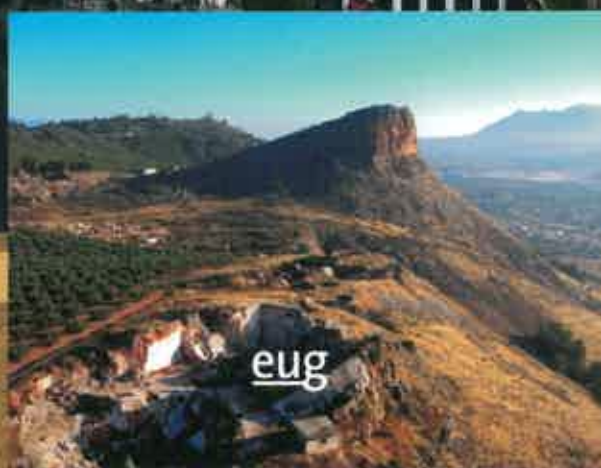
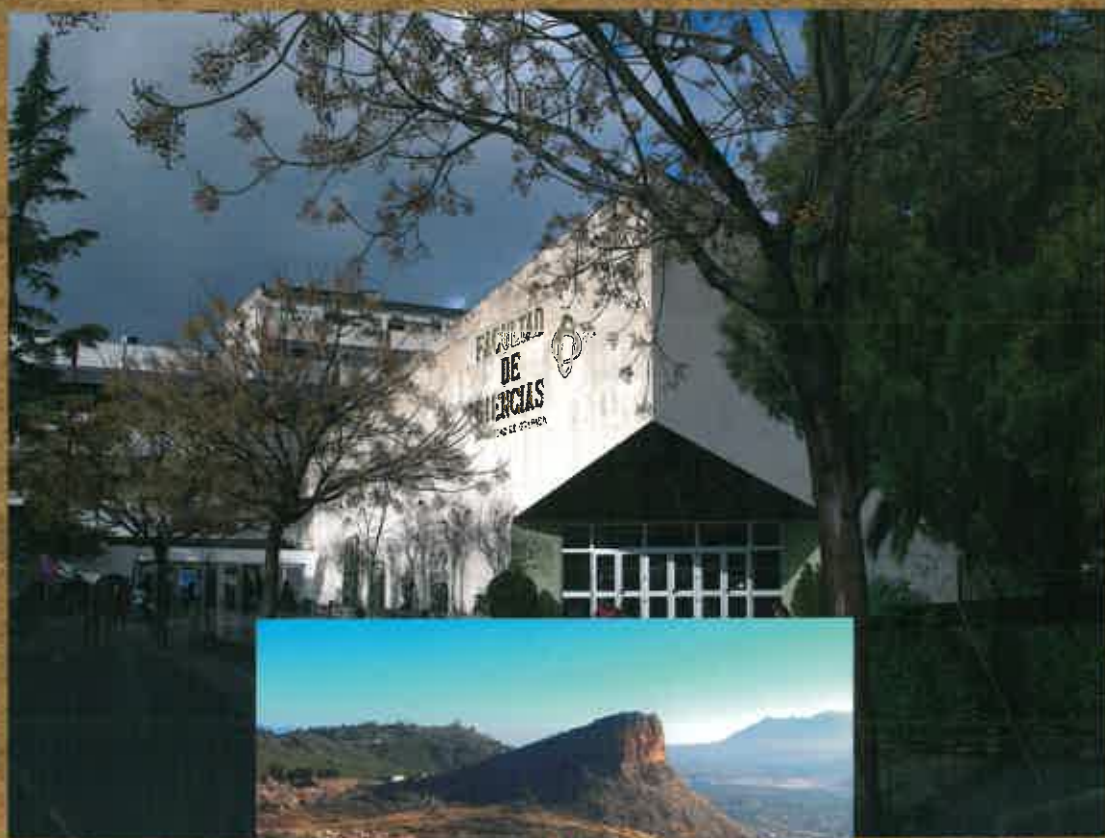


JUAN ANTONIO VERA • MIGUEL OROZCO (eds.)

50

AÑOS

de GEOLOGÍA
en la Universidad de Granada



INTRODUCCIÓN, <i>Francisco González Lodeiro</i>	9
I. LOS ESTUDIOS DE GEOLOGÍA EN LA UNIVERSIDAD DE GRANADA. ESBOZO HISTÓRICO, <i>Juan Antonio Vera y Miguel Orozco</i>	11
José María Fontboté Mussolas (semblanza), <i>Miguel Orozco</i>	
Asunción Linares Rodríguez (semblanza), <i>Pascual Rivas</i>	
Juan Luis Martín Vivaldi (semblanza), <i>Manuel Rodríguez Gallego</i>	
Florencio Aldaya Valverde (semblanza), <i>Francisco González Lodeiro</i>	
Víctor García Dueñas (semblanza), <i>Fernando Simancas Cabrera</i>	
Juan Campos Fernández (semblanza), <i>Menchu Comas</i>	
II. EL INSTITUTO ANDALUZ DE CIENCIAS DE LA TIERRA, <i>Alberto López Galindo</i>	31
III. EL INSTITUTO ANDALUZ DE GEOFÍSICA Y PREVENCIÓN DE DESASTRES SÍSMICOS DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA, <i>José Morales</i>	39
IV. LOS ESTUDIOS DE POSGRADO DE GEOLOGÍA: MODIFICACIONES EN SU ESTRUCTURA Y EVOLUCIÓN DE LOS MISMOS, <i>Antonio García Casco</i>	45
V. AVANCES EN EL CONOCIMIENTO GEOLÓGICO DESDE 1958 A 1983, <i>Juan Antonio Vera y Miguel Orozco,</i> <i>con la colaboración de Miguel Ortega Huertas</i>	51
VI. AVANCES EN EL CONOCIMIENTO DE LA GEOLOGÍA DESDE 1984 A 2008	
Introducción, <i>Juan Antonio Vera y Miguel Orozco</i>	59
Avances en el campo de la Conservación del Patrimonio Arquitectónico (1984 a 2008), <i>Eduardo Sebastián Pardo, José Rodríguez Gordillo y Carlos Rodríguez Navarro</i>	6
Avances en el campo de la Estratigrafía (1984 a 2008), <i>Juan Antonio Vera</i>	6
Avances en el campo de la Geofísica (1984 a 2008), <i>Jesús Galindo Zaldivar</i>	7
Avances en el campo de la Geología Estructural y la Tectónica (1984 a 2008), <i>Fernando Simancas Cabrera</i>	7
Avances en el campo de la Geología Marina de las proximidades de la Antártida (1984 a 2008), <i>Andrés Maldonado</i>	8
Avances en el campo de la Geología Marina en el Mar del Alborán (1984 a 2008), <i>Menchu Comas</i>	

Avances en el campo de la Geoquímica y Geocronología (1984 a 2008). <i>Pilar G. Montero y Fernando Bea</i>	95
Avances en el campo de la Geotecnia (1984 a 2008). <i>José Chacón Montero</i>	99
Avances en el campo de la Hidrogeología (1984 a 2008). <i>Javier Cruz San Julián</i>	103
Avances en el campo de la Mineralogía (1984 a 2008). <i>Miguel Ortega Huertas, Francisca Martínez Ruiz, Fernando Nieto y Nicolás Velilla</i>	107
Avances en el campo de la Nuevas Tecnologías de Información Geológica (1984 a 2008). <i>Mario Chica Olmo</i>	111
Avances en el campo de la Paleontología (1984 a 2008). <i>Pascual Rivas</i>	115
Avances en el campo de la Petrología ígnea y metamórfica (1984 a 2008). <i>Fernando Bea y Rafael Torres Roldán</i>	121
Avances en el campo de la Sedimentología (1984 a 2008). <i>José Manuel Martín</i>	125
Avances en el campo de los Yacimientos Minerales (1984 a 2008). <i>José Torres Ruiz y Fernando Gervilla Linares</i>	129
VII. LA GEOLOGÍA AMBIENTAL Y EL PATRIMONIO GEOLÓGICO: LEGISLACIÓN NACIONAL Y ANDALUZA, <i>Juan Antonio Martín-Vivaldi</i>	133
VIII. LA GEOLOGÍA EN LA ADMINISTRACIÓN, <i>Juan Carlos Feixas Rodríguez</i>	139
IX. LA GEOLOGÍA APLICADA A TRAVÉS DE EMPRESAS PRIVADAS, <i>Antonio Castillo Rodríguez</i>	145
X. LA GEOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE GRANADA EN EL ÁMBITO NACIONAL E INTERNACIONAL, <i>Juan Antonio Vera</i>	151
ANEXOS	159
ANEXO A. <i>Relación de licenciados en Geología o Ciencias Geológicas en la Universidad de Granada desde la creación de la Sección en 1958 hasta final del año 2008</i>	163
ANEXO B. <i>Tesis Doctorales de Geología defendidas, durante los 50 años de los estudios de Geología, en la Universidad de Granada (1958-2008)</i>	181
ANEXO C. <i>Profesorado Universitario</i>	199
ANEXO D. <i>Geólogos de la Universidad de Granada que trabajan o han trabajado Organismos Públicos de Investigación (OPIs)</i>	205
ANEXO E. <i>Autoridades Académicas y cargos directivos</i>	207
ANEXO F. <i>Personal de Administración y Servicios (PAS)</i>	209
ANEXO G. <i>Cronología de los acontecimientos acaecidos y relacionados con los estudios de Geología de la Universidad de Granada durante los 50 años de su historia</i>	211

Avances en el campo de la Mineralogía (1984-2008)

Miguel Ortega Huertas, Francisca Martínez Ruiz, Fernando Nieto y Nicolás Velilla

Los avances obtenidos en el campo de la Mineralogía en la Universidad de Granada (UGR), junto con los reseñados en los capítulos de este libro sobre la «Conservación del Patrimonio Arquitectónico» y «Yacimientos Minerales», son fieles indicadores de la evolución del Departamento de Mineralogía y Petrología. Desde 1972 las investigaciones estuvieron dirigidas a temas concretos como reflejan, por ejemplo, las tesis doctorales de R. Arana Castillo (mineralizaciones en Sierra Nevada), D. Martín Ramos (micas), F. Nieto García (cloritas), N. Velilla Sánchez (granates) y, más recientemente, la de M. M. Abad Ortega (pegmatitas) [2]. Los logros científicos se deben a los actuales integrantes del departamento, y a quienes formaron parte del mismo y son o fueron profesores de las universidades de Cádiz, Castilla-La Mancha, Complutense, Extremadura, Huelva, Jaén, Murcia, Sevilla, Valladolid y Zaragoza o investigadores del CSIC. Mención especial merecen P. Fenoll Hach-Alí y M. Rodríguez Gallego, Profesores Eméritos de la UGR, a quienes el departamento reconoce como maestros. Cuatro hechos propiciaron la mejora de la investigación: a) la constitución en 1988 de grupos de investigación en el Plan Andaluz de Investigación; b) la incorporación del profesorado joven al Plan Nacional de Investigación asumiendo la responsabilidad de los proyectos de investigación; c) la consolidación del Centro de Instrumentación Científica (CIC) de la UGR que posibilitó el uso de modernas técnicas analíticas; y d) la relación constante con centros de investigación de reconocido prestigio internacional.

En 1980 comenzó una línea de investigación sobre los minerales de la arcilla como complemento en el análisis de cuencas, cuyos primeros resultados se plasmaron en las tesis doctorales de I. Palomo Delgado y de A. López Galindo. Los artículos —publicados con científicos de las universidades de Bari, Pavia y Perugia— sobre la sedimentación en el Jurásico inferior en las Zonas Externas de la Cordillera Bética (CB) y su estudio comparado con el Toarciense inferior en la cuenca Umbria-Marche (Apeninos), concluyen que las asociaciones minerales y la geoquímica permiten caracterizar litofacies, establecer áreas fuentes y conocer la evolución del grado de diagénesis [25, 18]. Otros trabajos, sobre la sedimentación mesozoica en el Margen Continental Sudibérico, establecieron índices mineralógicos y geoquímicos válidos para detectar cambios paleogeográficos y paleoambientales [10], y para conocer la evolución morfosedimentaria en sedimentos antárticos y de la bahía de Cádiz [11].

En 1990, coincidiendo con la polémica sobre el impacto meteorítico que causó la extinción faunística del final del Cretácico, se inició el estudio mineralógico y geoquímico de las secciones estratigráficas mejor preservadas del límite K/T en las CB y en la cuenca Vasco-Cantábrica (CVC). De especial interés son los hallazgos de núcleos ricos en Ir y C en las esférulas del K/T considerados relictos del material extraterrestre [14], y la existencia de anomalías positivas de Eu que indican cuál fue la evolución diagenética del K/T [13]. Las asociaciones de arcillas avalan la existencia de un evento extraterrestre [24].

Importante fue nuestra participación en la campaña 171B del *Ocean Drilling Program* en 1997 en el Atlántico NO (Blake Nose), como responsables de los estudios mineralógicos y geoquímicos. En este K/T, las esférulas de esmectitas contienen relictos de vidrio cuya composición se ajusta a la estratigrafía pre-impacto del cráter de Chicxulub [15]. Los patrones de normalización a condritos de las REE son concluyentes sobre la contribución de material extraterrestre en las secciones más distales (CB y CVC) y de la corteza continental superior en las más próximas al cráter (Blak Nose) [16]. En esta investigación han colaborado las universidades de Lille (H. Chamley) y «*La Sapienza*» de Roma.

Otros trabajos tratan sobre la reconstrucción paleoceanográfica y paleoclimática del Mediterráneo a partir de indicadores mineralógicos y geoquímicos y del análisis de testigos de sedimentos marinos. Un ejemplo de la respuesta del Mediterráneo a la variabilidad climática es el depósito de sapropeles como resultado del aumento en la productividad biológica marina [12]. Se han comparado las respuestas climáticas del E y O del Mediterráneo [17], y se han analizado críticamente indicadores de oxigenación y el papel de la anoxia en la acumulación de la materia orgánica [5]. La reconstrucción realizada a partir de registros de la cuenca del Mar de Alborán ha establecido el impacto de la variabilidad climática en la evolución cultural humana en la Península Ibérica, resultados publicados en *Nature* [4] y en otra revista [7]. En esta línea han colaborado las universidades de Stanford y California (M. Kastner, *Scripps Institution of Oceanography*), ETH-Zürich (J. McKenzie) y JAMSTEC en Japón.

La línea de investigación sobre el tránsito diagénesis-metamorfismo tiene gran repercusión internacional. Un ejemplo característico es el estudio por TEM de la evolución diagenética de la CVC [21] que supuso la ampliación del marco geográfico tradicional centrado hasta entonces en el Golfo de México. Un trabajo de 2006 [1], sobre la importancia de la sustitución ilítica en las micas de la diagénesis y del bajo grado de metamorfismo, puede considerarse como el artículo resumen de numerosas publicaciones de esta línea. Otras conclusiones relevantes obtenidas en estas investigaciones están relacionadas con la determinación precisa del significado físico del índice de cristalinidad de la illita o índice de Kübler [22, 30] o con la existencia de un hueco de miscibilidad entre micas amónicas y potásicas [19]. Posiblemente la conclusión más citada internacionalmente es la definición y sistematización de la

retrodiagénesis como «procesos retrógrados, generalmente favorecidos por fluidos, que suceden bajo condiciones equivalentes a la diagénesis» [20], obtenida a partir de numerosos casos nuevos y bibliográficos como el descrito por primera vez en las pizarras rojas maláguides de Sierra Espuña [23]. La datación de micas detríticas no reequilibradas por los procesos metamórficos de bajo grado en el anticlinorio del Narcea permitió elaborar, en colaboración con investigadores de la Universidad de Salamanca, una propuesta publicada en la revista *Geology* [6] sobre la evolución del margen septentrional de Gondwana entre el Neoproterozoico y el Cámbrico. En conjunto, esta línea de investigación ha sido posible por la estrecha colaboración de uno de nosotros (E.N.) con D.R. Peacor (Universidad de Michigan), lo que posibilitó a nuestro grupo y al CIC ser pioneros en España en el uso del HRTEM en Ciencias de la Tierra; y, en especial, estar entre los pocos centros europeos que, aún hoy día, proporciona microanálisis cuantitativos al nivel de la centena de Å.

A finales de los ochenta se desarrolló una línea de investigación sobre mineralogía y geoquímica de litologías metamorizadas ricas en Mn (fundamentalmente en el Macizo Ibérico meridional) cuyo interés radica en la presencia de numerosas y complejas asociaciones minerales con gran sensibilidad a las variaciones en las condiciones termodinámicas y químicas de formación y, por tanto, muy útiles como indicadoras de los procesos metalogenéticos. Las conclusiones han supuesto una notable aportación al conocimiento de la influencia de la temperatura, presión, fugacidad de oxígeno y composición química sobre la estabilidad y composición de numerosos silicatos de Mn y óxidos ricos en Mn, y de sus paragénesis [8, 9]. Además, la geoquímica ha sido clave para establecer los protolitos de estas litologías y su evolución [29]. Se ha conseguido describir y caracterizar por vez primera en España una decena de especies minerales y, en concreto, un hidroxipiroxenoide de Mn con periodicidad de cadena 7, pendiente de aceptación por la *International Mineralogical Association* como nueva especial mineral.

Otro ejemplo de la implicación de la mineralogía en el conocimiento de la historia geológica es la línea que trata sobre la cinética de las reacciones en rocas metamórficas. Conocer la reacción de deshidratación de la moscovita como generador de andalucita y feldespato en rocas de alto grado de los Alpujarrides permite obtener conclusiones particulares para este ámbito geológico y de índole general sobre las reacciones de deshidratación de los filosilicatos [27].

Desde 2002 se desarrolla —en colaboración con las universidades de Georgia y Pennsylvania, y con el *Karolinska Institute*— una línea de trabajo sobre materiales policristalinos de origen biogénico como inductores y controladores de la precipitación de gran número de minerales [3, 26]. Relacionado con la línea de investigación sobre biomineralizaciones se pueden incluir los trabajos que describen la génesis de apatitos y esmectitas en estromatolitos de las CB a partir de la actividad bacteriana [28]. En *Eur. J. Mineral., J. Crystl. Growth y Can. Mineral.* se recogen otras interesantes conclusiones.

Referencias

- [1] ABAD, M. I., NIETO, F., GUTIÉRREZ-ALONSO, G., DO CAMPO, M., LÓPEZ-MUNGUIRA, A. y VELILLA, N. (2006): Illitic substitution in micas of very low-grade metamorphic clastic rocks. *European Journal of Mineralogy*, 18: 59-69.
- [2] ABAD ORTEGA, M. M., FENOLL HACH-ALI, P., MARTÍN RAMOS, D. y ORTEGA HUERTAS, M. (1993): The feldspars of the Sierra Albarrana granitic pegmatites, Córdoba, Spain. *Canadian Mineralogist*, 31: 185-202
- [3] CHECA, A. y RODRÍGUEZ NAVARRO, A. (2005): Self-organisation of nacre in the shells of Pterioidea (Bivalvia, Mollusca). *Biomaterials*, 26: 1071-1079.
- [4] FINLAYSON, C., GILES, F., RODRÍGUEZ, J., FA, D., GUTIÉRREZ, J. M., SANTIAGO, A., FINLAYSON, G., ALLUE, E., BAENA, J., CÁCERES, I., CARRIÓN, J., FERNÁNDEZ, Y., GLEED, C.P., JIMÉNEZ ESPEJO, F., LÓPEZ, J. A., RIQUELME, J., SÁNCHEZ, A., GILES, F., BROWN, K., FUENTE, N., VALARINO, C., VALLALPANDO, A., STRINGER, C. y MARTÍNEZ RUIZ, F. (2006): Late survival of Neanderthals at the southernmost extreme of Europe. *Nature*, 443: 850-853.
- [5] GALLEGO TORRES, D., MARTÍNEZ RUIZ, F., PAYTAN, A. y ORTEGA HUERTAS, M. (2007): Pliocene-Holocene evolution of depositional conditions in the eastern Mediterranean: role of anoxia vs. productivity at time of sapropel deposition. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 246: 424-439.
- [6] GUTIÉRREZ-ALONSO, G., FERNÁNDEZ-SUÁREZ, J., COLLINS, A.S., ABAD, M. I. y NIETO, F. (2005): Amazonian Mesoproterozoic basement in the core of the Ibero-Armorican Arc: $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ detrital mica ages complement the zircon's tale. *Geology*, 33: 637-640.
- [7] JIMÉNEZ ESPEJO, F., MARTÍNEZ RUIZ, F., PAYTAN, A., SAKAMOTO, T., ORTEGA HUERTAS, M., IJIMA, K., FINLAYSON, C., GALLEGO TORRES, D. y FA, D. (2007): Climate forcing and Neanderthal extinction in southern Iberia: insights from a multiproxy marine record. *Quaternary Science Reviews*, 26: 836-852.
- [8] JIMÉNEZ-MILLÁN, J. y VELILLA, N. (1993): Compositional variation of piemontites from different Mn-rich rock-types of the Iberian-Massif (SW Spain). *European Journal of Mineralogy*, 5: 961-970.
- [9] JIMÉNEZ-MILLÁN, J. y VELILLA, N. (1998): Mn-Fe spinels and silicates in manganese rich rocks from the Ossa-Morena Zone, Southern Iberian Massif, Southwestern Spain. *Canadian Mineralogist*, 36: 701-711.
- [10] LÓPEZ GALINDO, A. y MARTÍN-ALGARRA, A. (1992): Paleogeography and clay mineralogy of Mid-Cretaceous flyschs in the Gibraltar Arc Area. *Cretaceous Research*, 13: 421-443.
- [11] LÓPEZ GALINDO, A., RODERO, J. y MALDONADO, A. (1999): Bulk mineralogy and sediment dispersal patterns. Gulf of Cádiz continental shelf. *Marine Geology*, 155: 83-98.
- [12] MARTÍNEZ RUIZ, F., KASTNER, M., PAYTAN, A., ORTEGA HUERTAS, M. y BERNASCONI, S. (2000): Geochemical evidence for enhanced productivity during S1 sapropel deposition in the Eastern Mediterranean. *Paleoceanography*, 15: 200-209.
- [13] MARTÍNEZ RUIZ, F., ORTEGA HUERTAS, M. y PALOMO, I. (1999): Positive Eu anomaly development during diagenesis of the K/T boundary ejecta layer at Agost section: implications for trace-element remobilization. *Terra Nova*, 11: 290-296.
- [14] MARTÍNEZ RUIZ, F., ORTEGA HUERTAS, M., PALOMO, I. y ACQUAFREDDA, P. (1997): Quench textures in altered spherules from the Cretaceous-Tertiary boundary layer at Agost and Caravaca, SE Spain. *Sedimentary Geology*, 113: 137-147.
- [15] MARTÍNEZ RUIZ, F., ORTEGA HUERTAS, M., PALOMO, I. y SMIT, J. (2002): The Cretaceous-Tertiary boundary at Blake Nose (ODP Leg 171 B): a record of the Chicxulub impact ejecta. *Geological Society of America Special Paper*, 356: 189-199.

- [16] MARTINEZ RUIZ, E., ORTEGA HUERTAS, M. y RIVAS, P. (2006): Rare-earth-element composition as evidence of the precursor material of Cretaceous-Tertiary boundary sediments at distal sections. *Chemical Geology*, 232: 1-11.
- [17] MARTINEZ RUIZ, E., PAYTAN, A., KASTNER, M., GONZÁLEZ DONOSO, J. M., LINARES, D., BERNASCONI, S. y JIMÉNEZ ESPEJO, E. (2003): A comparative study of the geochemical and mineralogical characteristics of the S1 sapropel in the western and eastern Mediterranean. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 190: 23-37.
- [18] MONACO, P., NOCCHI, M., ORTEGA HUERTAS, M., PALOMO, I., MARTÍNEZ RUIZ, E. y CHIAVINI, G. (1994): Depositional trends in the Valdorbia section (Central Italy) during the early Jurassic as revealed by micropaleontology, sedimentology and geochemistry. *Eclogae Geol Helv*, 87: 157-223.
- [19] NIETO, F. (2002): Characterization of coexisting NH_4 and K-micas in very low-grade metapelites. *American Mineralogist*, 87: 205-216.
- [20] NIETO, F., MATA, M. P., BAULUZ, B., GIORGETTI, G., ÁRKAI, P. y PEACOR, D. R. (2005): Retrograde diagenesis, a widespread process on a regional scale. *Clay Minerals*, 40: 93-104.
- [21] NIETO, F., ORTEGA HUERTAS, M., PEACOR, D. R. y ARÓSTEGUI, J. (1996): Evolution of illite/smectite from early diagenesis through incipient metamorphism in sediments of the Basque-Cantabrian Basin. *Clays and Clay Minerals*, 44: 304-323.
- [22] NIETO, F. y SÁNCHEZ NAVAS, A. (1994): A comparative XRD and TEM study of the physical meaning of the white mica «crystallinity» index. *European Journal of Mineralogy*, 6: 611-621.
- [23] NIETO, F., VELILLA, N., PEACOR, D. R. y ORTEGA HUERTAS, M. (1994): Regional retrograde alteration of sub-greenschist facies chlorite to smectite. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 115: 243-252.
- [24] ORTEGA HUERTAS, M., MARTÍNEZ RUIZ, F., PALOMO, I. y CHAMLEY, H. (2002): Review of the mineralogy of the Cretaceous-Tertiary boundary clay: evidence supporting a major extraterrestrial catastrophic event. *Clay Minerals*, 37: 395-411.
- [25] ORTEGA HUERTAS, M., PALOMO, I., MORESI, M. y ODDONE, M. (1991): A mineralogical and geochemical approach to establishing a sedimentary model in a passive continental margin (Subbetic Zone, Betic Cordilleras, SE Spain). *Clay Minerals*, 26: 389-407.
- [26] RODRÍGUEZ NAVARRO, A. (2006): XRD2DScan a new software for polycrystalline materials characterization using two-dimensional X-ray diffraction. *Journal of Applied Crystallography*, 39: 905-909.
- [27] SÁNCHEZ NAVAS, A. (1999): Sequential kinetics of a muscovite-out reaction: A natural example *American Mineralogist*, 84: 1270-1286.
- [28] SÁNCHEZ NAVAS, A., MARTÍN-ALGARRA, A. y NIETO, F. (1998): Bacterially-mediated authigenesis of clays in phosphate stromatolites. *Sedimentology*, 45: 519-533.
- [29] VELILLA, N. y JIMÉNEZ-MILLÁN, J. (2003): Origin and metamorphic evolution of rocks with braunite and pyrophanite from the Iberian Massif (SW Spain). *Mineralogy and Petrology*, 78: 73-91.
- [30] WAR, L. N. y NIETO, F. (1998): Crystallite thickness and defect density of phyllosilicates in low temperature metamorphic pelites: a TEM and XRD study of clay-mineral crystallinity-index standards. *Canadian Mineralogist*, 36: 1453-1475.