



**CONVENIO ESPECÍFICO DE COLABORACIÓN ENTRE LA CONSEJERÍA DE
ECONOMÍA, INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPLEO DE LA JUNTA DE ANDALUCÍA
Y
EL INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA PARA LA FINALIZACIÓN DEL
MAPA DIGITAL CONTINUO DEL SUDOESTE DEL MACIZO HESPÉRICO.**

INFORME FINAL

IGME Diciembre 2013

ÍNDICE

1.-INTRODUCCIÓN

2.-TRABAJOS REALIZADOS

2.1.- *MAPA GEOLÓGICO CONTINUO DIGITAL DEL MACIZO IBÉRICO EN ANDALUCÍA*

2.1.1.- Criterios utilizados

2.1.2.- Revisión en campo de los principales problemas geológicos observados en el Norte de las provincias de Huelva, Córdoba y Jaén

2.1.3.- Leyendas unificadas para las zonas Surportuguesa, Ossa-Morena y dominios de Obejo-Valsequillo y del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica

2.1.4.- Cartografía Continua Digital a escala 1:50.000

2.1.5.- Problemas no resueltos

2.2.- *MAPAS GEOLÓGICOS A ESCALA 1:200.000*

2.2.1.- Mapa geológico a escala 1:200.000 de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74)

2.2.1.1.- *Resultados principales obtenidos*

2.2.2.- Mapas geológicos a escala 1:200.000 de Pozoblanco (69), Linares (70) y Córdoba (76)

2.2.2.2.- *Resultados principales obtenidos*

3.- TRABAJOS QUE SE ENTREGAN

3.1.- *GEODE*

3.1.1.- Zonas 1500 (ZOM), 2500 (DOV) y 3100 (ZSP)

3.1.2.- Zona 1400 (DCEG) y Hojas 1:50.000 del GEODE recortadas

3.2.- *MAPAS GEOLÓGICOS A ESCALA 1:200.000*

3.2.1.- Mapa geológico a escala 1:200.000 de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74)

3.2.2.- Mapas geológicos a escala 1:200.000 de Pozoblanco (69), Linares (70) y Córdoba (76)

4.- BIBLIOGRAFÍA CITADA

5.- ANEXOS

ANEXO 1: DVD de las Zonas 1500 (ZOM), 2500 (DOV) y 3100 (ZSP) del GEODE (BDMIN 051113)

ANEXO 2: Informe técnico entrega de Zonas 1500 (ZOM), 2500 (DOV) y 3100 (ZSP) del GEODE (BDMIN 051113)

ANEXO 3: DVD de la Zona 1400 (DCEG) del GEODE y actualización de productos (BDMIN 030913)

ANEXO 4: Informe técnico entrega de Zona 1400 (DCEG) del GEODE y actualización de productos (BDMIN 030913)

ANEXO 5: Organización de la Cartografía Geológica a escala 1:200.000 en formato digital y Metadatos

ANEXO 6: DVD de la Hoja Geológica a escala 1:200.000 de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74)

ANEXO 7: Mapa Geológico a escala 1:200.000 de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74)

ANEXO 8: DVD de la Hoja Geológica a escala 1:200.000 de Pozoblanco (69)

ANEXO 9: Mapa Geológico a escala 1:200.000 de Pozoblanco (69)

ANEXO 10: DVD de la Hoja Geológica a escala 1:200.000 de Linares (70)

ANEXO 11: Mapa Geológico a escala 1:200.000 de Linares (70)

ANEXO 12: DVD de la Hoja Geológica a escala 1:200.000 de Córdoba (76)

ANEXO 13: Mapa Geológico a escala 1:200.000 de Córdoba (76)

ANEXO 14: Publicación de Rubio Pascual *et al.* (2013)

ANEXO 15: Publicación de Martín Parra *et al.* (2006)

1.-INTRODUCCIÓN

En este informe se hace una relación de los trabajos realizados en el Proyecto: “Finalización del Mapa Digital Continuo del Macizo Hespérico en Andalucía y de la Cartografía Geocientífica asociada” en el marco del Convenio Específico de Colaboración entre la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía y el Instituto Geológico y Minero de España para la “Finalización del Mapa Digital Continuo del Sudoeste del Macizo Hespérico”, firmado en Sevilla el 18 de Abril de 2007, así como, otros trabajos no previstos en este convenio, que se han realizado y también se entregan.

Los objetivos de este convenio son:

- La actualización de la Cartografía Geológica y Realización del Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 de las hojas 895, 896, 915, 916, 917 y 918 con el fin de completar la realización del Plan GEODE en la totalidad del afloramiento de las Zonas Surportuguesa y de Ossa-Morena del Macizo Ibérico dentro del territorio andaluz.
- Realización de las hojas geológicas a escala 1:200.000 de la Puebla de Guzmán (74) y Sevilla (75).
- Completar y actualizar con la nueva normativa las hojas incluidas en el convenio anterior, Pozoblanco (69), Linares (70) y Córdoba (76).

Para cubrir estos objetivos se realizaran los siguientes trabajos:

A.- Actualización de las hojas geológicas a escala 1:50.000 núm. 895, 896, 915, 916, 917 y 918, situadas al N de la Provincia de Huelva (Fig. 1).

B.- Elaboración del Mapa Geológico Continuo en formato Digital (GEODE) a escala 1:50.000 del SO del Macizo Ibérico en Andalucía en un territorio equivalente a 50 hojas en las Zonas Surportuguesa, de Ossa-Morena y Dominios de Obejo-Valsequillo y del Complejo Esquistos-Grauváquico de la Zona Centroibérica, con una leyenda unificada para cada una de las zonas incluidas, aplicando la normativa del Proyecto BADAFI; y la creación de una Base de Datos georreferenciada en la que aparezca volcada toda la documentación generada que representa el soporte del Mapa Geológico Continuo Digital.

C.- Realización de las hojas geológicas a escala 1:200.000 de Sevilla (75) y La Puebla de Guzmán (74) (Fig. 2), que incluirían, Mapa Geológico, Memoria y CD que incorporará información adicional.

Además de las hojas geológicas a escala 1:50.000 contempladas en el convenio, se han revisado e incorporado al Mapa Geológico Continuo Digital, la parte incluida en Andalucía de las hojas de Chillón (807) y Bujalance (924) en la provincia de Córdoba, Bienservida (840), Solana del Pino (861), Santa Elena (862), Aldeaquemada (863), Venta de Los Santos (864), Siles (865), La Carolina (884), Santisteban del Puerto (885), Beas de Segura (886), Linares (905) y Úbeda (906) en la provincia de Jaén, Oliva de la Frontera (874), Jerez de los Caballeros (875) y Monesterio (897) en el norte de la provincia de Huelva, y Puebla del Maestre (898) al

norte de la provincia de Sevilla, no contempladas en el convenio, pero necesarias para completar el Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 de las zonas que constituyen el Macizo Ibérico en territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía (Fig. 3).

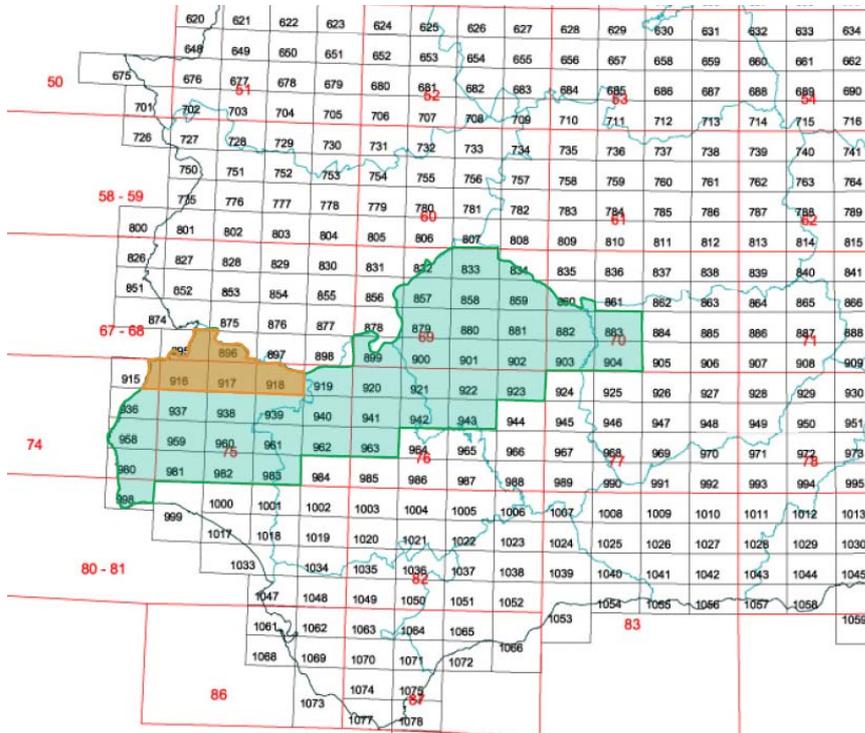


Fig. 1.- Hojas geológicas a escala 1:50.000 a revisar en este Convenio (en marrón) y extensión del Mapa Geológico Continuo Digital a finalizar (verde).

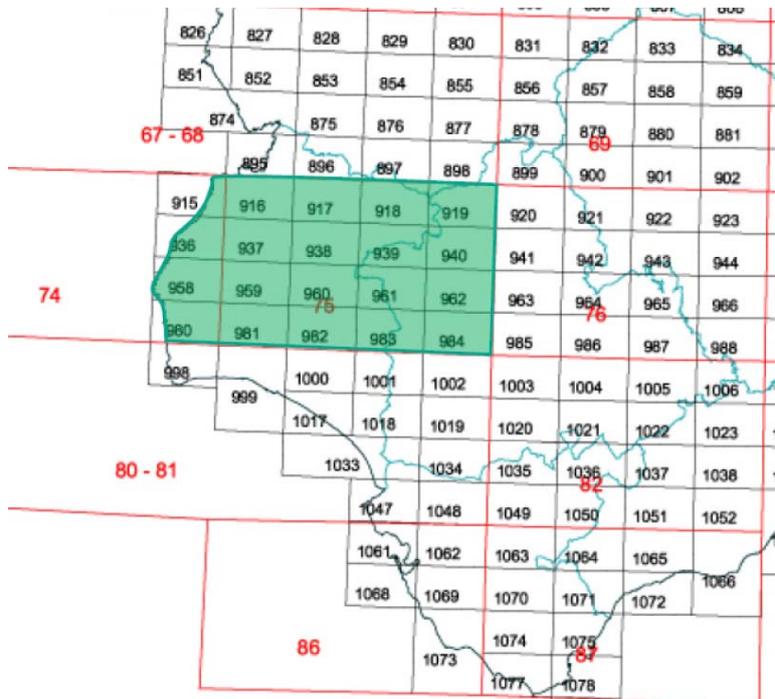


Fig. 2.- Hojas geológicas a escala 1:200.000 a realizar en este Convenio

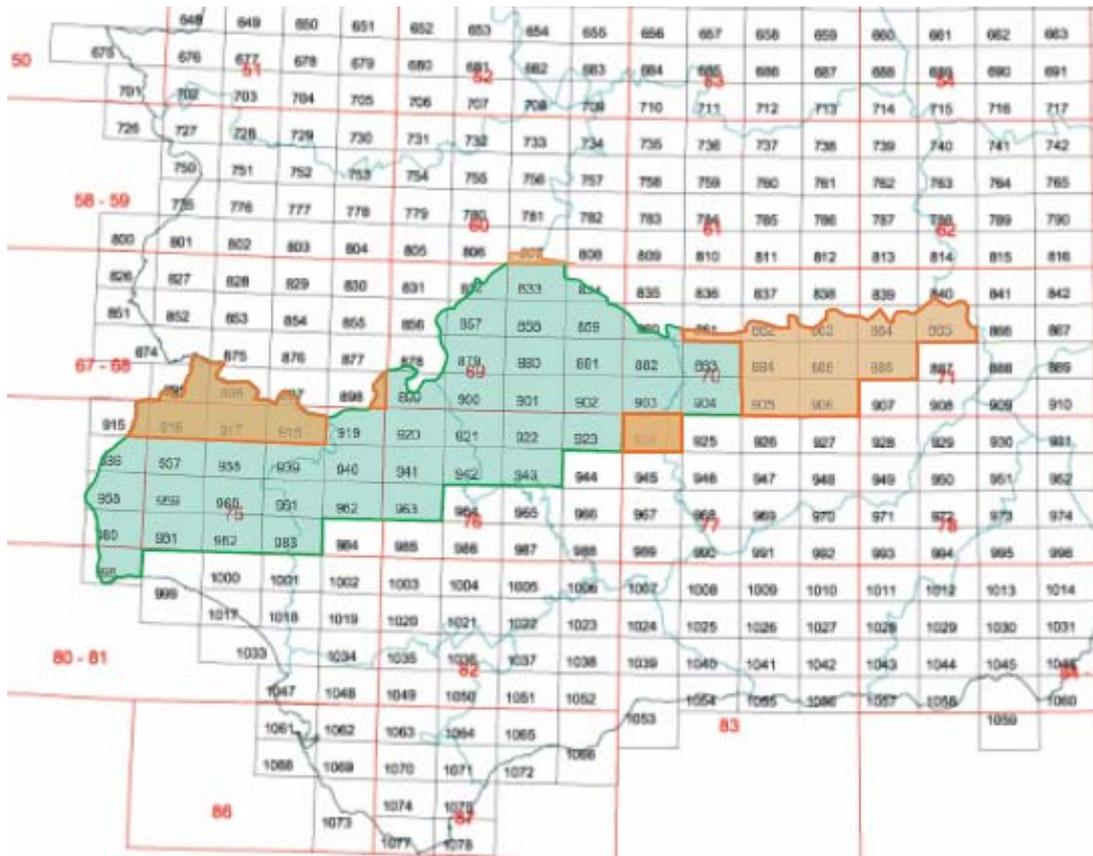


Fig. 3.- Hojas geológicas a escala 1:50.000 revisadas en este convenio (en marrón) y extensión del Mapa Geológico Continuo Digital a finalizar (marrón+verde)

2.-TRABAJOS REALIZADOS

2.1.- MAPA GEOLÓGICO CONTINUO DIGITAL DEL MACIZO IBÉRICO EN ANDALUCÍA

2.1.1.- Criterios utilizados

El IGME está finalizando la realización del Mapa Geológico continuo a escala 1:50.000 (Plan GEODE), a partir del MAGNA, que cubre todo el territorio nacional. El objeto de este Plan es conseguir una cartografía geológica continua de todo el territorio sin las discontinuidades e inconsistencias cartográficas que aparecen entre límites de ciertos bloques de hojas MAGNA por haber sido elaboradas en épocas distintas y por equipos diversos, con criterios cartográficos diferentes. Las nuevas hojas del GEODE cuentan con una leyenda unificada para cada una de las grandes regiones geológicas españolas, revelándose como un producto de gran interés para su integración en los sistemas de información territorial de múltiples organismos y entidades ligadas al medio físico.

Para llevar a cabo este Plan, el IGME realizó el Proyecto BADAFI, que constituye una normativa detallada para el proceso de elaboración de la cartografía digital, y la creación de la base de datos asociada, con el fin de salvar la dificultad de hacer compatible la información geológica en todo el territorio nacional.

La cartografía geológica digital continua a escala 1:50.000 elaborada, se ha basado principalmente en el MAGNA, salvo en la mayor parte de la Zona Surportuguesa, en la cual se basa en la cartografía realizada durante los años 1997 a 1999 en el Proyecto "Investigación Geológica y Cartografía Básica en la Faja Pirítica y Áreas Aledañas" para la Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía.

Para llevar a cabo esta labor, se han debido casar las diferentes cartografías a escala 1:50.000 existentes, tanto del MAGNA como del Proyecto "Investigación Geológica y Cartografía Básica en la Faja Pirítica y Áreas Aledañas", así como incorporar, en la medida de lo posible, las cartografías más recientes, entre las que han tenido gran relevancia las elaboradas por las últimas tesis doctorales y tesinas, realizadas (David Martínez Poyatos, 1997; Antonio Azor, 1994; Encarnación García Navarro, 2000; Inmaculada Expósito, 2000; Luis M. Martín Parra, 2003; Mainer Armendáriz, 2008) o en curso (Elena Mantero), cuyos autores han colaborado en su mayoría como asesores en el proyecto, El objetivo ha sido no perder información, en la medida de lo posible,

Esto ha supuesto la realización de trabajos de campo con toma de muestras para resolver problemas, e incluso la realización de cartografías geológicas nuevas.

En base a estos trabajos se han agrupado las hojas 1:50.000 del Macizo Ibérico en Andalucía en cuatro regiones geológicas GEODE: Zona Surportuguesa (3100), Zona de Ossa-Morena (1500), Dominio de Obejo-Valsequillo de la Zona Centroibérica (2500) y Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica (1400), con diferentes características estratigráficas, tectónicas y metamórficas. Precisamente por estas diferencias significativas, se

ha separado la parte más meridional del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico como una Región GEODE diferenciada, denominada Dominio de Obejo-Valsequillo, cuyos límites se establecen entre la Zona de Cizalla de Puente Génave-Castelo de Vide (Martín Parra *et al.*, 2006), por el N y la Falla de Matachel (que limita por el N a la Unidad Central, de Azor, 1994) por el S.

2.1.2.- Revisión en campo de los principales problemas geológicos observados en el Norte de las provincias de Huelva, Córdoba y Jaén

Con el objetivo de completar el Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 de la totalidad del Macizo Varisco Ibérico en Andalucía se han revisado los principales problemas geológicos existentes, no solo en las hojas del norte de la provincia de Huelva, contempladas en el convenio (Fig. 1), sino en todas las hojas del N de la Provincia de Huelva necesarias para ello: 874 (Oliva de la Frontera), 875 (Jerez de los Caballeros), 895 (Encinasola), 896 (Higuera la Real), 897 (Monesterio) pertenecientes a la Zona de Ossa-Morena, y 915 (El Rosal), 916 (Aroche), 917 (Aracena) y 918 (Santa Olalla de Cala) en las que están representadas las zonas Ossa-Morena y Surportuguesa; así como norte de Sevilla: 898 (Puebla del Maestre) perteneciente a la Zona de Ossa-Morena; centro-norte de la provincia de Córdoba: 807 (Chillón) en la que están representados los dominios del Complejo Esquisto-Grauváquico (DCEG) y de Obejo-Valsequillo (DOV) de la Zona Centroibérica y 924 (Bujalance) comprendida en el DOV; y sector norte de la provincia de Jaén: 840 (Bienservida), 861 (Solana del Pino), 862 (Santa Elena), 863 (Aldeaquemada), 864 (Venta de los Santos), 865 (Siles), 884 (La Carolina), 885 (Santisteban del Puerto), 886 (Beas de Segura), 905 (Linares) y 906 (Úbeda), comprendidas entre el DCEG y el DOV.

Se ha terminado también de encajar estas hojas con los sectores limítrofes de las provincias de Badajoz y Ciudad Real (Fig. 3).

2.1.3.- Leyendas unificadas para las zonas Surportuguesa, Ossa-Morena y dominios de Obejo-Valsequillo y del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica

Se ha realizado una leyenda unificada para la totalidad de cada una de las regiones del GEODE incluidas en el territorio de la Comunidad Autónoma de Andalucía, correspondientes a las zonas de Ossa-Morena (1500) y Surportuguesa (3100), que incluye los sectores de cada zona comprendidos en la provincia de Badajoz.

Debido a las importantes diferencias tanto en la sucesión estratigráfica, como en las características tectónicas y metamórficas, entre el sector meridional del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica (de Martínez Catalán *et al.*, 2004), con el resto del dominio, y a la controvertida atribución del mismo a la ZOM, para algunos autores, y a la ZCI, para la mayoría, se ha escindido su extremo sur, creando con el una nueva región del GEODE denominada Dominio de Obejo-Valsequillo de la Zona Centroibérica (2500),

comprendida entre la Zona de Cizalla de Puente Génave-Castelo de Vide (Martín Parra *et al.*, 2006), por el N y la Falla de Machel (que limita por el N a la Unidad Central, de Azor, 1994) por el S. Este dominio ocupa la mayor parte del Macizo Ibérico andaluz no incluido en las zonas de Ossa-Morena y Surportuguesa, y en el se ha realizado una Leyenda GEODE para su totalidad, del mismo tipo que las realizadas para la ZSP y para la ZOM.

El resto del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica, constituye otra Región GEODE, así denominada, y está muy escasamente representado en Andalucía, salvo en el sector norte de la provincia de Jaén (Fig. 4), siendo su mayor extensión en las provincias de Cáceres, Ciudad Real y Toledo. Esta región GEODE no está aún finalizada en su totalidad, debido a lo cual no dispone de una Leyenda GEODE como tal, habiéndose realizado para el sector comprendido en Andalucía y una franja de hojas limítrofes, una leyenda sintética y una leyenda descriptiva de toda la zona (ver DVD de GEODE Zona 1400). Una vez que este acabada la leyenda definitiva de esta Zona GEODE, le será suministrada a la Junta de Andalucía.

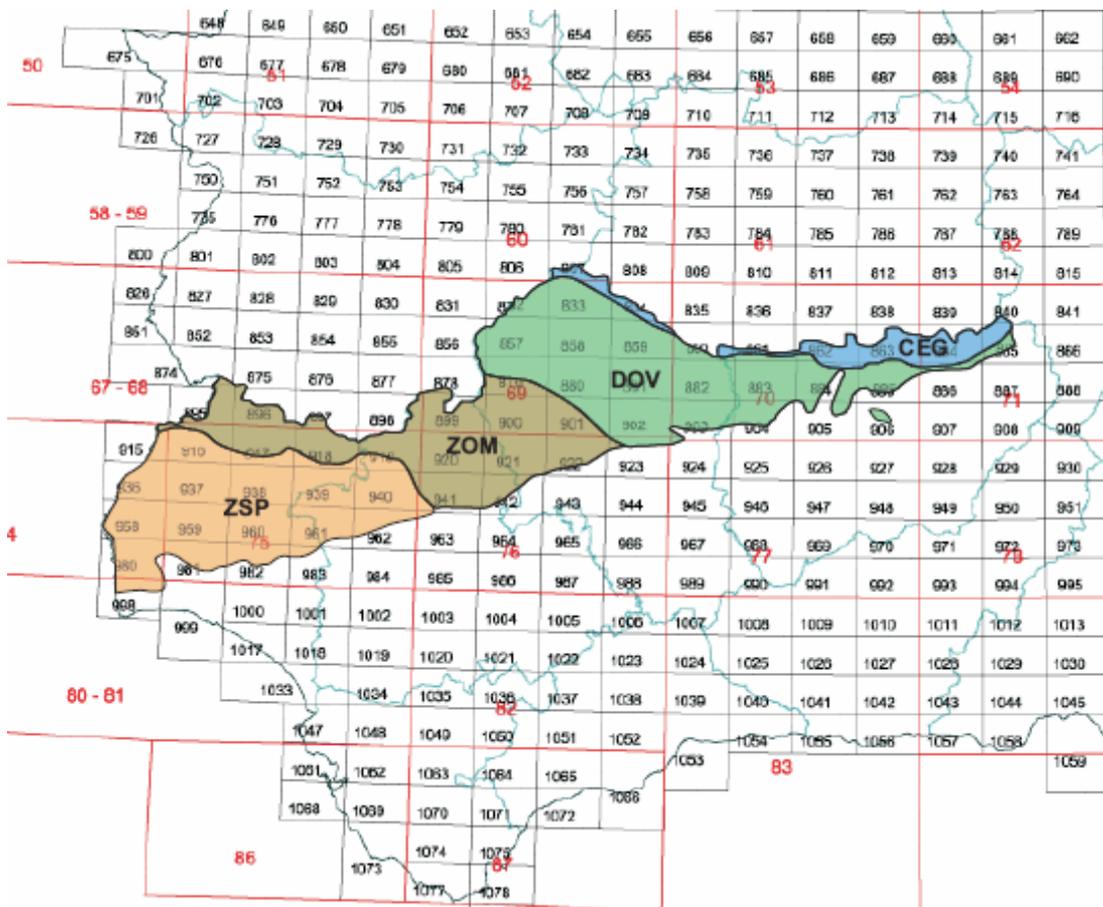


Fig. 4.- Regiones del GEODE del Macizo Ibérico representadas en la Comunidad Autónoma de Andalucía (ZSP: Zona Surportuguesa, ZOM: Zona de Ossa-Morena, DOV: Dominio de Obejo-Valsequillo de la Zona Centroibérica, CEG: Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica).

Además de esta leyenda gráfica, cada zona lleva asociada una Base de Datos en la cual se incluyen los campos CODE_ZONA, que indica el código de la Región del GEODE a que pertenece (3100 para la ZSP, 1500 para la ZOM, 2500 para el DOV y 1400 para el DCEG), CODE_UNIT, que describe el número que identifica a cada polígono, en función de la unidad a que pertenece; DESC_UNIT, que describe las características litológicas resumidas de cada unidad; DESC_LONG, que contiene una descripción extendida de cada unidad, CODE_EDA1, que sitúa, mediante un código numérico, la edad mínima de cada unidad; CODE_EDA2, que describe, mediante un código numérico, la edad máxima de cada unidad; CODE_COLO, que indica el color (de la paleta de colores BADAFI) adjudicado a cada unidad; CODE_TRAM, que indica la trama (de la gama de tramas BADAFI) adjudicada a cada unidad (si la hubiere); entre otros (ver DVDs de las distintas zonas GEODE que se entregan; Anexos 1 y 3).

La leyenda elaborada para el sector incluido en Andalucía y alrededores del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica podría variar algo cuando se complete el mapa geológico continuo digital de la totalidad de esta zona del GEODE.

Con fecha 28-3-2012 fue enviado a la CICE por parte de Javier Navas responsable del Proyecto BADAFI, un DVD conteniendo la cartografía digital continua, así como leyendas unificadas de las zonas Surportuguesa, de Ossa-Morena y del Dominio Obejo-Valsequillo, con las últimas actualizaciones surgidas en el proceso de verificación.

2.1.4.- Cartografía Continua Digital a escala 1:50.000

- Se ha realizado el Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 de la Zona Surportuguesa (ZSP) (Fig. 4), que incluye parte o la totalidad de las hojas nº 915 (Rosal de la Frontera), 916 (Aroche), 917 (Aracena), 918 (Santa Olalla de Cala) del MAGNA, así como, 919 (Almadén de la Plata), 936 (Paymogo), 937 (El Cerro de Andévalo), 938 (Nerva), 939 (El Castillo de las Guardas), 940 (Castilblanco de los Arroyos), 941 (Ventas Quemadas), 958 (Puebla de Guzmán), 959 (Calañas), 960 (Valverde del Camino), 961 (Aznalcóllar), 962 (Alcalá del Río), 963 (Lora del Río), 980 (San Silvestre de Guzmán), 981 (Gibraleón), 982 (La Palma del Condado) y 983 (Sanlúcar la Mayor) de la cartografía de la Junta de Andalucía, y 998 (Ayamonte) del MAGNA.

Este mapa ha sido validado por los responsables del Proyecto BADAFI en el Área de Sistemas de Información Geocientífica del IGME, habiéndose enviado con fecha 28-3-2012 un DVD que incluye la última versión del mapa continuo digital de esta zona.

- Se ha realizado el Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 de la Zona Ossa-Morena (ZOM) (Fig. 4), de la cual aproximadamente el 40% de su superficie pertenece a la Comunidad Autónoma de Andalucía y el otro 60% a la de Extremadura. En el territorio andaluz incluye la totalidad o parte de las hojas nº 874 (Oliva de la Frontera), 875 (Jerez de los Caballeros), 878 (Azuaga), 879 (Peñarroya), 880 (Espiel), 895 (Encinasola), 896 (Higuera la Real), 897 (Monesterio), 898 (Puebla del Maestre), 899 (Guadalcanal), 900 (La Cardenchosa), 901 (Villaviciosa de Córdoba), 915 (Rosal de la Frontera), 916 (Aroche), 917 (Aracena), 918

(Santa Olalla de Cala), 919 (Almadén de la Plata), 920 (Constantina), 921 (Las Navas de la Concepción), 922 (Santa María de Trassierra), 923 (Córdoba), 940 (Castilblanco de los Arroyos), 941 (Ventas Quemadas) y 942 (Palma del Río).

Este mapa ha sido validado por los responsables del Proyecto BADAFI en el Área de Sistemas de Información Geocientífica del IGME, habiéndose enviado con fecha 28-3-2012 un DVD que incluye la última versión del mapa continuo digital de la totalidad de esta zona.

- Se ha realizado el Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 del Dominio de Obejo-Valsequillo de la Zona Centroibérica (DOV) (Fig. 4), del cual aproximadamente el 60% de su superficie pertenece a la Comunidad Autónoma de Andalucía y el otro 40% a la de Extremadura. En el territorio andaluz incluye la totalidad o parte de las hojas nº 807 (Chillón), 832 (Monterrubio de la Serena), 833 (Hinojosa del Duque), 834 (San Benito), 856 (Maguilla), 857 (Valsequillo), 858 (El Viso), 859 (Pozoblanco), 860 (Fuencaliente), 861 (Solana del Pino), 862 (Santa Elena), 863 (Aldeaquemada), 864 (Venta de los Santos), 865 (Siles), 878 (Azuaga), 879 (Peñarroya), 880 (Espiel), 881 (Villanueva de Córdoba), 882 (Cardeña), 883 (Virgen de la Cabeza), 884 (La Carolina), 885 (Santisteban del Puerto), 886 (Beas de Segura), 901 (Villaviciosa de Córdoba), 902 (Adamuz), 903 (Montoro), 904 (Andujar), 905 (Linares), 906 Úbeda), 923 (Córdoba) y 924 (Bujalance).

Este mapa ha sido validado por los responsables del Proyecto BADAFI en el Área de Sistemas de Información Geocientífica del IGME, habiéndose enviado con fecha 28-3-2012 un DVD que incluye la última versión del mapa continuo digital de la totalidad de esta zona.

- Se ha realizado el Mapa Geológico Continuo Digital a escala 1:50.000 del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la Zona Centroibérica (DCEG), que está mínimamente representado en Andalucía, fundamentalmente en el norte de la provincia de Jaén (Fig. 4). En el territorio andaluz incluye parte de las hojas nº 807 (Chillón), 833 (Hinojosa del Duque), 834 (San Benito), 840 (Bienservida), 859 (Pozoblanco), 860 (Fuencaliente), 861 (Solana del Pino), 862 (Santa Elena), 863 (Aldeaquemada), 864 (Venta de los Santos), 865 (Siles), 884 (La Carolina), 885 (Santisteban del Puerto) y 886 (Beas de Segura).

Este mapa aún no es definitivo, faltando entre otras cosas la Leyenda gráfica de tipo GEODE, como se ha comentado anteriormente.

Una vez finalizado, este mapa será enviado para su validación a los responsables del Proyecto BADAFI en el Área de Sistemas de Información Geocientífica del IGME, y una vez validado, se enviará una nueva copia actualizada a la CEIC del sector comprendido en Andalucía y área limítrofe.

2.1.5.- Problemas no resueltos

La cartografía geológica a escala 1:50.000 de que se ha dispuesto, y su análisis, agrupada en grandes regiones geológicas, ha permitido la resolución, a veces con trabajos de campo de mayor o menor envergadura, de los problemas cartográficos existentes y la

unificación geológica digital de grandes unidades geológicas presentes en cada una de estas regiones (Zonas GEODE).

No obstante, esta visión regional permite el planteamiento de problemas de interpretación de grandes unidades, alguno de los cuales no se ha podido resolver, como son los siguientes:

Límite entre la ZCI y la ZOM

- Relación entre la Unidad Albarrana-Azuaga del N de la ZOM con las Fm similares de las Unidades Alóctonas del DOV, únicas unidades en que aflora la Fm Azuaga (Cámbrico), que transgrede el límite ZCI (DOV)/ZOM, no estando sin embargo presente ni en el resto de la ZOM, ni en la Unidad Paraautóctona del DOV (ZCI).

Zona de Ossa-Morena

- Revisión tectonometamórfica del Domo de Lora, y correlación de los Gneises de José Torán con las formaciones circundantes del domo.

- Datación de la Fm Terena inferior en España y similitud en edad o no con su continuación en Portugal, donde ha sido datada como Devónico inferior (Piçarra, 1996, 2000; Pereira *et al.*, 1998, 1999; Araujo *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2010; entre otros) y relaciones con la Fm Terena superior.

- Revisión de la cartografía geológica de la Hoja 1:50.000 de Villanueva del Fresno (852), al ENE del Sinclinal de Terena, donde se observan discrepancias entre la cartografía de las hojas del MAGNA y la Tesis de Expósito (2000); y correlación de este sector con los nuevos datos publicados en Portugal en el Anticlinal de Estremoz (Pereira *et al.*, 2012).

- Relación de las metabasitas de la Unidad de Moura-El Cubito con las de la Fm Barrancos en la Hoja de Santa Olalla de Cala (918) y en Portugal (Complejo Volcánico de São Marcos do Campo, de Araujo, 1989; Araujo *et al.*, 2006).

Zona Surportuguesa

- Revisión de la relación tectonoestratigráfica de las unidades de La Minilla y Las Pajanosas entre si y con las unidades del Grupo PQ que les rodean (PQ s.s. y Unidad del Arroyo de las Torres).

2.2.- MAPAS GEOLÓGICOS A ESCALA 1:200.000

2.2.1.- Mapa geológico a escala 1:200.000 de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74)

Se han llevado a cabo trabajos de revisión en campo para la realización de los mapas geológicos a escala 1:200.000 de La Puebla de Guzmán (74) y Sevilla (75) (Fig. 2), centrados principalmente en sus sectores norte y oriental, donde se sitúa el contacto entre las zonas Surportuguesa y de Ossa-Morena del Macizo Ibérico (Fig. 4), así como el Batolito de la Sierra Norte (BSN). Debido a la similitud de la problemática geológica en ambos mapas, así como en

la pequeña extensión de la hoja de Puebla de Guzmán, se ha decidido unificar ambos en un solo mapa con una sola memoria explicativa, al que se denomina como Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74).

Esta revisión se ha realizado principalmente sobre las hojas geológicas a escala 1:50.000 de Rosal de la Frontera (915), Aroche (916), Aracena (917), Santa Olalla de Cala (918) del MAGNA, y Almadén de la Plata (919), Paymogo (936), El Cerro de Andévalo (937), Nerva (938) y El Castillo de las Guardas (939) de la cartografía de la Junta de Andalucía, en las cuales se sitúa el contacto entre las zonas Surportuguesa (ZSP) y de Ossa-Morena (ZOM), y dentro de la primera el contacto entre el Dominio del Pulo do Lobo y la Faja Pirítica Ibérica.

Una vez realizada esta revisión se ha elaborado un mapa geológico a escala 1:200.000, con una leyenda cronoestratigráfica, simbología, cortes y esquemas regional y tectónico, según modelo elaborado por el IGME; así como una memoria explicativa del mismo. Se ha incluido también información complementaria (petrografía de láminas delgadas, análisis químicos, informes paleontológicos, etc.) informáticamente relacionada con el mapa (ver Anexos 6 y 7).

2.2.1.1.- Resultados principales obtenidos

Como resultados principales obtenidos durante la realización del mapa, cabe señalar que se ha avanzado en la interpretación del significado geodinámico del contacto entre las zonas de Ossa-Morena y Surportuguesa.

Así, el contacto entre el Dominio de Beja-Aracena de la ZOM y el del Pulo do Lobo de la ZSP, ha sido propuesto como una zona de sutura de la ZSP bajo la ZOM, relacionada con el cierre del Océano Rheico, habiendo sido interpretada la unidad de Anfibolitas de Beja-Acebuches, situada entre ambas zonas, como una unidad de sutura ofiolítica. Sin embargo Azor *et al.* (2008), han obtenido cuatro edades de U/Pb en circones mediante el método SHRIMP para los protolitos máficos de las rocas de esta unidad en Portugal y en España, que varían entre 332 ± 3 y 340 ± 4 Ma (Carbonífero inferior-Viseense), lo que implicaría, según estos autores, que esta unidad no puede ser considerada como una ofiolita perteneciente a la sutura del Océano Rheico, ya que este dominio oceánico se cerró presumiblemente durante el Devónico inferior.

Por otra parte, la existencia en Portugal, en la unidad Xistos de Moura de unidades alóctonas con metabasitas de afinidad MORB y esquistos de alta presión plantea el problema de una posible zona de sutura más antigua con vergencia contraria a la supuesta (Azor *et al.*, 2008). Hasta ahora en el sector español (Unidad de El Cubito y unidades situadas al sur del Macizo de Aracena) no se había encontrado metamorfismo de alta presión, con la excepción de una muestra situada en la Unidad de El Cubito en el sector español (en las cercanías de Carboneras, al NNE de Aracena), en la que se determinaron condiciones de alta presión y baja temperatura de metamorfismo para la asociación clorita-mica blanca-cloritoide (Booth Rea *et al.*, 2006).

Durante los trabajos llevados a cabo para la realización de esta hoja, se han revisado exhaustivamente las láminas delgadas de las hojas MAGNA existentes en los fondos documentales del IGME de la Unidad de El Cubito, resto del Macizo de Aracena y Pulo do Lobo, y se han tomado y estudiado nuevas muestras, algunas de ellas en Portugal, en el sector vecino de Beja-Alvito.

La revisión de muestras del MAGNA y de las nuevas muestras tomadas, ha puesto de manifiesto una presencia de asociaciones minerales de alta presión, como fengita-rutilo en la Unidad de El Cubito, y esquistos con porfiroblastos de albita y esquistos azules, en una banda del borde norte del sector del Macizo de Aracena situado al sur de la Unidad de El Cubito, donde hasta ahora no habían sido observadas. Por otra parte en el Antiforme del Pulo do Lobo, se han visto también asociaciones minerales de fengita-rutilo (a veces con granate) en la Fm Pulo do Lobo (s.s.), así como pseudomorfos de lawsonita en las anfibolitas del Antiforme de Los Ciries.

Además, sobre algunas láminas delgadas con minerales de posible alta presión se han realizado análisis de microsonda para su caracterización. Así mismo, se han analizado químicamente las metabasitas intercaladas en la Unidad de El Cubito para ver su afinidad geoquímica.

Por otra parte, otro de los temas de interés que se ha revisado en este sector septentrional es la relación entre la Fm Terena, de carácter turbidítico, datada en Portugal, mediante graptolitos y palinomorfos (Piçarra, 1996, 2000; Pereira *et al.*, 1998, 1999; Araujo *et al.*, 2006; Oliveira *et al.*, 2007; Rocha *et al.*, 2010; entre otros), como del Devónico inferior, y el posible cierre del Océano Rheico. En relación con este tema se han tomado muestras para el estudio de conodontos, en lentejones de calizas intercaladas en la Fm Terena inferior en el sector español, que no han aportado contenido paleontológico.

En el sector oriental donde se encuentra el Batolito de la Sierra Norte (hojas 939, 940 y 962), el problema principal es la relación entre las unidades de La Minilla y Las Pajanosas, deformadas previamente a la intrusión del BSN y los metasedimentos del Devónico superior que le rodean (Grupo PQ s.l.), entre si y con la Fm Pulo do Lobo y grupos Ferreira-Ficalho y Chança. Algunas muestras tomadas para su análisis por microsonda, en este sector, han mostrado en el afloramiento septentrional de la Unidad de Las Pajanosas, evidencias de un evento de recristalización de alta P.

Los datos tomados durante la realización de esta hoja han puesto de manifiesto la existencia de diferentes unidades, tanto de la ZOM como de la ZSP, que sufrieron un primer evento metamórfico de alta P/baja-intermedia T mientras formaban parte de un complejo de subducción dirigido hacia el SO. Esto ha dado lugar a una publicación (Rubio Pascual *et al.*, 2013; ver Anexo 14) en la que se propone un nuevo modelo de evolución geodinámica para el límite entre la ZOM y la ZSP (Fig. 5), que comenzaría con la subducción de la litosfera de Océano Rheico hacia el SO y cierre del mismo durante el Devónico inferior, generándose un arco volcánico y una cuenca trasera de arco. La convergencia continuaría durante el Devónico

medio y superior, dando lugar al cierre de la traseira de arco, a la subducción parcial del arco volcánico y a la subducción del margen continental más externo de Gondwana.

A este evento le sigue durante el Missisipiense inferior-medio un episodio de extensión transtensiva durante el que se deposita el CVS, siendo además la edad del protolito de la Anfibolita de Beja-Acebuches y de la intrusión del BSN. Hacia el final del Missisipiense, la corteza media y superior de la ZOM se emplaza hacia el S sobre la cuña colisional previa dando lugar a un nuevo cinturón de pliegues y cabalgamientos vergente al SO y una cuenca de *foreland* (Grupo Culm).

Estos resultados han sido incorporados a la memoria de la Hoja Geológica a escala 1:200.000.de Sevilla-Puebla de Guzmán.

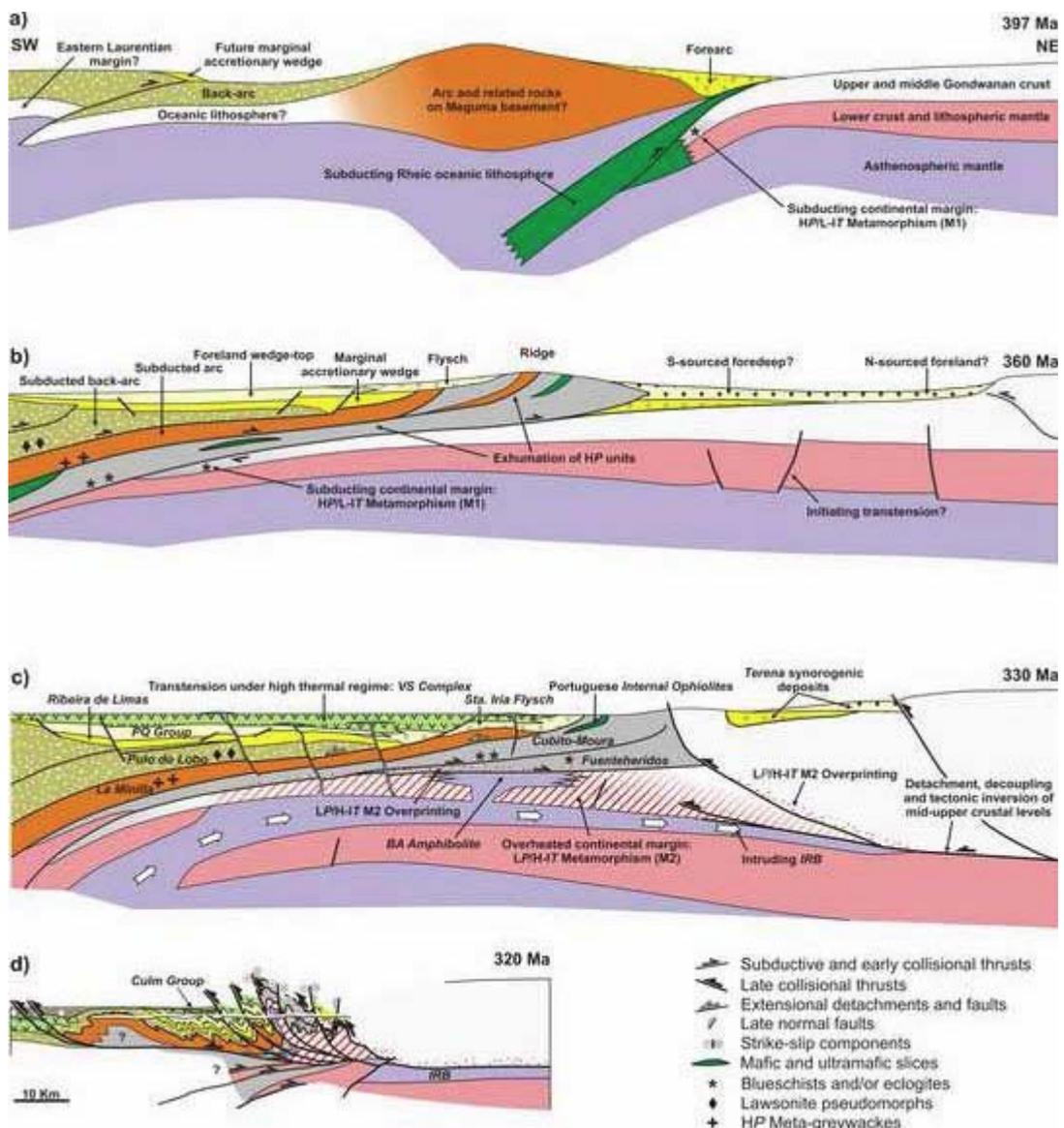
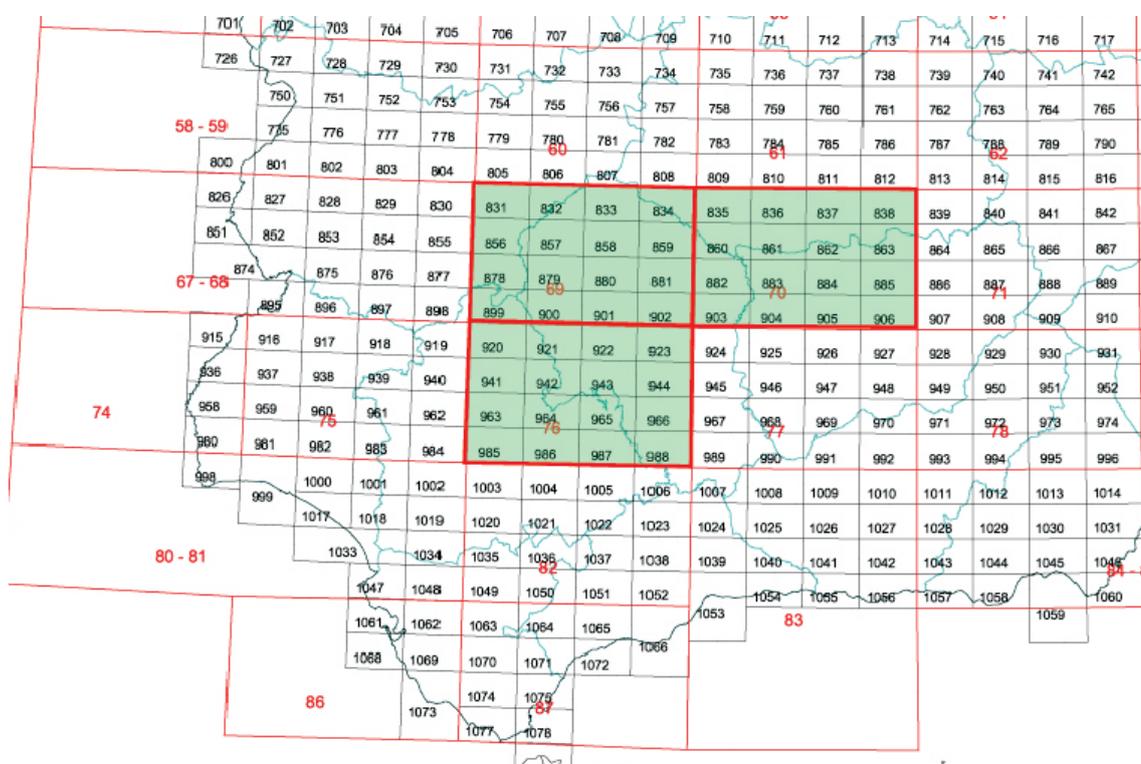


Fig. 5.- Etapas en la evolución del límite ZSP/ZOM según Rubio Pascual *et al.* (2013)

Se ha revisado también la cartografía de los materiales cenozoicos del Valle del Guadalquivir en los sectores S y SE de la hoja 1:200.000, que se extiende por parte de las hojas 961, 962, 980, 981, 982, 983 y la totalidad de la hoja 984.

2.2.2.- Mapas geológicos a escala 1:200.000 de Pozoblanco (69), Linares (70) y Córdoba (76)

Estas tres hojas geológicas a escala 1:200.000 cuya realización formó parte de un convenio anterior, constituyen, con la hoja de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74), un bloque de hojas contiguas con problemáticas geológicas similares entre varias de ellas (Figs. 4 y 6). Por otra parte la CEIC sugirió la conveniencia de que los mapas, digitalizados inicialmente en Microstation, estuvieran digitalizados en ArcGis 9.2.



homogenización, entre sí y con las vecinas de Córdoba y Sevilla-Puebla de Guzmán, y finalización.

En la hoja de Córdoba (76) se ha llevado a cabo la finalización y adaptación de la cartografía a la nueva normativa elaborada para ArcGis 9.2, subsanando los errores surgidos en este proceso y realizando correcciones geológicas finales para el encaje y homogenización de esta hoja con las vecinas de Pozoblanco (69) y Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74) principalmente. Por otra parte, se ha realizado también la finalización de la memoria explicativa, así como su case y homogenización con las vecinas de Pozoblanco Y Sevilla-Puebla de Guzmán.

Finalmente la cartografía geológica digitalizada en ArcGis 9.2 es sometida a un proceso de verificación topológica similar al del GEODE, obteniéndose tres mapas geológicos definitivos a escala 1:200.000, coherentes entre sí y en todo el bloque (con el de Sevilla-Puebla de Guzmán), con una leyenda cronoestratigráfica, simbología, cortes y esquemas regional y tectónico, según modelo elaborado por el IGME; así como tres memorias explicativas de los mismos. Se ha incluido también información complementaria (petrografía de láminas delgadas, análisis químicos, informes paleontológicos, etc.) informáticamente relacionada con los mapas (ver Anexos 8 a 13).

2.2.2.2.- Resultados principales obtenidos

Como resultados principales obtenidos durante la realización de los mapas, fundamentalmente de los de Linares (70) y Pozoblanco (69), cabe señalar que se ha avanzado en la interpretación del controvertido límite entre las zonas de Ossa-Morena y Centroibérica, habiéndose separado el Dominio de Obejo-Valsequillo de la Zona Centroibérica (DOV), del Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico (DCEG) en su sector más meridional,

Sus límites, basados en datos tomados durante la realización de estos mapas y publicados por Martín Parra *et al.* (2006) (ver Anexo 15), así como en la interpretación de los perfiles de Sísmica de Reflexión Profunda IBERSEIS (Simancas *et al.*, 2003) y ALCUDIA (Martínez Poyatos *et al.*, 2012; García Lobón *et al.*, en prensa), se han situado por el norte en la Falla de Puente Génave- Castelo de Vide y por el sur en la Unidad Central, y en concreto en la Falla de Matachel que la limita por el N (Fig. 7). La Falla de Puente Génave-Castelo de Vide lleva asociada a muro una zona de cizalla extensional con movimiento de bloque de techo hacia el S, mientras que la de Matachel tiene carácter transtensivo sinistro, hundiendo el bloque N. Entre ambas, se separa un nuevo dominio (DOV), con características bioestratigráficas, tectónicas y metamórficas, que le hacen diferente, tanto del DCEG de la Zona Centroibérica, como de la Zona de Ossa-Morena (Matas *et al.*, en prensa; Gutiérrez Marco *et al.*, en prensa), constituido por una Unidad Paraautóctona septentrional y unas Unidades Alóctonas meridionales, superpuestas mediante un cabalgamiento vergente al NE.

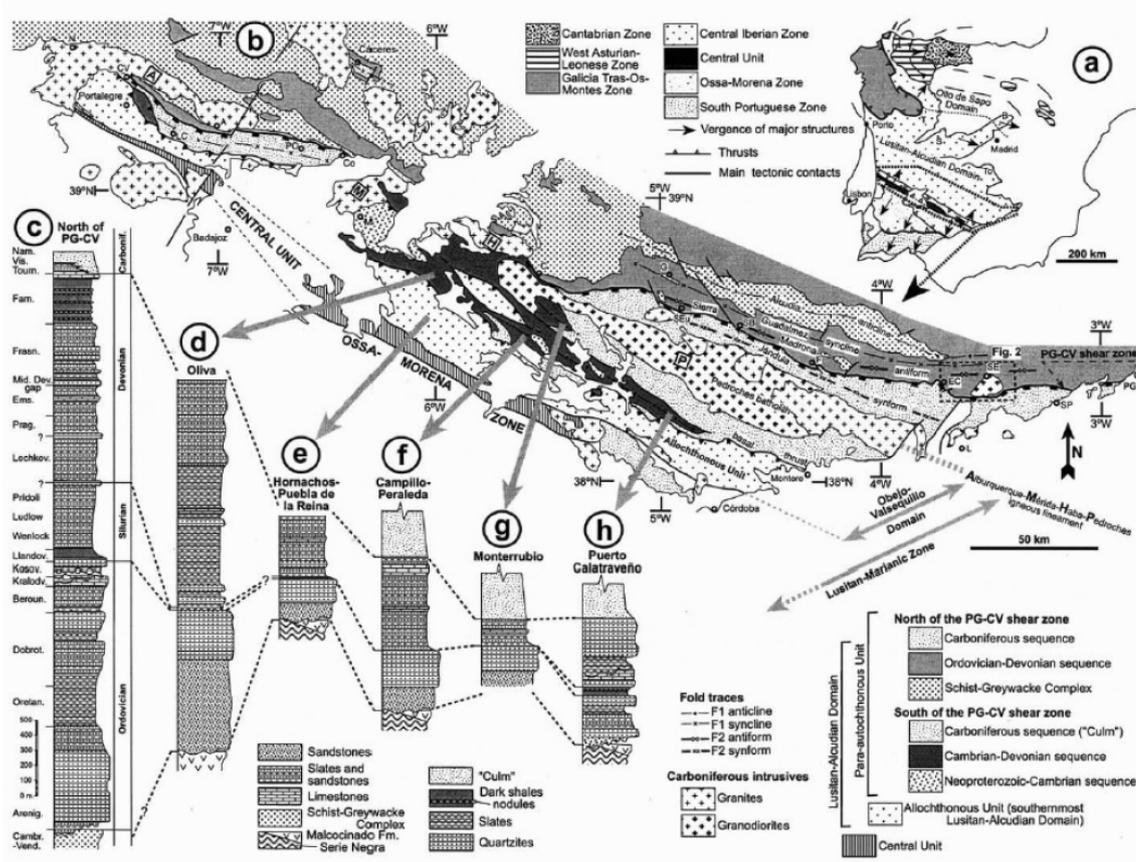


Fig. 7.- Situación de la Zona de Cizalla Puente Génave-Castelo de Vide (PG-CV shear zone) y estratigrafía del dominio meridional de la ZCI, situado entre esta y la Unidad Central (Central Unit), según Martín Parra *et al.* (2006)

Otro resultado digno de mención es la cartografía de un depósito olistostrómico de edad Serpukhoviense (Mississippense superior) situado en el sector SE de la hoja de Pozoblanco (69) y extremo SO de la de Linares (70), dentro de las Unidades Alóctonas del DOV, actualmente en proceso de publicación (Matas *et al.*, en prensa; Gutiérrez Marco *et al.*, en prensa). Está constituido por olistolitos entre los que está representado todo el Paleozoico inferior, en orden inverso de muro a techo ("montaña invertida"). Estos depósitos se relacionan como sinorogénicos, con una etapa compresiva de edad Brigantiense superior-Serpukhoviense, posterior a la etapa extensional que da lugar a los depósitos del Culm del Guadiato-Guadalbarbo, del Tournaisiense-Viseense.

3.- TRABAJOS QUE SE ENTREGAN

3.1.- GEODE

3.1.1.- Zonas 1500 (ZOM), 2500 (DOV) y 3100 (ZSP)

Se entrega un DVD actualizado con la última versión de la Cartografía Geológica y Leyendas de las Zonas del GEODE: 1500 (Zona de Ossa-Morena), 2500 (Dominio de Obejo-Valsequillo de la ZCI) y 3100 (Zona Sudportuguesa), así como Documentación auxiliar, etiquetado como BDMIN 051113 (Anexo 1).

El Informe Técnico del Anexo 2 explica la distribución y contenido de la información digital que se entrega.

3.1.2.- Zona 1400 (DCEG) y Hojas 1:50.000 del GEODE recortadas

Se entrega un DVD, etiquetado como BDMIN 030913, con la Cartografía Geológica de la Zona GEODE 1400 (Dominio del Complejo Esquisto-Grauváquico de la ZCI), recortada por el límite de de recorte acordado con la CEIC, con una Leyenda gráfica Sintética y una Descriptiva. Se incluye también, los MXD y Layers de todas las regiones del GEODE incluidas en Andalucía y alrededores, así como una actualización de las Librerías de Estilos (Anexo 3).

Por otra parte, el DVD incluye también los recortes por hojas a escala 1:50.000 de todas las hojas de Andalucía con una Leyenda Sintética para cada hoja.

El Informe Técnico del Anexo 4 explica la distribución y contenido de la información digital que se entrega.

3.2.- MAPAS GEOLÓGICOS A ESCALA 1:200.000

3.2.1.- Mapa geológico a escala 1:200.000 de Sevilla-Puebla de Guzmán (75-74)

Se entrega un DVD (Anexo 6) que incluye un pdf de la Memoria explicativa, así como del Mapa Geológico a escala 1:200.000 (Anexo 7); los ficheros digitales de los distintos elementos que componen el mapa y la Documentación Complementaria.

La organización de la información digital está articulada en formato GEODE, al que se le han añadido los elementos necesarios para recoger los cortes y esquemas.

La información complementaria se ha integrado con la cartográfica y aunque se ha procurado la homogeneidad a lo largo de todas las hojas, pueden existir algunas diferencias debido a la singularidad de los contenidos.

El Informe Técnico del Anexo 5 explica la organización y contenido de la información digital que se entrega.

Se han incluido también los metadatos de la hoja geológica conformes a la Directiva INSPIRE y a al Núcleo Español de Metadatos (NEM).

3.2.2.- Mapas geológicos a escala 1:200.000 de Pozoblanco (69), Linares (70) y Córdoba (76)

Se entregan tres DVD (Anexos 8, 10 y 12) que incluyen cada uno un pdf de la Memoria explicativa, así como del Mapa Geológico a escala 1:200.000 (Anexos 9, 11 y 13); los ficheros digitales de los distintos elementos que componen el mapa y la Documentación Complementaria.

La organización de la información digital está articulada en formato GEODE, al que se le han añadido los elementos necesarios para recoger los cortes y esquemas.

La información complementaria se ha integrado con la cartográfica y aunque se ha procurado la homogeneidad a lo largo de todas las hojas, pueden existir algunas diferencias debido a la singularidad de los contenidos.

El Informe Técnico del Anexo 5 explica la organización y contenido de la información digital que se entrega, tanto en estos mapas como en el de Sevilla-Puebla de Guzmán.

Se han incluido también los metadatos de las hojas geológicas conformes a la Directiva INSPIRE y a al Núcleo Español de Metadatos (NEM).

4.- BIBLIOGRAFÍA CITADA

ARAUJO, A. (1989). *Estrutura de uma geotransversal no rio Guadiana, entre Moura e Mourão*. Prova de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica. Dep. Geologia da Fac. Ciências de Lisboa.

ARAUJO, A.; PIÇARRA ALMEIDA, J.; BORREGO, J.; PEDRO, J. y OLIVEIRA, T. (2006). As regiões central e sul da Zona de Ossa-Morena. Em: *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria* (Dias, R., Araújo, A., Terrinha, P. e Kullberg, Editores). Univ. Évora, Évora: 151-172.

ARMENDÁRIZ DUFUR, M. (2008). *Génesis y evolución tectonosedimentaria de la parte meridional de la cuenca Mississipiense de Los Pedroches (SO del Macizo Ibérico): implicaciones paleogeográficas*. Tesis Doctoral, Univ. Complutense: 451 pp.

AZOR, A. (1994). *Evolución tectonometamórfica del límite entre las zonas Centroibérica y de Ossa-Morena (Cordillera Varisca, SO de España)*. Tesis Doctoral, Univ. Granada: 295pp

AZOR, A.; RUBATTO, D.; SIMANCAS, F.; GONZÁLEZ LODEIRO, F.; MARTÍNEZ POYATOS, D.; MARTÍN PARRA, L.M. y MATAS, J. (2008). Rheic Ocean ophiolitic remnants in southern Iberia questioned by SHRIMP U-Pb zircon ages on the Beja-Acebuches amphibolites. *Tectonics*, 27, TC5006, doi: 10.1029/2008TC002306, 2008.

BOOTH-REA, G.; SIMANCAS, F.; AZOR, A.; AZAÑÓN, J.M.; GONZÁLEZ LODEIRO, F. y FONSECA, P. (2006). HP-LT Variscan metamorphism of the Cubito schists (Ossa-Morena Zone, southern Iberia). *C. R. Geoscience*, 338: 1260–1267.

EXPÓSITO RAMOS, I. (2000). *Evolución estructural de la mitad septentrional de la Zona de Ossa-Morena y su relación con el límite Zona de Ossa-Morena/Zona Centroibérica*. Tesis Doctoral, Univ. Granada, 296 pp.

GARCÍA LOBÓN, J.L.; REY MORAL, C.; AYALA, C.; MARTÍN PARRA, L.M.; MATAS, J. y REGUERA, M.I. (en prensa). Regional structure of the southern segment of Central Iberian Zone (Spanish Variscan Belt) interpreted from potential field images and 2.5 D modelling of ALCUDIA gravity Transect. *Tectonophysics*

GARCÍA NAVARRO, E. (2000). *Análisis de poblaciones de fallas en el extremo suroccidental de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral, Univ. Huelva: 225 pp.

GUTIÉRREZ MARCO, J.C.; SARMIENTO, G.N. y RÁBANO, I. (en prensa). Un olistostroma con cantos y bloques del Paleozoico inferior en la cuenca carbonífera del Guadalmellato (Córdoba). Parte II: Bioestratigrafía y afinidades paleogeográficas. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, (volumen especial en Homenaje a Juan Antonio Vera Torres).

MARTÍN PARRA, L.M. (2003). *Geometría y cinemática de la Zona de Cizalla Extensional Santa Elena-Puente Génave entre El Centenillo y el Río Guarrizas (Sierra Morena Oriental, Norte de la provincia de Jaén)*. Seminario de Investigación, Univ. Granada, 59 pp

MARTÍN PARRA, L.M.; GONZÁLEZ LODERO, F.; MARTÍNEZ POYATOS, D. y MATAS, J. (2006). The Puente Génave-Castelo de Vide Shear Zone (southern Central Iberian Zone, Iberian Massif): geometry, kinematics and regional implications. *Bull. Soc. geol. Fr.*, 177(4): 191-202.

MARTÍNEZ CATALÁN, J.R.; MARTÍNEZ POYATOS, D. y BEA, F. (Coords.) (2004). Zona Centroibérica. Introducción. En: *Geología de España* (J.A. Vera, Ed.), SGE-IGME, Madrid: 68-69.

MARTÍNEZ POYATOS, D. (1997). *Estructura del borde meridional de la Zona Centroibérica y su relación con el contacto entre las Zonas Centroibérica y de Ossa-Morena*. Tesis Doctoral, Univ. Granada: 222 pp (publ. Lab. Xeol. Laxe, *Nova Terra*, 18., 2002)

MARTÍNEZ POYATOS, D.; CARBONELL, R.; PALOMERAS, I.; SIMANCAS, J.F.; AYARZA, P.; MARTÍ, D.; AZOR, A.; JABALOY, A.; GONZÁLEZ CUADRA, P.; TEJERO, R.; MARTÍN PARRA, L.M.; MATAS, J.; GONZÁLEZ LODERO, F.; PÉREZ ESTAÚN, A.; GARCÍA LOBÓN, J.L. y MANSILLA, L. (2012). Imaging the crustal structure of the Central Iberian

Zone (Variscan Belt): The ALCUDIA deep seismic reflection transect. *Tectonics*, 31, TC3017, doi:10.1029/2011TC002995.

MATAS, J.; MARTÍN PARRA, L.M. y MONTES SANTIAGO, M.J. (en prensa). Un olistostroma con cantos y bloques del Paleozoico inferior en la cuenca carbonífera del Guadalmellato (Córdoba). Parte I: Estratigrafía y marco geodinámico varisco. *Revista de la Sociedad Geológica de España*, (volumen especial en Homenaje a Juan Antonio Vera Torres).

OLIVEIRA, J.T.; PEREIRA, Z. y PIÇARRA, J.M. (2007). Palynostratigraphy of the Lower Devonian Succession, Barrancos Region, Ossa Morena Zone. In: *Palynostratigraphic contributions to the understanding Ossa Morena and South Portuguese Zone Geology, Portugal*. CMIP Lisbon'07. Joint Meeting of Spores/Pollen and acritarch Subcommissions. Post meeting Field-trip, 27-28 September 2007: 13-22.

PEREIRA, Z.; PIÇARRA, J. M. y OLIVEIRA, J. T. (1998). Palinomorfos do Devónico inferior da região de Barrancos (Zona de Ossa Morena). Actas do V Congresso Nacional de Geologia, *Comunicações do Instituto Geológico e Mineiro*, 84: A 18-21.

PEREIRA, Z.; PIÇARRA, J.M. y OLIVEIRA, J.T. (1999). Lower Devonian palynomorphs from the Barrancos region, Ossa Morena Zone, Portugal. *Boll. Soc. Paleontologica Italiana*, 38(2-3): 239-245.

PEREIRA, M.F.; SOLÁ, R.; CHICHORRO, M.; LOPES, L.; GERDES, A. y SILVA, J.B. (2012a). North-Gondwana assembly, break-up and paleogeography: U-Pb isotope evidence from detrital and igneous zircons of Ediacaran and Cambrian rocks of SW Iberia. *Gondwana Research*, 22: 866-881.

PIÇARRA, J. M. (1996). Nota sobre a descoberta de graptólitos do Devónico inferior na Formação de Terena, em Barrancos (Zona de Ossa Morena). In: A. V. Araújo, M. F. Pereira (eds.) *Estudo sobre a Geologia da Zona de Ossa Morena (Maciço Ibérico)*. Livro de homenagem ao Professor Francisco Gonçalves, Universidade de Évora: 27-36.

PIÇARRA, J.M. (2000). *Estudo estratigráfico do sector de Estremoz-Barrancos, Zona de Ossa-Morena, Portugal*. Ph. D. Thesis, Univ. Évora, Portugal, vol.1, 95 p.; vol. 2, 173 p. (inérita).

ROCHA, R.; PEREIRA, Z. y ARAUJO, A. (2010). Novos dados bioestratigráficos (miosporos) na Formação de Terena - Implicações para a interpretação estrutural (Rio Ardila, Barrancos). VIII Congresso Nacional de Geologia, *e-Terra*, 17 (16): 1(4)-4(4).

RUBIO PASCUAL, F.J.; MATAS, J. y MARTÍN PARRA, L.M. (2013). High-pressure metamorphism in the Early Variscan subduction complex of the SW Iberian Massif. *Tectonophysics*, 592: 187-199.

SIMANCAS, F.; CARBONELL, R.; GONZÁLEZ LODEIRO, F.; PÉREZ ESTAÚN, A.; JUHLIN, C.; AYARZA, P.; KASHUBIN, A.; AZOR, A.; MARTÍNEZ POYATOS, D.; ALMODÓVAR, G.R.; PASCUAL, E.; SÁEZ, R. y EXPÓSITO, I. (2003). Crustal structure of the transpressional Variscan orogen of SW Iberia: SW Iberia deep seismic reflection profile (IBERSEIS). *Tectonics*, 22 (6), 1062, doi:10.1029/2002TC001479, 2003.

5.- ANEXOS