

EDICIÓN A CARGO DE SEDPGYM



POZO VERTICAL DE LA MINA DE ARNAO (CASTRILLÓN, ASTURIAS)

EDITOR: JOSE M. MATA – PERELLÓ

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO COMO MOTOR DEL DESARROLLO LOCAL

ACTAS DEL XIV CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE
PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO.
XVIII SESIÓN CIENTÍFICA DE LA SEDPGYM

CASTRILLÓN (ASTURIAS, ESPAÑA), 2013

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO COMO MOTOR DEL DESARROLLO LOCAL

ACTAS DEL XIV CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE
PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO.
XVIII SESIÓN CIENTÍFICA DE LA SEDPGYM

CASTRILLÓN (ASTURIAS, ESPAÑA) 2013

**SEDPGYM
2014**

José María Mata-Perelló.

El Patrimonio geológico y minero como motor del desarrollo local. SEDPGYM, Manresa, 2014.

764 páginas.

ISBN: 978-99920-1-771-5.

© SEDPGYM, 2014.

Las siguientes Actas comprenden los trabajos que se han presentado en el *XIV CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO. (XVIII SESIÓN CIENTÍFICA DE LA SEDPGYM)*, celebrado en Piedras Blancas, Castrillón (Asturias, España), del 12 al 15 de septiembre de 2013.

Foto de la portada:

Castillete de la Mina de Arnao (Castrillón, Asturias), acceso al Museo minero.

I. PRÓLOGO

En 2013, Asturias ha sido de nuevo la anfitriona del Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero que, desde 1996 y con periodicidad anual, organiza la Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero (SEDPGYM) en colaboración con sus socios y patrocinadores locales. Nuestra sociedad ha vuelto a Asturias renovando su compromiso con esta tierra tan minera que no es sino el resultado de una geología variada y espectacular, muy rica en patrimonio de importancia mundial. En 2007 nos acogió la Escuela de Minas de Mieres, situada en el corazón de la Cuenca Carbonífera Asturiana, en donde tuvimos oportunidad de apreciar sus instalaciones y la importante labor docente e investigadora que estaban llevando a cabo. Esta vez, SEDPGYM ha acudido a Castrillón, emblemático lugar que albergó una de las escasas explotaciones subterráneas de carbón existentes en el mundo cuyas galerías se adentran bajo el fondo del mar. Se trata de la mina de Arnao, explotación que contribuyó decisivamente a crear un importante foco de riqueza aportando su carbón al beneficio del cinc de la mano de la Real Compañía Asturiana de Minas. Y tan importante fue esta mina para Asturias que la reina Isabel II y su marido, Francisco de Asís, la visitaron en 1858 como muestra del apoyo de la Corona a la Real Compañía, por aquel entonces motor del desarrollo industrial asturiano. En la actualidad la mina está inactiva pero una parte de su pozo y de sus galerías y edificaciones han sido rehabilitadas para formar con ellas el Museo de la Mina de Arnao, iniciativa promovida y puesta en práctica por los dos coorganizadores locales del congreso, el Ayuntamiento de Castrillón y SADIM.

El presente libro recoge los trabajos presentados en la reunión que nos ocupa, el XIV Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero, XVIII Sesión Científica de SEDPGYM, celebrado en Piedras Blancas (Castrillón, Asturias) del 12 al 15 de septiembre de 2013. El lema del congreso, “El patrimonio geológico y minero como motor del desarrollo local”, que se ha elegido como título de la presente recopilación, es indicativo de los beneficios que puede proporcionar -y de hecho proporciona en muchos lugares de Europa y América- la utilización racional y sostenible de este tipo de patrimonio, unas veces de origen natural y otras creado por la mano del hombre. Los cuarenta y cinco trabajos que forman este libro de más de setecientas páginas, demuestran la preocupación de los miembros de SEDPGYM y de otros expertos nacionales e internacionales que nos han acompañado, por el estudio de los aspectos patrimoniales asociados a la geología y la minería. Se han agrupado en diversas secciones temáticas como son el Patrimonio Geológico, el Patrimonio

Minero, la Arqueología e Historia de la Minera y la Didáctica y la Recuperación del Patrimonio.

El texto que se presenta constituye una nueva aportación de SEDPGYM al conocimiento actual del patrimonio geológico y minero de España y otros países. Con ello, la sociedad mantiene vivo y pujante su compromiso estatutario de promover, difundir y coordinar actividades encaminadas al estudio, inventario, protección, conservación y restauración del patrimonio geológico y minero-metalúrgico, iniciativas que se han mantenido desde su fundación en 1995.

No puede faltar mi agradecimiento a los socios coorganizadores locales (Ayuntamiento de Castrillón y SADIM) por su total colaboración y el efectivo trabajo realizado; también a los ponentes y a los responsables de las interesantes visitas guiadas que se han ofertado a los inscritos pues todos ellos han hecho posible el presente congreso. Asimismo vaya mi reconocimiento a las empresas e instituciones que nos han apoyado (Asturiana de Zinc, S.A., HUNOSA y Universidad de Oviedo) y que, con ello, han contribuido al conocimiento, difusión, rehabilitación y conservación del patrimonio geológico y minero en su sentido más amplio.

Para terminar este prólogo, desearía recordar las conclusiones del congreso que, agrupadas bajo la denominación de “Manifiesto de Castrillón”, fueron leídas en su clausura recogiendo las propuestas y sugerencias habidas durante el mismo.

1. Con objeto de salvaguardar tanto el patrimonio geológico como el minero es necesario que ambos se incluyan en la ordenación territorial.
2. La catalogación de un bien patrimonial como BIC no garantiza su protección por lo que se hace un llamamiento a las autoridades para que vigilen y exijan el cumplimiento de la normativa existente al respecto.
3. Tanto las cuevas turísticas como las minas musealizadas deben salvaguardar la seguridad de sus visitantes, que en 2011 alcanzaron los seis millones de personas en España.
4. La catalogación e inventario de los elementos patrimoniales debe hacerse contando con los más modernos medios electrónicos existentes a fin de aprovechar las ventajas que ofrecen, tanto en consulta directa como combinando información en SIG.
5. Las canteras disponen de un importante patrimonio geológico y minero que debe ser conservado.
6. El paisaje minero es un valor añadido a considerar en la evaluación del patrimonio geológico y minero de un lugar.
7. La llegada a España del concepto de custodia patrimonial es un hecho aunque, debido a la actual coyuntura económica, posiblemente habrá que esperar varios años para su implantación efectiva.

Enrique Orche, Presidente de SEDPGYM

II. TABLA DE CONTENIDOS

IIa.
COMUNICACIONES DEL BLOQUE 1. PATRIMONIO GEOLÓGICO
p. 015

IIb.
COMUNICACIONES DEL BLOQUE 2. PATRIMONIO MINERO
p. 151

IIc. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 3. RECUPERACIÓN,
VALORIZACIÓN Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO MINERO
p. 469

IId. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 4. DIDÁCTICA Y
PEDAGOGÍA DEL PATRIMONIO
p. 507

IIe. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 5. HISTORIA Y
ARQUEOLOGÍA DEL PATRIMONIO
p. 547

IIa. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 1: PATRIMONIO GEOLÓGICO

GPG 1 ARNAO COMO CENTRO DEL PARQUE GEOLÓGICO DE LA REGIÓN DE CABO PEÑAS. <i>M. ARBIZU, I. MÉNDEZ-BEDIA, P. BUSQUETS, A. PÉREZ-ESTÁUN, D. ÁLVAREZ-LAÓ Y P. TURRERO</i>	17
GPG 2 EL GLOBAL GEOSITE SK004 PICOS DE EUROPA (ESPAÑA). CARACTERIZACIÓN DE LOS SISTEMAS KÁRSTICOS Y CATÁLOGO DE FORMAS PARA SU EVALUACIÓN COMO PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO. <i>D. BALLESTEROS, M. JIMÉNEZ-SÁNCHEZ, M. J. DOMÍNGUEZ-CUESTA, J. GARCÍA-SANSEGUNDO, M. MELÉNDEZ</i>	33
GPG 3 ANÁLISIS DEL APROVECHAMIENTO DIDÁCTICO EN MÉTODOS DE VALORACIÓN DE LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO. <i>H. BAZÁN</i>	53
GPG 4 CUEVA VICTORIA: PROYECTO DE RECUPERACIÓN DEL ENTORNO MINERO, ESPELEOLÓGICO Y PALEONTOLÓGICO. <i>LUIS GIBERT BEOTAS, JESÚS LÓPEZ LÓPEZ, ANTONIO MÁRMOL ORTUÑO, ANDRÉS ROS VIVANCOS.</i>	67
GPG 5 LA SAL, ÚNICA PIEDRA COMESTIBLE: LAS CATAS DE SAL COMO HERRAMIENTA DE DIVULGACIÓN DEL PATRIMONIO GEOLÓGICO. <i>K. HUESO Y J.-F. CARRASCO</i>	81
GPG 6. UN NUEVO CONTEXTO GEOSITES EN LA COSTA CANTÁBRICA. PROPUESTA DE LUGARES DE INTERÉS GEOMORFOLÓGICO EN LA COSTA ASTURIANA. <i>L. ADRADOS y M. MONGE-GANUZAS</i>	91
GPG 7 LA DEGRADACIÓN PAISAJÍSTICA DEL PATRIMONIO GEOMORFOLÓGICO DE LA REGIÓN VOLCÁNICA CENTRAL DE ESPAÑA (CIUDAD REAL, ESPAÑA, SW EUROPA). <i>M. A. POBLETE, J. RUIZ, S. BEATO, J. L. MARINO, C. GARCÍA</i>	113
GPG 8 RECORRIDO DIDÁCTICO POR LOS LIGs DEL CAMPO DE CALATRAVA COMO RECURSO PARA LA VALORIZACIÓN Y DIVULGACIÓN DE SU PATRIMONIO GEOVOLCÁNICO. <i>M. A. POBLETE, J. RUIZ, S. BEATO, J. L. MARINO, C. GARCÍA</i>	131

IIb. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 2: PATRIMONIO MINERO

PM 01 A “DÍVIDA METÓDICA” E A <i>MINEIRA DO LENA</i> (PORTUGAL). J. M. BRANDÃO y J. M. MATA-PERELLÓ	153
PM 02 LA MINERÍA Y LA MINERALOGIA EN ELGEOPARC DE LA CATALUNYA CENTRAL (PARC GEOLÒGIC I MINER DE LA CATALUNYA CENTRAL). J.M. MATA – PERELLÓ y F. CLIMENT COSTA	173
PM 03 COMPAÑÍA ESPAÑOLA DE MINAS DEL RIF. EMILIO LÓPEZ – JIMENO CARRASCO	187
PM 04 LA RESTAURACIÓN DEL <i>SALÍ DE CAMBRILS</i> . SU PAPEL EN LA RUTA DE LA SAL Y EN EL PARQUE GEOLÓGICO Y MINERO DEL SOLSONÈS – ALT URGELL (PIRINEOS, CATALUNYA) VILALTELLA FARRÀS, J.; PUIG ORIOL, J.S.; MONTANER GARCÍA, P. y SANZ BALAGUÉ, J.	205
PM 05 LAS CAVERNAS CUARCÍTICAS CON EVIDENCIAS MINERAS EN LA FRANCA (CONCEJO DE RIBADEDEVA), PARADIGMA DE "CAVERMINAS" EN LA COSTA ORIENTAL DE ASTURIAS. PEDRO FANDOS.....	217
PM 06 LAS RUTAS DE LOS CASTILLETES EN LA CUENCA CENTRAL ASTURIANA (II DE IV). LA RUTA DE LOS ORÍGENES. PEDRO FANDOS RODRÍGUEZ Y JOSÉ ANTONIO DE SAN ANTONIO ESCRIBANO	233
PM 07 LAS RUTAS DE LOS CASTILLETES EN LA CUENCA CENTRAL ASTURIANA (III DE IV). LA RUTA DE SANTA BÁRBARA. PEDRO FANDOS RODRÍGUEZ Y JOSÉ ANTONIO DE SAN ANTONIO ESCRIBANO Y TXEMA ORDÓÑEZ.....	253
PM 08 EL PATRIMONIO MINERO DEL VALLE DE ALCUDIA. (CIUDAD REAL). UN PATRIMONIO OLVIDADO. L.MANSILLA, A.I. GALLEGU-PRECIADOS	273
PM 09 LA SIERRA DE LA MINA (TOTANA, MURCIA). EJEMPLO DE UNA EXPLOTACIÓN SECUNDARIA. CARLOS MARTÍNEZ MARTÍNEZ	289
PM 10 LA RECUPERACIÓN DE LAS MINAS DE YESO DE VALLE DE TABLADILLO (SEGOVIA) PARA SU USO TURÍSTICO Y DIDÁCTICO: PRIMEROS PASOS DEL PROYECTO. F. PEDRAZUELA, J.M. MATA-PERELLÓ, J. LOBO, M. PEÑA, J. DÍAZ, L.M. POZA, J. POZA, A. ARRIBAS, O. CABESTRERO, M. DE PABLOS, A. DÍEZ-	

HERRERO, P. FONT, T. GIL, S. HERRERO, G. LOZANO, E. PEÑALOSA, N. SACRISTÁN, J. VEGAS, D. ÁLVAREZ-ALONSO, M. DE ANDRES, G. HERRERO, L.M. MOTA-ÁLVAREZ 305

PM 11 FERROCARRIL MINERO ANDORRA-ESCATRÓN, 60 ANIVERSARIO: FIN Y EVOLUCIÓN DE LA TRACCIÓN VAPOR EN ANCHO IBÉRICO. *ANTONIO PIZARRO LOSILLA*..... 319

PM 12 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA APLICADO A LA GESTIÓN DE MINAS Y CUEVAS TURÍSTICAS DE LA UNIÓN EUROPEA. *L. SANMIQUEL PERA; D. PARCERISA DOUCASTELLA; P. ALFONSO ABELLA; J. OLIVA MONCUNILL; C. VINTRÓ; M. FREIJÓ; M. BASCOMPTE; J.M. MATA-PERELLÓ* 345

PM 13. “LA CONSTANTE”, FABRICA DE BENEFICIO DE MINERALES DE PLATA. *ANTONIO MIGUEL TRALLERO SANZ, FRANCISCO MAZA VÁZQUEZ, GLORIA VIEJO IBARRA, ANA PARRA BODEGA* 363

PM 14 LAS SALINAS DE ATIENZA. *ANTONIO MIGUEL TRALLERO SANZ* 381

PM 15. PAISAJES DE LA MINERÍA DE PLOMO EN ANDALUCÍA. *R. VERNON*403

PM 16 LOUSAL, PORTUGAL: PATRIMÓNIO GEOLÓGICO E MINEIRO ASSOCIADO A UMA ANTIGA MINA DA FAIXA PIRITOSA IBÉRICA. *M. OLIVEIRA, T. FERREIRA, J.M.R.S. RELVAS, A.M.M. PINTO, J.X. MATOS* 419

PM 17 DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO MINERO DE LA COMARCA VALENCIANA DEL RINCÓN DE ADEMUZ / RACÓ D’ADEMUS. *J.M. MATA – PERELLÓ, P. ALFONSO ABELLA, F. CLIMENT COSTA, D. PARCERISA DOUCASTELLA, J. VILALTELLA FARRÀS* 439

PM 18 DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO MINERO DE LA COMARCA VALENCIANA DEL VALLE DE COFRENTES – AYORA. *J.M. MATA – PERELLÓ, P. ALFONSO ABELLA, F. CLIMENT COSTA, D. PARCERISA DOUCASTELLA, J. VILALTELLA FARRÀS* 445

PM 19 DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO MINERO DE LA COMARCA VALENCIANA DE LOS SERRANOS. *J.M. MATA – PERELLÓ, P. ALFONSO ABELLA, F. CLIMENT COSTA, D. PARCERISA DOUCASTELLA, J. VILALTELLA FARRÀS* 453

PM 20 DATOS PARA EL CONOCIMIENTO DEL PATRIMONIO MINERO DE LA COMARCA VALENCIANA DE LA PLANA DE UTIEL. *J.M. MATA – PERELLÓ, P. ALFONSO ABELLA, F. CLIMENT COSTA, D. PARCERISA DOUCASTELLA, J. VILALTELLA FARRÀS* 461

IIc. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 3: RECUPERACIÓN, VALORIZACIÓN Y PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO MINERO

RVPM 1 LA PROTECCIÓN LEGAL DE LOS ESPACIOS MINEROS. ALGUNAS REFLEXIONES DESDE UNA PERSPECTIVA HISTÓRICA ARQUEOLÓGICA. M. GENERA i MONELLS	471
RVPM 2 GPI: GESTIÓN PATRIMONIAL INTEGRAL. T.J. GONZÁLEZ GARCÍA, A. FIEGO RAMOS	487

IId. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 4: DIDÁCTICA Y PEDAGOGÍA DEL PATRIMONIO

DPP 1, PROYECTO DE CREACIÓN DE UN AULA PEDAGÓGICA Y CENTRO DE INTERPRETACIÓN SOBRE LAS FORMAS DE VIDA DE LAS POBLACIONES MINEROMETALÚRGICAS DE LA CUENCA DEL PRIORAT, TARRAGONA (S. X aC.- VI dC.). M. GENERA I MONELLS	509
DPP 2. EDUCACIÓN Y PATRIMONIO MINERO. ANÁLISIS DE LA EFICACIA DEL PROGRAMA DIDÁCTICO DEL MUSEO DE LA MINERÍA DEL PAÍS VASCO. I. GILLATE	527

IIe. COMUNICACIONES DEL BLOQUE 5: HISTORIA Y ARQUEOLOGÍA DEL PATRIMONIO

HAP 01 ARQUEOMINERÍA EN AMBIENTES KÁRSTICOS II. EL LABOREO TARDORROMANO DE LA ALMAGRA EN LA CUEVA DE LA PLATA, MAZARRÓN (MURCIA). J. BELLÓN AGUILERA, J. CASCALES BELCHI, J. RUBIO CASCALES	549
HAP 02. ARQUEOMINERÍA EN AMBIENTES KÁRSTICOS I. EVIDENCIAS DEL LABOREO DE LA CALCITA DURANTE LA PREHISTORIA RECIENTE. LA SIMA DE LA SERRATA EN MORATALLA (MURCIA).). J. BELLÓN AGUILERA, J. CASCALES BELCHI, J. RUBIO CASCALES	565
HAP 03 YACIMIENTOS PRIMARIOS DE ORO EN OMAÑA (LEÓN-ESPAÑA): MINAS Y CANALES ROMANOS EN EL VALLE GORDO. M. L. GONZÁLEZ, R. MATÍAS	583
HAP 04. ITINERARIO CULTURAL POR LOS CANALES ROMANOS DE LAS MÉDULAS (LEÓN-ESPAÑA). R. MATÍAS, M.L. GONZÁLEZ	603
HAP 05. MINERÍA AURÍFERA ROMANA EN EL ÁREA SALIENTES-VILLABLINO (LEÓN-ESPAÑA). R. MATÍAS	631
HAP 06. LA EXPLOTACIÓN DEL ORO EN EL PAÍS DE LOS FARAONES NEGROS: DE KHARTUM AL WADI ALLAQUI. X. SERRA I CASTELLA	649
HAP 07. LA ESCUELA MANJONIANA DEL “AVE MARÍA” DE ARNAO. SU PASADO: UN SIGLO DE HISTORIA. E. GARCÍA LÓPEZ y M. ARBIZU SENOSIÁIN.....	669
HAP 08. LA ESCUELA MANJONIANA DEL “AVE MARÍA” DE ARNAO. SU FUTURO: INTERÉS PARA LA REGIÓN DE CABO PEÑAS. M. ARBIZU SENOSIÁIN E. GARCÍA LÓPEZ, E. GARCÍA VÁZQUEZ, M. JIMÉNEZ SÁNCHEZ, B. LÓPEZ MARTÍNEZ y A. ROCA MARTÍNEZ	689
HAP 09. CARTOGRAFÍA DE LAS SALINAS DE GUADALAJARA EN LOS SIGLOS XVI A XVIII. J.-F. CARRASCO Y K. HUESO	707
HAP 10. GUILLERMO SCHULZ Y LA REAL COMPAÑÍA ASTURIANA DE MINAS DE CARBÓN. P. GONZÁLEZ-PUMARIEGA	713

**HAP 11. LA CREACIÓN DEL TALLER DE ZINGUEROS DE LA REAL COMPAÑÍA
ASTURIANA DE MINAS EN ARNAO. S. GARCIA 735**

**HAP 12. EL MEGALITISMO EN LOUSAL: UN EXEMPLO DE PUESTA EN VALOR
DEL PATRIMONIO MINERO, GEOLÓGICO Y ARQUEOLÓGICO. N. INÁCIO,
T.FERREIRA, M. OLIVEIR¹, A.M.M. PINTO, J.M.R.S. RELVAS..... 743**

RECORRIDO DIDÁCTICO POR LOS LUGARES DE INTERÉS GEOLÓGICO DEL CAMPO DE CALATRAVA COMO RECURSO PARA LA VALORIZACIÓN Y DIVULGACIÓN DE SU PATRIMONIO VOLCÁNICO

EDUCATIONAL ITINERARY BY THE GEOSITES OF THE CAMPO DE CALATRAVA AS A RESOURCE FOR THE VALUATION AND POPULAR SCIENCE OF ITS VOLCANIC HERITAGE

M. A. POBLETE, J. RUIZ, S. BEATO, J. L. MARINO, C. GARCÍA

DEPARTAMENTO DE GEOGRAFÍA. FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS. CAMPUS DEL MILAN. UNIVERSIDAD DE OVIEDO. AVDA. TTE. ALFONSO MARTINEZ, S/N. 33011-OVIEDO. ESPAÑA. mpoblete@uniovi.es

RESUMEN: Se elabora un itinerario pedagógico por los principales lugares de interés geológico (LIG) del Campo de Calatrava, con el objetivo de divulgar a la sociedad y a la comunidad educativa el elevado valor científico y paisajístico de su patrimonio volcánico. En concreto, el Campo de Calatrava es la zona de mayor interés geomorfológico de la Región Volcánica Central de España, merced a la variedad de formas y tipologías de volcanes, en especial, por la abundancia de maares o cráteres de explosión. En efecto, el recorrido muestra la diversidad de geoformas y su potencial didáctico, destacando los diversos tipos de volcanes, en concreto, *cinder cones*, domos extrusivos y *maares*; así como encostramientos ferruginosos pleistocenos, yacimientos paleontológicos e incluso manantiales termales conocidos popularmente como hervideros. El itinerario se desarrolla alrededor de la Sierra de Medias Lunas, esto es, cerca de Ciudad Real capital y Valverde de Calatrava, conmemorando así el centenario de la primera expedición efectuada por Eduardo Hernández Pacheco y sus discípulos, Gómez de Llanera y Royo Gómez, al Campo de Calatrava; lo que supuso el respaldo definitivo para su reconocimiento científico. En definitiva, el Campo de Calatrava es el verdadero museo natural de las formas volcánicas que debemos cuidar y preservar para las futuras generaciones y su valor didáctico lo convierte en una indiscutible escuela volcánica.

PALABRAS CLAVE: Itinerario didáctico, Lugares de Interés Geológico, patrimonio volcánico, Campo de Calatrava, Ciudad Real.

ABSTRACT: A pedagogical itinerary by major geosites of the Campo de Calatrava is carried out in order to disseminate to society and to the educational community the high scientific and landscape value of its geovolcanic heritage. Specifically, the Campo de Calatrava is the area of greatest geomorphological interest due to its variety of landforms and types of volcanoes, especially for the abundance of maars or explosion craters. Indeed, the route shows the diversity of landforms and their educational potential, highlighting the different types of volcanoes such as cinder cones, extrusive domes and maars. There are also Pleistocene ferruginous encrustations (glacis crusts, terrace crusts, etc.), paleontological sites and hot springs. The route goes around the Medias Lunas Ridge near Ciudad Real and Valverde de Calatrava, to commemorate the centenary of the first expedition carried out by Eduardo Hernández-Pacheco and his disciples at Campo de Calatrava, which marked the final backing for its scientific recognition. In short, the Campo de Calatrava Volcanic Field is the true natural museum of volcanic landforms we must care for and preserve for future generations and its educational value makes it the undisputed volcanic school.

KEY WORDS: Educational itinerary, Geosites, volcanic heritage, Campo de Calatrava Volcanic Field, Ciudad Real.

1. INTRODUCCIÓN

Pese a que el desarrollo de las tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) permite explorar nuevas formas de divulgación y conocimiento a través, entre otros medios, de visitas y excursiones virtuales; sin embargo los itinerarios didácticos siguen teniendo más vigencia que nunca, pues constituyen una herramienta pedagógica fundamental para los distintos niveles educativos. En concreto, rompen con la rutina y rigidez de las clases teóricas y permiten, al mismo tiempo, el desarrollo de la capacidad de análisis y de observación por parte del alumnado (Gómez, 1986; Sánchez, 1995; Ruiz, 2002), contrastando en el terreno las explicaciones teóricas formuladas en el aula. Estas razones explican el interés que desde siempre ha suscitado dicho instrumento en la enseñanza de las ciencias de la naturaleza y la reciente proliferación de guías e itinerarios de distinta índole en Castilla-La Mancha (González y Vázquez, 1991; Benito y Díez, 2004; Escobar y González, 2010). Menos conocido, aunque no por ello menos importante, es el papel que desempeñan los itinerarios didácticos como recurso para impulsar el desarrollo de sectores emergentes como el turismo científico, muy interesado en el conocimiento de la naturaleza y dinámica del paisaje natural, en general, y del volcánico, en particular (Dóniz *et al.* 2011). Así pues, el objetivo de este itinerario por la Sierra de Medias Lunas es, por un lado, divulgar a la sociedad y a la comunidad educativa el elevado valor científico y paisajístico de nuestro patrimonio volcánico y, por otro, fomentar un turismo científico y educativo más activo y comprometido, basado en los principios de la conservación y el uso sostenible.

2. DESARROLLO DEL ITINERARIO

El presente itinerario por la Sierra de Medias Lunas – La Posadilla – El Portillo (SML-LPP), de una jornada de duración, consta de 8 paradas en las que se van explicando los lugares de interés geológico más sobresalientes del patrimonio volcánico del Campo de Calatrava (Fig. 1). Se desarrolla alrededor de la Sierra de Medias Lunas, esto es, entre Ciudad Real capital y Valverde de Calatrava, conmemorando así el centenario de la expedición efectuada por Eduardo Hernández-Pacheco y sus discípulos, Gómez de Llanera y Royo Gómez, al

Campo de Calatrava en 1915, que supuso el espaldarazo definitivo para su reconocimiento científico.

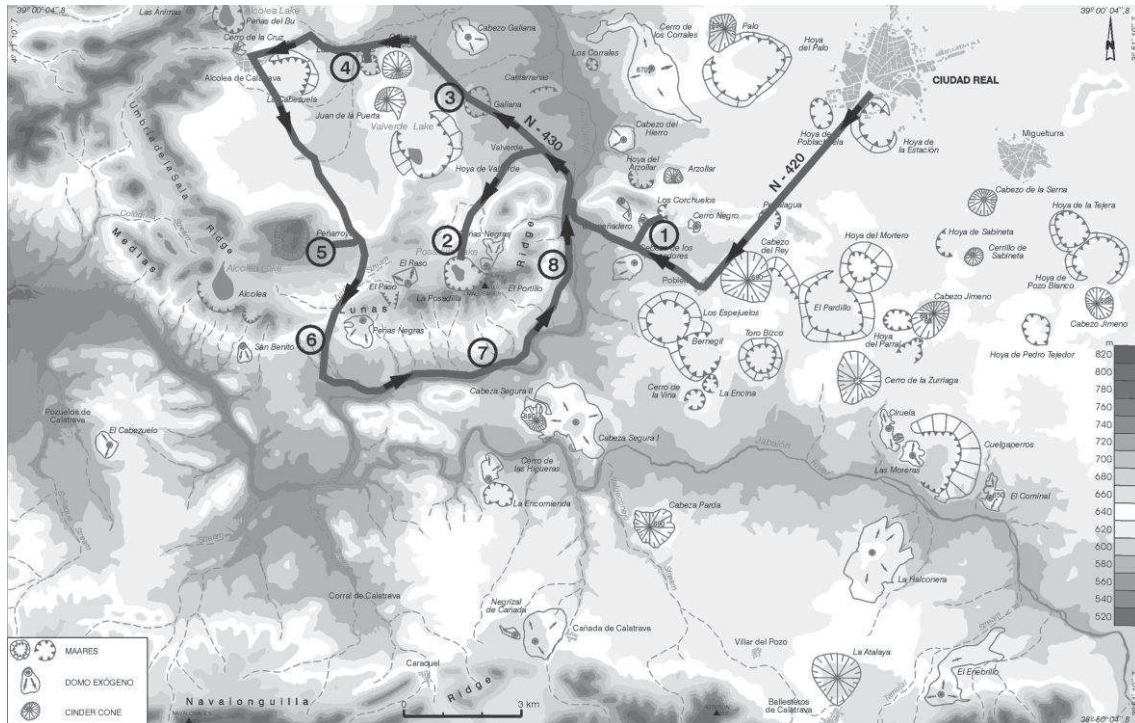


Figura 1. Mapa del itinerario con señalización de las paradas (1 a 8).

La ruta se inicia en Ciudad Real capital, rodeada de varios *maares*, donde tomaremos la N-420 en dirección a Poblete. Pasada esta localidad (Parada 1) visitaremos el *maar* de los Corchuelos, que perfora la bóveda anticlinal del Despeñadero. A continuación se recorre en Valverde (P2) el tándem formado por los *maares* de La Posadilla – El Portillo. Es aconsejable ascender hasta la cima del cordal conocido por Malos Aires (780 m) desde la que se aprecia una vista completa del conjunto del itinerario. La excursión continúa hacia Alcolea examinando (P3 y P4) dos de los *maares* más antiguos del Campo de Calatrava. Desde Alcolea nos dirigiremos por la carretera local hacia Corral de Calatrava para visitar (P5) el *cinder cone* de Peñarroya, posteriormente las costras coluviales de Coello (P6), las fisuras de distensión de las coladas lávicas de Malos Aires (P7) y finalmente los manantiales termales de Fuentillejo (P8).

2.1. PARADA 1: MAAR DE LOS CORCHUELOS

La sierra del Despeñadero constituye la prolongación oriental del cordal de Medias Lunas, esto es, del flanco meridional del anticlinorio de Ciudad Real. Se

trata de una pequeña estructura plegada anticlinal orientada de Oeste a Este que separa la pequeña subcuenca de Poblete y la de Ciudad Real. En ella se localizan los maares de Peñalagua, Corchuelos y Hoya del Arzollar. El de mayor interés morfológico es, sin duda, el de Corchuelos que interrumpe bruscamente la continuidad de la alineación cuarcítica.

El *maar* de Corchuelos se halla a 2 km al NO de la villa de Poblete y a menos de 1 km de la quintería de Villadiego, enclavado en el anticlinal cuarcítico del Despeñadero donde se sitúan también los aparatos volcánicos de Cerro Negro, El Arzollar y unas pequeñas coladas lávicas emitidas directamente del mismo cordal cuarcítico a través de pequeñas fisuras distensivas.

Desde el punto de vista morfológico se compone de una depresión subcircular de 500 m de diámetro mayor y de fondo plano, perforada 80 m por debajo de la cima del Despeñadero y abierta hacia el sur. No obstante, dispone a pesar de tratarse de un *maar* abierto en una sierra cuarcítica de un pequeño retazo lineal de depósitos hidromagmáticos situados en el extremo septentrional a 500 m de distancia (Fig. 2).



Figura 2. Maar de los Corchuelos. En el recuadro vista en detalle de los depósitos de oleada piroclástica húmeda.

En realidad, estos materiales son de escaso espesor y reposan por encima de las cuarcitas armoricanas que definen el flanco septentrional de la estructura anticlinal, por lo que ni siquiera contornean la hondonada cratélica. Por consiguiente, el borde cratélico de este *maar* está formado por la propia estructura anticlinal cuarcítica, seccionada transversalmente por la violenta erupción hidromagmática.

La apertura de esta gran oquedad en el anticlinal del Despeñadero fue el resultado de una violenta manifestación explosiva hidromagmática, producida a través de una fractura de desgarre NE-SO que atraviesa dicha alineación. Así pues, por medio de dicha línea tectónica se produce el ascenso del magma y además la filtración y confinamiento del agua, resultando del contacto y de la interacción explosiva entre ambos una erupción hidromagmática.

Durante la dinámica eruptiva se forma una nube rasante con desarrollo lateral bastante acentuado, que se desplaza fundamentalmente en dirección norte. En efecto, los materiales originados durante la erupción se hallan dispuestos en esta dirección, cubriendo sin solución de continuidad una distancia de 2 km hasta alcanzar el km 301 de la CN-420, tramo comprendido entre Ciudad Real y Piedrabuena. La razón del encauzamiento de la nube eruptiva pudiera residir en que la chimenea volcánica estuviese inclinada hacia ese sentido, lo que favorecería que la explosión dirigiera la energía cinética hacia allí.

En cualquier caso, la explosión freatomagmática de gran intensidad y violencia horadó profundamente el anticlinal del Despeñadero, tallando una depresión cratérica de 80 m de profundidad respecto a la cima de dicha serrata. El interior del cráter tiene forma plana pues se halla relleno de brechas explosivas cuarcíticas de tamaño heterométrico (desde 20-40 cm hasta gravas y arenas) y formas muy angulosas, así como bombas coliflor de entre 8 y 15 cm de longitud que tienen abundantes xenolitos cuarcíticos de tamaño centimétrico. Se comprueba, pues, que estos materiales han sido lanzados balísticamente durante la fase inicial de la erupción, en la que tiene lugar la apertura de la boca cratérica.

2.2. PARADA 2: MAAR DE LA POSADILLA – EL PORTILLO

Se halla situado a unos 5 km al SSO de la villa de Valverde, en el frente de los crestones cuarcíticos de la Sierra de Medias Lunas, que define el flanco meridional del domo de Ciudad Real. Constituye, sin duda, el conjunto de cráteres explosivos o *maares* más importante de los modelados sobre serratas paleozoicas de esta zona volcánica. En este sistema se agrupa un total de cinco *maares* que dispuestos de Oeste a Este son los siguientes: Laguna de Alcolea o de las Maestras, Medias Lunas, El Paso, La Posadilla y El Portillo.

Estos *maares* están asociados a una importante fractura de desgarre de componente E-O, de unos 12 km de longitud, que sesga de lado a lado la Sierra de

Medias Lunas, asociándose a esta otras secundarias transversas en dirección NO-SE que originan el domo exógeno de El Raso.

De todos los edificios el tándem de La Posadilla-El Portillo es el más interesante tanto desde el punto de vista morfológico como volcanológico, dadas las variaciones que su comportamiento eruptivo ha experimentado a lo largo de la dinámica volcánica, habiendo sido estudiado e interpretado por Hernández-Pacheco (1932).

Hay que tener en cuenta dos hechos básicos para una correcta explicación de la secuencia morfoeruptiva experimentada por el volcán de La Posadilla-El Portillo. Por un lado, que los materiales volcánicos que se extienden desde dicho cráter hasta Valverde e incluso hasta la T+6 m del río Guadiana no son lapillis como interpretaba Eduardo Hernández-Pacheco (1921) ni tampoco coladas lávicas (según Francisco Hernández-Pacheco, 1932), sino depósitos de oleadas piroclásticas húmedas. No obstante, estos depósitos ofrecen el aspecto de *mudflows*, al tratarse de materiales muy masivos constituidos mayoritariamente por fragmentos de rocas del sustrato paleozoico, esto es, cuarcitas, pizarras y esquistos. En efecto, la litología del sustrato paleozoico alcanza en torno a un 80-90%, mientras que los volcánicos se reducen a un 10-20%. En realidad, las únicas coladas lávicas potentes y de gran extensión que afloran y que se conservan en este edificio volcánico son las situadas en la ladera meridional de Medias Lunas, a orillas de la margen derecha del río Guadiana.

De lo expuesto con anterioridad cabe suponer que la emisión de las lavas y la deposición de las oleadas piroclásticas húmedas corresponden a momentos o fases diferentes de la actividad eruptiva de este edificio volcánico, teniendo lugar primeramente la fase efusiva, esto es, el desalojo desde la cima de Malos Aires de las coladas lávicas. Téngase en cuenta que sería difícilmente explicable que después de la apertura del cráter de La Posadilla, emplazado en la ladera septentrional de Medias Lunas a más de 120 m de profundidad, pudiera emitir coladas lávicas que rebasara dicho desnivel, máxime cuando el borde septentrional del cráter sólo supone un obstáculo de 40 m. Por lo que de haberse producido la emisión de coladas lávicas después de la formación del cráter se habrían dirigido hacia Valverde.

Por último, tendría lugar un cambio repentino en la dinámica eruptiva que evoluciona de estromboliana a freatomagmática debido al contacto explosivo de agua y magma, originándose una gran explosión que supuso el desmantelamiento de las formas del volcán mixto de Malos Aires y la apertura de la depresión cratérica de La Posadilla en la ladera septentrional del cordal de Medias Lunas.

La interpretación morfoeruptiva de La Posadilla como *maar* es correcta pero debe acompañarse de una secuencia morfoeruptiva que englobe como mínimo dos fases fundamentales: A) La formación del *cinder cone* Malos Aires; B) Apertura del *maar* de La Posadilla y C) Génesis del *maar* de El Portillo (Fig. 3).

2.2.1. La formación del *cinder cone* de Malos Aires

La actividad volcánica comienza en la cima del cordal cuarcítico de Medias Lunas conocido por Malos Aires, con una dinámica eruptiva de tipo estromboliana. Concretamente se inicia con una explosión magmática que produjo la apertura de la boca eruptiva y, a través de ella, la expulsión de materiales de proyección aérea y de colada lávicas. Entre los primeros abundan las bombas volcánicas y las escorias con gran número de xenolitos de cuarcita que acumulados en torno al punto de emisión configuraron un cono estromboliano coronado por un cráter de pequeñas dimensiones. La fisonomía de este volcán mixto o *cinder cone* sería probablemente muy parecido al de Peñarroya, situado también en la cumbre del Cerro de las Loberas a 4 km al Oeste, y que tendremos ocasión de visitar con posterioridad.

A través del cráter cimero se expulsaron al menos dos grandes coladas lávicas en forma de lengua, las cuales se desplazaron por la ladera meridional de Medias Lunas hasta alcanzar la orilla de la margen derecha del río Guadiana. Sendas coladas se asientan sobre margas y calizas pliocenas, situándose en las proximidades el segundo nivel de glaciares de acumulación (G2) de Medias Lunas. No obstante, no se observa con total seguridad que dichas coladas fosilicen dicho glaciar detrítico, careciendo de pruebas concluyentes para determinar con precisión la edad de este paroxismo volcánico estromboliano que edifica Malos Aires. Es más que probable que tales coladas fuesen emitidas una vez modelado el glaciar de acumulación G2, en dicho caso la erupción habría que situarla en torno al Pleistoceno medio.

2.2.2. Apertura del *maar* de La Posadilla

Tras la definitiva construcción del *cinder cone* de Malos Aires aviene un giro brusco en su dinámica eruptiva, desencadenando cambios morfológicos muy interesantes. En efecto, un poderoso paroxismo explosivo de tipo hidromagmático destruye no sólo el cono piroclástico de Malos Aires, sino también los crestones cuarcíticos de la Sierra de Medias Lunas, labrando una depresión cratérica de grandes dimensiones.

Tan violenta erupción hidromagmática es consecuencia de la interacción del magma durante su ascenso con agua. Al tratarse de un cordal paleozoico es difícil en principio que pudiera existir un manto freático. No obstante, la fractura de desgarre que de W a E atraviesa el cordal es además de una línea de debilidad, a través de la cual asciende el magma, una vía de penetración del agua hacia el interior. Hay que tener en cuenta además que después de la efusión de las dos coladas lávicas de la ladera meridional, el magma de Malos Aires procede de una zona cada vez más profunda, por lo que su nivel de fragmentación pudo tener lugar por debajo de donde se hallaba confinado el agua, esto es, que la presión de la dispersión gas-partícula del interior del conducto fuese inferior a la hidrostática y se produjese entonces el contacto explosivo entre ambos elementos.

El resultado final fue una explosión hidromagmática muy potente y violenta en la que se propaga una nube eruptiva que no adopta una disposición anular como es habitual, sino lateral al encontrar en su margen meridional el obstáculo físico que suponía el cordal de 800 m de altitud de la Sierra de Medias Lunas, en cuya cima se había formado el volcán Malos Aires. En efecto, la columna explosiva se desplazó 4 km en dirección septentrional encauzada por el paleo-valle de Valverde, fosilizando la terraza aluvial +6 m del río Guadiana. La masa gaseosa rasante de vapor de agua se trasladó a gran velocidad, transportando una elevada cantidad de fragmentos del sustrato paleozoico, en especial, cuarcitas, pizarras y esquistos. Como resultado de la enorme energía cinética liberada durante la explosión fueron desalojados por la nube explosiva *base surge* según estimaciones propias, del orden de unos 37 millones de m³ de

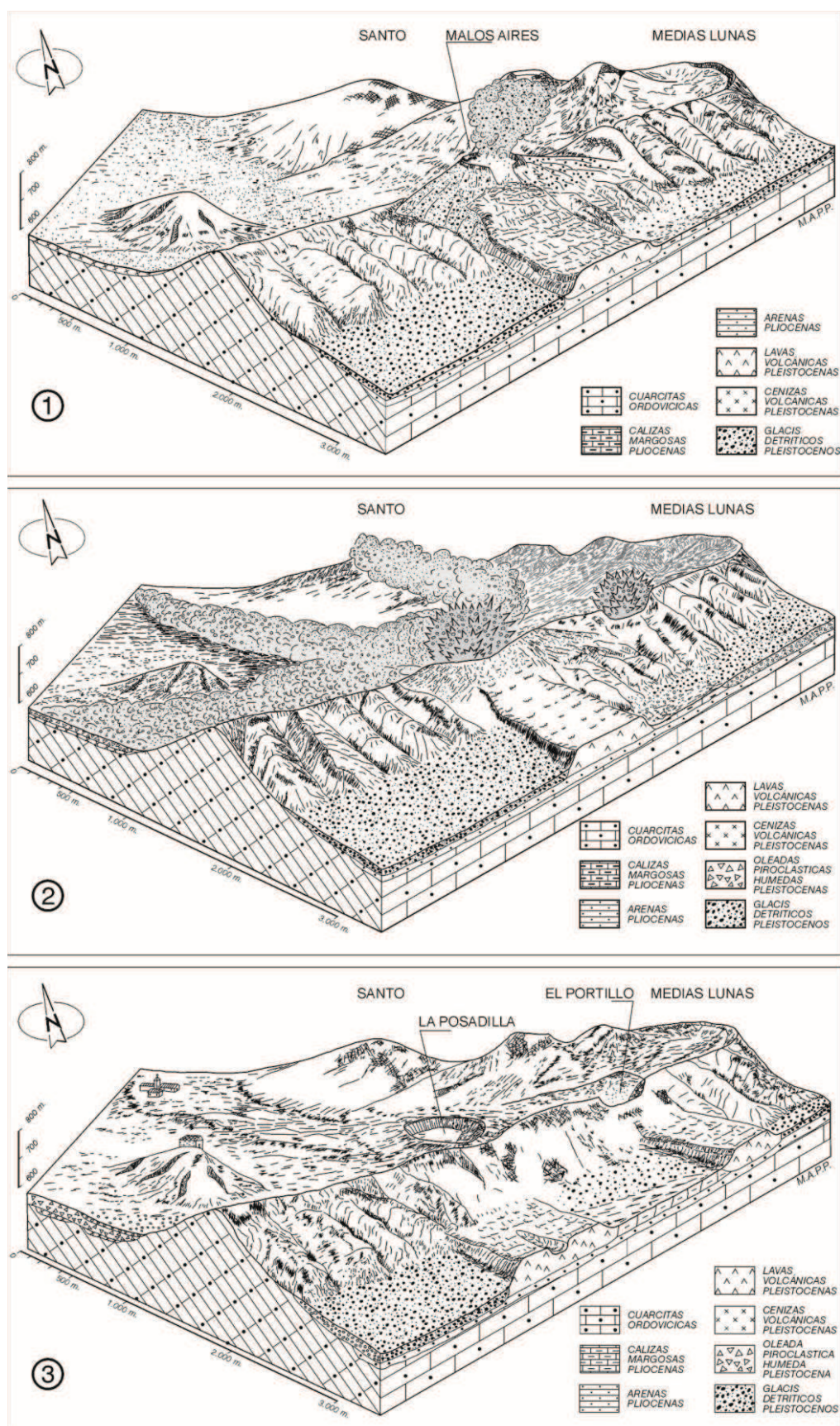


Figura 3. Secuencia morfoeruptiva del *maar* de La Posadilla. 1. Formación del *cinder cone* Malos Aires. 2. Apertura de los *maares* La Posadilla y El Portillo. 3. Estado actual de las formas volcánicas.

cuarcita armoricana del cordal de Medias Lunas, los cuales fueron depositados a lo largo del paleovalle de Valverde en forma de depósitos de oleadas piroclásticas húmedas. Su emplazamiento tuvo lugar por debajo de la temperatura de condensación del vapor de agua, por lo que una parte importante del vapor se convirtió en agua durante el transporte. Por esta razón, dichos depósitos se caracterizan por una estructura masiva, caótica y desordenada, que se asemejan a *mudflows*. Estos depósitos de oleada piroclástica húmeda están formados por fragmentos líticos accidentales y heterométricos de cuarcita, pizarra y esquisto con formas muy angulosas y rotas, además de material volcánico fundamentalmente bombas de tipo coliflor y armadas, con megacristales de anfíbol y augita.

El resultado morfológico de la explosión hidromagmática fue la apertura de una depresión cratérica conocida como *maar* de 1 km de diámetro, forma circular y fondo llano empotrada en la ladera septentrional de Medias Lunas. Por esta razón, el cráter presenta una gran disimetría entre su borde meridional (cima del cordal) y la septentrional (ladera del cordal). En efecto, mientras que el borde sur presenta un desnivel de 120 m, el septentrional es muy suave y poco acentuado de sólo 40 m respecto al fondo de la depresión. Otra de las características morfológicas de este *maar* es la carencia de borde anular, toda vez que la nube eruptiva *base surge* se trasladó encauzada hacia el valle del río Guadiana y, por ende, el reborde cratérico está constituido por las paredes del cordal cuarcítico.

2.2.3. Génesis del *maar* El Portillo

La cima del cordal cuarcítico de Medias Lunas, a menos de 50 m al E de La Posadilla, aparece desportillado por una pequeña hendidura que, no obstante, se reconoce perfectamente desde las planicies terciarias. El boquete abierto en el crestón cuarcítico cuyas dimensiones son del orden de 100 m de diámetro y unos 5 m de profundidad responde según nuestra interpretación a una actividad volcánica explosiva de índole freática y además de escasa entidad, puesto que sus dimensiones así parecen expresarlo y porque únicamente hemos reconocido en sus inmediaciones brechas explosivas de grandes fragmentos de cuarcita. Algunas de ellas lanzadas balísticamente durante el transcurso de la explosión reposan por encima del arranque del segundo nivel

lávico de Medias Lunas, lo que atestigua que su formación fue posterior al menos a la del volcán mixto de Malos Aires.

Como consecuencia de la explosión freática la cumbre del crestón fue horadada y tuvo lugar la apertura de un *maar* en forma de escotadura y carente de borde anular. Después de producirse su apertura acaece un cambio brusco en el estilo de su dinámica eruptiva, al emitir El Portillo, al menos, dos coladas lávicas que se desplazan siguiendo direcciones opuestas: una hacia el norte y otra al sur. No obstante, ambas coladas son muy fluidas por lo que se desplazaron rápidamente ladera abajo y presentan además la misma composición al tratarse de lavas nefeliníticas olivínicas. Constan además de morfologías externas muy suaves y lisas típicas de lava pahoehoe, sobresaliendo especialmente la situada en la ladera meridional al configurar un escape frontal muy acen- tuado de 20 m. Por otro lado, esta colada fosiliza coluviones cuarcíticos de edad reciente, probablemente würmienses, lo que significaría que la fase efusiva de El Portillo podría corresponder al Pleistoceno reciente.

2.3. PARADA 3: MAAR DE GALIANA

Está situado a sólo 2,5 km del *maar* de Benavente, cerca del pueblo de Valverde entre los km 227 y 228 de la N-430 entre Ciudad Real y Piedrabuena, toda vez que es atravesado por dicha carretera.

Este *maar* cuenta con una depresión cratérica circular de 750 m de diámetro y 8 m de profundidad. Está configurada por un borde calizas ruscinienses dislo- cadas con buzamientos comprendidos entre 25 y 40°, que convergen hacia el centro de la hondonada. Carece de anillo de tobas cineríticas típico de los *maares* calatraveños cuaternarios. No es de extrañar pues estas orlas anulares se desmantelan con facilidad y además el tiempo transcurrido desde la explo- sión volcánica ha sido muy prolongado.

La formación del *maar* tuvo lugar a raíz de un episodio eruptivo de tipo freatomagmático producido a finales del Plioceno inferior, concretamente en el tránsito del Plioceno inferior al superior, acompañado de un mecanismo de sub- sidencia pericratérico y diatrémico –mediante fracturas anulares– como consecuencia de la deshidratación y compactación de los materiales freato- magmáticos subyacentes y alojados en el conducto volcánico. Sólo así se explica el basculamiento periclinal de las calizas hacia el centro de la depre-

sión, máxime si tenemos en cuenta que durante este periodo no hubo en esta zona movimientos tectónicos regionales de entidad.

2.4. PARADA 4: MAAR DE LAS HIGUERUELAS

Está situado a 3 ó 4 km al E de la villa de Alcolea de Calatrava, aproximadamente a unos 100 m del km 224 de la CN-420 de Ciudad Real a Badajoz, en una finca particular de la cual toma nombre. Sus límites orientales y meridionales están muy bien determinados al coincidir con dos edificios volcánicos estrombolianos denominados Cabezo del Moro y Juan de la Puerta respectivamente.

De los *maares* pliocenos que se conservan en el Campo de Calatrava el de Las Higuieruelas es, sin duda, el más interesante y singular, pues en él se localiza uno de los yacimientos paleontológicos más importantes. Desde su descubrimiento se han llevado a cabo una serie de excavaciones e investigaciones de índole geológica que han proporcionado abundante información acerca de las características bioestratigráficas y paleontológicas, así como volcanológicas de su entorno.

Desde los primeros informes de la década de los setenta hasta las investigaciones de comienzos de los ochenta hay clara unanimidad en interpretar que el yacimiento se aloja en un sinclinal de pequeñas dimensiones, en el que los niveles fosilíferos presentan un ligero buzamiento de 15 a 20° (Molina *et al.*, 1972). Los estudios de carácter más geológico no se realizarían hasta 1982, cuando un equipo de geólogos coordinados por M^a Teresa Alberdi revela nuevas interpretaciones sobre las características y evolución geológica del yacimiento sumamente interesantes para una comprensión global. En concreto, afirman que el yacimiento se sitúa sobre una antigua caldera volcánica en la que se instala un sistema palustre-lagunar y distinguen un total de cinco fases en la evolución genética: tras una primera etapa de sedimentación tiene lugar una erupción volcánica de tipo freatomagmática que colma por completo la depresión con tobas volcánicas (4,8 M.a.) Seguidamente se reestablece un nuevo sistema de charcos y lagunas ligado a procesos de hundimiento de la subcuenca y quizá a colapsos del fondo de la antigua caldera. Este nuevo periodo de sedimentación se vio afectado indirectamente por una erupción volcánica procedente esta vez de uno de los volcanes

adyacentes. Los materiales volcánicos emitidos, fundamentalmente piroclásticos, se depositaron en la laguna entremezclados con los sedimentos lacustres y con los fósiles de mamíferos (3,5 M.a.). Para concluir, una nueva fase tectónica o posiblemente otro colapso de la caldera bascula y disloca el conjunto de los depósitos sedimentarios unos 20° hacia el E (Hoyos *et al.*, 1986).

Sin embargo, hay dos aspectos que debemos tener cuenta para efectuar una correcta explicación de la secuencia morfoeruptiva de Las Higuieruelas. En primer lugar, no sólo las rocas calcáreas del borde oriental de la depresión donde se sitúa el yacimiento están basculadas 30° E, sino que todo el conjunto de materiales que la circunda está dislocado; hallándose las calizas ruscinienses basculadas en todo su perímetro, con buzamientos periclinales y convergentes hacia el centro de la hondonada. En segundo lugar, se observan depósitos freatomagmáticos alrededor del borde oriental y meridional de la depresión, fosilizados por las coladas lávicas pahoehoe emitidas por los volcanes Cabezo del Moro y Juan de la Puerta.

Así pues, la constatación de que la depresión está formada, por un lado, de calizas ruscinienses basculadas hacia el centro de la hondonada y, de otro, por retazos dispersos de depósitos de oleadas piroclásticas húmedas clarifica que esos testimonios están estrechamente relacionados entre sí. En efecto, tanto la apertura de esa hondonada como la dislocación de las calizas y la deposición de los depósitos de oleadas piroclásticas son fenómenos correlativos, originados a partir de una erupción hidromagmática. Durante su transcurso como resultado de la interacción de agua y magma tiene lugar una explosión muy violenta que labra, en las calizas ruscinienses, un cráter circular de unos 450 m de diámetro. A la vez se genera una nube eruptiva anular y turbulenta que transporta una elevada cantidad de fragmentos del sustrato (esquistos y pizarras) y también piroclastos, depositando una oleada piroclástica húmeda alrededor de la hoya (Fig. 4).

Por tanto, en la secuencia morfoeruptiva del *maar* de Las Higuieruelas cabe diferenciar tres etapas eruptivas, de las que sólo las dos primeras están directamente relacionadas con su formación: la primera fase volcánica (EV1) sucedió según las dataciones radiométricas hace 4,8 M.a., a saber, en el Plioceno inferior (Bonadonna y Villa, 1986). Se distingue por una dinámica explo-

siva freatomagmática que origina un maar y depósitos freatomagmáticos en forma de oleadas piroclásticas húmedas. Tras un largo periodo de reposo definido

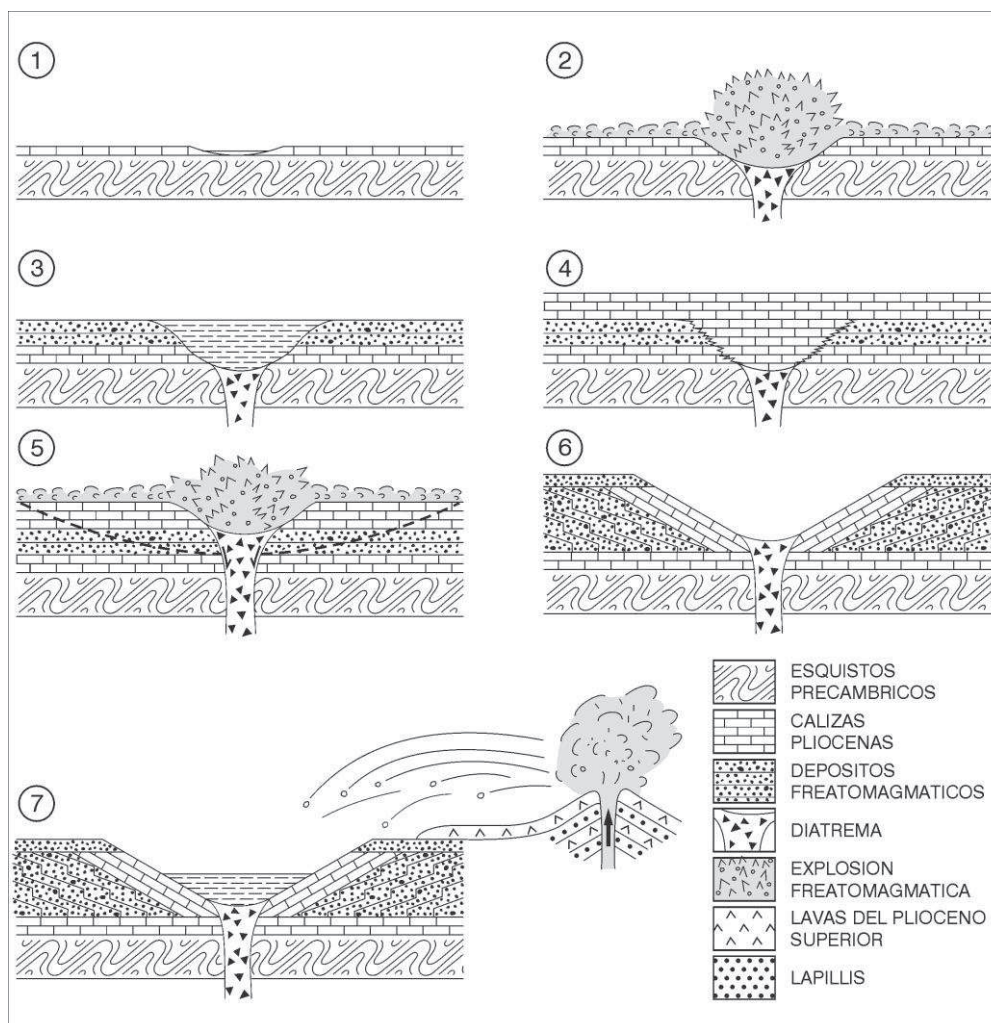


Figura 4. Reconstrucción genética del *maar* de Las Higuieruelas: 1. Sedimentación a comienzos del Plioceno inferior. 2. Primera etapa eruptiva freatomagmática (EV1). 3. Sedimentación lacustre en la depresión cratérica. 4. Colmatación del *maar* de calizas ruscinienses. 5. Segunda etapa eruptiva freatomagmática (EV2) con formación de una nueva depresión. 6. Reajuste volcano-tectónico del borde del *maar*. 7. Erupción estromboliana (Villafranquiense inf.-medio) que edifica el volcán Cabezo del Moro y colmata el *maar* de Las Higuieruelas.

por la acumulación masiva de calizas y dolomías ruscinienses, sobreviene una segunda fase eruptiva (EV2) freatomagmática que excava en dichas calizas un nuevo *maar*. La depresión cratérica es ocupada por una laguna cuyo hábitat permite la pervivencia de una importante comunidad faunística. Cronológicamente esta segunda etapa volcánica puede situarse a fines del Plioceno inferior en la transición al Plioceno superior. Por último, un tercer suceso erup-

tivo (EV3) de estilo estromboliano construye casi simultáneamente dos nuevos centros emisores en las inmediaciones de Las Higuieruelas. Nos referimos a los *cinder cones* Cabezo del Moro y Juan de la Puerta situados a 900 m al sur. La proyección de bombas volcánicas, escorias y lapillis alcanza la laguna produciendo la muerte de la fauna, a la vez que se depositan entremezclados con las margas y calizas del Plioceno superior (Villafranquiense inferior – medio).

2.5. PARADA 5: VOLCÁN DE PEÑARROYA

Constituye uno de los volcanes de tipo *cinder cone* o cono estromboliano más característico de este sector del Campo del Calatrava. Está situado a 4 km al sur de la localidad de Alcolea de Calatrava, concretamente en la cima del crestón de microconglomerados del Tremadoc de la Sierra de Medias Lunas.

Desde el punto de vista morfológico se caracteriza por un cono de 50 m de altura relativa, compuesto de materiales de proyección aérea, con predominio de bombas esferoidales y piriformes, los cuales engloban un gran número de fragmentos de cuarcita y microconglomerado cuarcítico. Estos productos configuran un cono de planta asimétrica, toda vez que el flanco occidental está recubierto de materiales lávicos, ocultando su verdadera forma. Por último, la cima del cono está truncada por un pequeño cráter subcircular y escotado al Oeste de apenas 300 m de diámetro y 10 m de profundidad, repleto de bombas y escorias volcánicas (Fig. 5).

El volcán de Peñarroya dispone también de coladas lávicas fluidas de gran desarrollo longitudinal, destacando las que se desplazaron encauzadas hacia los arroyos de la Zurda y del Lobo, sobrepasando ambas 1,5 km de longitud. Por último, sobre los flancos del cono piroclástico y cercanos al cráter cimero se disponen varias coladas lávicas más viscosas y de mayor espesor, las cuales quedaron circunscritas a la ladera del cono.

Queda claro, pues, que la actividad volcánica que origina la edificación de Peñarroya se debe a una dinámica de estilo mixto, esto es, una sucesión rítmica de fases explosivas y efusivas, en las que se arrojan piroclastos y se emiten seguidamente abundantes coladas lávicas.

2.6. PARADA 6: COSTRA FERRUGINOSA COLUVIAL DEL ARROYO DE LA ZURDA (QUINTERÍA DE COELLO)

En este paraje pueden observarse diversos niveles de abanicos aluviales mio-pliocenos cementados por oxihidróxidos de hierro y manganeso, no obstante, sobresalen los glacis coluviales que tapizan la margen derecha del arroyo de la

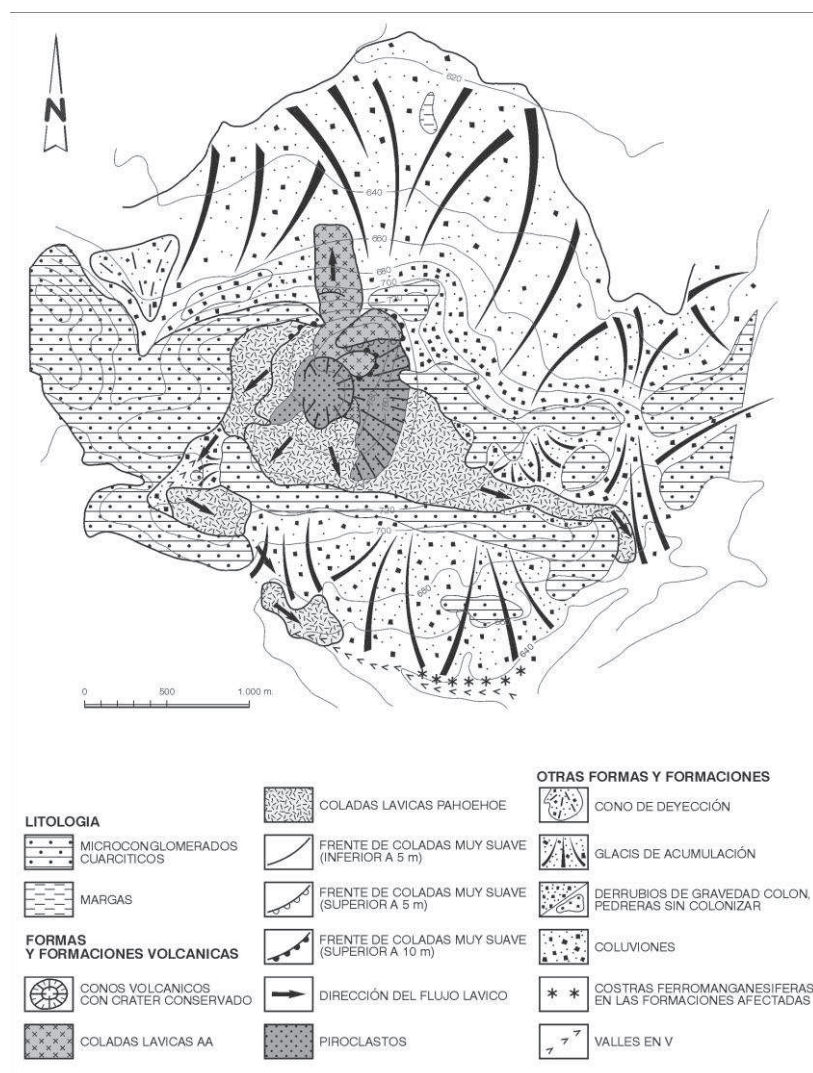


Figura 5. Esquema geomorfológico del *cinder cone* Peñarroya.

Zurda. Se componen mayoritariamente de bloques y cantos de cuarcita angulosa y algunas pizarras en los tramos basales, mientras que el techo consta de cantos medianos y gravas angulosas empastados en una matriz arcillosa-arenosa de color rojizo y abundante cemento ferruginoso. El resultado de este alto contenido en hierro es la compactación del conjunto en forma de costras coluviales ferruginosas de tipo brechoide, que por su resistencia adoptan la for-

ma de pequeños cejos sobresalientes con más de 5 m de espesor. La composición mineralógica es similar al de los niveles de glaciares de la Sierra de Medias Lunas, reduciéndose a cuarzo (97%), goethita y trazas de filosilicatos, careciendo de óxidos de aluminio por lo que en ningún caso pueden interpretarse como corazas ferralíticas (Poblete, 1994).

2.7 PARADA 7: FISURAS DE DISTENSIÓN EN LAS COLADAS LÁVICAS DE MALOS AIRES

Desde la finca de Coello tomamos la carretera local que conduce a Alarcos, para observar, desde la finca de Fuentillejo, con detalle las coladas lávicas emitidas por el volcán Malos Aires. La primera colada es de naturaleza basáltica y se halla muy desmantelada adoptando un frente muy deslabazado y suave de apenas 1,5 a 2 m. Se trata de una colada fluida de morfología superficial pahoehoe que contiene gran número de xenolitos cuarcíticos de pequeño tamaño entre 1 y 4 cm y de formas muy angulosas, que reposa por encima de margas y calizas rusconienses. La presencia de tales enclaves cuarcíticos revelan que durante la explosión magmática gran número de estos fragmentos quedaron esparcidos por las inmediaciones, cayendo a la vez sobre los flujos que se desplazan por la ladera. Por consiguiente, la emisión de esta colada aconteció tras la apertura de la boca eruptiva y la proyección al mismo tiempo de los primeros materiales piroclásticos.

El segundo nivel de colada lávica, superpuesto al anterior, tiene distinta composición al tratarse de nefelinitas olivínicas. Esto refleja, por un lado, que proceden de un magma situado a mayor profundidad, tras la descarga y vaciamiento producido durante la primera emisión y, por otro, que entre la expulsión de ambos debió de transcurrir cierto periodo de tiempo. Esta colada también es muy fluida con formas lisas y suaves típicas de lava pahoehoe, aunque el borde occidental adquiere morfologías de transición con superficies más rugosas y escabrosas. En cualquier caso, contiene también abundantes enclaves de cuarcita de tamaño centimétrico y borde anguloso. Cuenta además con un espesor considerable que superan los 20 m y dos frentes muy abruptos con estructuras lenticulares y esferoidales en el lóbulo oriental. También se observan en esta área dos importantes fisuras de distensión a través de las

cuales la parte central de la colada se ha desplomado ligeramente, merced al asentamiento o acomodación de estas masas lávicas de gran espesor.

2.8 PARADA 8: EXTREMO ORIENTAL DE LA SIERRA DE MEDIA LUNAS. GLACIS COLUVIALES Y TERRAZAS FLUVIALES ENCOSTRADOS POR ÓXIDOS DE HIERRO, Y MANANTIALES TERMALES

Siguiendo por la carretera local desde la quintería de Fuentillejo hasta el Puen-te de Alarcos, que salva el río Guadiana, podemos apreciar de nuevo como los glacis coluviales se hallan encostrados por oxhidróxidos de hierro. En las inmediaciones del manantial termal de Fuentillejo (Finca del Valle) la ladera está modelada por pequeños glacis coluviales afectados por procesos de encostramiento ferruginoso. La cobertera detrítica de los glacis constituye costras brechoides, pues se compone de cuarcitas y pizarras de tamaño heterométrico y bordes muy angulosos. El aspecto brechoide se acentúa aún más debido a que engloba grandes bloques de cuarcita y pizarra de los niveles del Pochico, simulando un empedrado. Esta costra coluvial se compone de cuarzo (95%) y goethita (4%), además de feldespato como mineral accidental (Poblete, 1994).

Estos coluviones regularizan la ladera teniendo como nivel de base el nivel de acumulación fluvial (NAF) +1-2 m del río Guadiana con el que además enlazan, por lo que cabe inferir que se elaboran en el Pleistoceno superior. También este NAF +1-2 m del Guadiana se halla cementado parcialmente configurando una costra aluvial de unos 10 m de longitud. Consta de un estrato superior de arenas finas con granos muy redondeados formados por cuarcitas y cuarzoes; y el inferior formado por bloques y cantos de cuarcitas de gran tamaño. La mineralogía del nivel arenoso superior se compone de cuarzo (90%), goethita (7%) y calcita (3%), en tanto que el inferior grosero también está integrado por cuarzo (87%), seguido de goethita (13%) que actúa de cemento y como minerales accidentales calcita, feldespato y filosilicatos. En torno a este nivel fluvial se emplazan dos manantiales termales uno de los cuales se localiza en el muro de la costra, mientras que el otro se halla a dos metros de distancia.

De los dos manantiales o hervideros el más importante es al que hemos denominado Fuentillejo II que consiste en una poza de más de 5 m de diámetro del que brota abundante agua y gas carbónico, en torno al cual crecen una

gran cantidad de juncos y plantas acuáticas. Destaca por el color rojizo de sus aguas ferruginosas y por la masiva salida de anhídrido carbónico. Se trata de aguas ácidas, por el elevado contenido de CO₂, capaces por tanto de lixiviar los metales que recubren el sustrato paleozoico, los cuales precipitan al oxigenarse las aguas cuando brotan en el venero, dando lugar así a la precipitación de los solutos y al característico color rojizo.

3. CONCLUSIONES

El Campo de Calatrava es la zona de mayor interés geomorfológico de la Región Volcánica Central de España, merced a la variedad de formas y tipologías de volcanes, en especial, por la abundancia de *maares* o cráteres de explosión. El itinerario propuesto SML-LPP muestra la diversidad de geoformas y su potencial didáctico, destacando los diversos tipos de volcanes, en concreto, *cinder cones*, domos extrusivos y *maares*; así como encostramientos ferruginosos pleistocenos, yacimientos paleontológicos e incluso manantiales termales conocidos popularmente como hervideros.

En puridad, el Campo de Calatrava es el verdadero museo natural de las formas volcánicas que debemos cuidar y preservar, de la agresión de las explotaciones a cielo abierto, para las futuras generaciones, y su valor didáctico lo convierte en una indiscutible escuela volcánica *peripatética*. Por último, los itinerarios pedagógicos constituyen no sólo un instrumento didáctico fundamental para estimular el aprendizaje y la indagación científica; sino también un recurso esencial para fomentar el turismo científico y educativo, para la valorización del patrimonio volcánico, y en definitiva para concienciar a los ciudadanos manchegos de la importancia de proteger el Campo de Calatrava bajo la figura de Parque Natural Volcánico.

BIBLIOGRAFÍA

- Benito, G. y Díez, A. 2004. *Itinerarios geomorfológicos por Castilla-La Mancha*. Sociedad Española de Geomorfología, Madrid, 160 pp.
- Bonnadona, F. y Villa, I. 1986. Estudio geocronológico del volcanismo de Las Higuieruelas. *I Reunión de Estudios Regionales de Castilla-La Mancha*, Albacete, 3, 249-253.

- Dóniz, F.J., Becerra, R., González, E., Guillén-Martín, C. y Escobar, E. 2011. Geomorphosites and Geotourism in Volcanic Landscapes: the example of La Corona del Lajial cinder cone (El Hierro, Canary Islands, Spain). *Geojournal of Tourism and Geosites*, 2 (8), 185-197.
- Escobar, E. y González, E. 2010. Itinerario por los hervideros o cultura de los baños: recurso didáctico para el estudio y conservación del paisaje volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real, España). En: Marrón, M.J. (coord.), *Geografía, Educación y Formación del Profesorado en el Marco del Espacio Europeo de Educación Superior*, Asociación de Geógrafos Españoles, Madrid, 287-298.
- Gómez, A. 1986. Los itinerarios pedagógicos como recurso didáctico en la enseñanza de la Geografía. *Didáctica Geográfica*, 14, 109-116.
- González, J. A. y Vázquez, A. 1991 (coords). *Guía de los Espacios Naturales de Castilla-La Mancha*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha, Toledo, 709 pp.
- Hernández-Pacheco, E. 1921. El yacimiento de mamíferos de Valverde de Calatrava y edad de los volcanes de la provincia de Ciudad Real. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, CC, 98-114.
- Hernández-Pacheco, F. 1932. *Estudio de la Región Volcánica Central de España*. Mem. Acad. De Ciencias Ex. Fis. Nat., Madrid, 235 pp.
- Hoyos, M., Bonadonna, F.P., Ancochea, E., De la Rubia, R. y Marfil, R. 1986. Características geológicas del yacimiento de Las Higueruelas (Ciudad Real). *I Reunión Estudios Regionales de Castilla-La Mancha*, Albacete, 3, 231-247.
- Molina, E., Pérez-González, A. y Aguirre, E. 1972. Observaciones geológicas del Campo de Calatrava. *Estudios Geológicos*, 27, 3-11.
- Poblete, M.A. 1994. *El relieve volcánico del Campo de Calatrava*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha y Dpto. Geografía de la Universidad de Oviedo, Gijón, 467 pp.
- Ruiz, J. 2002. Recursos didácticos en Geografía Física: itinerario pedagógico sobre el paisaje natural del Oriente de Asturias. *Espacio, Tiempo y Forma*, VI, 15, 147-163.
- Sánchez, A. 1995. El trabajo de campo y las excursiones. En: Moreno, A. y Marrón, M.J. (eds.), *Enseñar Geografía. De la teoría a la práctica*, Síntesis, Madrid, 160-184.