

MIGUEL ÁNGEL POBLETE PIEDRABUENA Y SALVADOR BEATO BERGUA<sup>1</sup>

Departamento de Geografía. Universidad de Oviedo

## *El descubrimiento científico de la Región Volcánica Central de España (1775-1932)*<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se analizan los hitos más destacados del descubrimiento científico de la Región Volcánica Central de España, situada en la provincia de Ciudad Real, desde 1775 hasta 1932, abordando la figura y obra de sus protagonistas, en especial las contribuciones cartográficas; así como el papel desempeñado por las instituciones en las que colaboraron: la Real Academia de Minas de Almadén, la Comisión del Mapa Geológico Nacional, la Universidad Central de Madrid y el Museo de Ciencias Naturales.

### RÉSUMÉ

*La découverte scientifique de la Région Volcanique Centrale de l'Espagne (1775-1932).*- Les étapes les plus importants de la découverte scientifique de la Région Volcanique Centrale d'Espagne (Ciudad Real), de 1775 à 1932, sont analysées, pour aborder la vie et l'oeuvre de ses protagonistes, en particulier les contributions cartographiques; ainsi que le rôle joué par les institutions dans lesquelles ils ont travaillé: Real Academia de Minas de Almadén, Comisión del Mapa Geológico Nacional, Universidad Central de Madrid et Museo de Ciencias Naturales.

### ABSTRACT

*Scientific discovery of the Central Volcanic Region of Spain (1775-1932).*- The most important milestones of scientific discovery of the Central Volcanic Region of Spain, located in the province of Ciudad Real, from 1775 to 1932 are analysed. In particular, it has carried out a study of the works of its protagonists, especially the cartographic contributions and the role of institutions in which they collaborated: Real Academia de Minas de Almadén, Comisión del Mapa Geológico Nacional, Universidad Central de Madrid and Museo de Ciencias Naturales.

### PALABRAS CLAVE/MOTS CLÉ/KEYWORDS

Historia de la volcanología, descubrimiento científico, Región Volcánica Central de España, Ciudad Real, siglos XVIII-XX.  
Histoire de la volcanologie, découverte scientifique, Région du Centre Volcanique de l'Espagne, Ciudad Real, XVIII<sup>ème</sup>-XX<sup>ème</sup> siècles.  
History of volcanology, scientific discovery, Central Volcanic Region of Spain, Ciudad Real, 18<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> centuries.

**H**an transcurrido, ya, más de doscientos años desde el hallazgo de los volcanes extintos de la Península Ibérica y, en particular, de la Región Volcánica Central de España (RVCE), nombre empleado, por vez primera, por Eduardo Hernández-Pacheco en 1927 y posteriormente

por su hijo Francisco en 1932 para referirse al conjunto de las áreas volcánicas situadas en la provincia de Ciudad Real, y que hemos adoptado en este trabajo al parecernos el más apropiado, pues engloba no sólo al Campo de Calatrava (donde hay mayor número de volcanes), sino también otras zonas eruptivas como los Montes de Toledo, Montes de Ciudad Real, La Mancha, Valle del Ojailén y, finalmente, Valle de Alcudia. La Región Volcánica Central de España, situada entre los Montes de Toledo, al Norte, y Sierra Madrona, al Sur, es una de las zonas volcánicas más peculiares de la Península Ibérica, toda vez que alberga el mayor número de aparatos eruptivos, en concreto del

<sup>1</sup> Investigador del programa Severo Ochoa de ayudas predoctorales del Plan de Ciencia, Tecnología e Innovación del Principado de Asturias hasta el 31 de agosto de 2015 y del programa FPU del MECN en la actualidad.

<sup>2</sup> A Francisco Quirós Linares y a Eduardo Martínez de Pisón, por la contribución al conocimiento de la minería en el Campo de Calatrava y el Valle de Alcudia y la creación de una escuela de Geomorfología Volcánica en España, respectivamente.

orden de trescientos volcanes, así como una gran variedad de morfologías y tipos de edificios, entre los cuales destaca la abundancia de *maares*, es decir, de cráteres de gran tamaño formados a partir de erupciones explosivas hidrovulcánicas, cuyo número supera el centenar.

Desde el último tercio del siglo XX, la RVCE ha sido objeto de multitud de estudios, en especial de tesis doctorales en las que se han abordado detalladamente aspectos relacionados con la petrología (Ancochea, 1983), la geoquímica (Cebriá, 1992), la geofísica (Bergamín, 1986), la edafología (Raggi, 1983), la geomorfología (Poblete, 1995; Becerra, 2013) y la volcanoesratigrafía (Molina, 1975; Gallardo, 2005); no obstante, hasta la fecha no se había realizado una investigación específica sobre los artífices del descubrimiento científico de este territorio, los cuales además contribuyeron, sin duda, a consolidar y desarrollar la geología en España.

Por esta razón, el objetivo de este trabajo es efectuar un análisis pormenorizado de la exploración de la RVCE entre finales del siglo XVIII y primer tercio del siglo XX, con la finalidad de desvelar las aportaciones efectuadas por los protagonistas de esta hazaña y dar a conocer una parte importante de la historia de la volcanología española, y peninsular en particular.

## I. PRECEDENTES

Son muy escasas las referencias históricas sobre fenómenos asociados a la actividad volcánica, tales como tremores, emanaciones gaseosas y aguas termales. Entre los documentos históricos más antiguos que recogen alguna información al respecto cabe destacar las *Relaciones topográficas de Felipe II (1575-1579)*, en las que se mencionan la presencia de aguas termales en los pueblos de Bolaños, Fuencaliente y Puertollano; así como emanaciones gaseosas en Valenzuela. Como ejemplo destacamos la respuesta que la villa de Puertollano realiza: «[...] y que tiene junto a la dicha villa una fuente que se llama la fuente Aceda porque el agua de ella es agria, y sale la dicha agua encima de tierra hirviendo hacia arriba ordinariamente sin cesar como si fuese una caldera de agua hirviendo por todas partes» (Campos, 2009, p. 772).

Llama la atención el temprano interés por explicar el origen de tales manantiales hasta el extremo de que el párroco de Bolaños, encomendado de la redacción de tales respuestas, realiza las siguientes declaraciones:

Muchos han querido dar razón por qué el agua de esta tierra es agra; unos dicen que pasa por venas de hierro y que así es

agua agra. Puédeseles responder que en muchas partes hay venas de hierro y el agua no es agra, antes, tan aherrumbrada que no se puede meter en la boca. Otros dicen que pasa por venas de alumbre; también parece fuera de propósito porque si así fuera, fuera tan dañosa y corrosiva que antes matara que diera salud. Otros dicen que [pasa] por venas de plata, porque afirman que bebida con plata está más agra. Escoja el prudente lector lo que mejor de esto le cuadrare. (Campos, 2009, p. 247)

Sorprendentes son las afirmaciones efectuadas por el pueblo de Valenzuela de Calatrava, que en el capítulo 27 informan de emanaciones gaseosas que podrían tratarse de fumarolas o más bien de solfataras dadas sus características organolépticas:

[...] en la dehesa Vieja de esta villa, a media legua como vamos al lugar Granátula por el atajo a la mano izquierda a vista de este pueblo, está un cerro que llaman el Cerro la Sima, donde por entre unas peñas guijeñas salen unas flamas calientes a manera de como cuando se ha quemado una calera que ya no sale humo ni llama sino que está mostrando el fuego que hay dentro; el cual calor sale por entre las dichas peñas oliendo alrebite de rato en rato como quien lo tira con cohetes. Y al tiempo sale de aquella flama y calor en el sentido del hombre que le priva el entendimiento, y esto tiene tanta fuerza que si en el barranco por donde sale meten dentro un perro luego da aullidos y estornudos y se cae temblando muerto, y cualquiera animal y aves que se lleguen luego las mata. En tiempo de agosto es más recio, y cuando llueve, mientras no se gasta el agua, está hirviendo como caldera al fuego que se oye más de veinte pasos. No se sabe decir qué sea. (Campos, 2009, p. 1.026)

Con posterioridad, en 1697 se publica en España la primera obra específica sobre las aguas minerales y termales, llevada a cabo por Alfonso Limón Montero, catedrático de Vísperas de Medicina de la Universidad de Alcalá de Henares, titulada *Espejo cristalino de las aguas de España, hermoseedo y guarnecido con el marco de variedad de fuentes y baños*. De dicha obra, que constituye el primer cuerpo de doctrina de las aguas minerales de España, nos interesa destacar el tratado tercero del libro primero referente a las *Aguas azedas del Campo de Calatrava*. En concreto, Alfonso Limón, natural de Puertollano, realiza un inventario de los principales manantiales termales de la comarca y un estudio más en profundidad de la fuente termal de Puertollano y de la del Pilar sita en Mestanza. Su interés se centra en aclarar el origen de la «azedia» de las aguas, así como determinar las cualidades curativas. En concreto, asevera que se debe a un «jugo calcantoso, el qual no es calcanto, o vitriolo ya perfecto y engendrado, sino aquella materia espirituosa sutilísima de que se haze, y engendra, no siendo pura materia, sino fermento del mismo vitriolo. Y en dicha materia se halla la virtud del alumbre, del hierro, del cobre, del azufre, del salitre, y de la sal» (Limón, 1697, p. 191).

Otro documento que recoge información sobre la presencia de manantiales termales son las *Descripciones del cardenal Lorenzana*, promovidas en 1782. Se realizaron con el propósito de conocer las condiciones socioeconómicas y las características geográficas de las diócesis, para lo cual se elaboró una encuesta o interrogatorio compuesto por catorce preguntas, de las que son de sumo interés geográfico la cuarta, quinta, sexta y especialmente la decimocuarta, referente a la existencia de fuentes o manantiales termales y de canteras. Estas descripciones proporcionan un inventario exhaustivo de los manantiales termales al contestar afirmativamente un elevado número de pueblos que con anterioridad no habían respondido. Entre ellos se encuentran las villas de Aldea del Rey, Calzada de Calatrava, Granátula de Calatrava; además de Miguelturra, Piedrabuena, Pozuelo de Ctva., Valverde, Villamanrique y Viso del Marqués. En la villa de Pozuelo la descripción resulta meticulosa pues indica no sólo el número y situación de los manantiales, sino hasta incluso la composición química de algunos de ellos:

Hay en el término y jurisdicción de esta villa ocho fuentes, la mas cercana, que se nomina el Hervidero, y de agua agria, dista de esta villa media legua y medio cuarto [...]; la del Chorrillo [...]; la del Cura y la de Fuensanta, una legua, todas tres de aguas agrías, y esta ultima esta en la dehesa de Villafranca propia de la encomienda mayor de la Clavería de Calatrava [...]. También los minerales de esta fuente o hervidero, habiendo hecho las indagaciones o experiencias, se ha verificado tener mineral de mercurio, caparrosa, vitriolo y yerro. (Porres de Mateo, Rodríguez de Gracia y Sánchez, 1986, pp. 223 y 230)

## II. EL PIONERO ILUSTRADO, EL NATURALISTA IRLANDÉS GUILLERMO BOWLES

Pese a que diversos trabajos han abordado la figura de Guillermo Bowles y analizado sus aportaciones científicas desde el punto de vista geognóstico (Ribera, 1988), naturalista (Recio, 2006), geográfico (Martínez de Pisón, 1995) e incluso editorialista (Sánchez, 2002), sin embargo, aún hoy en día, persisten enigmas en relación con su biografía e incluso ambigüedades sobre el alcance de sus aportaciones científicas, en especial, de su principal trabajo titulado *Introducción a la historia natural y a la geografía física de España*, publicado en Madrid en 1775 (Fig. 1).

Es cierto que la citada obra ha sido reconocida por su contribución al conocimiento general de los rasgos físicos del territorio español, tanto desde el punto de

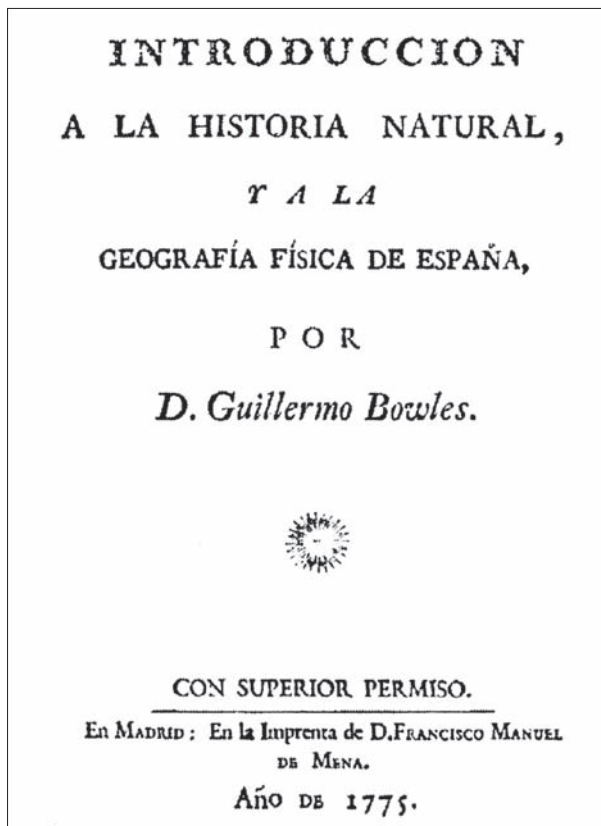


FIG. 1. Portada de la *Introducción a la historia natural y a la geografía física de España* publicada en Madrid en 1775.

vista litológico, mineralógico e incluso también fisiográfico, hasta el punto de ser situada «en los orígenes de la principal doctrina científica que, a fines del XIX, acabará por constituir la geomorfología propiamente dicha» (Martínez de Pisón, 1995, p. 82). De hecho en su época despertó un notable interés y supuso un gran éxito editorial (Sánchez, 2002), que explica que se llevasen a cabo dos reediciones, una en 1782 y la siguiente en 1789, así como diversas traducciones: al francés (1776), adaptada al inglés (1783) y finalmente al italiano (1783). No obstante, un aspecto tan relevante como la noticia sobre la presencia de volcanes extintos en España ha quedado relegada al olvido durante casi dos siglos. Tanto es así que sólo unos pocos autores, entre los que se encuentran Romero y otros (1986), Aragonés (2001) y Castañón y Quirós (2004), reconocen el carácter pionero de su hallazgo, aunque, a nuestro juicio, no se ha valorado suficientemente la trascendencia y relevancia científica de su contribución.

La llegada de Bowles a España se enmarca dentro de la política ilustrada de modernización emprendida por los

Borbones, en este caso por Fernando VI, con el objetivo de favorecer el progreso de las ciencias, razón por la cual se aplican diversas medidas como la creación de instituciones científicas (academias científicas, gabinetes de historia natural, jardines botánicos...), el envío de pensionados al extranjero y la contratación de especialistas y científicos extranjeros (Parra y Pelayo, 1996). El artífice de esta política fue el marqués de la Ensenada, Zenon de Somodevilla, que encomienda a Antonio de Ulloa, a la sazón capitán de navío, que realice un viaje de espionaje industrial entre 1750-1752 por varios estados europeos (Lafuente y Peset, 1981). Como resultado de dicho periplo, además del mencionado Bowles, comisionado para viajar por las minas de la Corona española, fueron contratados los alemanes Andrés Keterlin y su hijo Juan Keterlin, los franceses Agustín de la Planche, François Chabaneaux, Joseph Dombey, Joseph Louis Proust y el botánico sueco Pehr Löfving, discípulo de Linneo y autor de la primera ictiología española en 1753.

Bowles llega a España en 1752 con la finalidad de reconocer el estado de las minas de España, así como dirigir la Real Casa de Geografía de la Corte y Gabinete de Historial Natural, que estuvo emplazada inicialmente en la calle de la Magdalena en Madrid. La primera misión de Bowles<sup>3</sup> fue mejorar el sistema de laboreo de las reales minas de azogue de Almadén y más tarde, entre 1755 y 1757, habría de sofocar el incendio propagado en los pozos y reanudar su explotación, con el fin de continuar con las exportaciones de mercurio a las Indias, casi paralizadas durante ese periodo de tiempo. Entre las medidas emprendidas por Bowles cabe destacar la contratación de especialistas alemanes formados en la prestigiosa Academia de Minería de Freiberg (Sajonia, Alemania), que se encargarían en Almadén no sólo de mejorar las técnicas de explotación, sino incluso de la formación de los técnicos españoles y sobre todo de la dirección de las minas; que mantuvieron de forma ininterrumpida desde 1754 hasta 1796<sup>4</sup> (Puche y Mazadiego, 1997; Fernández y Mansilla, 2004; Sumozas, 2007). También su intervención fue decisiva para que finalmente Carlos III fundase, por Real Orden de 14 de julio de 1777, la Academia de Minería y Geografía Sub-

terránea de Almadén, convirtiéndose así en la primera de España y en la cuarta del mundo.

Merced a la intensa labor de inspección de minas, que le permitió viajar por numerosos yacimientos de toda España, y a su capacidad de observación directa, Bowles realiza un completo reconocimiento del territorio español, esto es, la primera *Geografía física de España*, pues se ocupa de la descripción física de los fenómenos naturales, en especial, de los aspectos geológicos y de los procesos de erosión. Ahora bien, el libro de Bowles también recoge revelaciones sorprendentes para la época como el apartado dedicado a los volcanes de España. En concreto, Bowles detalla:

Yo he visto señales evidentes de muchas montañas en España que han ardido, y de cuyo incendio no hacen mencion las historias ni se conserva de ello tradicion. Entre Almagro y Corral en la Mancha, cerca del rio Javalon en el camino de Almaden, hay trozos de peñascos que conservan las señales del fuego; y por aquellos campos hay muchas piedras un poco pesadas, de color hollin por dentro y por fuera que sin duda han sido fundidas. Entre Cartagena y Murcia, no lejos del mar, hay una vasta montaña donde ha habido un volcan, cuya boca se conserva, y las gentes del pais, la tienen por una cueva encantada. Cinco de estas cavernas profundas hay en el territorio de Murcia: y cerca de Cartagena hay otra donde se ven vestigios de una mina de alumbre; siendo de notar, para mayor indicio de este volcan, que por allí cerca hay quatro manantiales de aguas calientes.

En Cataluña, entre Girona y Figueres, bastante cerca del mar, hay dos montañas piramidales de igual altura que se tocan por sus bases, y tienen todas las señales de haber sido antiguamente volcanes. Aunque al pie se ven muchos moldes ó huecos donde ha habido conchas petrificadas, son cosa posterior al volcan: y siempre que se hallan petrificaciones cerca de los volcanes demuestran su mucha antigüedad; pero cinco ó seis mil años bastan para eso, y aun para mucho mas. (Bowles, 1782, 2.ª ed., pp. 225; 227)

Se trata, por tanto, de la primera referencia científica en la que se indica la presencia de volcanes extinguidos en la Península Ibérica, identificándose las zonas volcánicas de La Mancha, del Sudeste español y de Cataluña. Este descubrimiento del volcanismo peninsular no es fortuito ni accidental, sino que responde a la sólida formación científica de Bowles, pues conocía perfectamente las regiones volcánicas de Auvernia y Sajonia, a las que tuvo oportunidad de visitar en varias ocasiones a lo largo de su vida.

Pese a que la biografía de Bowles es todavía prácticamente desconocida, sabemos, a través del prólogo de la segunda edición de su obra, que nació cerca de Cork (Irlanda) en torno al año 1714 y murió, a los 66 años, en Madrid el 25 de agosto de 1780, siendo enterrado en la iglesia de San Martín. Realiza estudios de leyes hasta

<sup>3</sup> Bowles viaja por vez primera a Almadén el 7 de julio de 1752 aunque volverá hasta en cuatro ocasiones más, concretamente en los años 1755, 1757, 1759 y 1765 (Parés i Franques, 1782).

<sup>4</sup> El primer director de las reales minas de azogue de Almadén fue el alemán Henning Carlos Koehler, seguido de Enrique Cristóbal Störr, nombrado también primer director de la Academia de Minería de Almadén, Juan Martín Hoppensack y finalmente Juan Federico Mayer.



1740, en que los abandona para ir a París, donde permanecerá hasta el año 1752, cursando estudios de historia natural, química, metalurgia y anatomía (Fig. 2). La clave para desvelar cómo adquiere los conocimientos teóricos que le permiten la identificación de los volcanes extinguidos reside en su alto grado de especialización mineralógica alcanzada en París, concretamente en el Jardín del Rey, una de las instituciones científicas más relevantes de Francia durante el Antiguo Régimen. El prestigio de este organismo se acrecienta aún más si cabe desde el nombramiento en 1739 de Buffon como superintendente del Jardín del Rey, en el que, si bien no ejerce como docente, se encarga personalmente del Gabinete de Historia Natural (Laissus, 2007). Así pues, la observación directa y el análisis químico de multitud de muestras de rocas llegadas de los volcanes activos de Europa, África y América, en definitiva, de todo el mundo, permite que Bowles adquiera un aprendizaje completo. Además del mencionado Buffon<sup>5</sup>, otro de los personajes que más influyen en su formación es el químico y farmacéutico Guillaume-François Rouelle, que ocupa a partir de 1743 la plaza de profesor demostrador en el Jardín del Rey y miembro de la Academia de Ciencias de París, a quien podemos considerar su verdadero maestro. Durante su larga estancia en Francia, que se prolongaría durante doce años, realiza numerosos desplazamientos por todo el país siempre en busca de yacimientos mineros. Precisamente en una de estas prospecciones viaja en 1750 a la región de Auvernia, donde visita en compañía del inglés Olzendorff y de Jean-Francois Ozy, farmacéutico de Clermont-Ferrand, que les sirve de guía, los volcanes de dicho territorio, en concreto, el Puy de Dôme (Taylor, 2007). Según relata Ozy en una misiva remitida el 1 de noviembre de 1777 a Faujas de Saint-Fond, y que recoge en su obra *Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*<sup>6</sup>, Bowles es el naturalista que identifica, por

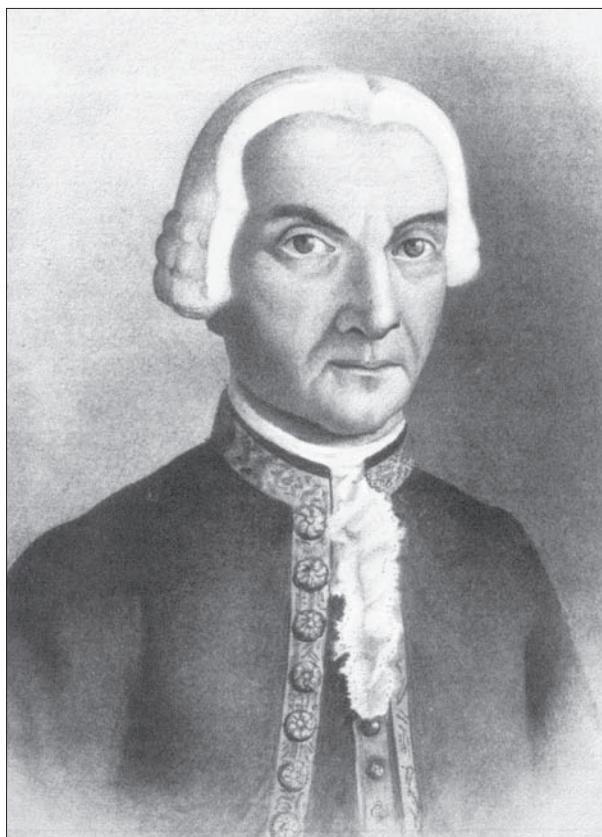


FIG. 2. Guillermo Bowles. Retrato cedido por el Archivo del Museo de Ciencias Naturales de Madrid (dibujo atribuido a Antonio María Lecuona).

vez primera, la naturaleza volcánica del Puy de Dôme, esto es, un año antes que Guettard<sup>7</sup>, convirtiéndose así sin ninguna pretensión, pues nunca llegó a reivindicar dicho hallazgo, en el centro de una vieja polémica franco-francesa sobre el descubrimiento de los volcanes extintos en Europa (Faujas de Saint-Fond, 1778; Guettard, 1779; Scrope, 1858; Archiac, 1862).

En cuanto al origen de los volcanes, Bowles no recurre a la combustión de yacimientos de carbón, hipótesis imperante durante el siglo XVIII, sino que se formarían como resultado de la mezcla de agua y otras sustancias inflamables, al tiempo que ratifica la presencia de un fuego en el interior del globo terrestre. En concreto, precisa que:

les craters, les laves, &c. car auparavant je n'étois pas plus instruit sur cet objet que les autres habitans de cette province» (Faujas de Saint-Fond, 1778, p. 434).

<sup>7</sup> El Puy de la Nugère fue en 1751 la primera montaña de Auvernia reconocida como un volcán por Jean-Étienne Guettard, cuyo informe titulado *Sur quelques montagnes de France qui ont été volcanes* presenta el 10 de mayo de 1752 en la Academia de Ciencias de París y finalmente se publica en 1756.

<sup>5</sup> Buffon es el autor de la célebre obra *Histoire naturelle, générale et particulière avec la description du Cabinet du Roy* publicada entre 1749 y 1789, la cual consta de 36 volúmenes y en la que tanto se inspiraría Bowles.

<sup>6</sup> «M. vous me demandez une notice des auters qui on visité les premiers les volcans d'Auvergne, tout autre que moi ne fauroit mieux vous instruire sur cet objet. Je suis surpris que M. de Cassiny & M. le Monnier, qui en 1739 ou 1740, voyageant dans cette province, en filant la Méridienne depuis *Dunkerque* jusqu'a *Perpignan*, ne se soient pas aperçus de ces anciens fourneaux; je les accompagnai dans le temps au *Puy de Dome* & aux monts d'Or; & sur cette route d'environ 8 lieux, on ne marche que sur les laves, les pouzzolanes, les rapilli, &c. On y reconte un nombre considerable de craters, tellement qu'en 1751, étant avec M. de Malesherbes & M. Guettard sur les hauteurs de ces montagnes, nous comptâmes sur la même ligne 17 à 18 craters. L'année avant, il me fut adressé M. Olzendorff, anglais, & M. Bowles, irlandais, ces Messieurs furent envoyés dans cette province pour examiner quelques mines de plomb. Nous montâmes ensemble au *Puy de Dome*, & ce fut là que j'appris pour la première fois à connoître

[...] las horribas erupciones de los volcanes proceden de la gran dilatación del agua, y de la situación de sus bocas en la cima de las montañas, mas que de la intensidad de su fuego; pero éste dura por muchos siglos, y su permanencia, unida al choque y encuentro de diversos cuerpos, causa la diversidad de las lavas en las erupciones, en que hay algunas de piedra-pómez, y ótras de otras materias diferentes. Los tres volcanes que hoy arden en Europa deben su incendio al fuego del globo de la tierra; y he aqui una de las causas de su mucha duración, persuadiéndome yo que todos los demás tienen la misma comunicacion.

Concibo que el fuego puede existir tranquilamente en todos los cuerpos, y que el movimiento repentino, ó la frotacion le hace descubrirse y aparecer: que una gran masa, una vez encendida, puede conservar su calor por muchos siglos: que la composicion interior de las montañas no es en tódos la misma: que el agua enciende algunas veces las materias combustibles: que su prodigiosa rarefacion puede causar erupciones tan terribles que arrojen cuerpos muy pesados á grandes distancias: que los volcanes pueden tener comunicaciones laterales de uno á otro, además de una perpendicular al fuego interno del globo: que el contacto del agua causa la furiosa ebullicion de las lavas, las erupciones, los choques, los desastres: que los manantiales, muy calientes por tantos siglos, pueden producir nuevas substancias como la Platina &c. Todo esto lo concibo; pero lo que no puedo comprehender es por qué el fuego, los cuerpos combustibles, y el acceso del agua han de determinar la materia precisamente ácia la cima de una montaña, por lo regular, la mas alta del país, y que esto haya de suceder siempre; pues no hay exemplo de volcan que se halle en llano ni en colina, ni debe traherse á consecuencia una ú otra boca accesoria y secundaria, que se vea en estos parages. El explicar tal fenómeno por la naturaleza y ligereza del fuego, no me satisface. (Bowles, 1782, 2.<sup>a</sup> ed., pp. 223-224)

En la exposición de Bowles se aprecian las ideas del jesuita alemán Kircher, expresadas en su obra *Mundus subterraneus*, publicada entre 1664 y 1665 sobre la presencia de un fuego en el interior de la Tierra, que se conecta con los volcanes a través de una red de galerías, por la que circulan agua, aire y fuego. Por otro lado, la importancia que Bowles otorga al agua en la actividad volcánica pone de manifiesto no ya la influencia del neptunismo, teoría mucho más tardía, puesto que Werner inicia su actividad docente en la Academia de Minas de Freiberg en 1775, y su formulación teórica no estaría completa hasta 1777 (Hallam, 1985); sino precisamente de Buffon, cuya *Théorie de la terre* estaba escrita ya en 1744 y se publicaría en 1749, en la que rechaza la combustión de capas de carbón para explicar el origen de los volcanes, centrando su explicación más bien en una reacción química de materias sulfurosas, en la que el agua juega un papel primordial.

Por último, para comprender la relevancia del descubrimiento de Bowles de los volcanes extintos de España, basta con señalar que el propio Desmarest (1795, pp. 34-52), prestigioso volcanólogo francés, dedica en su *Encyclopédie méthodique* una entrada a Bowles, en la que re-

seña entre otras aportaciones dicho hallazgo, que supuso claramente la difusión de dicha noticia por toda Europa.

### III. LAS APORTACIONES DE LOS INGENIEROS DE MINAS DE LA REAL ACADEMIA DE ALMADÉN

Tras el descubrimiento de los volcanes de España por Bowles en 1775, se produce la llegada a nuestro país de ingenieros de minas y geólogos procedentes del resto de Europa, entre los que cabe destacar al francés Pierre-Louis-Antoine Cordier, quien en 1802 realiza, por vez primera, la ruta que le lleva a visitar las zonas volcánicas de Cataluña (Olot), Cabo de Gata y finalmente las Islas Canarias; posteriormente sería el escocés M. W. Maclure, discípulo de Werner, quien en 1808 repitiese el mismo recorrido y difundiera a la comunidad científica el volcanismo de Olot a través de una carta dirigida a Delamétherie, y publicada en la revista *Journal de Physique*. Más tarde en 1830 Lyell tras leer la obra de Daubeny (1826), en la que se mencionan las zonas volcánicas de Cataluña, Murcia y Cabo de Gata, decide visitar Olot y plasma sus resultados en el capítulo XIV del tercer tomo de *Principles of geology* (Lyell, 1833, pp. 183-193).

Queda claro, por tanto, que la región volcánica de Ciudad Real, a diferencia del resto, quedó olvidada y fuera de los círculos científicos, de tal manera que las primeras noticias habrían de tardar aún más de sesenta años y serían llevadas a cabo por los ingenieros de minas de la Real Academia de Almadén, entre los que cabe destacar a Joaquín Ezquerra del Bayo, Amalio Maestre y Juan Inza.

En puridad, la primera noticia sobre la composición basáltica de dichas rocas es dada por Joaquín Ezquerra del Bayo (1793-1857), natural de Ferrol, quien en el año 1836, durante la Regencia de María Cristina, publica en la revista alemana *Neus Jahrbuch für Mineralogie* una sucinta nota titulada «Basalt der Mancha». Apenas aporta más información que la referente a la petrología, tal y como puede apreciarse:

Mitten in der Mancha kommt eine grosse Basalt-Formation vor, welche LEPLAY, HAUSMANN u. s. w. nicht beachtet haben. Ihr Ausbruch mag es gewesen seyn, der die Aufrichtung der Schichten in der Formation von Almaden veranlasst hat. Dieser Basalt enthält deutlichen Olivin und einer unserer Ingenieure, Herr PRADO, hat mir gesagt, dass er auf eine Erstreckung von mehr als 7 Stunden das herrschende Gestein seye. (Ezquerra del Bayo, 1836, p. 203)

Ezquerra del Bayo es, sin duda, uno de los ingenieros de minas más destacados de mediados del siglo XIX. Por





FIG. 3. Primer mapa geológico de España peninsular realizado por Ezquerro del Bayo en 1850 y publicado en Stuttgart en 1851, a E. 1:5.000.000. Cedido por el Instituto Geológico y Minero de España. Reproducción al 68,6 %.

mediación de Fausto de Elhuyar, a la sazón director general de Minas, fue pensionado para estudiar los últimos avances de la minería en la Bergakademie de Freiberg, en la que se matricula en 1830 con el número 1.246 (López de Azcona y otros, 1992). A su regreso a España ejerce como docente en la Academia de Almadén y desde 1836 hasta 1844 en la Escuela de Minas de Madrid, donde impartió la asignatura de Mecánica Aplicada y Laboreo de Minas (Julivert, 2014). En 1847 traduce al castellano la obra *Elements of geology*, publicada por Lyell en 1838, la cual tuvo una enorme repercusión, pues introduce las ideas del uniformismo o actualismo y la nomenclatura cronoestratigráfica moderna, contribuyendo al afian-

zamiento de la ciencia geológica en España y convirtiéndose durante muchos años en manual de referencia (Ayala, 1993).

Otra aportación que lleva a cabo Ezquerro del Bayo es la publicación en 1850 del primer mapa geológico completo de la España peninsular, adoptando la nomenclatura geológica de Lyell y representando por vez primera las zonas volcánicas de la Península Ibérica, esto es, de Cataluña, Ciudad Real, Murcia y Almería (FIG. 3).

Con posterioridad, elabora una síntesis de la geología de España que lleva por título *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península*, que consta de cuatro volú-

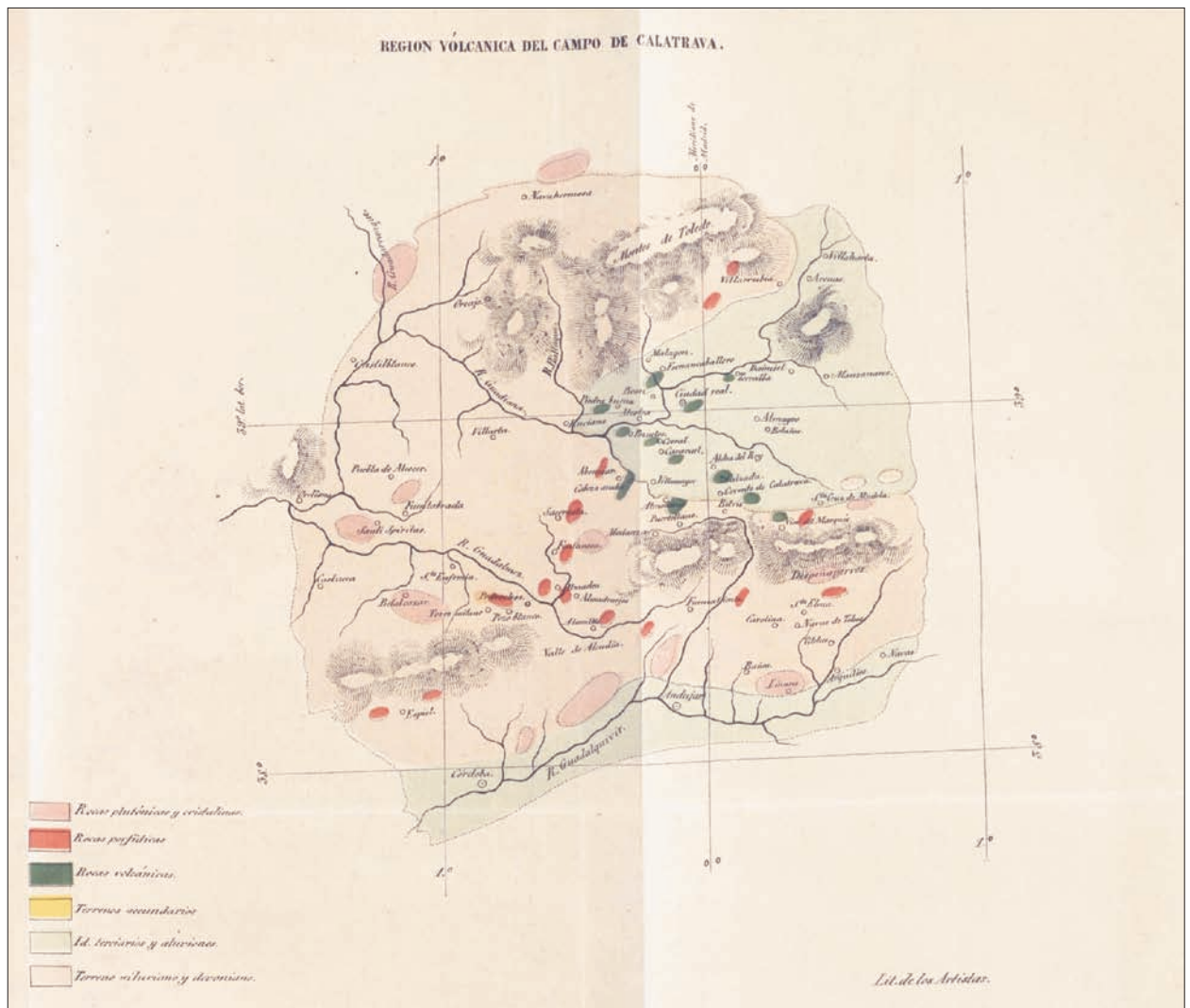


FIG. 4. Mapa de la región volcánica del Campo de Calatrava elaborado por Ezquerro del Bayo en 1851.

menes, en el segundo de los cuales, publicado en 1851, efectúa una reseña de las zonas volcánicas de España. En el caso concreto del área eruptiva de Ciudad Real, a la que denomina Campo de Calatrava, realiza más bien una síntesis del trabajo del ingeniero de minas Naranjo (1850), pues como él mismo señala: «No he visitado ni por consiguiente reconocido la parte mas interesante de este gran foco de erupciones» (Ezquerro del Bayo, 1851, p. 81). Aun así, con la información proporcionada es capaz de elaborar una cartografía en la que, aunque sin escala, sitúa con precisión las principales formaciones volcánicas entre los Montes de Toledo, al Norte, y Sierra Morena, al Sur (FIG. 4) y atribuye ya la edad de las

erupciones como postterciarias al indicar que «en Castilla la Nueva las erupciones volcánicas, propiamente dichas, han surtido á través de los terrenos terciarios» (Ezquerro del Bayo, 1851, p. 82).

En 1844, durante la Década Moderada, aparece también otra breve reseña, esta vez en el *Boletín Oficial de Minas*, a cargo de Amalio Maestre e Ibáñez (1812-1872), natural de Ciudad Real y jefe de la Brigada Geológica de la Junta Estadística desde 1861 a 1865, quien inició su labor docente en la Real Academia de Minas de Almadén en 1837 como ayudante de prácticas de Ezquerro del Bayo (FIG. 5). Bajo el título de *Observaciones acerca de los terrenos volcánicos de la Península*, elabora un



trabajo sobre las distintas áreas volcánicas peninsulares y especifica sucintamente la localización de la zona volcánica de Ciudad Real «entre Argamasilla de Calatrava, desembocadura del río Javalon en el Guadiana, y el lugar que ocupaba antiguamente la ciudad de Alarcos» (Maestre, 1844, p. 119). Es autor, también, de uno de los primeros mapas generales de síntesis de España, esto es, del *Bosquejo general geológico*, publicado en 1864 y a escala 1:2.000.000, en el que se representan las zonas volcánicas de Cataluña, Ciudad Real y Cabo de Gata (Fig. 6). Tal y como señalan Frochoso y Sierra (2004), la leyenda es más completa y los contornos están mejor trazados que en el mapa de Ezquerro del Bayo, aunque la nomenclatura empleada es poco afortunada.

Por último, cabe destacar la figura del ingeniero de minas Juan Inza, natural de Almodóvar del Campo (Ciudad Real), que, aunque se formó en las escuelas de Minas y Politécnica de París, en 1844 se incorpora definitivamente al Cuerpo de Ingenieros de Minas de España (*Boletín Oficial de Minas*, 1844, p. 73). Es en ese mismo año cuando publica *Memoria sobre la riqueza mineral de La Mancha*, manuscrito dirigido a señalar los recursos del subsuelo de La Mancha Baja y su posible rentabilidad, donde realiza una descripción geográfica de buena parte de la provincia de Ciudad Real, incluyendo no sólo apuntes geognósticos y económicos sino también sobre la fisonomía del terreno. Contiene un análisis sobre los basaltos del Campo de Calatrava caracterizando tres tipos principales: uno compacto, otro celular y esponjoso y las escorias o basalto incoherente arenáceo, haciendo referencia explícita a que todos éstos suelen contener fragmentos de rocas de estratificación en su interior. De hecho, anticipa que la edad de las erupciones es posterior a la deposición de las calizas e incluso muy reciente, esbozando una explicación sobre el origen del relieve. Inza también expone la forma de algunos cerros basálticos y comenta la utilización de los diferentes productos eruptivos. Se percata, por otra parte, de la abundancia de aguas minerales, especialmente de las ácidas ferruginosas que «indudablemente se hallan en conexión con los centros basálticos» (Inza, 1844, p. 30).

#### IV. LA EXPLORACIÓN MINERA DE LA COMISIÓN DEL MAPA GEOLÓGICO DE ESPAÑA

Es evidente, pues, que antes de la creación de la Comisión del Mapa Geológico de Madrid y General del Reino por Real Decreto de 12 de julio de 1849, durante el reinado de Isabel II, apenas se tenía conocimiento so-



FIG. 5. Amalio Maestre e Ibáñez. Retrato cedido por el Instituto Geológico y Minero de España.

bre la extensión de la región volcánica de Ciudad Real y menos aún sobre la tipología de los volcanes, variedad de erupciones y edad geológica. Pese a que el objetivo fundamental de dicha comisión era la elaboración del mapa geológico de la Península, estaba integrada exclusivamente por ingenieros del Cuerpo de Minas, a los que se les encomienda en esta primera etapa, bajo la dirección de Francisco de Luxán, un trabajo de amplias miras y de carácter naturalista, pues para «que la obra correspondiera al fin con el que se promueve deberá abrazar los estudios que en geografía, meteorología, geognosia, mineralogía, botánica, zoología y paleontología exige la descripción completa de un país extenso» (*Gaceta de Madrid*, núm. 5.424, 20 de julio de 1849). No obstante, esta comisión estuvo muy condicionada, desde el inicio, por la escasez de recursos económicos, amén de los sucesivos relevos en la jefatura y numerosas reorganizaciones administrativas, que mermaron los resultados, culminando finalmente con la puesta en marcha, durante la Primera República, de la Comisión del Mapa Geológico de España, bajo la dirección de Fernández de Castro. Merced a su esfuerzo y excelente labor de organización, se concluye la elaboración del Mapa Geológico Nacional a escala 1:400.000



FIG. 6. Mapa geológico de España realizado por A. Maestre en 1864 a E. 1:2.000.000. Cedido por el Instituto Geológico y Minero de España. Reproducción al 24,9 %.

en 1892 con la edición económica compuesta de 64 hojas y la de lujo de 16 (Blázquez, 1992; Ordaz, 1978).

Es en este contexto de reconocimiento geológico del ámbito español, durante la segunda mitad del siglo XIX, cuando se inicia también una exhaustiva exploración del territorio de la RVCE, entre cuyos protagonistas cabe destacar a los ingenieros Felipe Naranjo, Francisco de Luxán, José Caminero y Daniel Cortázar.

En concreto, Felipe Naranjo y Garza (1809-1877), natural de Almadén, se matricula en la Real Academia de dicha localidad en 1829 con el número 75 e ingresa en el Cuerpo de Minas en 1835, teniendo inicialmente como destino Almadenejos, aunque terminaría finalmente en

Almadén (Boixereu, Puche y Robador, 2011). A partir de esta fecha desarrolla una carrera exitosa ocupando entre otros cargos el puesto de ingeniero del Distrito de Madrid desde 1850 a 1852, director de la Escuela de Minas de Madrid entre 1857 y 1860, vocal de la Comisión del Mapa Geológico, así como presidente de la Junta Superior Facultativa de Minería (FIG. 7). Cuando era ingeniero de segunda clase, por Real Orden de 19 de febrero de 1849, es comisionado para llevar a cabo un reconocimiento geológico de toda la cuenca del Guadiana desde las Lagunas de Ruidera hasta la desembocadura, con la finalidad de identificar los tipos de rocas, el límite de las diferentes formaciones y su espesor; así como situar los



yacimientos mineros y las áreas propicias para la perforación de pozos artesianos. Entre otras aportaciones cabe reseñar, en primer lugar, la correcta identificación en las laderas del valle de las tobas calcáreas que represan el río y originan las Lagunas de Ruidera (laguna del Rey), la localización del nacimiento del río Guadiana en los Ojos homónimos y el análisis del volcanismo del Campo de Calatrava. En concreto, precisa los pueblos sobre los que se extiende dicho fenómeno y define las principales formas volcánicas, a saber, conos y negrizales:

En otras colinas más achatadas, más próximas al centro de la cuenca, de menor elevación que aquellas y bordeando las dos márgenes del río Guadiana, en dos líneas próximamente paralelas, se encuentran los basaltos en todas sus variedades, el pómez, las tobas ígneas y otras rocas volcánicas con sus diques, sus cráteres y corrientes lávicas propias de esta clase de volcanes apagados. Las villas y pueblos de Torralba, Ciudad-Real, ruinas de Calatrava la Vieja, Torrecilla, Pozuelos, Caracuel, Picon, Valverde, Piedrabuena, Almodovar, Cabezarados, y otros varios del territorio que se conoce con el nombre de Campo de Calatrava, son otros tantos focos de erupciones basálticas. A estas colinas ó conos de sublevación dan los naturales del país el nombre de Cabezos del Palo, del Rey, de la plata, del hierro, y en general y con mayor propiedad, sin duda por su color pardo oscuro los denominan negrizales. (Naranjo, 1850, t. 1, p. 73)

Por último, indica también que en todos los pueblos citados hay «en íntima relación con las masas volcánicas, gran cantidad de aguas termales, acidulas y ferruginosas de virtudes medicinales muy notables» (Naranjo, 1850, t. 1, p. 73).

Por otro lado, Francisco de Luxán y Miguel-Romero (1798-1867), natural de Madrid, fue un destacado militar y político, que alcanzó el grado de mariscal de campo y llegó a ser designado hasta en tres ocasiones responsable de la cartera del Ministerio de Fomento, concretamente en 1854 y 1856, durante el Bienio Progresista del general Espartero, y finalmente en 1863, durante el gobierno de O'Donnell (Fig. 8). En 1830 se matricula, con el número 137, en la Real Academia de Minas de Almadén y concluye sus estudios en la Real Escuela de Minas de París, especializándose en Geognosia y Metalurgia entre los años 1833 y 1835. Tras el breve mandato de Fermín de Arteta es nombrado, por Real Decreto de 26 de noviembre de 1849, presidente de la Comisión de la Carta Geológica, cargo que ocuparía hasta 1853. Durante este periodo se encargaría, como ya hemos comentado anteriormente, de la puesta en marcha de dicha comisión, inicialmente pluridisciplinar y naturalista, organizada en torno a cuatro secciones (geográfica-meteorológica, botánica, zoológica y geológica) y claramente



FIG. 7. Felipe Naranjo y Garza. Retrato cedido por la Biblioteca Digital Hispánica.

inspirada en las ideas del naturalista Graells (Rábano y Aragón, 2007).

Autor de la célebre obra titulada *Lecciones de geología*, editada en 1841 y convertida en manual de referencia hasta 1848, en 1850 publica *Estudios y observaciones geológicas relativos a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real; y cortes geológicos de estos terrenos*. Entre los objetivos de esta obra cabe señalar el análisis de las relaciones entre los diferentes terrenos y en concreto «los de la Mancha, tan importantes por su naturaleza y en razón a su enlace con las perturbaciones volcánicas que han sufrido, con las cuales se hallan entremezcladas y en relaciones de cronología geológica» (Luxán, 1850, p. 5). La obra abarca una amplia zona de estudio, que se extiende, por el Sur, desde Madrid hasta Cádiz y, por el Oeste, hasta Badajoz y Trujillo. Se compone de dos tomos, en el primero de los cuales se analiza la topografía y el sistema hidrográfico; mientras que en la segunda parte, que es la que más nos interesa, lleva a cabo una





FIG. 8. Francisco de Luxán y Miguel-Romero. Retrato cedido por el Instituto Geológico y Minero de España.

exhaustiva descripción de los materiales terciarios y cuaternarios de las cuencas del Guadalquivir, del Tajo, del Guadiana y, en particular, de La Mancha. Asimismo cabe destacar un análisis profundo del territorio volcánico de la provincia de Ciudad Real, en el que a diferencia de las anteriores contribuciones no sólo realiza una localización bastante exacta de la RVCE al precisar que «en un espacio comprendido entre la sierra de Villarrubia, derivada de los Montes de Toledo, y la de Puerto-Llano, en contacto ya con los primeros contrafuertes de la Sierra Morena, se extiende una región marcada por la presencia de volcanes apagados, rocas volcánicas y desprendimiento de ácido carbónico en cantidad bastante para dar á las aguas el carácter de acídulas» (Luxán, 1851, p. 59); sino que además hace una distinción entre ocho tipos de rocas ígneas o depósitos volcánicos, en concreto, indica la presencia de basaltos compactos de color negro (con piroxenos y olivinos), basaltos compactos de color verdoso con hipersitena, una especie de variolita de color pardo, una lava esponjosa parecida a las escorias de fundición, una roca esponjosa de aspecto vítreo a la que denomina pumita, pumitas angulosas formando una brecha, tobas volcánicas y bolas de basalto de 50 a 60 cm de diámetro.

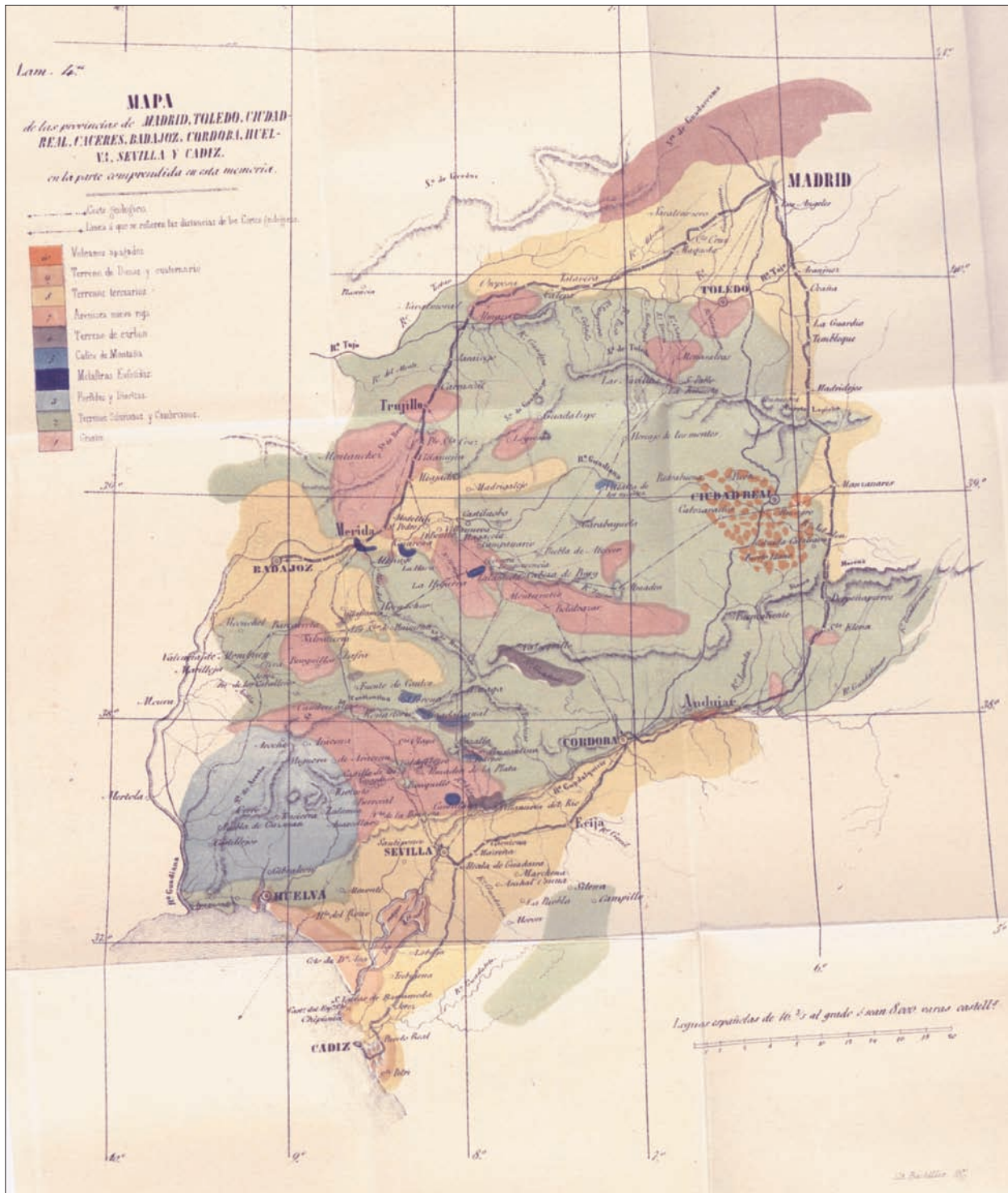
Se trata, pues, de la primera investigación del área volcánica fruto de una exploración concienzuda realizada, no lo olvidemos, a la sazón por el presidente de la Comisión de la Carta Geológica, en la que es capaz de señalar con enorme precisión los pueblos que albergan rocas o productos volcánicos entre los que menciona los siguientes:

1.º Almagro, Cerro del Tesoro, de Bolaños, de la Nieve, de la Yezosa, Atalaya, Solares del Corral Viejo, Morriones, de los Hoyos, Ruberon, Cañada de la Fuente del Cochino, Cuestecilla.

2.º Miguel-Turra, La Serna, Cabeza-Mesada, Ciruela, Ciudad-Real, Torralba, Calatrava la Vieja, Sancho-Rey, Corral de Caracul, Villa-Mayor, Ballesteros y su terreno próximo á los Hervideros, Torrecilla, Pozuelos, Aldea del Rey, Puerto-Llano, Almodovar, Cabeza-Arados, todas estas localidades á la izquierda del Guadiana; y Piedra-Buena, Picon, Alcolea y Valverde á la derecha: por manera que contando con los de Peñabarriga, Montejar, Puerto del Ciervo, Fuente-Sintero, en las inmediaciones de Almaden del Azogue, se extiende el fócus volcánico de esta parte central de España á una elipse alargada, cuyos ejes son de veinte y cinco leguas el mayor y de doce el menor; y marcado con la presencia de las rocas ígneas ya descritas. (Luxán, 1851, p. 62)

Además, lleva a cabo una inspección más profunda de la cuenca de Almagro, aportando la identificación de los volcanes de la Yezosa, Atalaya, Estrella y Cornudilla, en los que «pueden reconocerse aún los cráteres y la dirección de las lavas» (Luxán, 1851, p. 62). Finalmente, incorpora una cartografía geológica elaborada en leguas españolas de  $16 \frac{3}{5}$  al grado, esto es, a una escala aproximada de 1:3.000.000, que constituye una revisión del mapa de Leplay (Aragónés, 2013); no obstante, incluye ya la zona volcánica de Ciudad Real comprendida entre las poblaciones de Piedrabuena, Picón, Almagro, Calzada, Puertollano y Cabezardos (FIG. 9).

Entre los colaboradores que trabajaron activamente para la Comisión del Mapa Geológico en estas fechas, debemos reivindicar la labor del ingeniero de minas José Caminero, cuya figura apenas ha trascendido y es prácticamente desconocida. Natural de Valdepeñas, donde nació en 1827, ingresa en la Escuela de Minas de Madrid, concluyendo sus estudios en 1852. Desde entonces trabaja en las minas estatales de Riotinto, Linares y Almadén. Tras un breve paso por Córdoba, fue nombrado inspector jefe de Ciudad Real en 1868, cargo que mantuvo hasta su ascenso a inspector general en 1886. Llevó a cabo un importante servicio de reconocimiento de la provincia de Ciudad Real, remitiendo, a dicha comisión, colecciones de rocas volcánicas, fósiles y especialmente un trabajo titulado *Estudios geológicos de la parte meridional de la provincia de Ciudad Real*, objeto de un resu-



men por parte de Gascue e Ingunza (1874), en el cual se indica que las erupciones basálticas son miocenas. Cabe destacar también el trabajo *Formación hullera de Puertollano*, en la que Caminero (1876) da cuenta por primera vez de la formación carbonífera del Valle del Ojailén y también de la presencia en esta comarca de varios volcanes, en concreto del Cerro Balona, Castillejos del Rfo, del Retamar y de la extensa colada que se extiende entre la aldea del Villar y Villanueva de San Carlos.

La última aportación de un miembro de la comisión se debe a Daniel Cortázar y Larrubia (1809-1927), natural de Madrid, quien se matricula en la Escuela de Minas en 1860, con el número 454, y se incorpora al Cuerpo Nacional de Ingenieros de Minas en 1865; trabajando en diversos distritos provinciales y finalmente como subdirector en las explotaciones de Almadén y Linares (Maffei, 1877; Puche, 2004). En 1870 se incorpora a los trabajos de la Comisión del Mapa Geológico, bajo la dirección de Felipe Bauzá, en la que desarrolla una intensa actividad plasmada en la elaboración de trabajos de geología regional, razón por la cual llegó a recorrer 100.000 km (López de Azcona, 1989); destacando las reseñas sobre las provincias de Zamora y Orense (1874), Almería (1875), Toledo (1877 y 1878), Teruel (1885), Segovia (1890), Cuenca (1875) y Valencia, entre otras. Permaneció en dicha comisión más de 38 años y llegó incluso a presidir dicha institución entre los años 1902 y 1908. Por otro lado, conviene subrayar que Cortázar es, sin duda, uno de los ingenieros de minas más ilustrados del periodo de entresiglos, pues a su condición de políglota hay que añadir que en 1883 fue nombrado miembro de número de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, de la Real Academia Española en 1897 y desde 1876 miembro fundador de la Real Sociedad Geográfica de Madrid.

En 1880 publicaba el excelente trabajo titulado *Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real*, fruto de una amplia expedición, en la que precisa que Ciudad Real es la región basáltica de mayor extensión de España y menciona el Campo de Calatrava como la zona de mayor interés. Además, delimita con extraordinaria precisión geográfica la región volcánica, pues «se extiende de levante á poniente, desde la sierra del Moral hasta el término de Abenojar, y de norte á sur, desde Picón y Piedrabuena hasta las márgenes del río Montoro, al mediodía de Mestanza» (Cortázar, 1880, p. 295), calculando una superficie no inferior a 3.000 km<sup>2</sup>. Distingue de forma macroscópica tres tipos de basaltos: el compacto de color negro, el esponjoso y liviano de color gris y el «escoriforme», cuya textura granulada achaca al con-

tacto repentino con masas de agua. En cuanto a la edad de las erupciones, a diferencia de Naranjo y de Ezquerria del Bayo, considera que son previas a la sedimentación de las calizas miocenas, toda vez que éstas «se hallan en su contacto perfectamente horizontales» (Cortázar, 1880, p. 297). También incorpora en dicho trabajo *El mapa geológico y topográfico en bosquejo de la provincia de Ciudad Real*, a escala 1:800.000, en el que representa ya, además de otros conjuntos litológicos, del orden de unos 23 afloramientos volcánicos (FIG. 10). Para concluir, cita los principales centros basálticos de Almagro, Calzada de Calatrava, El Pardillo, Retamar, Los Pozuelos, Piedrabuena, Poblete y Argamasilla; los cuales se sitúan en la cumbre de los cerros cuarcíticos configurando conos de productos homogéneos o bien edificios lávicos. Otro aspecto relevante, al margen del volcanismo, que conviene resaltar es la interpretación genética de los materiales pospliocenos o cuaternarios, en concreto de las tobas de las Lagunas de Ruidera y las calizas cuaternarias de Ciudad Real. En el primer caso anticipa que «los grandes depósitos que hoy día siguen formándose en las laderas de los profundos valles de Ruidera, así como en los bordes de las cascadas, por donde se vierten las aguas de unas en otras lagunas [...] se originan al precipitarse la disolución caliza que llevan las aguas del Guadiana Alto, y de que se han cargado al cruzar por entre las rocas triásicas de donde manan» (Cortázar, 1880, p. 328); por otro lado, explica que las calizas cuaternarias, es decir, lo que hoy denominamos costras calcáreas o caliches tienen un espesor máximo de dos metros y aduce como origen los manantiales termales, al depositar «la cal que llevan disuelta, una vez que se desprende del agua el ácido carbónico» (Cortázar, 1880, p. 328).

#### V. LA INVESTIGACIÓN GEOLÓGICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE MADRID Y EL MUSEO DE CIENCIAS NATURALES

Si bien es cierto que en el siglo XIX la mayor parte de las aportaciones al conocimiento de la geología española, y por ende de la RVCE, proceden de los ingenieros de minas de la Comisión del Mapa Geológico, no obstante, existió de forma paralela un pequeño grupo de geólogos que trabajaron indistintamente al amparo de la Universidad Central de Madrid y del Museo de Ciencias Naturales, pues sendas instituciones estuvieron muy vinculadas históricamente (Julivert, 2014). Tanto la evolución de la enseñanza universitaria de la Geología como la transformación del Real Gabinete en Museo Nacional de Cien-



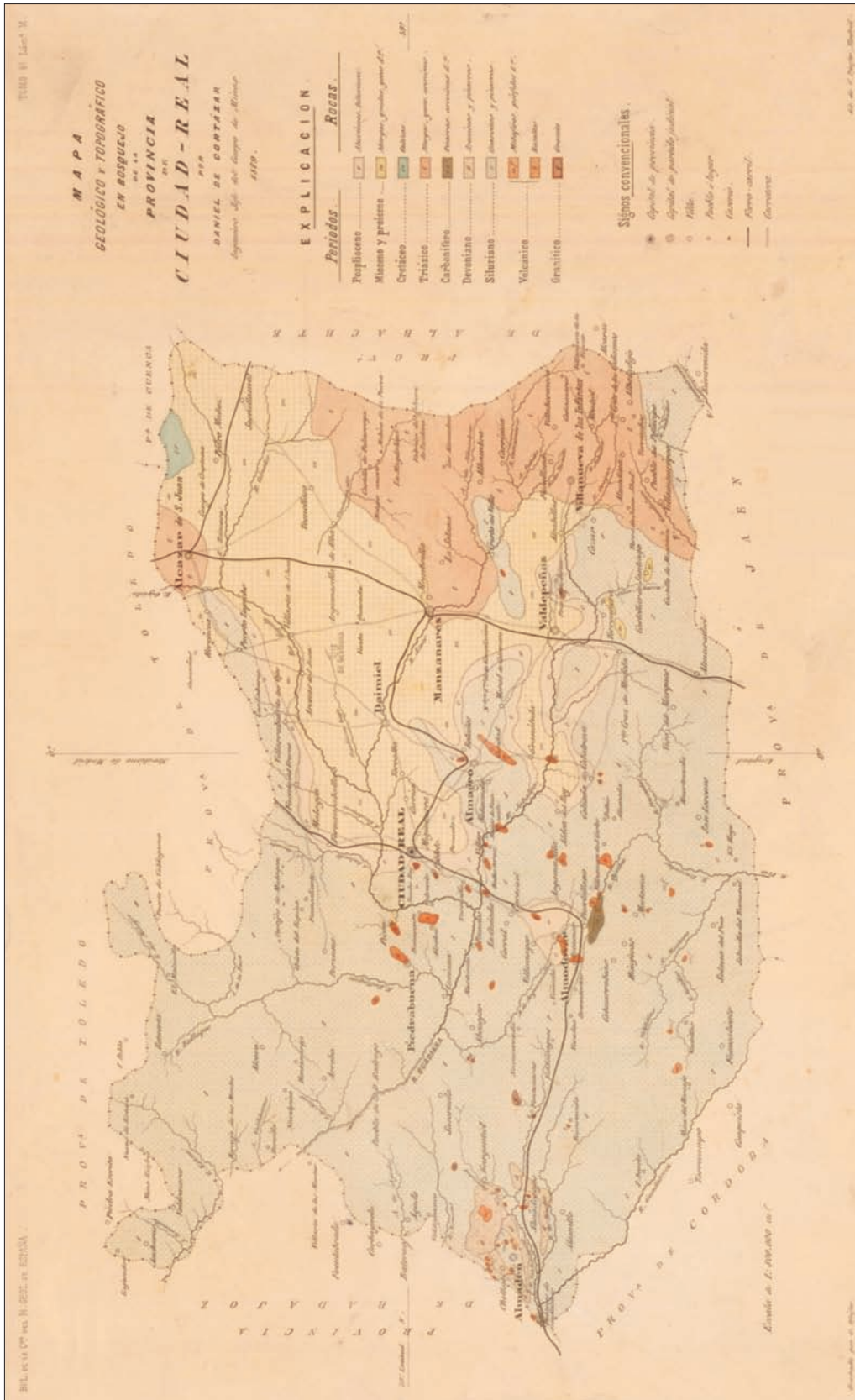


Fig. 10. Mapa geológico y topográfico en bosquejo de la provincia de Ciudad Real elaborado por Cortázar en 1879 y publicado en 1880. Cedido por el Instituto Geológico y Minero de España. Reproducción al 61,8 %.

cias Naturales han sido ya bien estudiadas, entre otros, por Bolado (2012) y Barreiro (1992), respectivamente; razón por la cual sólo abordaremos aquellos aspectos más significativos.

En particular, conviene subrayar, por un lado, que el Real Museo de Ciencias Naturales, llamado así a partir de 1815, prácticamente desde su apertura en 1776 careció no sólo de la suficiente financiación económica, sino también de una sólida organización administrativa, estando muy condicionada por los avatares de la inestabilidad política imperante durante todo el siglo XIX; de modo que su proyección y actividad científica no alcanzó el grado deseado. El abandono del museo alcanza su plenitud en 1895 con el traslado de sus fondos, en apenas 48 horas, al Palacio de Museos y Bibliotecas. Por otro lado, la investigación universitaria durante el siglo XIX fue muy escasa y sufragada por los mismos científicos, pues padecía los mismos males que el resto de las instituciones académicas, esto es, precariedad de recursos y carencia de una infraestructura y equipamiento mínimos que permitiesen incentivar dicha labor. Con respecto a la Universidad Central, cabe señalar que surge en 1836 con el traslado de la antigua Universidad de Alcalá de Henares a Madrid. Con la aprobación del Plan Pidal en 1845, el Real Museo pasaría a depender de la Universidad de Madrid, de tal manera que el Gabinete de Historia Natural, el Estudio de Mineralogía y el Jardín Botánico se integran en la Sección de Ciencias Naturales de la Facultad de Filosofía. Posteriormente con la implantación de la Ley de Instrucción Pública de 1857 o Plan Moyano se crea definitivamente la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales en la Universidad Central, siendo el valenciano Juan Vilanova y Piera el primer catedrático de Geología. Desde dicha fecha se estrecha aún más la colaboración entre la Universidad Central y el Museo de Ciencias, pues el cargo de catedrático implicaba también la supervisión de las colecciones geológicas del museo. Por último, durante las primeras décadas del siglo XX la enseñanza universitaria seguirá lastrada por la falta de recursos y de equipamientos básicos, siendo fundamentalmente una enseñanza teórica carente de formación práctica. Por otro lado, los recién licenciados en Geología apenas tenían opción de encontrar empleo y menos aún de permanecer en la universidad, por lo que era frecuente que se decantasen por la labor docente en los institutos de enseñanza media (Julivert, 2014).

Del grupo de impulsores de la Geología en sendas instituciones mencionadas, que al mismo tiempo emprenden la investigación geológica de la RVCE, cabe destacar a Francisco Quiroga, Salvador Calderón y Eduardo Her-



FIG. 11. Fotografía de Francisco Quiroga y Rodríguez publicada en la revista *Anales de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 1894.

nández-Pacheco; los tres son discípulos de Macpherson, fundador de la Escuela de Geología vinculada al Museo de Historia Natural de Madrid, naturalistas y activos colaboradores de la Institución Libre de Enseñanza (ILE).

Francisco Quiroga (1853-1894), natural de Aranjuez, cursa estudios de Farmacia y de Ciencias Naturales en la Universidad Central, en los que se licencia en 1871 y 1878, respectivamente (FIG. 11). Desde 1874 entabla una estrecha colaboración con Macpherson, geólogo gaitano, muy ligado a la ILE, la Sociedad Española de Historia Natural y la Sociedad Geográfica de Madrid, quien no sólo le enseña las novedosas técnicas de laboratorio y de análisis de petrografía microscópica, sino que además pone generosamente a su disposición todo el instrumental privado de que disponía (Sequeiros y Martín, 2001; Perejón, 2009). Merced a dicha tutela, Quiroga se doctora en 1879 con la tesis titulada *Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad Real*, en la que analiza muestras tomadas por él mismo y de sus compañeros Calderón y Boscá. No se trata, en cualquier caso, de una monografía sobre el conjunto de las rocas volcánicas de la región, a la que denomina «campos de Calatrava», sino que se centra únicamente en el análisis petrográfico de tres volcanes: Arzollar, Castillejo del Río y Ciruela.

Consta de 28 páginas repartidas en tres capítulos dedicados a la composición mineralógica, estructura y yacimiento de las rocas (Barrera, 2008). Previamente efectúa una revisión de las investigaciones publicadas hasta la fecha, destacando especialmente las obras de Luxán, Maestre y Naranjo. La mayor trascendencia de este trabajo es que constituye la primera tesis doctoral sobre el volcanismo de la región y de la Geología española, en la que aplica la técnica petrográfica (Fig. 12). En concreto, precisa que la naturaleza de dichas rocas corresponde mayoritariamente al grupo de los basaltos nefeliníticos y efectúa un análisis muy detallado de los siguientes minerales: nefelina, augita, magnetita, olivino, hornblenda, apatito, natrolita, serpentina, limonita, hematites y aragonito. Desde el punto de vista morfoestructural clasifica los volcanes de Ciudad Real en dos grupos: los que denomina «homogéneos», formados por cúpulas lávicas, y los «estratificados» consistentes en conos piroclásticos llamados localmente «hormigoneras». En cuanto a la cronología de las erupciones volcánicas, señala que son de edad terciaria pues «potentes erupciones de basalto se abrían paso á través de los sedimentos ya depositados y de los que entonces tomaban origen solidificándose en el exterior en forma de masas cupulares» (Quiroga, 1880, p. 177). No obstante, la presencia de tobas volcánicas le lleva a matizar también la simultaneidad, en ocasiones, de sendos procesos, esto es, de la sedimentación lacustre y de la actividad eruptiva.

Ese mismo año, en 1879, consigue la plaza de ayudante de Mineralogía en el Museo de Historia Natural de Madrid, donde se encarga, entre otras labores, de la clasificación de los minerales aportados por la Comisión del Pacífico de 1862 (Calderón, 1894; Macpherson, 1894; Barrera, 2001). Tras su nombramiento, en 1883, como profesor auxiliar en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central, participaría en el verano de 1886 en la expedición científica al Sáhara Occidental (Rodríguez, 2008); y, finalmente, en 1888 obtendría la cátedra de Cristalografía, la primera en España de esta especialidad (Casado, 2001). Quiroga fue «sobre todo y antes que nada pedagogo. Enseñar era más que su oficio, era su pasión» (Calderón, 1894, p. 158). No obstante, su magisterio fue muy breve dada su prematura muerte en 1894, a los 41 años de edad.

Salvador Calderón y Arana (1851-1911), natural de Madrid, es uno de los geólogos más fecundos del siglo XIX y un ilustre mineralogista que impulsa una nueva especialidad, a la que denominó «Mineralogía geológica». Tras obtener la licenciatura y el grado de Doctor en Ciencias por la Universidad de Madrid en 1872, completa sus



FIG. 12. Láminas delgadas de basaltos de Ciudad Real. 1. Sección de lapilli del Arzollar. 2. Sección de un basalto del Castillejo del Río. 3. Sección de un basalto nefelinítico del Arzollar (*An. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. IX, lám. III, 1880).

estudios en las universidades de Ginebra, Heidelberg y Viena. Entre los maestros que ejercen una notable influencia en su formación cabe destacar a los profesores Karl Vogt, Galissard de Marignac y, en especial, Gustav Tschermak, notables mineralogistas, que determinarían que se decantase por dicha disciplina (Hernández-Pacheco, 1911). Inicia la carrera docente como profesor en los institutos de Las Palmas y de Segovia, así como en la ILE, hasta que en 1884 consigue la cátedra de Historia Natural en la Universidad de Sevilla y de Cristalografía en la Universidad Central en 1895, con la responsabili-





FIG. 13. Fotografía de Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan.

dad añadida de la Sección de Mineralogía del Museo de Ciencias Naturales. De su prolífica producción científica superior a las trescientas publicaciones, centrada especialmente en mineralogía y petrología, cabe destacar *Los minerales de España*, editada en 1910, que constituye una obra maestra al tratarse de la primera mineralogía topográfica de conjunto (Calvo y Calvo, 2010). También son muy brillantes las obras dedicadas a la volcanología, en especial sobre las islas Canarias, Cabo de Gata y Olot, donde realizó, comisionado por *La Española*<sup>8</sup>, un excelente trabajo de campo junto con Cazorro y Fernández-Navarro. Por contra, el artículo «Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real», aparecido en 1883, es de menor enjundia debido a la escasez de muestras en buenas condiciones, lo que dificultaba el análisis de las secciones delgadas al microscopio; razón por la cual se limita a un resumen de las aportaciones del trabajo de Quiroga. Más interesante es, sin duda, el bosquejo de 1905 sobre *Los volcanes de España*, en

el que aborda un análisis comparativo tanto litológico como cronológico e incluso eruptivo y morfológico de las manifestaciones volcánicas. En particular, ratifica la clasificación morfoeruptiva de los volcanes de la «región central» en dos tipos: los conos estratiformes con cráteres y formados por lapillis, bombas y escorias, denominados popularmente como «hormigoneras»; y los constituidos mayoritariamente por materiales lávicos, llamados «volcanes homogéneos», los cuales pueden adoptar la forma de cúpulas, de apuntamientos conocidos como «castillejos» o bien extenderse a modo de manchones, recibiendo entonces el apelativo popular de «negrizales».

Por último, Eduardo Hernández-Pacheco y Estevan (1872-1965), nacido en Madrid pero de ascendencia extremeña, en concreto de Alcuéscar (Cáceres), es uno de los geólogos y naturalistas más ilustres de la generación del 98 (Alvargonzález, 1998). Inicia los estudios de Ciencias en la Universidad Central en el curso 1889-1890, obteniendo la licenciatura con Premio Extraordinario en 1894 (FIG. 13). Posteriormente en 1896 defiende la tesis doctoral titulada *Estudio geológico de la Sierra de Montánchez*, bajo la dirección de Calderón y la tutela petrográfica de Macpherson (Perejón, 2013), en la que fueron fundamentales los trabajos de campo. En cuanto a su labor docente hemos de reseñar que en 1896 fue profesor auxiliar interino en el Instituto de Cáceres, en 1898 ayudante de Historial Natural en la Universidad de Valladolid y en 1899 catedrático del Instituto de Segunda Enseñanza de Córdoba. Finalmente en 1910 gana la cátedra de Geología Geognóstica y Estratigráfica de la Universidad Central, a la que iba ligada el cargo de jefe de la Sección de Geología y Paleontología del Museo de Ciencias Naturales (Bolado, 2012). Posteriormente, en 1923 sería nombrado también catedrático de Geografía y Geología Dinámica (Baltuille, 2009).

Su extensa obra escrita, sustentada en el riguroso trabajo de campo y de laboratorio, no sólo aborda cuestiones muy diversas y de gran interés en su momento, como la edad de los depósitos terciarios de la Meseta, las terrazas fluviales y marinas, los volcanes, las costas, el relieve peninsular, el paisaje, etc.; sino que además contribuyó al afianzamiento de los estudios de Paleontología, de Prehistoria, de Geomorfología y de Geografía Física (Terán, 1965; Martínez de Pisón, 1995; Alvargonzález, 1998; Sanz, 2008). Pese a que los trabajos dedicados a la volcanología son muy escasos, en puridad, apenas cinco de una copiosa producción científica que asciende a 181 publicaciones; no obstante, las aportaciones resultaron relevantes no sólo para el desarrollo del cultivo de dicha disciplina en España, sino para sentar las bases que

<sup>8</sup> Nombre abreviado por el que se conocía a la Real Sociedad Española de Historia Natural.

facilitarían la labor realizada por su hijo, Francisco, una década después en la RVCE.

En 1907, 1908 y 1910 edita tres trabajos sobre el volcanismo de la isla de Lanzarote, de los cuales el más importante es el último titulado *Estudio geológico de Lanzarote y de las isletas canarias*, siendo el primero un sucinto avance de los resultados provisionales y el segundo un mapa geológico de la isla. Cabe destacar que el estudio de la isla de Lanzarote es el fruto de una campaña de campo emprendida entre los meses de junio y julio de 1907 a iniciativa de La Española y de La Junta para el estudio del Noroeste de África, en la que toda la responsabilidad de la expedición recayó sobre Eduardo, debido a la indisposición de su maestro Salvador Calderón. Aunque en un principio estaba proyectado analizar las islas de Lanzarote y Fuerteventura, finalmente Eduardo sólo recorrió, a pie y en camello, Lanzarote y las islillas Graciosa, Clara, Alegranza y Lobos. Así pues, analizó sobre el terreno la secuencia eruptiva de la isla de Lanzarote, desde las emisiones volcánicas paleógenas hasta las históricas de 1733-1736 y 1824, poniendo de manifiesto el interés documental del relato del cura de Yaiza, la clasificación morfológica de los volcanes y la relación entre las grandes líneas tectónicas de la isla y las que Quiroga había reconocido en el Sáhara en 1886.

Con posterioridad, en 1921 publica el artículo titulado «El yacimiento de mamíferos cuaternarios de Valverde de Calatrava y edad de los volcanes de Ciudad Real», fruto de dos expediciones llevadas a cabo a Ciudad Real en los años 1914 y 1915, con motivo del descubrimiento de un molar de elefante en Valverde de Calatrava bajo una capa de materiales volcánicos. Acompañado por sus discípulos Gómez de Llarena y Royo Gómez efectúa el estudio estratigráfico y paleontológico del yacimiento de Valverde, así como el análisis eruptivo y morfológico de los volcanes situados entre Ciudad Real y Piedrabuena; aplicando, en buena medida, el esquema metodológico que tan buenos resultados obtuvo en Lanzarote. La identificación de los restos óseos, fosilizados bajo un nivel de «calizas tobáceas» y «lapillis basálticos», como pertenecientes a *Elephas meridionalis* Nesti, *Hippopotamus amphibius* Linné, subps. *major* Owen, *Equus caballus fossilis* Cuv. y *Cervus* sp., los interpreta como correspondientes al segundo periodo interglaciario, infiriendo que los materiales piroclásticos fueron emitidos con posterioridad al Pleistoceno inferior (FIG. 14). Por otro lado, también comprueba y ratifica estratigráficamente que las «calizas tobáceas» no son miocenas sino cuaternarias, edad apuntada ya por Cortázar (1880). También realiza

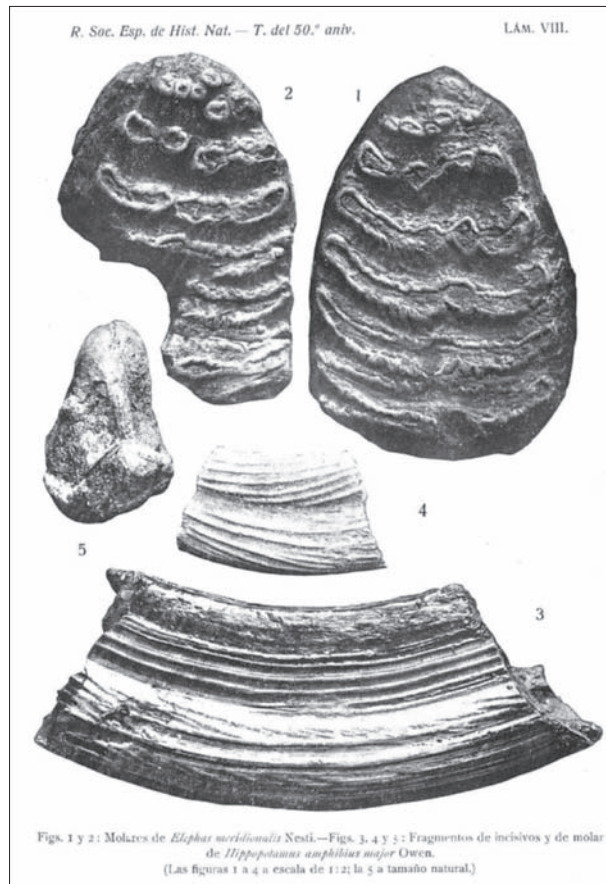


FIG. 14. 1 y 2. Molares de *Elephas meridionalis* Nesti; 3, 4 y 5: Fragmentos de incisivos y de molar de *Hippopotamus amphibius major* Owen, Hernández-Pacheco (1921).

una descripción morfológica de los volcanes Cabezo de Palos, Cabezo del Hierro, Cabeza Galiana, Peñarroya, Cerro de la Cruz y las dos depresiones cratéricas de Mallos Aires (La Posadilla) y Las Higuieruelas, originadas a partir de violentas explosiones vulcanianas. Completa el inventario de los volcanes alrededor de Ciudad Real con la representación, en el esquema geológico de la zona a escala 1:100.000, de los aparatos siguientes: Las Porras, Cabezo del Aljibe, Peñas Negras y Cabezo Mesado. Por otro lado, subraya el carácter monogénico de los paroxismos eruptivos, distinguiendo morfológicamente entre volcanes homogéneos formados por la acumulación de lavas viscosas, esto es, domos (que coinciden en algunos casos con los conocidos popularmente como cabezos), los conos estrombolianos y las depresiones cratéricas labradas por explosiones vulcanianas. En cuanto a la edad de tales manifestaciones volcánicas se inclina por una duración prolongada en el tiempo, que se extendería



FIG. 15. Francisco Hernández-Pacheco en 1949. Fotografía cedida por la Real Academia Nacional de Farmacia.

«desde el final de los últimos movimientos orogénicos del Terciario Superior hasta bien entrado el Cuaternario, y quizá hasta el periodo holoceno o actual» (Hernández-Pacheco, 1921, p. 113). Finalmente, a partir de las muestras litológicas tomadas durante sendas excursiones Eduardo encomienda a Salustio González Regueral, a la sazón integrante del Laboratorio de Geología del Museo de Ciencias Naturales, su análisis petrográfico. Los resultados se plasmarían en una nota titulada *Estudio microscópico de algunas rocas basálticas de Ciudad Real* publicada en 1920, en la que distingue la presencia de basaltos labradóricos, basaltos melilitínicos, basaltos con perouskita y limburgitas.

Por último, en 1927 Eduardo Hernández-Pacheco saca a la luz «Les volcans de la région centrale de l'Espagne» en el *Bulletin Volcanologique*, confirmando el creciente interés científico por dicha región a la que denomina frecuentemente como «Campos de Calatrava». De nuevo aborda de forma magistral el estudio de este distrito volcánico analizando tres aspectos básicos. En primer lugar, las características geológicas del territorio, donde explica la localización geográfica e interpreta el re-

lieve y las fases tectónicas más importantes. En segundo lugar, estudia los rasgos del volcanismo, esto es, los materiales volcánicos emitidos, la constitución petrográfica de las lavas, los tipos de estilos eruptivos y la edad de tales manifestaciones. Concluye el trabajo con un catálogo de volcanes formado de 21 aparatos, la mayoría ya estudiados en 1921, a los que incorpora el Cabezo Segura, el Cabezo Parda, la Valona y el Cerro del Castillejo; llevando a cabo en todos ellos una sucinta descripción morfoeruptiva. Como aportaciones más novedosas cabe destacar, por un lado, la interpretación volcanogenética, en la que vincula el volcanismo de los «Campos de Calatrava» a los movimientos alpinos póstumos de descompresión; por otro, ratifica que la edad de las erupciones se prolonga desde finales del Mioceno hasta el Cuaternario superior.

En definitiva, Eduardo Hernández-Pacheco articula el esquema metodológico a seguir en los estudios de la RVCE, amplía además sus horizontes incorporando, junto al análisis petrográfico, otros aspectos tan decisivos como la tectónica, la paleontología, la cronoestratigrafía, los estilos eruptivos y los rasgos morfológicos; no obstante, el mayor legado que transmite es que el volcanismo de Ciudad Real no puede analizarse *per se*, sino a través de las interferencias que tales manifestaciones producen en otras litologías y formas de modelado.

#### VI. EL ARTÍFICE DEL DESCUBRIMIENTO: FRANCISCO HERNÁNDEZ-PACHECO Y DE LA CUESTA, CATEDRÁTICO DE GEOGRAFÍA FÍSICA Y GEOLOGÍA APLICADA

Francisco Hernández-Pacheco (1899-1976), hijo y discípulo del ilustre Eduardo Hernández-Pacheco, hereda de su padre una visión naturalista de la Geología, que cultivará profusamente; siendo además de los primeros geomorfólogos que, junto con Vidal Box y Gómez de Llanera, pone en marcha dicho oficio en la década de 1930 (Martínez de Pisón, 1995). Natural de Valladolid, cursó estudios de Ciencias Naturales en la Universidad de Madrid, en la que se licenció en 1920 con la máxima calificación. Más tarde, en 1929, presenta la tesis sobre la *Fisiografía, geología y paleontología del territorio de Valladolid*, obteniendo el Premio Extraordinario de Doctorado (FIG. 15). Inicia muy pronto la actividad docente, en concreto en 1924, como auxiliar de la cátedra de Geología Geognóstica y Estratigráfica de la Universidad de Madrid, que ocupaba precisamente su padre. En 1929 obtiene por oposición la plaza de auxiliar de Geografía



Física y finalmente en 1933 logra la cátedra de Geografía Física y Geología Aplicada. Hasta la edad de su jubilación, en 1969, ejerció también como profesor adjunto de Geología en la Escuela Superior de Ingenieros de Caminos, Puertos y Canales. A estas labores hay que añadir su destacado papel como jefe de la Sección de Geología del Museo de Ciencias Naturales, del cual llegó a ser nombrado más tarde director; así como director del Instituto Lucas Mallada y en 1949 presidente de la Real Sociedad de Historia Natural (Alfá, 1976).

La producción científica de Francisco Hernández-Pacheco durante más de medio siglo de laboriosa actividad profesional, interrumpida sólo por la Guerra Civil, es cuando menos apabullante no sólo ya por la cuantía de las publicaciones, que asciende en torno a 357 obras (Barrera, 2002), sino también por la diversidad de materias que aborda y la excelente calidad de las mismas. Entre 1921, fecha de los primeros artículos, hasta el último trabajo, titulado *Prehistoria*, editado en 1977, un año después de su muerte, Francisco Hernández-Pacheco analiza las más variadas y relevantes cuestiones del momento siguiendo la senda marcada por su padre: la formación de las rañas en Extremadura y Somosierra, la estratigrafía y los yacimientos paleontológicos de las cuencas terciarias, el termalismo, los niveles de playas y de rasas en el litoral cantábrico, canario y alicantino; los glaciares, los volcanes, las terrazas fluviales, la morfología eólica, el clima, el relieve y el paisaje de España, etc.; así como estudios regionales de geología y geografía de territorios coloniales como el Sáhara español, Ifni y la Guinea Continental Española, fruto de la exploración llevada a cabo junto a su padre y Manuel Alfá, sin duda, su más destacado discípulo. Por último, hay que añadir su excelente trabajo como cartógrafo, colaborando activamente con el IGME en la elaboración de las hojas geológicas de la primera edición del Magna a escala 1:50.000. Desde 1928, fecha de la edición de la hoja geológica de Almodóvar del Campo (810), hasta 1972, año en que publica las de Pozoblanco (859) y Gata (573), realiza un total de 36 mapas geológicos, de los cuales siete son de la provincia de Ciudad Real (Almodóvar, Mestanza, Ciudad Real, Piedrabuena, Daimiel, Manzanares y Moral de Calatrava), que ven la luz entre 1928 y 1935; y 26 se corresponden con la región extremeña.

Así pues, cuando Francisco Hernández-Pacheco decide en 1928 presentarse al certamen convocado por la Academia de Ciencias de Madrid, con un estudio sobre el volcanismo de Ciudad Real, conocía ya, parcialmente, el territorio al haber efectuado diversas excursiones en compañía de su padre; y sobre todo por

participar en la elaboración de la hoja geológica de Almodóvar del Campo, en colaboración con los ingenieros de minas La Rosa y Alvarado. Precisamente durante la campaña de su levantamiento cartográfico fue cuando comprendió el interés geográfico y geológico de dicha región. Además del conocimiento del terreno disponía también de un conjunto de estudios previos que, si bien eran muy generales, incorporaban un nutrido inventario de edificios volcánicos que, unido a la cartografía elaborada por Cortázar, le servirían de punto de partida; así como los trabajos de los geólogos Quiroga, Calderón y, especialmente, de su padre, Eduardo, cuya metodología aplicaría a toda la zona volcánica. En cualquier caso, el esfuerzo que supuso dicha investigación fue colosal, máxime si tenemos en cuenta que hubo de realizarlo en apenas dos años, esto es, entre 1929 y 1930 (fecha en que finalizaba el plazo de entrega); y que para ello habría de recorrer con detenimiento una vasta extensión aún bastante desconocida<sup>9</sup>.

La investigación de Francisco Hernández-Pacheco, premiada por la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid en el concurso de 1931, fue publicada por dicha institución en 1932 con el título de *Estudio de la Región Volcánica Central de España*. Dicha obra consta de un total de nueve partes en las que se abordan sucesivamente la fisiografía, la hidrografía, la geología, la estratigrafía y la tectónica; además de la paleontología, la petrografía de los materiales eruptivos, la descripción de los aparatos volcánicos y la edad, tipo y causas de las erupciones, concluyendo con el uso y explotación de los materiales volcánicos. En ella revela definitivamente la importancia y la verdadera extensión del fenómeno eruptivo, constatando que excede con creces la comarca del Campo de Calatrava. Por esta razón, emplea el término Región Volcánica Central de España para referirse a este amplio territorio que se extiende, dentro de la provincia de Ciudad Real, desde las estribaciones meridionales de los Montes de Toledo hasta Sierra Madrona, abarcando una superficie de unos 6.000 km<sup>2</sup>. Desde el punto de vista petrográfico, destaca que la litología es muy homogénea,

<sup>9</sup> No obstante, Francisco Hernández-Pacheco no se dedicó en exclusiva a recorrer la Región Volcánica Central de España, sino que dicho trabajo lo compaginó con otros estudios tal y como hemos tenido ocasión de comprobar a través de sus cuadernos de campo conservados en el Archivo del Museo de Ciencias Naturales de Madrid (M-AMNCS). En efecto, en el cuaderno HP-17 (ACN 0350/018) correspondiente a enero de 1929 relata las excursiones efectuadas a la cuenca del Jarama (Madrid) y a Cuenca, en concreto al estrecho de Priego y la Hoz de Beteta; en tanto que en el HP-13 (ACN 0350/014) cuenta detenidamente la estancia en Puertollano entre los días 17 y 24 de julio de 1929, donde alquila dos caballerías mayores y el servicio de un guía para sus desplazamientos por el Valle del Ojailén.

en concreto, de naturaleza básica, y adopta una distribución peculiar, al situarse los basaltos olivínicos en el centro de la región volcánica según una banda dispuesta en dirección Noroeste a Sureste; mientras que los basaltos nefelínicos y melilíticos ocupan áreas externas y marginales respectivamente. Por otro lado, señala que tanto los manantiales termales como los edificios volcánicos siguen una marcada pauta estructural, pues están alineados en dirección Noroeste-Sureste y en menor medida también de Este a Oeste. La génesis de dicho volcanismo, al que califica de monogénico, esto es, formado a partir de una única erupción, se debe a los movimientos de descompresión postalpinos que afectan al borde meridional de la Meseta y que reactivan también las antiguas fallas posthercinianas.

No obstante, el capítulo de mayor envergadura y más interesante por su novedad es, sin duda, el séptimo dedicado a la descripción de los aparatos volcánicos. Constituye, en realidad, un verdadero ensayo de geomorfología volcánica, en el que realiza un detallado estudio morfoeruptivo de 114 aparatos, analizando la correlación entre el estilo eruptivo, los depósitos volcánicos y las formas resultantes; así como las interferencias de la dinámica eruptiva con otras formas de modelado, en especial, con el trazado de las redes hidrográficas y las terrazas fluviales. Pese a la gran cantidad de edificios volcánicos no realiza una descripción agrupándolos en tipologías, sino que los analiza, uno a uno, siguiendo como guía las dieciocho hojas geológicas que componen el excelente cartapacio publicado aparte del libro. En concreto, el análisis comienza con los centros eruptivos de la hoja geológica número 1, situados en las estribaciones meridionales de los Montes de Toledo y concluye en la hoja número 18, perteneciente a la Sierra de San Lorenzo (extremo oriental del Valle de Alcudía); destacando por la gran densidad de aparatos la hoja 7 que se corresponde actualmente con la hoja número 784, esto es, de Ciudad Real (Fig. 16). Se trata, por tanto, de un catálogo de mapas ejemplar para su época, pues se cartografiaban los volcanes en su contexto geológico, esto es, bien sobre el sustrato paleozoico, sobre los materiales de las pequeñas subcuencas terciarias o por encima de los depósitos de riñas e incluso de las terrazas fluviales. Pese a que la representación es exclusivamente geológica, pues no se detallan las formas de los edificios, es decir, la configuración en domos, conos o depresiones cratéricas, así como las diversas coladas, sus morfologías externas, sus frentes, etc.; no obstante, el tratamiento gráfico de los volcanes es semiológicamente acertado, al emplear el color naranja como relleno de las manchas. Por otro lado, es muy meritorio el uso de la to-

ponimia tradicional de los volcanes, fruto de la esmerada labor de los trabajos de campo realizados en caballerías y de la mano de guías conocedores de la región para llegar a lugares de difícil acceso incluso hoy en día (Fig. 17). En definitiva, los dieciocho mapas geológicos confeccionados a escala 1:100.000 (bastante detallada dada la enorme extensión estudiada) y en color son de una enorme precisión y excelente calidad, corriendo la delineación a cargo de Francisco Benítez Mellado, entonces ayudante artístico del Museo Nacional de Ciencias Naturales. Configuran, en toda regla, a nuestro juicio el primer atlas volcánico de la región.

También cabe destacar las bellas ilustraciones que acompañan el texto consistentes en cuatro bloques diagrama, en los que se representan los volcanes del Cabezo Galiana, Lomillos, Castillejo de la Bienvenida y la evolución del volcán Fuentillejo (conocido también como La Posadilla). Este último, formado por tres bloques seriados, alcanzó una enorme popularidad merced a la divulgación llevada a cabo en los manuales de *Geografía de España y Portugal*, publicada por Montaner y Simón (1952-1967), y los de *Geografía regional de España y Geografía general de España* dirigidas por Manuel de Terán y Luis Solé Sabarís para Ariel en 1968 y 1978 respectivamente. Tales bloques<sup>10</sup>, de una bella factura e interpretación perfecta, fueron elaborados por Carlos Vidal Box, a la sazón ayudante de la cátedra de Geografía Física de la Universidad de Madrid, quien incluso le acompañó en diversas excursiones por Ciudad Real (Fig. 18).

El exhaustivo análisis morfoeruptivo permite a Francisco Hernández-Pacheco la confección de la octava parte, en la que establece una clasificación morfológica de los volcanes, la tipología de erupciones predominantes y la edad de los paroxismos eruptivos. En concreto, distingue, al igual que su padre, cuatro tipos de erupciones: homogéneas, estrombolianas, vulcanianas y otros tipos. Las primeras se caracterizan por erupciones tranquilas con predominio de la efusión de materiales lávicos que se desplazan bien por los llanos o se encauzan por los valles de las sierras paleozoicas. Las estrombolianas, resultantes de la combinación de la emisión de materiales piroclásticos y de lavas más fluidas, son las

<sup>10</sup> Los bloques diagramas comienzan a utilizarse en España, como herramienta de interpretación de las formas y estructuras del relieve, a partir de la primera década del siglo xx, sobresaliendo los efectuados por Carandell en 1914 y los desarrollados en el Laboratorio de Geología del Museo de Ciencias Naturales de Madrid, bajo la dirección de Eduardo Hernández-Pacheco (Quirós, 2001; Martínez de Pisón y Castañón, 2006).



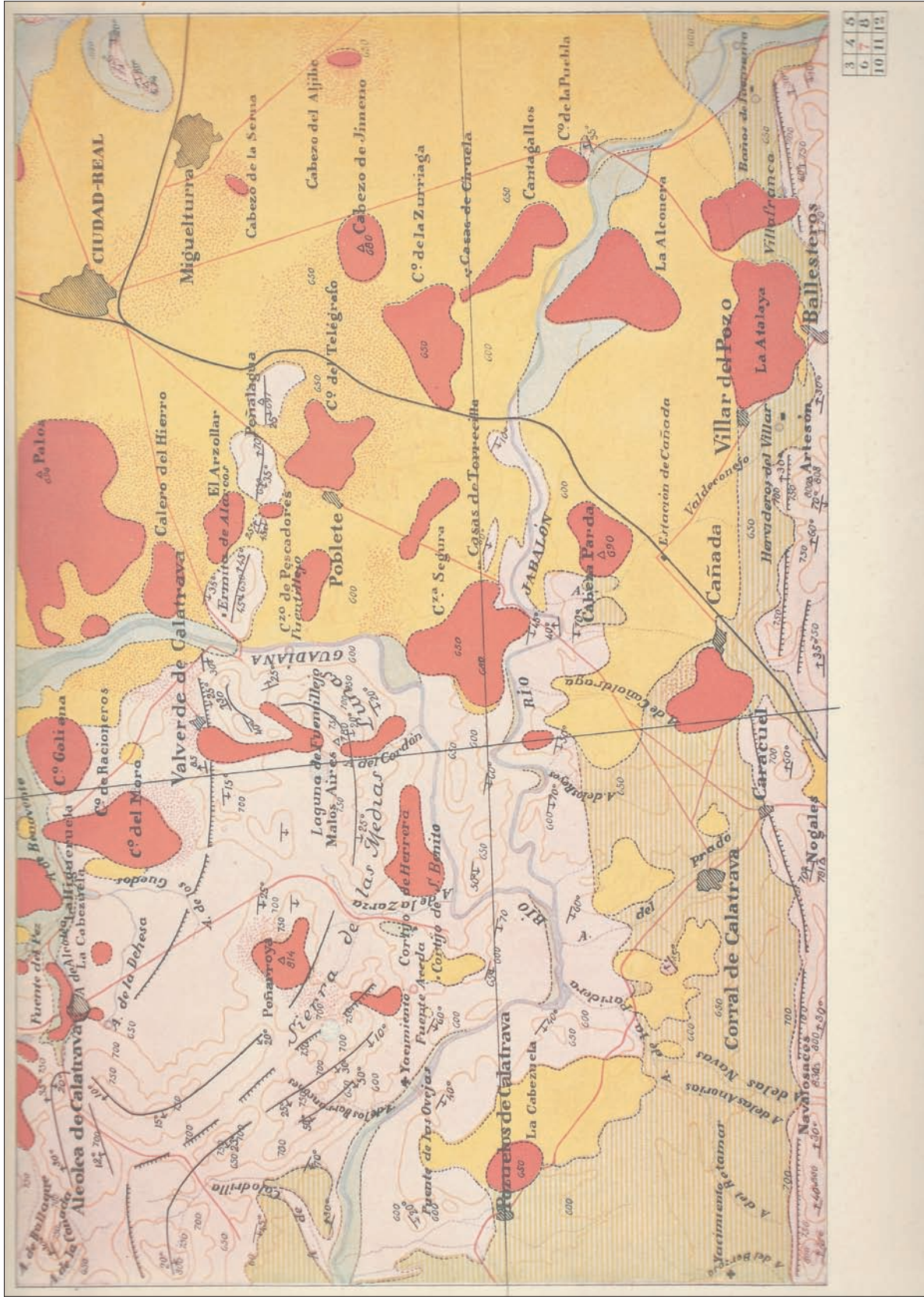
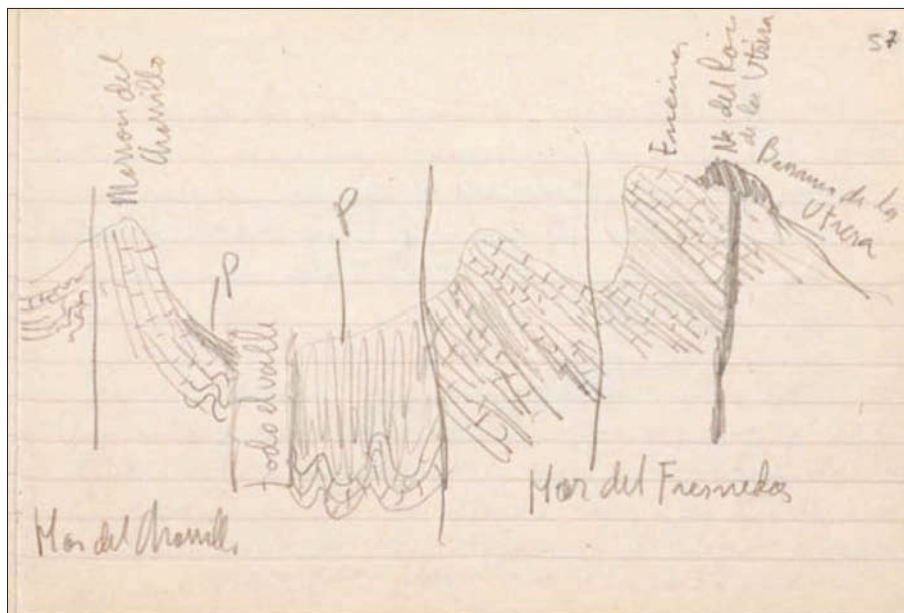


Fig. 16. Mapa geológico correspondiente a la hoja número 7 de la Región Volcánica Central de España realizado por Francisco Hernández-Pacheco en 1932. Reproducción al 75.0 %.



FIG. 17. Corte geológico del extremo oriental del valle de Alcudia con la representación del volcán del Raso de la Utrera. Cuaderno de campo de Francisco Hernández-Pacheco (H-P 8), Ciudad Real, hacia 1929, p. 57 (M-AMNCN, sign. ACN 0350/009).



responsables de la construcción de los conos volcánicos; las vulcanianas formadas por explosiones muy violentas originan morfológicamente grandes depresiones o grandes embudos de explosión «semejantes a los *maare* del Eifel» (Hernández-Pacheco, 1932, p. 177). En otros tipos de erupciones cabe precisar que se trata, en realidad, más que de otras modalidades eruptivas, de las modificaciones morfológicas que las dinámicas pueden engendrar al variar las condiciones topográficas en que acontecen.

En cuanto a la clasificación morfológica de los volcanes distingue dos tipos básicos a tenor de su localización geográfica, a saber, volcanes de llanuras y volcanes de sierras. Dentro de los volcanes de llanuras incluye los «cabezos», formados a partir de erupciones tranquilas, cuyas lavas al superponerse en torno al punto de emisión adoptan la forma de cúpulas. Por otro lado, los conos estrombolianos se elevan en forma de cerros constituidos por escorias y cenizas, así como por algunas coladas lávicas fluidas emitidas desde los flancos laterales. En los volcanes de las sierras, las efusiones lávicas no originan cúpulas sino acumulaciones de lavas que presentan formas muy erguidas y de aspecto caótico y escarpado llamados «castillejos». Por el contrario, las grandes coladas muy fluidas generan los «negrizales», esto es, extensos campos de lava de varios kilómetros como sucede con los volcanes de Piedrabuena, de la Arzollosa y de los Frailes. Por último, cabe mencionar las depresiones cratéricas fruto de fuertes explosiones vulcanianas entre las

cuales incluye el cráter de Fuentillejo (conocido también como La Posadilla), la laguna de Michos, la laguna de Mestanza y las de Carboneras y Lomillos.

Para establecer la edad de las erupciones volcánicas, Francisco Hernández-Pacheco recurre especialmente a la interferencia entre los materiales lávicos y la red hidrográfica. En concreto, comprueba como las corrientes lávicas se encauzan por los valles cercanos e incluso en ocasiones modifican el trazado de la red hidrográfica, obligando al trazado de meandros para esquivarlas. Tal es caso de las primeras coladas emitidas por el volcán de la Mesa del Villar que se desplazan por el fondo del valle del Ojailén a lo largo de seis kilómetros a la altura de la segunda terraza fluvial, en tanto que las últimas cambian el trazado del río Ojailén y las del Columba cambian y obturan el curso del río Jabalón cerca de Granátula de Calatrava. Como conclusión, Francisco Hernández-Pacheco arguye, coincidiendo claramente con la opinión de su padre, Eduardo (1921), que la dinámica eruptiva en la RVCE no es de edad miocena como hasta entonces habían señalado Cortázar (1880) y Quiroga (1882), sino que se inicia a finales del Plioceno, prolongándose hasta el Cuaternario antiguo e incluso hasta el Paleolítico. Como causa desencadenante de las erupciones volcánicas señala que es debido a «los fenómenos descritos de compensación isostática, a fenómenos de compresión, y encontrándose el terreno hendido y fallado en toda la zona central de la región comprendida entre los Montes de Toledo y Sierra Morena, fácilmente surgieron al exterior,

dando origen así a todo el campo eruptivo» (Hernández-Pacheco, 1932, p. 211).

Por último, en la novena parte aborda la explotación y el empleo de los materiales eruptivos, distinguiendo entre las hormigoneras y las canteras de basalto. Las primeras se corresponden con pequeñas canteras, de carácter artesanal, abiertas para extraer los piroclastos, cuyo uso era más bien local. Mientras que las segundas son explotaciones de mayor tamaño e industriales, en las que se extraían bloques de lavas para la confección de adoquines para el pavimento de las calzadas de las carreteras y de las calles de Ciudad Real y de Madrid.

Un ejemplo que ilustra a la perfección la importancia que alcanzó la obra de Francisco Hernández-Pacheco se plasma en la reseña publicada en la *Revue de Géographie Alpine*, en la que dicho trabajo se llega a confundir con su tesis doctoral, ya leída en 1929, y donde se valora que el «laboratoire géologie du Musée des Sciences Naturelles de Madrid prouve qu'en Espagne n'existe pas entre géologie et géographie physique le hiatus que l'on constate trop souvent en d'autres contrées» (Sermet, 1933, p. 264).

En puridad, el trabajo de Francisco Hernández-Pacheco constituye una verdadera obra maestra que supuso la culminación definitiva del descubrimiento científico del patrimonio geomorfológico de la Región Volcánica Central de España. Pese a todo, las aportaciones y planteamientos teóricos de Hernández-Pacheco quedaron relegados al olvido durante más de cincuenta años hasta que el petrólogo Ancochea (1983) retomó las investigaciones, revelando entre otros aspectos la abundancia de *maars* y su origen freatomagmático. Pero estos hechos forman ya parte de la historia reciente sobre los avances del conocimiento científico de la RVCE, también apasionante, pero que corresponde a otros autores abordar y valorar en un futuro.

## CONCLUSIONES

Como colofón cabe destacar los siguientes aspectos. Primero, la Región Volcánica Central de España, a diferencia de las otras zonas volcánicas peninsulares y, en especial, de la comarca de la Garrotxa (Girona), no despertó ningún interés entre los especialistas extranjeros y permaneció, tras su hallazgo por el ilustrado irlandés Guillermo Bowles en 1775, fuera de los circuitos científicos europeos, lo que explica que su exploración e investigación haya sido objeto exclusivamente de autores españoles. Segundo, el desinterés también anidó en los

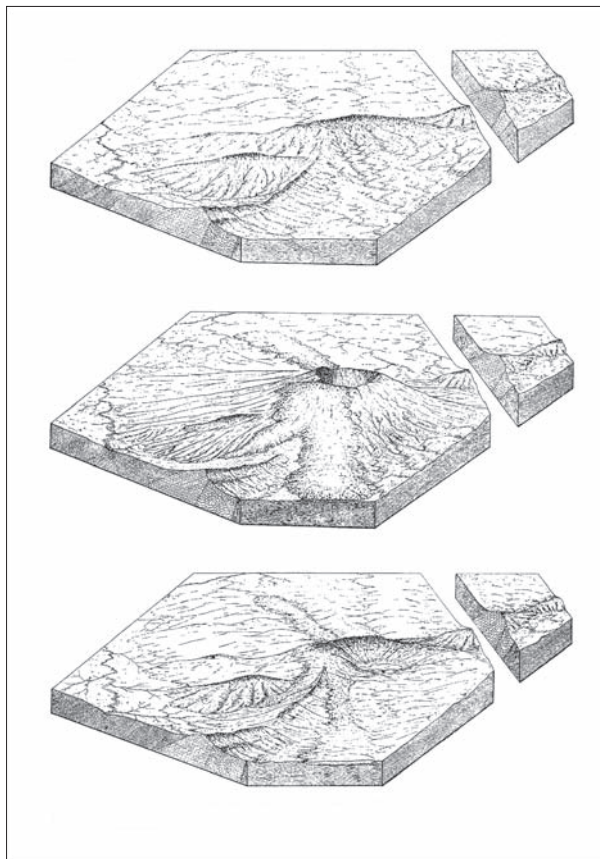


FIG. 18. Bloques seriados de la evolución del volcán de Fuentillejo (Ciudad Real), Hernández-Pacheco (1932).

primeros años de la fundación de la Real Academia de Minas de Almadén, pues, pese a su cercanía, las primeras noticias tardaron en producirse más de media centuria. Tercero, las principales aportaciones basadas en trabajos de campo fueron llevadas a cabo por un ingeniero de minas prácticamente desconocido en España, a saber, Juan Inza, cuya figura merece rescatarse del olvido histórico.

En cuarto lugar, la exploración de la RVCE fue realizada por la Comisión del Mapa Geológico, esto es, por los ingenieros de minas, sobresaliendo los esfuerzos de Felipe Naranjo y Garza, Francisco de Luxán y Miguel-Romero, José Caminero y Diego de Cortázar y Larrubia.

Por último, la investigación propiamente científica, en la que finalmente se desvelan las características volcánológicas de la región, fue obra de apenas tres geólogos de la Universidad de Madrid y del Museo de Ciencias Naturales, es decir, de Francisco Quiroga, autor de la primera tesis doctoral sobre la zona, Eduardo Hernández-Pacheco y, sobre todo, de su hijo Francisco, verdadero protagonista del descubrimiento científico de la RVCE.

## AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer públicamente a Mary Mulvihill, George Reynolds, Gabriel Sánchez Espinosa y Javier Pérez Avilés; así como a los geógrafos Ramón Alvargonzález, Juan Carlos Castañón, Manuel Frochoso, José Sierra y al matrimonio de geólogos franceses Jean Mergoïl y Juliette Mergoïl-Daniel, su colaboración y acertadas orientaciones. También expresamos nuestra gratitud por el apoyo y la ayuda de la Mancomunidad del Campo de Calatrava y la Fundación Duques de Westminster.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALÍA MEDINA, M. (1976): «In memoriam. Francisco Hernández-Pacheco de la Cuesta». *Revista de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid*, t. LXX (4), pp. 691-694.
- ALVARGONZÁLEZ, R. (1998): «Eduardo Hernández-Pacheco: el paisaje español en la obra de un naturalista de la generación del 98». *Clarín. Revista de Nueva Literatura*, tomo extraordinario, pp. 20-29.
- ANCOCHEA, E. (1983): *Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España central*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 675 pp.
- AYALA, F. J. (1993): «Bicentenario de Joaquín Ezquerro del Bayo (1793-1859), eminente ingeniero de minas-geólogo». *Boletín Geológico y Minero*, vol. 104, núm. 2, pp. 99-107.
- ARAGONÉS, E. (2001): «Descobrint el vulcanisme quaternari de la Garrotxa: de les observacions precientífiques als primers estudis geològics (s. XVI-XIX)». *Treb. Mus. Geol.*, núm. 10, pp. 77-125.
- ARAGONÉS, E. (2013): «Los primeros mapas geológicos de España de Édouard de Verneuil (1850-1855)». *Boletín Geológico y Minero*, núm. 124 (1), pp. 21-39.
- ARCHIAC, A. d' (1862): *Cours de paléontologie stratigraphique*. Savy Éditeur, París, 491 pp.
- BALTUILLE, J. M. (2009): «Reseña histórica de la profesión geológica en España», en *La profesión de geólogo*. Ilustre Colegio Oficial de Geólogos, Madrid, 29-53 pp.
- BARREIRO, A. J. (1992): *El Museo Nacional de Ciencias Naturales (1771-1935)*. Doce Calles, Madrid, 509 pp.
- BARRERA, J. L. (2001): «El institucionista Francisco Quiroga y Rodríguez (1853-1894), primer catedrático de cristalografía de Europa». *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, núm. 40-41, pp. 99-116.
- (2008): «Francisco Quiroga y Rodríguez (1853-1894)», en J. A. Rodríguez Esteban (ed.): *Conmemoración de la expedición científica de Cervera-Quiroga-Rizzo al Sáhara Occidental en 1886*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, pp. 149-174.
- BECERRA, R. (2013): *Geomorfología y geopatrimonio de los volcanes magmáticos de la región volcánica del Campo de Calatrava*. Tesis doctoral, Universidad de Castilla-La Mancha, Ciudad Real.
- BERGAMÍN, J. F. (1986): *Interpretación geotectónica del área del Campo de Calatrava (Ciudad Real), basada en determinaciones gravimétricas*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 239 pp.
- BLÁZQUEZ, A. (1992): «La contribución geológica del naturalismo: los trabajos del Mapa Geológico Nacional», en J. Gómez y N. Ortega (dirs.): *Naturalismo y geografía en España*. Fundación Banco Exterior, Madrid, pp. 79-134.
- BOIXEREU, E., O. PUCHE y A. ROBADOR (2011): «Sobre el origen del mapa geológico de España: el mapa geognóstico de los alrededores de Burgos de Felipe Naranjo y Garza (1841)», en *XII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*. Boltaña, pp. 35-44.
- BOLADO, J. M. (2012): *Ciento diecisiete años de enseñanza de la geología en la Facultad de Ciencias de la Universidad Central/Complutense de Madrid (1857-1974)*. Facultad de Ciencias Geológicas, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 101 pp.
- BOWLES, G. (1782): *Introducción a la historia natural y á la geografía física de España*. 2.ª ed., Imprenta Real, Madrid, 576 pp.
- BUFFON (1749): *Histoire naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roy*. Tome I. L'Imprimerie Royale, París, 612 pp.
- CALDERÓN, S. (1883): «Catálogo razonado de las rocas eruptivas de la provincia de Ciudad Real». *Boletín de la Comisión del Mapa geológico de España*, t. x, pp. 165-175.
- (1894): «El profesor D. Francisco Quiroga y Rodríguez». *An. de la Soc. Esp. de Hist. Nat.*, serie II, T. III (XXIII), pp. 150-164.
- (1905): «Los volcanes de España. Ensayo de bosquejo sintético». *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. v, pp. 335-342.
- CALVO, M., y G. CALVO (2010): «Mineralogía topográfica española. A los cien años de la publicación de "Los minerales de España", de Salvador Calderón». *De Re Metallica*, vol. 14, pp. 99-105.
- CAMINERO, J. (1876): «Formación hullera de Puertollano». *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, t. III, pp. 245-250.



- CAMPOS, F. J. (2009): *Los pueblos de Ciudad Real en las Relaciones Topográficas de Felipe II*. Diputación de Ciudad Real, Ciudad Real, 1.168 pp.
- CASADO DE OTOOLA, S. (2001): *Quiroga, Calderón y Bolívar. La ciencia en el campo*. Nívola Libros y Ediciones, Madrid, 124 pp.
- CASTAÑÓN, J. C., y F. QUIRÓS (2004): «La contribución de Bory de Saint-Vicent (1778-1846) al conocimiento geográfico de la península ibérica. Redescubrimiento de una obra cartográfica y orográfica olvidada». *Ería. Revista Cuatrimestral de Geografía*, núm. 64-65, pp. 177-205.
- CEBRÍA, J. M. (1992): *Geoquímica de las rocas basálticas y leucititas de la región volcánica del Campo de Calatrava, España*. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 314 pp.
- CORTÁZAR, D. (1880): «Reseña física y geológica de la provincia de Ciudad Real». *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, t. VII, pp. 289-329.
- DAUBENY, Ch. (1826): *A description of active and extinct volcanoes*. W. Phillips, Londres, 466 pp.
- DESMAREST, N. (1795): *Encyclopédie méthodique. Géographie-physique. Tome premier*. H. Agasse, París, 857 pp.
- EZQUERA DEL BAYO, J. (1836): «Basalt der Mancha». *Neus Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde*, p. 203.
- (1851): *Ensayo de una descripción general de la estructura geológica del terreno de España en la Península*. Memoria de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, serie primera, tomo I, parte 2.<sup>a</sup>, 105 pp.
- FAUJAS DE SAINT-FOND, B. (1778): *Recherches sur les volcans éteints du Vivarais et du Velay*. Cuchet, Grenoble, 460 pp.
- FERNÁNDEZ, M.<sup>a</sup> F., y L. MANSILLA (2004): «La Academia de Minas de Almadén. Doscientos veinticinco años de historia», en *Actas del VIII Congreso de la Sociedad Española de Historia de las Ciencias y de las Técnicas*. T. I, Logroño, pp. 859-870.
- FERNÁNDEZ GALIANO, D., y otros (1971): «En memoria de D. Francisco Hernández-Pacheco y de la Cuesta». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, núm. 75, pp. 5-22.
- FROCHOSO, M., y J. SIERRA (2004): «La construcción de los mapas geológicos españoles del siglo XIX: observación, conceptualización y representación». *Ería. Revista Cuatrimestral de Geografía*, núm. 64-65, pp. 221-259.
- GALLARDO, J. L. (2005): *Evolución geodinámica de las cuencas neógenas del Campo de Calatrava (Ciudad Real) y su relación con el volcanismo reciente*. Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 334 pp.
- GASCUE, F., y R. INGUNZA (1874): «Algunas modificaciones que según los estudios geológicos hechos por el ingeniero jefe D. José Caminero en la provincia de Ciudad Real, deben introducirse en los datos publicados sobre dicha comarca». *Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España*, t. I, pp. 197-203.
- GONZÁLEZ REGUERAL, J. R. (1920): «Estudio microscópico de algunas rocas basálticas de Ciudad Real». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XX, pp. 184-187.
- GUETTARD, J.-E. (1779): *Mémoires sur la minéralogie du Dauphiné*. Clousier, París, 388 pp.
- HALLAM, A. (1985): *Grandes controversias geológicas*. Labor, Barcelona, 180 pp.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, E. (1909): «Estudio geológico de Lanzarote y de las isletas canarias». *Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, t. VI, pp. 107-342.
- (1911): «El profesor Salvador Calderón y Arana y su labor científica». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, t. XI, pp. 405-445.
- (1921): «El yacimiento de mamíferos cuaternarios de Valverde de Calatrava y edad de los volcanes de Ciudad Real». *Real Sociedad Española de Historia Natural*, tomo del cincuentenario, pp. 98-114.
- (1927): «Les volcans de la Région Centrale de l'Espagne». *Bulletin Volcanologique*, vol. 2, núm. 4, pp. 267-278.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, F. (1932): *Estudio de la Región Volcánica Central de España*. Memorias de la Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de Madrid, serie de Ciencias Naturales, t. III, Madrid, 225 pp.
- INZA, J. (1844): *Memoria sobre la riqueza mineral de la Mancha*. Imprenta de D. J. M. Muñoz, Ciudad Real, 40 pp.
- JULIVERT, M. (2014): *Una historia de la geología en España. En su contexto socioeconómico, cultural y político, y en el marco de la geología internacional*. Universitat de Barcelona, Barcelona, 295 pp.
- LAFUENTE, A., y J. L. PESET (1981): «Política científica y espionaje industrial en los viajes de Jorge Juan y Antonio de Ulloa (1748-1751)». *Mélanges de la Casa de Velázquez*, vol. 17, pp. 233-262.
- LAISUS, Y. (2007): «Buffon: un tricentenaire justement célèbre». *Rayonnement du CNRS*, núm. 44, 21 pp.
- LIMÓN MONTERO, A. (1697): *Espejo cristalino de las aguas de España*. Francisco García Fernández, Impresor de la Universidad, Alcalá, 432 pp.

- LÓPEZ DE AZCONA, J. M. (1989): «Mineros destacados del siglo XIX. Daniel Francisco de Paula de Cortázar y Larrubia (1844-1927)». *Boletín Geológico y Minero*, vol. 100, núm. 1, pp. 148-155.
- LUXÁN, F. (1850): «Estudios y observaciones geológicas relativos a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real; y cortes geológicos de estos terrenos». *Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid*, t. 1, parte 1.<sup>a</sup>, pp. 1-34.
- (1851): «Estudios y observaciones geológicas relativos a terrenos que comprenden parte de la provincia de Badajoz y de las de Sevilla, Toledo y Ciudad Real; y cortes geológicos de estos terrenos». *Memorias de la Real Academia de Ciencias de Madrid*, t. 1, parte 2.<sup>a</sup>, pp. 1-71.
- LYELL, Ch. (1833): «The volcanoes of Catalonia», en *Principles of geology*. Vol. III, pp. 183-193.
- MACLURE, W. (1808): «Sur les volcans d'Ollot [sic], en Catalogne. Extrait d'une lettre à J.-C. Delamétherie (12-11-1808)». *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire Naturelle*, núm. 66, pp. 219-220.
- MACPHERSON, J. (1894): «El trabajo del profesor Quiroga». *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, vol. XVII, núm. 414, pp. 276-279.
- MAESTRE, A. (1844): «Observaciones acerca de los terrenos volcánicos de la Península». *Boletín Oficial de Minas*, núm. 10, pp. 117-119.
- MAFFEI, E. (1877): *Centenario de la Escuela de Minas de España, 1777-1877*. Imprenta y Fundición de M. Tello, Madrid, 300 pp.
- MARTÍNEZ DE PISÓN, E. (1995): «La primera geomorfología española», en J. Gómez, A. López, E. Martínez de Pisón y N. Ortega (eds.): *Geógrafos y naturalistas en la España contemporánea*. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, pp. 81-106.
- y J. C. CASTAÑÓN (2006): «Evolución del empleo de los bloques diagrama en la representación gráfica del relieve», en N. Ortega Cantero (ed.): *Imágenes del paisaje*. Fundación Duques de Soria-Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, pp. 101-148.
- MOLINA, E. (1975): «Estudios del Terciario Superior y del Cuaternario del Campo de Calatrava». *Trab. Neógeno-Cuaternario*, vol. 3, 106 pp.
- NARANJO, F. (1850): «Reconocimiento geológico de la cuenca del Guadiana». *Revista Minera*, t. I, pp. 65-82.
- ONTAÑÓN SÁNCHEZ, J. M. (2000): «En el centenario del nacimiento de don Francisco Hernández-Pacheco y de la Cuesta (1899-1976)». *Peñalara. Revista Ilustrada de Alpinismo*, núm. 492, pp. 8-9.
- ORDAZ, J. (1978): «La geología en España en la época de Guillermo Schulz (1800-1877)». *Trabajos de Geología*, vol. 10, pp. 21-35.
- PARES i FRANQUES, J. (1782): *Descripción histórico-phisco-medico-mineralogico-mercurial de las Reales Minas de Azogue de la villa de Almadén*. Manuscrito, Archivo y Biblioteca del Ministerio de Hacienda, 474 pp.
- PARRA, D., y F. PELAYO (1996): «Christian Herrgen y la institucionalización de la mineralogía en Madrid». *Asclepio*, vol. XLVIII-I, pp. 163-181.
- PEREJÓN, A. (2009): «Don José Macpherson y Hemas (1839-1902), un científico y tres instituciones: Sociedad Española de Historia Natural, Institución Libre de Enseñanza y Sociedad Geográfica de Madrid». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.*, vol. 103 (1-4), pp. 81-95.
- (2013): «La fecunda etapa docente, investigadora y social de Eduardo Hernández-Pacheco en el Instituto de Córdoba, entre 1899 y 1910». *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. Sec. Geol.*, vol. 107, pp. 5-56.
- y A. GOMIS (2005): «La geología y sus protagonistas en España desde 1900 a 1974». *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural. Sección Geológica*, núm. 100 (1-4), pp. 235-276.
- POBLETE, M. A. (1995): *El relieve volcánico del Campo de Calatrava (Ciudad Real)*. Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha/Universidad de Oviedo, Gijón, 467 pp.
- PORRES DE MATEO, J., H. RODRÍGUEZ DE GRACIA y R. SÁNCHEZ (1986): *Descripciones del cardenal Lorenzana (Archivo Diocesano de Toledo)*. Instituto Provincial de Investigaciones y Estudios Toledanos/Diputación Provincial, Toledo, 696 pp.
- PUCHE, O. (2004): «Daniel Francisco de Paula Cortázar y Larrubia (Madrid, 1844-Madrid, 1927)». *Llull*, vol. 27, pp. 131-145.
- y L. MAZADIEGO (1997): «Del gabinete mineralógico y paleontológico de la Academia de Minas de Almadén a la Mina Museo (1777-1996)», en *Actas de la I Reunión Científica sobre Patrimonio Minero Metalúrgico*. Pp. 33-94.
- QUIROGA, F. (1880): «Estudio micrográfico de algunos basaltos de Ciudad-Real». *Anales de la Sociedad Española de Historia Natural*, t. IX, pp. 161-179.
- QUIRÓS, F. (2001): «Representación del espacio geográfico para su conocimiento, interpretación y gestión», en *Actas del XVII Congreso de Geógrafos Españoles*, Oviedo, pp. 29-39.
- RÁBANO, I., y S. ARAGÓN (2007): «Nuevos datos históricos sobre la Comisión del Mapa Geológico de Es-

- paña». *Boletín Geológico y Minero*, núm. 118 (4), pp. 813-826.
- RAGGI, R. R. (1983): *Estudio sobre la génesis, caracterización y evaluación de los suelos desarrollados a partir de materiales volcánicos del Campo de Calatrava, región de La Mancha, Ciudad Real*, Madrid, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, 263 pp.
- RECIO ESPEJO, J. M. (2006): «Guillermo Bowles: un naturalista por la España de mediados del siglo XVIII». *Boletín de la Real Academia de Córdoba de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes*, núm. 150, pp. 69-79.
- RIBERA I FAIG, E. (1988): *Historia del interés anglosajón por la geología de España*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 522 pp.
- RODRÍGUEZ ESTEBAN, J. A. (ed.) (2008): *Conmemoración de la expedición científica de Cervera-Quiroga-Rizzo al Sáhara Occidental en 1886*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, 314 pp.
- ROMERO, C., F. QUIRANTES y E. MARTÍNEZ DE PISÓN (1986): *Los volcanes. Guía física de España*. Alianza, Madrid, 256 pp.
- SÁNCHEZ ESPINOSA, G. (2002): «La obra del naturalista Guillermo Bowles y la política editorial del Gobierno ilustrado». *Dieciocho: Hispanic Enlightenment*, vol. 25, núm. 2, pp. 255-280.
- SANZ HERRÁIZ, C. (2008): «Los científicos de la Tierra y la evolución de los estudios sobre el paisaje en España», en F. Mateu y M. Nieto (coords.): *Retorno al paisaje. El saber filosófico, cultural y científico del paisaje en España*. Evren, Valencia, pp. 389-474.
- SCROPE, P. (1858): *The geology and extinct volcanos of central France*. Murray, Londres, 258 pp.
- SEQUEIROS, L., y C. MARTÍN ESCORZA (2001): «El geólogo andaluz José Macpherson (1839-1902) y sus aportaciones a la enseñanza y a la investigación de las ciencias de la Tierra». *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 9, núm. 3, pp. 214-221.
- SERMET, J. (1933): «La région volcanique centrale de l'Espagne». *Revue de Géographie Alpine*, vol. 21, pp. 263-268.
- SUMOZAS, R. (2007): *Arquitectura industrial en Almadén: antecedentes, génesis y repercusión del modelo en la minería americana*. Universidad de Castilla-La Mancha, Cuenca, 340 pp.
- TAYLOR, K. L. (2007): «Geological travellers in Auvergne, 1751-1800», en P. N. Wyse Jackson (ed.): *Four centuries of geological travel. The search for knowledge on foot, bicycle, sledge and camel*. The Geological Society of London, Londres, pp. 73-96.
- TERÁN, M. de (1965): «Don Eduardo Hernández-Pacheco (1872-1965)». *Estudios Geográficos*, t. XXVI, núm. 101, pp. 541-560.