

INVESTIGACIÓN PALEONTOLÓGICA Y ESTRATIGRÁFICA DE LA FORMACIÓN GUADIX ENTRE LOS AÑOS 2001 Y 2007: FONELAS P-1 Y EL *PROYECTO FONELAS*

PALAEONTOLOGICAL AND STRATIGRAPHIC INVESTIGATION OF THE FORMACIÓN GUADIX BETWEEN 2001 AND 2007: FONELAS P-1 AND THE *FONELAS PROJECT*

Alfonso Arribas¹, Guiomar Garrido¹, César Viseras², Jesús M. Soria³, José G. Solano¹, Román Hernández¹, Eleuterio Baeza¹, Juan José Durán¹, César Laplana⁴, Sila Pla^{1,2}, José S. Carrión⁵, José Antonio Carroza¹, Carlos Lorenzo¹, Rafael P. Lozano¹, Juan Carlos Díez⁶, Marta Navazo⁷, Marcos Terradillos⁷, Rodrigo Alonso⁷, Santiago Fernández⁵, Juan Carlos Gumiel¹, Concepción de Frutos¹, Miguel Garcés⁸ y Jerónimo López-Martínez⁹

¹ Instituto Geológico y Minero de España. a.arribas@igme.es

² Departamento de Estratigrafía y Paleontología, Universidad de Granada.

³ Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Universidad de Alicante.

⁴ Museo Arqueológico Regional de la Comunidad de Madrid. Alcalá de Henares, Madrid.

⁵ Departamento de Biología Vegetal, Universidad de Murcia.

⁶ Departamento de Ciencias Históricas y Geografía, Universidad de Burgos.

⁷ Laboratorio de Prehistoria, Universidad de Burgos.

⁸ Group of Geodynamics and Basin Analysis, Facultad de Geología, Universidad de Barcelona.

⁹ Departamento de Química Agrícola, Geología y Geoquímica, Universidad Autónoma de Madrid.

RESUMEN

Se presentan los avances técnicos, científicos y sociales (cultura científica) realizados por el equipo del *Proyecto Fonelas* en la investigación de la Formación Guadix, desde los inicios del citado proyecto, en 2001, hasta el año 2007. Destacan, por su importancia científica: el descubrimiento e investigación integral del yacimiento Fonelas P-1; la localización mediante prospección sistemática de 47 nuevos puntos con registro fósil de grandes mamíferos en dicha Formación; la identificación de, al menos, una unidad fosilífera con registro arqueológico antiguo; así como la detallada caracterización estratigráfica y sedimentológica de la zona de estudio.

PALABRAS CLAVE: Fonelas, Comarca de Guadix, Granada, Plioceno-Pleistoceno, España.

ABSTRACT

This chapter reports the scientific and technical advances made by the *Proyecto Fonelas* team between 2001 and 2007 with respect to the Formación Guadix, and describes the efforts to disseminate this information (scientific culture). Outstanding among the achievements discussed are the discovery of the

Fonelas P-1 site and the work performed there, the discovery (by systematic surveying) of 47 new locations in the Formación containing fossils of large mammals, the identification of at least one fossil unit with an ancient archaeological record, and the detailed stratigraphic and sedimentological characterisation of the study area.

KEYWORDS: Fonelas, Comarca de Guadix, Granada, Pliocene-Pleistocene, Spain.

INTRODUCCIÓN

El *Proyecto Fonelas* nace a partir del descubrimiento de un yacimiento que actualmente conforma el eje central de las investigaciones llevadas a cabo por los miembros del citado proyecto. El yacimiento en cuestión, nominado formalmente Fonelas P-1 en el año 2001, era conocido por un habitante del municipio de Fonelas, D. Gilberto Martínez, quien notificó su existencia a un miembro del equipo durante el año 2000. En octubre de 2000 este especialista mostró a otro de nosotros numerosos restos óseos procedentes de distintas torrenteras que cortaban las capas del yacimiento. Entre ellos destacaba un núcleo óseo de bóvido asignable al género *Gazellospira*, ungulado desaparecido del registro europeo a inicios del Cuaternario, y un fragmento de molariforme superior de équido con el protocono característico de los representantes del género *Equus*. Dado que el primer registro de este último género en España se había cifrado en -2,6 Ma (millones de años) en El Rincón (Albacete), con estos fósiles se acotaba inicialmente la localidad entre -2,6 y -1,5 Ma, aproximadamente. La abundancia de restos fragmentarios y la presencia de estos taxones permitían advertir el interés potencial del nuevo yacimiento.

En una visita conjunta al mismo, realizada en noviembre del año 2000, se evaluó su importancia real, pues se trata de un conjunto de capas fértiles que afloran en un mínimo de 100 m lineales (aproximadamente 800 m² de superficie susceptible de ser excavada de forma sistemática). Ese mismo día se recogieron en la superficie de las torrenteras restos óseos fragmentarios pertenecientes a nueve géneros de grandes mamíferos, entre los que destacaba, por su interés bioestratigráfico, un fragmento proximal de radio del género *Canis*.

La asociación de fósiles de estos tres géneros aportaba, antes de plantear la excavación y estudio del yacimiento, información de índole bioestratigráfica realmente sobresaliente, pues, como se ha mencionado con anterioridad, el registro más antiguo en la Península Ibérica de los équidos monodáctilos se encuentra en el yacimiento del Rincón-1, los últimos representantes del género *Gazellospira* se extinguen en nuestras latitudes poco antes del comienzo del Pleistoceno y, por último pero más relevante, los representantes del género *Canis* llegan a Europa occidental desde Asia en el conocido como *Wolf event*, encontrándose sus primeros registros en el yacimiento francés de Senèze y en el Valdarno superior, dentro de la unidad faunística Olivola (Italia), en cronologías próximas a 1,9 Ma de antigüedad. Por lo tanto, antes de iniciarse la excavación sistemática del yacimiento, se sabía ya que cronológicamente habría de situarse, con la necesaria prudencia, en un intervalo temporal comprendido entre -2,0 y -1,5 Ma.

Dada la riqueza del yacimiento y su interés taxonómico, bioestratigráfico y paleoecológico, se decidió planificar su excavación e investigación en el marco de dos proyectos complementarios de investigación: (i) un proyecto científico general del Instituto Geológico y Minero de España (Ministerio de Ciencia y Tecnología de entonces) sobre taxonomía, tafonomía y paleoecología de faunas villafranchienses; y (ii) un Proyecto General de Investigación de la Dirección General de Bienes Culturales (Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía) sobre la investigación integral del yacimiento paleontológico de Fonelas en el marco faunístico y ambiental del Plio-Pleistoceno.

En la Comarca de Guadix, antes de la localización de Fonelas P-1, ya eran conocidos otros yacimientos significativos como Moreda (Plioceno inferior; Rusciniense), Huélalo-c (Plioceno superior; Villafranquiense, MNQ17) y La Solana del Zamborino (Pleistoceno medio-superior).

Entre los trabajos planificados desde un principio en el marco de este proyecto están la investigación integral de Fonelas P-1 y el conocimiento detallado de la Formación Guadix, incluidos aquellos registros paleontológicos y/o arqueológicos que localicemos en el seno de nuestras investigaciones. El yacimiento de Fonelas P-1 solamente ha podido ser excavado en los años 2001, 2002, 2004 y 2007, ya que desafortunadamente los restantes años intermedios no se ha dispuesto del preceptivo permiso de los propietarios del terreno donde se ubica. Esta limitación, totalmente ajena a nuestros intereses, nos llevó a sustituir las actividades de excavación por campañas de prospección paleontológica sistemática durante los años 2003, 2005 y 2006, que asimismo han dado unos excelentes resultados. Otros tipos de actividades de campo se detallan a lo largo de este trabajo.

EL TERRITORIO

La comarca granadina en la que se encuentra el área de trabajo es singular tanto por su geología, que ha condicionado su paisaje actual (Fig. 1), como por su historia. Contrasta notablemente el aspecto desértico actual con lo que sabemos fue en el pasado, un vergel para los mamíferos terrestres.

Hoy día su paisaje sorprende y subyuga, tonos grises, ocres, rojizos y blanquecinos delimitan en los barrancos las formaciones geológicas que llegaron a colmar esta cubeta, hasta que hace poco tiempo (desde el punto de vista geológico) el agua modeló el territorio generando un paisaje de *mal país* (cárcavas, *badlands*) con miles de barrancos que caracterizan su fisonomía actual (Fig. 2).

Al sur queda Sierra Nevada, y al norte los Montes Orientales y la cubeta de Baza. Destaca entre todos el Cerro Mencil, verdadero referente orográfico en el paisaje (Figs. 1 y 3). Estos umbrales limitan un territorio espectacular y sobrecogedor. Del rico pasado biológico queda un excepcional registro paleontológico, pero es interesante ver cómo se desarrolla allí la vida en nuestros días. Más allá de la vega, el esparto es lo más alto que crece dentro del reino vegetal, y la fauna actual sorprende de nuevo, ya que la mastocenosis allí presente es más rica de lo esperado (Garrido y Nogueras, 2002-2003). Los animales más ligados al territorio son las tarántulas y los alacranes, amos y señores de fisuras y recovecos.

Si bien la vida tiene difícil camino en estas tierras, su geología y su paisaje son dignos de elogio, únicos en el continente que habitamos. Aun así, a pesar de lo duro de este terreno, los seres humanos han poblado esta comarca desde hace cientos de miles de años, pero más valor tiene que nuestros antepasados habitaran en estas tierras desde que comenzó a configurarse como desierto.

El megalitismo está muy presente en la comarca, conservándose buenos ejemplos; los romanos, los visigodos, los árabes y los castellanos se asentaron y desarrollaron en ella y, desde entonces, gran mérito tiene subsistir en tan hermosos y duros paisajes. Por suerte, los seres humanos han antropizado parcialmente solo parte del territorio, vegas y llanos permiten el desarrollo de choperas y frutales que, con su verdor, introducen en el espectador una sensación de incredulidad. Pero las vertientes de los grandes barrancos y los *badlands* permanecen intactos, poco impacto humano se observa de norte a sur, de naciente a poniente.

Por los condicionantes geológicos, topográficos, paisajísticos y paleontológicos se ha planteado el desarrollo de un Geoparque europeo en el ámbito de la Comarca de Guadix, cuyo nombre informal es "*Valle del Río Fardes*" (Fig. 3).



Figura 1. Imagen satélite con la localización de la Cuenca de Guadix. Se marca la zona de Fonelas y el Cerro Mencal, referente orográfico de la comarca en la actualidad y durante el pasado geológico.

LOS PROYECTOS CIENTÍFICOS

El objetivo de este proyecto de investigación es el conocimiento integral de los acontecimientos geológicos y biológicos ocurridos durante el Plioceno superior, el límite Plioceno-Pleistoceno y el Pleistoceno

inferior en el sureste de España (Formación Guadix, Cuenca de Guadix, Granada), y su análisis en comparación con los datos conocidos en el resto de Eurasia.

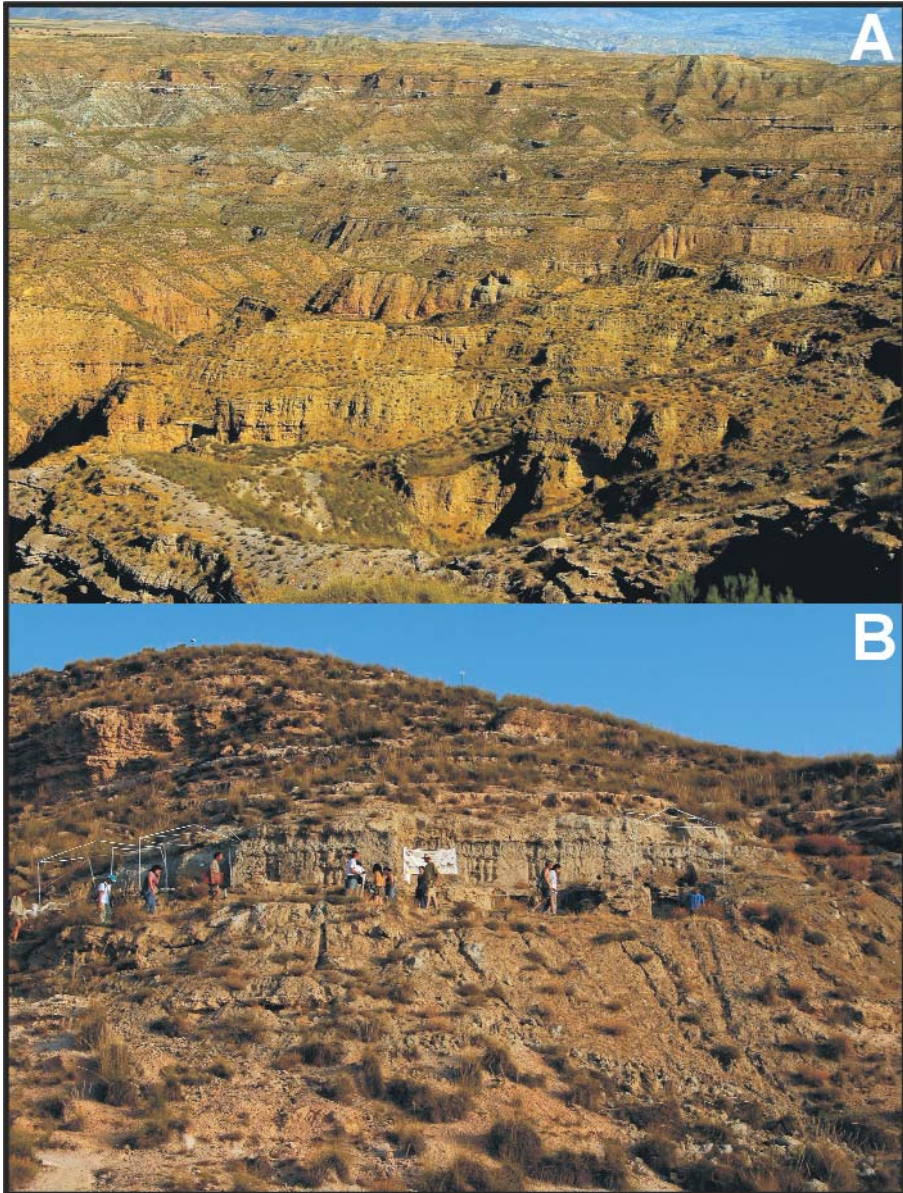


Figura 2. A. Vista de las unidades de relleno de la Cuenca de Guadix desde el Punta de Don Diego, al norte de Gorafe.
B. El yacimiento de Fonelas P-1 durante la campaña de excavación paleontológica sistemática de 2007.

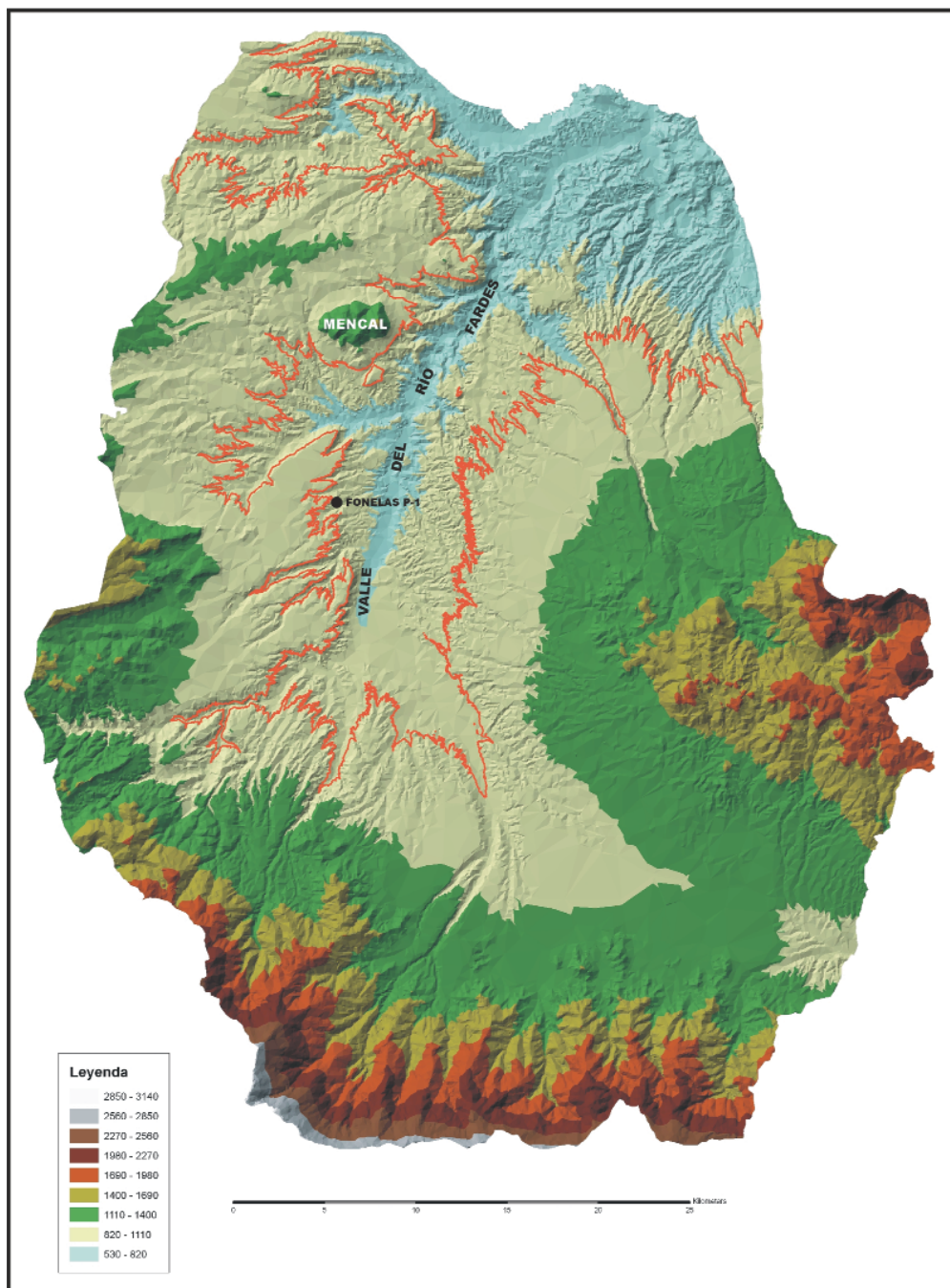


Figura 3. Modelo digital del terreno de la Comarca de Guadix. La línea roja (curva de nivel de 960 m de altitud) marca el límite superior del Valle del Río Fardes, ámbito de trabajo de este proyecto de investigación y territorio a ser propuesto como Geoparque Europeo.

Dado que el objetivo esencial en esta primera etapa del proyecto ha sido el conocimiento integral de estos nuevos registros y su significado, siguiendo la secuencia lógica en la progresión científica [esto es, caracterización estratigráfica y sedimentológica + caracterización taxonómica = datos e inferencias de naturaleza cronológica (bioestratigrafía + magnetoestratigrafía), paleobiogeografía y evolutiva], se ha dirigido la investigación a la recuperación y análisis de todas las fuentes de información salvaguardadas en el registro geológico. Estos aspectos permiten caracterizar el valor intrínseco de los registros recuperados y de su significado en el marco del conocimiento actual en nuestro continente sobre el tránsito Neógeno-Cuaternario, sus faunas y ambientes pretéritos.

El eje principal de la investigación son los registros paleontológicos con fósiles de grandes mamíferos del área de Fonelas, donde intervenimos directamente sobre nuevos y ricos yacimientos que presentan asociaciones faunísticas desconocidas hasta la actualidad en nuestro continente.

Los estudios comprenden los siguientes aspectos: cartografía geológica, geomorfología, estratigrafía, sedimentología, magnetoestratigrafía, isótopos (*paleoclimatología*), paleobotánica, paleontología de invertebrados, anatomía y taxonomía de vertebrados, bioestratigrafía, paleobiogeografía, tafonomía (*bioestratinomía* y *fosildiagénesis*) y paleoecología. Hasta la actualidad, se ha avanzado notablemente en la investigación de los aspectos estratigráficos, sedimentológicos y paleontológicos (taxonómicos, bioestratigráficos y paleobiogeográficos) de Fonelas P-1; y en los aspectos estratigráficos, sedimentológicos y magnetoestratigráficos de la zona de estudio.

Esta investigación integral se encuentra enmarcada en el seno de tres proyectos de investigación, dirigidos por el Dr. Alfonso Arribas, centrados en los yacimientos del área de Fonelas:

- Un Proyecto General de Investigación, autorizado y subvencionado por la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía (*“Estudio estratigráfico, taxonómico, tafonómico y paleoecológico del yacimiento de macromamíferos de Fonelas (Granada) en el marco faunístico y ambiental del Plio-Pleistoceno europeo”*), de (2001) 2002 a 2007, que gestiona las autorizaciones y subvenciones para las excavaciones paleontológicas y las prospecciones sistemáticas.
- Un segundo proyecto específico (2001, 2002-2005), autorizado y financiado por el IGME (Ministerio de Ciencia y Tecnología), que suministra personal e infraestructura científica y técnica para el correcto desarrollo de las investigaciones planteadas (SICOAN 2001016: *“Investigación paleontológica de faunas villafranquienses (Plio-Pleistoceno) en la cuenca de Guadix-Baza: taxonomía, tafonomía y paleoecología de asociaciones de grandes mamíferos”*).
- Un tercer proyecto específico (2005-2009), autorizado y financiado por el IGME (Ministerio de Educación y Ciencia), que da continuidad a la investigación y suministra personal e infraestructura científica y técnica para el correcto desarrollo de las investigaciones en curso (SICOAN 2005009: *“Caracterización paleontológica del tránsito Plioceno-Pleistoceno en la Formación Guadix (Cuenca de Guadix-Baza, Granada)”*).

EL EQUIPO DE TRABAJO

El equipo de trabajo está configurado por científicos españoles especialistas en distintas áreas de conocimiento relacionadas con las Ciencias de la Tierra y de la Vida, al que se unen jóvenes investigadores que desarrollan sus carreras científicas en el marco de este proyecto paleontológico.

El planteamiento inicial en esta etapa de la investigación se ha estructurado en dos grandes unidades de actividad en el trabajo: las actuaciones técnicas y las actuaciones científicas, estando ambas íntimamente relacionadas.

TRABAJOS TÉCNICOS

Los trabajos técnicos se centran en:

Cartografía sistemática: rigurosa toma de los datos espaciales de las asociaciones faunísticas y de los registros estratigráficos significativos durante las campañas de campo de excavación sistemática.

Responsable: D. José G. Solano; Colaboradores: Dr. José Antonio Riquelme, Dr. Miguel Cortés, D. Juan José Álvarez y D. Ignacio Martín.

Informática científica y SIG: este proyecto ha dedicado notables esfuerzos al desarrollo de una aplicación SIG (Sistema de Información Geográfica) específica para la gestión de los yacimientos paleontológicos localizados durante su transcurso y al diseño y la ejecución de una aplicación informática propia, que permita tanto la gestión de las colecciones científicas recuperadas, como el análisis científico de todos los tipos de datos derivados de la investigación de cada uno de los restos fósiles y de cada colección en su conjunto.

Responsable: D. Román Hernández; Colaboradores: D. José G. Solano, D. José Antonio Carroza, D. Carlos Lorenzo, D. Juan Carlos Gumiel y D. Acacio Martín.

Restauración de colecciones científicas: la restauración y conservación de las colecciones paleontológicas de los yacimientos estudiados en este proyecto es uno de los objetivos prioritarios del mismo. Esto se debe tanto al interés propio de la investigación científica, como a la obligación de proteger y salvaguardar el Patrimonio Paleontológico español. Por ello, desde la primera campaña de campo en 2001, este tipo de trabajos son desarrollados tanto en el yacimiento (laboratorio de restauración *in situ*), como en el laboratorio del Museo Geominero a lo largo de todo el año. También se han realizado réplicas de calidad Museo de los materiales fósiles más significativos.

Responsable: D. José G. Solano; Colaboradores: D. Eleuterio Baeza y Dña. Concepción de Frutos. Todos los miembros del equipo de excavación colaboran en campo en las tareas de restauración de colecciones paleontológicas.

Excavación paleontológica sistemática: durante las campañas de campo, tanto de excavación como de prospección sistemática, colaboran con los equipos técnico y científico distintos licenciados y doctores que han desarrollado hasta la actualidad un excelente trabajo (ver <http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>).

TRABAJOS CIENTÍFICOS: LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN

Las líneas de investigación desarrolladas en el proyecto se desglosan en:

GEOLOGÍA

Geofísica: se encuentra prevista la utilización del georadar para la localización y caracterización de concentraciones subterráneas de restos fósiles de grandes mamíferos. Esta actividad no ha sido ejecutada hasta la actualidad, ya que el yacimiento todavía no ha podido ser acondicionado a gran escala.

Geología estructural: estudio tectónico regional. Responsable: Dr. Pablo Gumiel.

Geomorfología: estudio geomorfológico regional de los terrenos actuales ocupados por la Formación Guadix. Responsable: Dr. Jerónimo López-Martínez.

Geología regional: coordinación de la Geología en el proyecto. Estudios isotópicos. Responsable: Dr. Juan José Durán

Estratigrafía y Sedimentología: caracterización estratigráfica y sedimentológica de las unidades litoestratigráficas con contenido fósil. Estudio de la evolución del morfossistema fluvial. Responsables: Dr. César Viseras y Dr. Jesús Miguel Soria. Colaboradora: Dña. Sila Pla.

Petrología: caracterización petrológica y mineral de cementaciones. Responsable: Dr. Rafael Pablo Lozano.

Magnetoestratigrafía. Responsable: Dr. Miguel Garcés.

PALEONTOLOGÍA

Paleobotánica: estudio del registro polínico en unidades litoestratigráficas y en coprolitos de carnívoros (hiénidos). Reconstrucción paleoambiental. Responsable: Dr. José Sebastián Carrión. Colaborador: Dr. Santiago Fernández. En esta línea, a día de hoy, no se han obtenido resultados positivos por falta de registro polínico en las unidades estudiadas.

Invertebrados: estudio de fósiles de moluscos continentales. Responsable: Dr. Fernando Robles. En esta línea, a día de hoy, no se han obtenido resultados positivos por falta de registro fósil de invertebrados en las unidades estudiadas.

Vertebrados inferiores: estudio del registro de peces, anfibios, reptiles y aves, además de sus icnofósiles (fragmentos de cáscaras de huevos). Responsable: Dr. Hugues A. Blain de anfibios y reptiles. El Dr. Antonio Sánchez-Marco estudiará próximamente los escasos fósiles de aves recuperados.

Micromamíferos (Taxonomía y bioestratigrafía): estudio paleontológico de fósiles de insectívoros, roedores y lagomorfos. Reconstrucción paleoambiental. Responsable: D. César Laplana.

Macromamíferos (Taxonomía, bioestratigrafía y paleobiogeografía): estudio paleontológico de fósiles de carnívoros (mustélidos, cánidos, félidos y hiénidos), artiodáctilos (cérvidos, bóvidos, suidos y jiráfidos), perisodáctilos (équidos y rinocerótidos) y proboscídeos (elefántidos). Reconstrucción paleoambiental. Responsables: Dr. Alfonso Arribas y Dra. Guiomar Garrido.

Tafonomía: estudio y caracterización de modelos genéticos de yacimientos de vertebrados en medio continental. Actividad de agentes geológicos y biológicos, sesgos e impronta en el registro fósil. Responsable: Dr. Alfonso Arribas. Colaboradores: Dra. Guiomar Garrido, D. José G. Solano, D. Román Hernández, Dr. César Viseras y Dña. Sila Pla.

Análisis estadísticos: tratamiento estadístico de datos. Dr. Rodrigo Díaz.

Paleoecología: reconstrucciones paleoecológicas y paleoambientales e inferencias de modos de vida animal en base a datos estratigráficos, sedimentológicos, paleobotánicos y paleomastológicos. Coordinador: Dr. Alfonso Arribas; participación de todos los miembros del equipo.

ARQUEOLOGÍA (INDUSTRIAS LÍTICAS). Responsable: Dr. J. Carlos Díez. Colaboradores: Dra. Marta Navazo, D. Marcos Terradillos, D. Rodrigo Alonso y D. José G. Solano.

LOS TRABAJOS REALIZADOS

AÑO 2001

La primera intervención paleontológica sistemática en el yacimiento (autorizada y subvencionada por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía, como todas las posteriores) se realizó durante el mes de julio de 2001. Los estudios de campo fueron realizados por miembros de un equipo interdisciplinar configurado por investigadores del Instituto Geológico y Minero de España (IGME) y de 7 universidades españolas.

Los resultados científico-técnicos obtenidos tras esta primera aproximación al registro del yacimiento fueron altamente significativos, pudiéndose desglosar en los siguientes puntos:

- Acondicionamiento manual con control técnico de 5 m de ladera estéril, accediendo así al nivel fértil. Una vez allanado el terreno, se plantearon las cuadrículas de excavación en el nominado desde entonces como Sondeo B (Fig. 4) sobre una superficie de 15 m², en las que el eje Y presenta una desviación de 50° NE con respecto al Norte magnético.
- Recuperación, durante un mes de excavación sistemática, de más de 1000 restos fósiles de vertebrados. Cada elemento fue cartografiado, adquiriendo así la información sobre su posición en el espacio (X, Y, Z), y su dirección e inclinación respecto al Norte magnético y al plano horizontal, respectivamente.

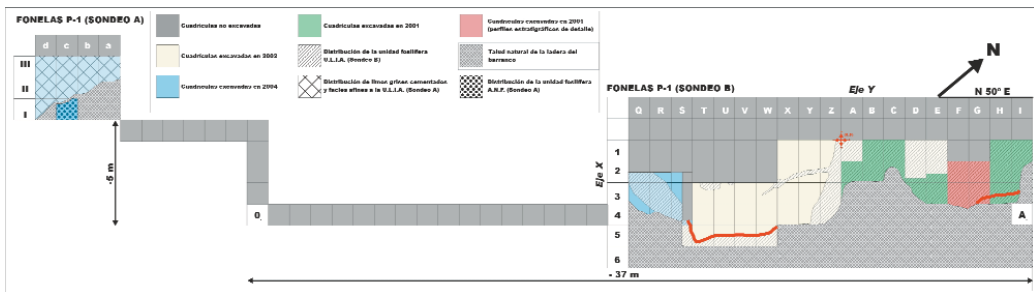


Figura 4. Esquema con la planta de la excavación de Fonelas P-1 (campañas de 2001, 2002 y 2004). Se indica la posición de los sondeos B y A y las superficies intervenidas en los años citados.

- Restauración, durante el transcurso de la excavación sistemática y posteriormente en el laboratorio del Museo Geominero, siglado e inventariado de la colección recuperada.
- Desarrollo de una aplicación informática específica, con Sistema de Información Geográfica (SIG), para la ubicación de los yacimientos localizados a lo largo del proyecto, en la que fueron diseñados 30 campos de información para cada ejemplar fósil y programados los modelos 2D y 3D para la representación georreferenciada de los hallazgos en las unidades litoestratigráficas correspondientes.
- Por otra parte, las actividades de lavado y tamizado de más de 3.000 Kg. de sedimento, procedente de las cuadrículas de excavación, suministraron restos de pequeños vertebrados. Como se esperaba, la riqueza en restos fósiles de micromamíferos en un yacimiento con las características genéticas del que nos ocupa, tanto desde el punto de vista sedimentológico como tafonómico, es muy baja. Aun así, se recuperaron fósiles de siete géneros de pequeños mamíferos, elementos esqueléticos de anfibios y peces, y fragmentos de huevos de aves.
- Avance en la caracterización estratigráfica y sedimentológica de la sucesión general y de la sucesión de detalle del yacimiento. La interpretación preliminar del registro sedimentario avala el planteamiento de una hipótesis de trabajo en la que se ubica el yacimiento dentro de una litología específica (denominada informalmente como U.L.I.A.: Unidad de Limos con Intraclastos Arcillosos), resultado de un hiato sedimentario, e incluida en el seno de sedimentos de grano fino depositados en un sistema fluvial abandonado de alta sinuosidad y baja energía.
- Evaluación del registro malacológico de la sucesión estratigráfica, con resultado negativo.
- Levantamiento topográfico del entorno del yacimiento.
- Muestreo de 15 unidades litoestratigráficas para su análisis paleobotánico, con resultado negativo.
- Muestreo de sedimento para el futuro estudio de isótopos.

La realización de este conjunto de trabajos permitió plantear y contrastar las hipótesis relacionadas con el modelo genético del yacimiento, desde las perspectivas estratigráficas y sedimentológicas, hasta la interpretación tafonómica preliminar. Los innumerables indicios tafonómicos analizados en aquel momento, muy similares a los presentes en la asociación de Venta Micena, permitían caracterizar la asociación fosilífera como resultado de la actividad carroñera de representantes de la familia Hyaenidae. Los resultados paleontológicos preliminares que se obtuvieron verificaron que el yacimiento, cuya investigación comenzaba, era excepcional por sus materiales y singular por la información en él contenida.

Los primeros datos sobre el yacimiento se presentaron durante el año 2001 (Arribas *et al.*, 2001). Como veremos a lo largo de este trabajo distintas determinaciones faunísticas iniciales han variado desde el año 2001 hasta el año 2007 en función del hallazgo de nuevos materiales paleontológicos en Fonelas P-1 y, sobre todo, de nuestro progresivo aprendizaje en la investigación paleontológica de los mamíferos del tránsito Neógeno-Cuaternario.

AÑO 2002

Durante el año 2002 se realizaron esencialmente dos actividades de campo: una prospección paleontológica sistemática y la excavación sistemática de Fonelas P-1 en el Sondeo B.

PROSPECCIÓN PALEONTOLÓGICA SISTEMÁTICA

La prospección paleontológica sistemática se desarrolló esencialmente durante el final de la primavera y el verano de 2002, tomando como base las ortoimágenes de la zona, así como la cartografía digital del IGME. Se localizaron los siguientes nuevos puntos con registro fósil de vertebrados plio-pleistocenos (Fig. 5):

- Barranco de las Palomas (Solana de la Vereda de las Yeguas)

Fonelas BP-SVY-1

Tipo de registro: esporádico.

Taxón singular: *Metacervoceros rhenanus perolensis*.

- San Torcuato

Fonelas ST-1

Tipo de registro: yacimiento.

Fonelas ST-2

Tipo de registro: esporádico.

- Barranco del Pocico

Fonelas P-2.

Tipo de registro: esporádico.

- Barranco de Andacairo

Fonelas BA-1

Tipo de registro: yacimiento.

- Barranco del Carrizal

Fonelas BC-1.

Tipo de registro: esporádico.

Los resultados de la prospección fueron satisfactorios, pues se identificaron dos nuevos puntos en el territorio con fósiles excepcionales de grandes mamíferos, se recuperó una cornamenta fósil de un cérvido desconocido hasta la actualidad en el registro ibérico (*Metacervoceros rhenanus perolensis* en Fonelas BP-SVY-1), y se localizaron nuevos yacimientos paleontológicos en la base de la serie estratigráfica de Fonelas P-1, que acotan inferiormente el registro paleontológico de estos barrancos en una cronología próxima a -2,5 Ma, por correlación con el cercano yacimiento de Huélagoc.

numerosas huellas de invertebrados dulceacuicolas e, incluso, posibles huellas de mamíferos (Fig. 6).

Se cartografiaron 466 restos fósiles de mamíferos, y se restauraron en campo un 40% del total. Por otra parte, durante esta campaña se realizó un nuevo muestreo polínico de 12 unidades litoestratigráficas, que no produjo resultados científicos. Durante esta campaña se recuperaron fósiles excepcionales de *Hyaena brunnea*, *Acinonyx pardinensis*, *Megantereon cultridens* y *Mitlanotherium* sp., entre otros taxones.

INICIO DEL ESTUDIO MAGNETOESTRATIGRÁFICO DE LAS UNIDADES PLIOCENAS EN EL ÁREA DEL YACIMIENTO

En junio de 2002 se realizó el muestreo de campo en las columnas de Fonelas P-1 y de Fonelas ST-1, con el fin de evaluar la posible información de naturaleza magnetoestratigráfica contenida en las sucesiones plio-pleistocenas. Estos trabajos fueron realizados por el Dr. Daniel Rey (Universidad de Vigo), y financiados en su totalidad por el proyecto de investigación del IGME. Los resultados de estos trabajos fueron poco concisos (Queralt *et al.*, 2003).

Los resultados técnicos y científicos (Baeza, 2002; Garrido, 2002; Garrido y Arribas, 2002; Hernández *et al.*, 2002) obtenidos la campaña de excavación paleontológica sistemática llevada a cabo en 2002 se pueden desglosar en los siguientes puntos:

- Estudio de detalle del marco geológico y tectónico regional.
- Levantamiento de la serie magnetoestratigráfica provisional en la que se ubica el yacimiento.
- Identificación y caracterización en planta de la unidad litoestratigráfica fosilífera [unidad basal, "unidad de limos con intraclastos arcillosos" (U.L.I.A.).]

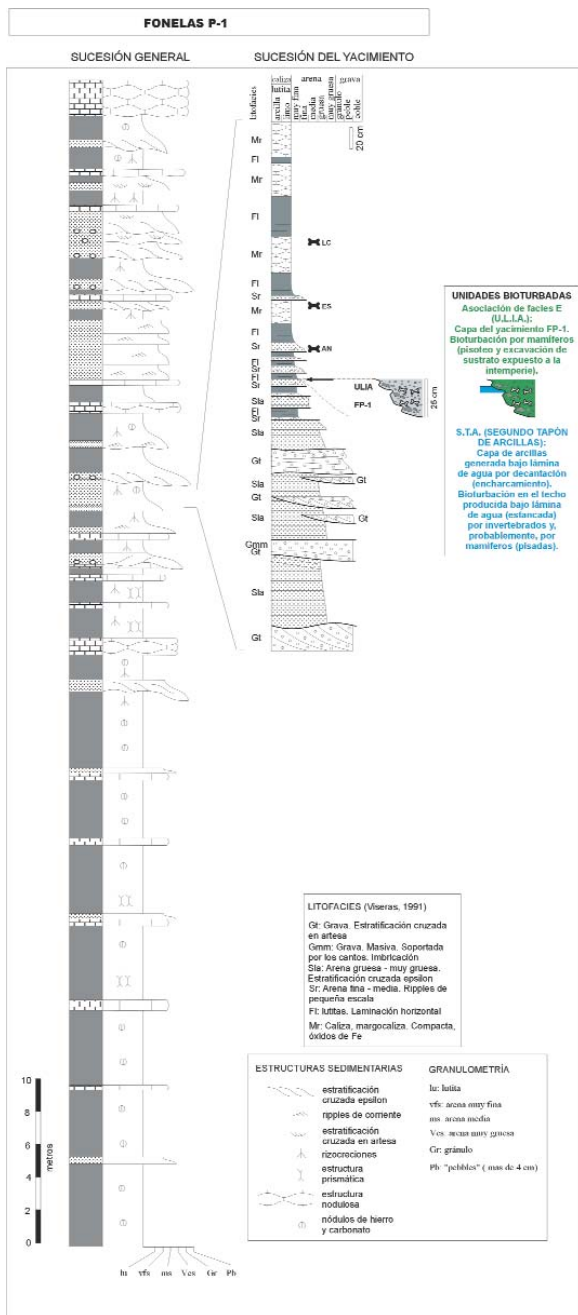


Figura 6. Sucesión general y de detalle del yacimiento Fonelas P-1 (modificado de Viseras *et al.*, 2004). Se indica la posición de las dos unidades bioturbadas presentes en dicha sucesión: Fonelas P-1 (exposición aérea de la unidad) y S.T.A. (bioturbación bajo lámina de agua).

- Desarrollo continuo de la aplicación informática específica con SIG.
- Revisión y ampliación de la lista faunística, con un mínimo de 32 especies de mamíferos identificados hasta aquel momento.
- Confirmación de la acotación cronológica del yacimiento, en función de los datos conocidos sobre la bioestratigrafía de grandes mamíferos en el registro paleontológico europeo, dentro del Plioceno superior, en torno al límite Plio-Pleistoceno (ca. 1,9-1,7 Ma).
- Configuración de una hipótesis sobre el modelo genético de la unidad fosilífera basal del yacimiento (U.L.I.A.), a contrastar durante el transcurso de la investigación, en la que el medio sedimentario sería un sistema fluvial de alta sinusoidad que conformaría una llanura emergida. En ella los hiénidos concentrarían restos óseos de macromamíferos en un comedero o "basurero" al aire libre.

El yacimiento de Fonelas P-1 se mostraba especialmente rico en número de restos y muy diverso, en lo que a especies de grandes mamíferos se refiere. Es reseñable que gran parte de los taxones identificados se encontraron representados tanto por elementos del esqueleto craneal, fundamentalmente cráneos, hemimaxilares y hemimandíbulas (fueron poco abundantes los dientes aislados), como por huesos de la columna y de los miembros.

Por otra parte, en junio de 2002 tuvo lugar, en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, el acto de defensa del trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) realizado por Guiomar Garrido Álvarez-Coto que lleva por título: "*El registro del género Canis (Canidae, Carnivora, Mammalia) en el yacimiento villafranquiense de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada, España)*". El tribunal que lo juzgó estuvo formado por el Dr. José Luis Sanz, como Presidente, y por los Dres. Jorge Morales e Isabel Rábano, como Vocales. El trabajo de investigación obtuvo la calificación de sobresaliente *cum laude*. Este trabajo se enmarcaba en la Tesis doctoral de la autora, becada por el IGME y dirigida por el Dr. Alfonso Arribas, la cual fue defendida en 2006.

AÑO 2003

PROSPECCIÓN PALEONTOLÓGICA SISTEMÁTICA

La prospección paleontológica sistemática se desarrolló esencialmente durante el final de la primavera y el verano de 2003 (mes de julio), tomando como referencia una imagen satélite de alta calidad del término municipal de Fonelas (aproximadamente 100 km² de superficie), así como la cartografía digital del IGME.

El inicio de estos trabajos consistió en labores de gabinete, georeferenciando dicha imagen y efectuando las correcciones de campo con más de 200 puntos GPS tomados en el área de estudio. Posteriormente, dicha imagen se vinculó con la aplicación informática específica diseñada desde el IGME para este proyecto científico, desarrollando de esta forma un eficaz SIG en el que se añadieron todos los nuevos hallazgos, con sus correspondientes fichas generales de cada yacimiento, bases de datos, y toda la información gráfica relacionada con los registros y su información. Asimismo, se ha preparado un modelo digital del terreno, basado en la imagen satélite, que conforma actualmente la base de las cartografías geológica y geomorfológica.

Esta prospección se planificó en mayo-junio de 2003, identificando sobre imagen satélite y cartografía geológica las zonas del territorio con potenciales registros plio-pleistocenos. Tras una evaluación geomorfológica y geotécnica preliminar de estos 100 km², se decidió centrar la prospección en campo en el margen oeste del río Fardes, ya que el margen este se encuentra muy verticalizado y presenta numerosos problemas geotécnicos que dificultan, teóricamente y en la práctica, tanto el afloramiento de unidades fosilíferas como la propia prospección por su peligrosidad. Aun así, se prospectaron distintos barrancos en

el margen este, con un pobre resultado en comparación con los resultados obtenidos en el margen oeste, como veremos a continuación.

Se prospectaron detalladamente unos 30 km² de superficie a lo largo de barrancos, algunos de ellos ciertamente peligrosos, que ponen al descubierto el tramo de naturaleza detrítica del Neógeno-Cuaternario. Si en el año 2001 contábamos únicamente con el espectacular yacimiento de Fonelas P-1, base de esta investigación, y en el año 2002 localizamos 6 nuevas localidades fosilíferas, en la campaña de prospección llevada a cabo en 2003 se identificaron 13 nuevos afloramientos con registro paleontológico del Plio-Pleistoceno, por lo que a esa fecha el proyecto contaba ya con 20 localidades fosilíferas, de distinta naturaleza, que cubrían un intervalo de información paleobiológica comprendido entre -2,6 Ma y -1,6 Ma, aproximadamente.

Los yacimientos encontrados son (Fig. 5):

- Solana del Cortijo del Conejo

Fonelas SCC-1

Tipo de registro: yacimiento.

Taxones singulares: *Anura* gen. indet., *Aves* indet., *Oryctolagus* sp., *Canis etruscus*, *Lynx* sp., *Pachycrocuta brevirostris*, *Hyaena brunnea*, *Megantereon* sp., *Metacervoceros rhenanus philisi*, *Gazellospira* sp., *Praeovibos* sp., *Leptobos etruscus*, *Equus* cf. *major*, *Equus* sp. y *Mammuthus meridionalis*.

Fonelas SCC-2

Tipo de registro: esporádico.

Taxón singular: *Gazella borbonica*.

- Barranco de las Palomas (Solana de la Vereda de las Yeguas)

Fonelas BP-SVY-2

Tipo de registro: yacimiento.

Fonelas BP-SVY-3

Tipo de registro: esporádico.

- Barranco de Andacairo

Fonelas BA-2

Tipo de registro: esporádico.

Fonelas BA-3

Tipo de registro: esporádico.

- Puente de Belerda

Fonelas PB-1

Tipo de registro: esporádico.

Fonelas PB-2

Tipo de registro: esporádico.

Fonelas PB-3

Tipo de registro: esporádico.

Fonelas PB-4

Tipo de registro: yacimiento.

Taxones singulares: *Canidae* gen. indet., *Chasmaporthetes lunensis*, *Eucladoceros* sp., *Gazellospira* sp., *Leptobos* sp. y *Equus* sp.

Fonelas PB-5

Tipo de registro: esporádico.

– Pre-puente de Belerda

Fonelas PPB-1

Tipo de registro: esporádico.

– Barranco *Anancus*

Fonelas AN-1

Tipo de registro: esporádico.

Destacaba, dentro de esta prospección, el hallazgo de un nuevo yacimiento especialmente rico e interesante, FCC-1, correlacionable litoestratigráficamente con Fonelas P-1, aunque ligeramente más moderno, y la identificación por primera vez en Andalucía del hiénido *Chasmaporthetes lunensis* en el yacimiento de FPB-4.

Durante el transcurso de 2003 se desarrollaron de forma continua los trabajos de gestión e investigación (Arribas y Palmqvist, 2003; Arribas *et al.*, 2003a y b; Garrido y Arribas, 2003; Queralt *et al.*, 2003) de las colecciones paleontológicas recuperadas durante las campañas de 2001 y 2002 en el yacimiento de Fonelas P-1. Los resultados de los trabajos se resumen en:

- Restauración de cerca de 600 fósiles de mamíferos, que han pasado a registro informático con sus correspondientes fichas completas.
- Ampliación de los campos, consultas y salidas gráficas de la aplicación informática específica del proyecto.
- Diseño inicial de una página web sobre este proyecto y sus materias de estudio.
- Identificación de la especie *Vulpes alopecoides* en base a nuevos materiales óseos procedentes de la campaña de 2002.
- Estudio de los aspectos anatómicos y taxonómicos de más de 200 fósiles pertenecientes a los géneros *Gazellospira*, *Praeovibos*, *Potamochoerus* y *Megantereon*.
- Presentación de resultados científicos en la reunión internacional del INQUA de 2003 en Granada, en la reunión del V Congreso del Grupo Español del Terciario, en las XIX Jornadas de Paleontología (SEP) y preparación del artículo sobre las actividades de 2001 para la revista *Anuarios de Arqueología*.
- Diseño y producción de una exposición específica sobre este proyecto científico “*El largo viaje hacia Occidente. Fauna ibérica hace 1.800.000 años*”, presentada en la Universidad de Granada en el marco del V Congreso del Grupo Español del Terciario (septiembre de 2003) y expuesta en Madrid [Fundación Francisco Giner de los Ríos (Institución Libre de Enseñanza)] en los meses de noviembre y diciembre de 2003.
- Inclusión del yacimiento de Fonelas P-1 en el documental divulgativo “*La Tierra, Planeta vivo: Fósiles a través del Tiempo*”, producido por el Museo Geominero con financiación de la fecyt.

AÑO 2004

EXCAVACIÓN PALEONTOLÓGICA SISTEMÁTICA

La excavación paleontológica sistemática se desarrolló de nuevo durante el mes de julio de 2004. El inicio de estos trabajos consistió en la apertura del sondeo clásico trabajado desde 2001 (Sondeo B), y el comienzo de la excavación de la unidad fosilífera en un nuevo sondeo (Sondeo A), localizado aproximadamente 30 m de distancia al oeste del Sondeo B (los trabajos se plantearon de tal forma que ambos sondeos tuvieran un único sistema de coordenadas; Fig. 4).

En el Sondeo B se acondicionaron 4 m² de la unidad fosilífera, en la unidad litoestratigráfica previamente definida para este área del yacimiento (Unidad de limos con intraclastos arcillosos; UL.I.A.). Esta unidad se excava fácilmente, gracias al carácter de su litología, por lo que los trabajos de remoción

de sedimento se realizaron, como veníamos haciendo, con utensilios de madera para evitar la impronta de marcas en los huesos (confundibles con marcas de origen bioestratinómico).

La progresión de la excavación de esta excepcional litología en el Sondeo B liberó un excelente material paleontológico, constituido esencialmente por elementos óseos del esqueleto postcraneal de proboscídeos (*Mammuthus*), équidos (*Equus*) y de elementos craneales de cánidos (*Canis etruscus*), cérvidos (*Metacervoceros rhenanus phillisi*), lagomorfos (*Oryctolagus*), bóvidos (*Gazellospira*) y de un nuevo taxón en la asociación, un caprino de curiosa morfología craneal. Estos nuevos materiales permitieron verificar y confirmar las determinaciones taxonómicas previas, mejorando la calidad de datos anatómicos y métricos de las muestras procedentes de campañas anteriores. Sin duda, el hallazgo de materiales paleontológicos de los taxones previamente mencionados fue altamente significativo, especialmente los cráneos de lagomorfos (de muy difícil conservación en yacimientos continentales al aire libre) y el cráneo del caprino, que posteriormente se ha verificado que pertenece al representante del género *Capra* más antiguo conocido en el planeta y constituye una nueva especie para la ciencia, como se verá en esta monografía. La muestra del Sondeo B obtenida durante la campaña de 2004 asciende a un total de 98 registros fósiles.

La complejidad de la extracción de los fósiles en una superficie de 1 m² del Sondeo B nos hizo tomar la decisión de dejar *in situ* dicha asociación protegida (aunque cartografiada), para su futura extracción en bloque. Este conjunto fue recuperado en la campaña del año 2007.

Por otra parte, la apertura del Sondeo A (excavación de 7 m²) aportó datos estratigráficos muy interesantes para la reconstrucción del morfosistema fluvial en esta parte de la Formación Guadix, descubriendo unidades fosilíferas superiores e inferiores a la correlacionable con la ULIA del Sondeo B. La gran mayoría de las unidades litoestratigráficas caracterizadas en este sondeo se encuentran fuertemente cementadas, lo que dificulta enormemente la excavación y, por tanto, la recuperación de materiales paleontológicos óseos. Aún así, se recuperaron y cartografiaron un total de 334 fósiles, entre los que destacaban distintos elementos esqueléticos del jiráfido de Fonelas P-1 (*Mitilanotherium*), un fragmento craneal de melino (*Meles*) y gran parte de un esqueleto de un cánido de pequeña talla, *Canis* cf. *arnensis*, especie identificada por primera vez en la Península Ibérica, procediendo dichos restos fósiles de una unidad infrayacente (arenas negras fosilíferas), y por ello más antigua, a la unidad U.L.I.A. del Sondeo B de Fonelas P-1 (Fig. 7).

Los resultados de la excavación fueron realmente interesantes, pues se aumentó la muestra anatómica de muchos de los taxones presentes en el yacimiento, mal conocidos hasta el descubrimiento de Fonelas P-1. En esta campaña se amplió la muestra del jiráfido *Mitilanotherium*, confirmando la presencia de una importante población de esta especie en la Europa atlántica durante el Plioceno superior terminal; el hallazgo del nuevo fragmento craneal de melino permitió confirmar la existencia de una nueva especie de carnívoro para la ciencia; el descubrimiento de una hemimandíbula de *Homotherium* permitió identificar a la especie presente en el yacimiento (*Homotherium latidens*); la obtención de restos de testudínidos clarificó la asignación taxonómica de estos reptiles (*Eurotestudo* sp.); y, por último, la recuperación del caprino añadió un taxón de mamífero más al espectro faunístico y paleoecológico del yacimiento.

Durante el transcurso de 2004 se desarrollaron de forma continua los trabajos de gestión e investigación (Arribas y Garrido, 2004; Arribas *et al.*, 2004a y b; Baeza y Llorente, 2004; Bermúdez, 2004; Garrido y Arribas, 2004a y b; Hernández *et al.*, 2004; Viseras *et al.*, 2004) de las colecciones paleontológicas recuperadas durante las campañas de 2001, 2002 y 2003 en el yacimiento de Fonelas P-1 y en las restantes localidades identificadas durante las prospecciones sistemáticas. Los resultados de los trabajos se resumen en:

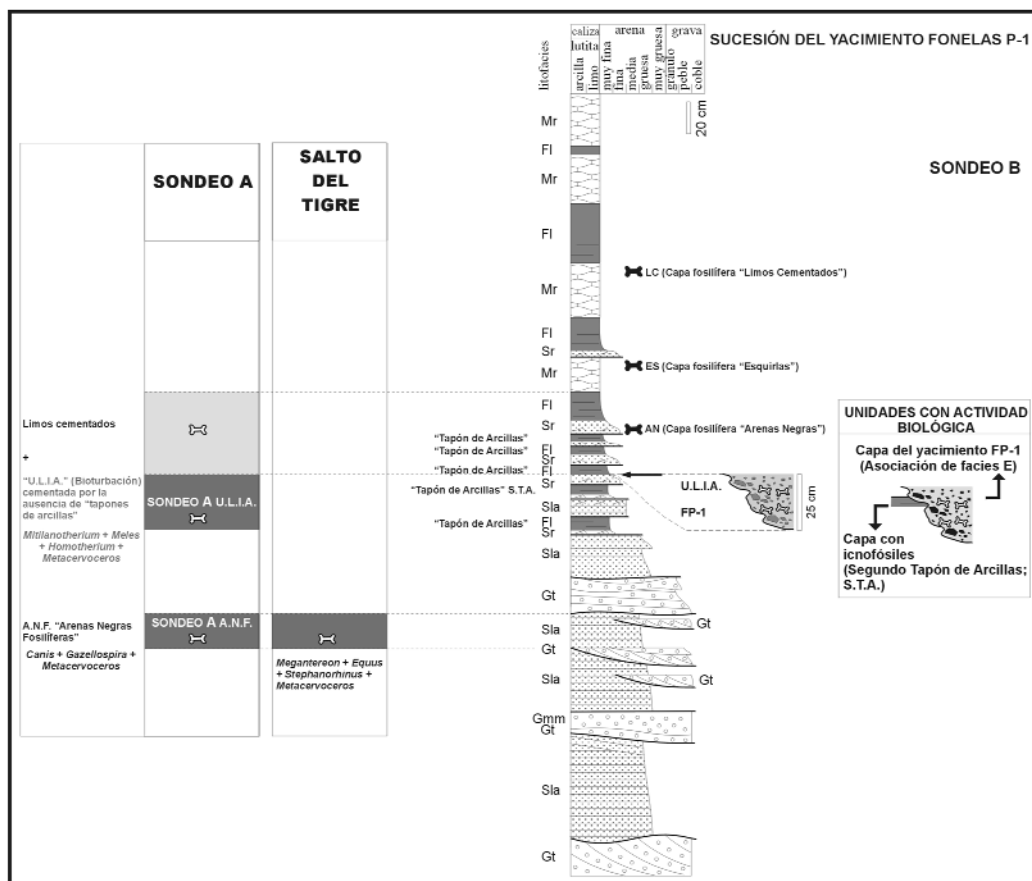


Figura 7. Esquema con la representación y correlación de unidades fosilíferas en Fonelas P-1 (Sondeo B, Sondeo A y Salto del Tigre).

- Restauración de cerca de 300 fósiles de mamíferos, que pasaron a registro informático con sus correspondientes fichas completas.
- Ampliación de los campos, las consultas y las salidas gráficas de la aplicación informática específica del proyecto.
- Diseño y dotación de contenidos de una página web, ya consultable en esas fechas, sobre este proyecto y sus materias de estudio (<http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>).
- Estudio de los aspectos anatómicos y taxonómicos de más de 300 fósiles de Fonelas P-1 pertenecientes a los géneros *Mammuthus*, *Stephanorhinus*, *Meles*, *Homotherium*, *Vulpes*, *Hyaena*, *Pachycrocuta*, *Lynx*, *Croizetoceros*, *Metacervoceros* y *Eucladoceros*, habiendo sido caracterizada en Fonelas P-1 una nueva especie de melino.
- Rediseño y producción de la exposición específica sobre este proyecto científico "El largo viaje hacia Occidente. Fauna ibérica hace 1.800.000 años", dado el éxito y la demanda suscitada desde su presentación en 2003.

La identificación en el yacimiento de la hiena gigante de rostro corto, *Pachycrocuta brevirostris*, basada en elementos dentales de individuos infantiles, resultó ser muy importante a efectos de datar el yacimiento por bioestratigrafía, pues esta especie tiene su primer dato en Europa en la Unidad Faunística Olivola en cronologías próximas a -1.9 millones de años de antigüedad, lo que venía a confirmar los análisis bioestratigráficos previos. Por tanto, ésta sería la antigüedad máxima del yacimiento en función de los datos bioestratigráficos, no siendo más moderno de -1.7 millones de años por los LAD's reconocidos. Por último, también es importante la identificación de este hiénido en la asociación de Fonelas P-1, asociación generada por la actividad de este tipo de carnívoros carroñeros, pues hasta aquel momento el único hiénido identificado era *Hyaena brunnea*. La presencia de individuos infantiles de *Pachycrocuta brevirostris* en el yacimiento permitió apuntar a los representantes de esta especie como agentes tafonómicos generadores del mismo, ya que se trata de los únicos carnívoros eudémicos en el sistema de referencia del propio yacimiento. Por otra parte, la coexistencia de estos dos hiénidos nunca había sido descrita en el planeta.

En este punto conviene comentar que la primera Tesis doctoral sobre el yacimiento de Fonelas P-1, becada por el IGME y realizada por Guiomar Garrido y que versa sobre la taxonomía de los grandes mamíferos, sería defendida durante el año 2006; y que una nueva Tesis doctoral se iniciaría durante el año 2005 (también becada por el IGME y realizada por Sila Pla) que investiga las distintas unidades estratigráficas de la Formación Guadix (integrando datos estratigráficos y sedimentológicos). El avance sobre la interpretación estratigráfica y sedimentológica del yacimiento se publica durante el año 2004 (Viseras *et al.*, 2004), donde se caracteriza en el Sondeo B la asociación de facies E, asociación que contienen el registro paleontológico de grandes mamíferos (informalmente definida hasta entonces como U.L.I.A.).

AÑO 2005

PROSPECCIÓN PALEONTOLÓGICA SISTEMÁTICA

La prospección paleontológica sistemática se desarrolló durante el mes de julio de 2005. Tras la planificación de los trabajos de campo en gabinete durante los meses de mayo y junio, se inició la prospección paleontológica sistemática tomando como referente los resultados por nosotros obtenidos en la campaña de prospección del año 2003.

El análisis de los datos previos orientó el inicio de la prospección en el margen este del río Fardes, pues hallazgos anteriores (campaña de 2003) indicaban la posibilidad de la recuperación de nuevos puntos con registro en esta desconocida zona de la cuenca. Tras la dedicación de varias jornadas de campo, en las que se evaluó detalladamente la estratigrafía y la distribución de facies sedimentarias se llegó a la conclusión de que en esta porción de la cuenca (margen este del Río Fardes en cotas situadas entre 920-940 m de altitud) los cuerpos de roca conservados testimonian la sedimentación plioceno-pleistocena del paleocauce central del Sistema Axial del relleno de la cuenca indicando, por tanto, dada su paleogeografía, una muy baja probabilidad de registro fósil de vertebrados continentales. Tal es así, que la prospección de 10 km² en dicha zona dio resultados negativos.

En este punto se centró la prospección en la franja oeste del río Fardes, iniciando los trabajos al sur de Belerda en la zona conocida como la Torre de Cúllar, prospectando los altos paleogeográficos al este de Fonelas P-1 y finalizando en esta etapa los trabajos en el área del Mencal, alto paleogeográfico que limita al norte la distribución de unidades plioceno-pleistocenas de la Formación Guadix en esta zona.

Los resultados de la prospección fueron muy satisfactorios (26 nuevos puntos con registro), pues tras esta campaña se contaba con un total de 44 puntos con registro fósil de grandes mamíferos (Fig. 5). Los

nuevos puntos localizados en el año 2005 fueron: FBP-1, FBP-SVY-4, FBP-SVY-5, FP-3, FP-4, FPB del 6 al 16, FBCB-1, FCL-1, FTC-1, FTC-2, M-1, M-3, M-4 y M-5, distribuidos mayoritariamente en facies fluviales, mas un nuevo punto con fósiles de micromamíferos en registro kárstico (FPA-1) y otro afloramiento, en este caso posiblemente arqueológico (M-2), en facies aluviales. Los nuevos puntos con registro fósil de grandes mamíferos representaron en su mayoría registros esporádicos, apareciendo (excepto en dos casos que se detallarán con posterioridad) en depósitos fluviales, bien en conglomerados o en arenas negras o en paquetes lutíticos. Se localizaron restos de quelonios en unidades del Plioceno inferior y fósiles de proboscídeos, équidos, cérvidos, cánidos y hiénidos en unidades del Plioceno superior o del inicio del Pleistoceno inferior.

Uno de los resultados inesperados de la prospección fue la localización de un depósito kárstico (FPA-1), muy rico en micromamíferos, en una cantera situada en un pequeño alto paleogeográfico mesozoico próximo a la estación de Huélago (1,5 Km. al oeste de Fonelas P-1). De forma preliminar se puede estimar su cronología en Plioceno inferior.

Esta campaña de prospección resultó ser francamente dura, ya que se estudiaron las unidades fluviales del Plioceno-Pleistoceno en un conjunto de barrancos muy verticalizados, en ocasiones con riesgos geotécnicos, en los que la franja de máximo interés paleontológico se localizó entre las cotas 920-940 m de altitud.

Sin duda, la conclusión paleontológica más significativa de esta campaña de prospección es la caracterización y el conocimiento de la distribución de las facies fosilíferas de la transición Plioceno-Pleistoceno en la Formación Guadix. La síntesis de los trabajos de campo realizados durante estas campañas de prospección nos ha permitido establecer que, siendo referente el yacimiento Fonelas P-1, existe en esta porción de la Cuenca de Guadix un conjunto de cuerpos de roca de origen fluvial sedimentados por un cauce tributario del Sistema Axial principal, y que se acuñan al oeste entre rocas sedimentadas por el Sistema Transversal Externo (al este no queda testimonio estratigráfico pues es donde se sitúa la actual cuenca de drenaje del actual Río Fardes), que es testimonio geológico y paleontológico del tránsito entre el Plioceno y el Pleistoceno. Este conjunto de cuerpos de roca, con un espesor medio de 6 m (ocupa 40 km² de superficie y está constituido por 240 millones de m³ de roca), contiene a todos los yacimientos localizados del Plioceno superior final, del tránsito Plioceno-Pleistoceno y del inicio del Cuaternario, en distintos tipos de facies fluviales y lacustres en función del área paleogeográfica en que nos encontremos y en función de la evolución del medio sedimentario durante este rango de tiempo.

Por tanto, en esta parte de la Cuenca de Guadix, en la Formación Guadix, se encuentra el testimonio geológico y paleontológico (con un rico y especial registro en grandes mamíferos) de dicha transición. La futura caracterización de esta unidad permitirá definir el *paraestratotipo* en medio continental del límite Plioceno-Pleistoceno y la elevación de su propuesta a la IUGS.

El estudio, durante el año 2005, de los materiales obtenidos durante la excavación del año 2004 en Fonelas P-1, además de permitir avanzar en aspectos taxonómicos y tafonómicos descriptivos (Bermúdez y Arribas, 2005; Pla *et al.*, 2005), permitió identificar en algunos restos fósiles de ungulados marcas potencialmente atribuibles a actividad antrópica (*cutmarks*). Estos materiales están actualmente en estudio, y para llegar a una conclusión definitiva es necesario disponer de una muestra más amplia. Aun así, lo que ya se puede afirmar es que este tipo de marcas, sea cual fuere su naturaleza, tienen sobre impuestas marcas de carroñeo de hiénidos. Por tanto, de haber habido actividad humana sobre estos huesos, ésta se realizó en otro lugar distinto a Fonelas P-1, en otro lugar del territorio del que posteriormente los hiénidos tomaron fragmentos de cadáveres y los transportaron a Fonelas P-1, donde se sitúa su antiguo comedero, para su consumo.

Finalmente, destacó un hallazgo de potencial naturaleza arqueológica. Durante la prospección de la vertiente sur del macizo mesozoico del Mencil se localizó una capa con vestigios de naturaleza lítica (Mencil-2; M-2).

Teniendo los indicios paleontológicos en consideración y repitiendo el planteamiento que nos permitió localizar la capa Barranco León-5 y sus industrias líticas asociadas en Orce a principios de la década de 1990 (búsqueda en el margen de cuenca, en las proximidades de altos paleogeográficos, de depósitos de alta energía -que supongan una ruptura en el régimen sedimentario normal de la cuenca- que pudiesen aportar al morfossistema sedimentario de la cuenca elementos alóctonos; nótese que durante el Plioceno superior y el Pleistoceno inferior los altos paleogeográficos son centros de ocupación y protección para los primates, tal es así que son los lugares eudémicos para los representantes de este orden), decidimos planificar unas jornadas de prospección sistemática de unidades continentales en el sur del Mencil.

En esta zona el registro sedimentario está constituido por rocas detríticas sedimentadas por el Sistema Transversal Externo, en un sistema de abanico aluvial. En una de las capas (nominada M-2), caracterizada por detríticos gruesos que erosionan depósitos previos de *playa-lake*, se localizaron "in situ" dos fragmentos de sílex presumiblemente tallados. Esta capa se sitúa a una cota topográfica de 900 m, mientras que Fonelas P-1 (en unidades fluviales del Sistema Axial) se sitúa a una cota de 934 m y el enrasamiento de la cuenca se produce a 1.000 m de altitud, aproximadamente. En principio, esta capa ha de ser muy antigua y en esas fechas se estaban desarrollando los trabajos de correlación litoestratigráfica entre las sucesiones de M-2 y de Fonelas P-1 con el fin de obtener información de naturaleza cronológica.

Tal indicio resultó objetivamente importante (los dos fragmentos de sílex fueron analizados por los Dres. Arribas, Durán, Jordá Pardo y Díez Fernández-Lomana concluyendo en todos los casos que se trataba de sílex manufacturado), pues puede aportar información novedosa sobre la ocupación humana de la cuenca. Por ello, durante la campaña de 2006 se planteó un sondeo estratigráfico con muestreo arqueológico en esta capa (M-2), bajo la dirección del Dr. Díez Fernández-Lomana, con el fin de verificar el potencial interés de su registro. En contra de nuestro interés no pudimos realizar durante 2006 la excavación sistemática de Fonelas P-1 por la negativa a la autorización de uno de los propietarios.

Durante el transcurso de 2005 se desarrollaron de forma continua los trabajos de gestión e investigación de las colecciones paleontológicas recuperadas durante las campañas de 2002, 2003 y 2004 en el yacimiento de Fonelas P-1 y en las restantes localidades identificadas durante las prospecciones sistemáticas. Los resultados de los trabajos se resumen en:

- Restauración de cerca de 250 fósiles de mamíferos, que pasaron a registro informático con sus correspondientes fichas completas.
- Ampliación de los campos, las consultas y las salidas gráficas de la aplicación informática específica del proyecto.
- Actualización de contenidos de la página web, del proyecto.
- Finalización en la dotación de contenidos de la primera Tesis doctoral del proyecto "*Paleontología sistemática de grandes mamíferos del yacimiento del Villafranquiense superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada)*". Su autora, Guiomar Garrido, completó el desarrollo de esta tesis en 4 años y un mes (junio 2001-julio 2005), la cual abarca todos los aspectos anatómicos, taxonómicos, bioestratigráficos y paleobiogeográficos de los 24 taxones de grandes mamíferos identificados hasta la actualidad en el yacimiento de referencia. Muchas novedades científicas se presentarían en esta tesis de más de 700 páginas, que sería defendida en la Universidad Complutense de Madrid durante el año 2006.

AÑO 2006

PROSPECCIÓN PALEONTOLÓGICA SISTEMÁTICA

Los trabajos de campo realizados en años previos nos permiten tener un extenso conocimiento sobre la geología de la comarca y sus registros. Tal es así, que se han podido definir los límites de distintas unidades geológicas a muy pequeña escala, lo que ha permitido plantear, a partir del año 2006, las labores de cartografía geológica de detalle de los más 100 km² de zona de estudio objetivo de este proyecto.

La investigación realizada por el equipo aportó permanentemente nuevos registros paleontológicos al proyecto. Tal es el caso de las investigaciones desarrolladas durante 2006, pues nos permitieron localizar unas interesantísimas facies lacustres en la vertiente este del Mencal con abundantes restos óseos de grandes mamíferos en superficie (*Equus* sp.1 -talla grande-, *Equus*, sp.2 -talla pequeña-, Bovini gen. indet. talla grande, Bovini gen. indet. talla pequeña y *Mammuthus* cf. *meridionalis*), en un nuevo yacimiento nominado como M-9. Dichas capas (Mencal-9), en cuya superficie se han encontrado así mismo lascas de sílex, se prevé sean excavadas de forma sistemática en el marco del *Proyecto Fonelas* a partir de su nueva etapa en el año 2008. Otro yacimiento, localizado en rocas carbonatadas de las proximidades del cerro Mencal, es M-8, con restos fósiles de *Equus* sp. Asimismo, la revisión de datos estratigráficos en la sucesión de FSCC permitió la localización de una nueva capa fosilífera (FSCC-3) con restos craneodentales de *Anancus arvernensis*.

Entre finales de 2006 (en Fonelas P-1) e inicios de 2007 (en Fonelas P-1 y otros yacimientos) se desarrollaron dos nuevas campañas magnetoestratigráficas (coordinadas por el Dr. Garcés y financiadas por el IGME) que aportaron interesante información de naturaleza cronológica durante el transcurso del año 2007.

SONDEO ESTRATIGRÁFICO CON MUESTREO ARQUEOLÓGICO EN M-2

Teniendo en consideración aquellos indicios relacionados con la posible presencia humana mencionados en el apartado del año 2005, durante la campaña de 2006 se desarrolló un sondeo estratigráfico con muestreo arqueológico en esta capa (M-2), dirigido por el Dr. Carlos Díez (al que la dirección del proyecto invitó a integrarse con su equipo en el mismo durante el año 2006), con el fin de verificar el potencial interés arqueológico de su registro.

Los objetivos planteados inicialmente cubrían la excavación arqueológica de Mencal-2, la recuperación de cualquier evidencia antrópica en el depósito, la colecta de datos contextuales que ayudasen a elucidar el punto anterior y el posterior análisis de los elementos extraídos.

El trabajo arqueológico tuvo siempre presente que se trataba de una primera campaña de excavación, y que debía así primar la resolución del problema artefactual sobre cualquier otra consideración. Los estudios arqueológicos, estratigráficos, mecánicos y matemáticos tuvieron que ponerse a trabajar en la misma dirección. Teniendo en cuenta que el depósito de Mencal-2 contiene sílex del entorno inmediato, otro de los objetivos a retener debía ser el conocimiento de las fuentes de materia prima, las modalidades de transporte y la definición de las características de su fragmentación.

Se excavó, con metodología arqueológica, el yacimiento Mencal 2, sobre una extensión de unos 32 m², descendiendo en torno a 45 cm. de espesor.

El depósito corresponde a distintas avenidas de un canal fluvial, con fases más o menos tractivas. Los sedimentos contenían grandes cantos calcáreos, abundantes fragmentos de sílex natural e importantes cementaciones que englobaban pequeños cantos de caliza, arenas y material arqueológico.

Se hallaron 76 objetos de sílex que consideramos habían sido fabricados por homínidos, aunque la técnica de explotación no permitió la plasmación morfológica de todas las características que definen a

lascas y núcleos. Entre ellos, disponemos de seis objetos que, por el contrario, avalan su carácter antrópico, presentando plataforma de percusión, bulbo, negativos de extracciones, lancetas y charnela. Se trata de lascas simples que revelan una técnica extractiva poco compleja propia del Modo tecnológico 1. Su pequeño formato corresponde también a lo conocido para las industrias del Pleistoceno inferior de la región granadina.

Se localizaron las fuentes de materia prima, inmediatas al yacimiento, que avalan el empleo de soportes de varios tipos de sílex, en su mayoría de pobre calidad, sólo aptos para la explotación longitudinal y ortogonal, que provocan fracturas y fisuras no controlables durante el proceso de talla y de los que resultan positivos de pequeño tamaño, cortos, anchos y de débil espesor en su mayoría, y estrechos y largos en bastantes ocasiones. El cortex suele desaparecer con la talla, tanto por su carácter degradado como por la técnica de explotación. El grano suele ser grueso y heterogéneo, lo que provoca múltiples accidentes de talla.

En conclusión, se reconocieron industrias del Modo Tecnológico 1 en Mencil-2.

AVANCES EN LA FORMACIÓN DE PERSONAL INVESTIGADOR

El día 5 de octubre de 2006 tuvo lugar, en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Granada, el acto de defensa del trabajo de investigación para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados (DEA) realizado por Sila Pla Pueyo, que lleva por título: "*Un marco estratigráfico para los yacimientos de macrovertebrados del Proyecto Fonelas (Cuenca de Guadix, Cordillera Bética)*". El tribunal que lo juzgó estuvo formado por el Dr. Fernando Simancas Cabrera, como Presidente, y por los Dres. José Manuel Martín Martín y José Miguel Molina Cámara, como Vocales. El trabajo de investigación obtuvo la calificación de sobresaliente. Este trabajo se enmarca en la Tesis doctoral de la autora, becada por el IGME, y codirigida por los Dres. César Viseras, Jesús Soria y Alfonso Arribas.

Por otra parte, el 10 de octubre de este mismo año tuvo lugar, en la Facultad de Ciencias Geológicas de la Universidad Complutense de Madrid, el acto de defensa de la Tesis doctoral realizada por Guiomar Garrido Álvarez-Coto, que lleva por título: "*Paleontología sistemática de grandes mamíferos del yacimiento del Villafranquiense superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada)*". El tribunal que la juzgó estuvo formado por los Dres. José Pedro Calvo Sorando y Paloma Sevilla García, como Presidente y Secretaria, respectivamente, y por los Dres. Jorge Morales Romero, Miguel Delibes de Castro y Plinio Montoya Belló, como Vocales. La Tesis obtuvo la calificación de "sobresaliente *Cum Laude* por unanimidad". El trabajo fue dirigido por el Dr. Alfonso Arribas Herrera.

Finalmente, en el año 2006 se publican distintos trabajos (Arribas y Garrido, 2006; Garrido, 2006; Pla, 2006a y b; Pla *et al.*, 2006), destacando aquel de la revista *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* en el que se plasman los resultados sobre la investigación estratigráfica y sedimentológica del yacimiento Fonelas P-1, quedando establecido su modelo genético (Viseras *et al.*, 2006).

AÑO 2007

TRABAJOS DE CAMPO Y GABINETE

El año 2007 ha sido el último de los seis años planificados durante este primer Proyecto General de Investigación aprobado por la Junta de Andalucía. Por ello, se realizaron numerosas actividades de carácter técnico, científico y divulgativo.

Los trabajos de campo relacionados con la excavación sistemática de Fonelas P-1 se pudieron desarrollar con normalidad, gracias al permiso concedido por D. Manuel Berbel Leyva, encantador anciano recientemente fallecido. En esta campaña, de la que es pronto para aportar datos detallados, se amplió en

Sondeo B hacia el oeste, se insistió en la excavación del Sondeo A y se abrieron dos pequeños sondeos de control estratigráfico entre ambos (Sondeo Salto del Tigre). Se han recuperado fósiles, 395 cartografiados en campo y se estima un total de 500 especímenes cuando terminen las tareas de restauración de bloques, excepcionales del *Metacervoceros*, *Canis*, *Mammuthus*, *Mitilanotherium*, *Homotherium*, *Stephanorhinus* y *Gazellospira*, entre otros taxones. En restos fósiles recuperados en el Sondeo B durante el año 2007 se han vuelto a identificar marcas asignables a *cutmarks* en huesos fósiles de équidos. Por otra parte, se realizaron muestreos paleobotánicos en las unidades fosilíferas de Fonelas P-1 y M-9, con resultados negativos en ambos casos.

Se han proseguido también los trabajos de gestión e investigación de las colecciones paleontológicas recuperadas durante la campaña de 2004 en el yacimiento de Fonelas P-1 y en las restantes localidades identificadas durante las prospecciones sistemáticas de 2005 y 2006. Se han restaurado cerca de 500 fósiles de mamíferos, que han pasado a registro informático con sus correspondientes fichas completas, se han ampliado los campos, las consultas y las salidas gráficas de la aplicación informática específica del proyecto.

DIVULGACIÓN

Durante el año 2007 se ha avanzado en la investigación paleontológica de Fonelas P-1 (Arribas *et al.*, 2007, 2008; ver contenidos de esta primera monografía sobre el yacimiento procesados durante el año 2007), estratigráfica y sedimentológica (Pla *et al.*, 2007, 2008a, b y c; con el desarrollo del panel de correlación de las distintas unidades de la Formación Guadix y el inicio del estudio de los carbonatos continentales) y, finalmente, se desarrollaron los trabajos de campo y gabinete conducentes a disponer de información de naturaleza magnetoestratigráfica de los yacimientos de referencia del proyecto (Fonelas P-1, FSCC-1 y M-9) que han sido altamente satisfactorios.

Finalmente, ha sido publicada en la revista *Comptes Rendus Palevol*, la nueva especie de melino fósil identificada en el yacimiento (*Meles iberica* Arribas y Garrido, 2007), y está en vías de publicación una nueva especie de cánido perteneciente al género *Canis* (*Canis accitanus* n. sp.).

Entre las actividades de divulgación-formación desarrolladas durante el año 2007, destacan:

- Actualización y ampliación de contenidos la página web sobre este proyecto y sus materias de estudio (<http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>)
- Exposición de la conferencia invitada "*El patrimonio paleontológico en la cuenca Guadix-Baza*" en el curso "La gestión del Patrimonio cultural: la acción creativa y dinamizadora de las Entidades Locales" (Universidad Internacional de Andalucía -UNIA-).
- Organización y dirección del Encuentro en la Universidad Internacional Menéndez Pelayo (UIMP), titulado "*Los primeros humanos en el viejo continente y la revolución faunística del Plioceno al Pleistoceno*". Este curso ha sido patrocinado por el Instituto Geológico y Minero de España y por la Dirección General de Bienes Culturales de la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía. Los ponentes fueron los doctores: Jordi Agustí, Carlos Díez, Antonio Rosas, Manuel Santonja, Joao Zilhao, María Teresa Alberdi, José S. Carrión, Ralf-Dietrich Kahlke, César Viseras y Alfonso Arribas.
- Participación en el encuentro internacional "*Climate And Humans. Depicting Enviromental Scenarios For Human Evolutionary Changes And Cultural Collapses*". Encuentro patrocinado por la Fundación Séneca (Agencia Regional de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia) y dirigido por los doctores José S. Carrión y Clive Finlayson. Los ponentes fueron los investigadores: Geoff Bailey, Jose María Bermúdez de Castro, José S. Carrión, Peter de Menocal, Darren Fa, Clive Finlayson, Geraldine Finlayson, Carles Lalueza-Fox, Marcia Ponce de León, Jim Rose, Larry Sawchuk, John Speth, John Stewart, Chro-

nis Tzedakis, Christoph Zollikofer y Alfonso Arribas.

- Montaje y cesión gratuita de la exposición del *Proyecto Fonelas "EL LARGO VIAJE HACIA OCCIDENTE: FAUNA IBÉRICA HACE 1.800.00 AÑOS"* en: 1) la oficina del Turismo de Guadix (Granada) durante los meses de julio-septiembre de 2007; y 2) el Museo Arqueológico de Cartagena (Murcia) desde el 23 de octubre de 2007 hasta el día 5 de enero de 2008.
- Noticia sobre el interés científico del *Proyecto Fonelas* en *BBC NEWS SCIENCE-NATURE*, el 31 de octubre de 2007, con el artículo "*Awesome beasts roved ancient site*", por Paul Rincon.
- La participación del *Proyecto Fonelas* en la Semana de la Ciencia y la Tecnología 2007 de la Región de Murcia, del 22 de octubre al 4 de noviembre de 2007.

SOBRE LA FINANCIACIÓN DE LAS CAMPAÑAS DE CAMPO ENTRE 2001 Y 2007

Deseamos fervientemente una normalización en la disponibilidad de los recursos económicos, establecidos mediante subvención, asignables por parte de la Junta de Andalucía a este Proyecto General de Investigación, pues la situación vivida no es deseable y repercute negativamente en el desarrollo de las labores científico-técnicas de campo. Por los retrasos en el ingreso de las subvenciones durante las campañas de 2001 y 2002 se tuvieron que pedir créditos personales para financiarlas; durante la campaña de 2003 se adelantó personalmente el dinero de la subvención asignada; dada esa indeseable situación durante 2004 los gastos de la excavación fueron sufragados por particulares, renunciando a la posible subvención de la Junta de Andalucía; durante 2005 ni siquiera se ha podido solicitar la subvención anual; durante 2006 se tuvo que renunciar de nuevo a la posible subvención; y durante el año 2007 se percibió la subvención meses después de la realización de los trabajos de campo. Entendemos que este Proyecto General de Investigación tiene la suficiente entidad, y los comprobados resultados científicos, técnicos y sociales, como para tener una adecuada disponibilidad de recursos económicos en fecha y forma.

CONSIDERACIONES FINALES: RESULTADOS GENERALES Y PRODUCTOS

AVANCES EN GEOLOGÍA

El sector occidental de la Cuenca de Guadix alberga un gran número de importantes yacimientos paleontológicos de macromamíferos localizados en el marco del Proyecto Fonelas. Con objeto de relacionar espacio-temporalmente dichos yacimientos, se ha elaborado recientemente un esquema detallado de correlación estratigráfica, a partir de secciones levantadas tanto en la vertical de los yacimientos más significativos como en posiciones intermedias. Se ha realizado una actualización de dicho esquema, al que se han sumado los datos de paleomagnetismo recientemente adquiridos, durante los años 2006 y 2007, para tres secciones en las que aparecen yacimientos con información biocronológica precisa (Fig. 8). La correlación magnetoestratigráfica con la escala de tiempo de polaridad geomagnética ha permitido obtener intervalos cronológicos precisos para los yacimientos más importantes que aparecen en el sector, así como la determinación de la edad del límite que separa las dos unidades genéticas más modernas del relleno continental de la cuenca (unidades V y VI), y el cálculo de las tasas de sedimentación para el centro y los márgenes de la cuenca en dicho sector (Pla *et al.*, 2008c).

LISTA FAUNÍSTICA

A continuación se presenta la lista faunística identificada en el yacimiento Fonelas P-1 (Sondeo B) y discutida en esta monografía un función de los materiales fósiles de las dos primeras campañas de

excavación paleontológica sistemática del yacimiento [Nota: Se indican con (*) los taxones singulares de Fonelas P-1 y con (**) aquellos taxones cuya clasificación genérica o específica se encuentran todavía en estudio].

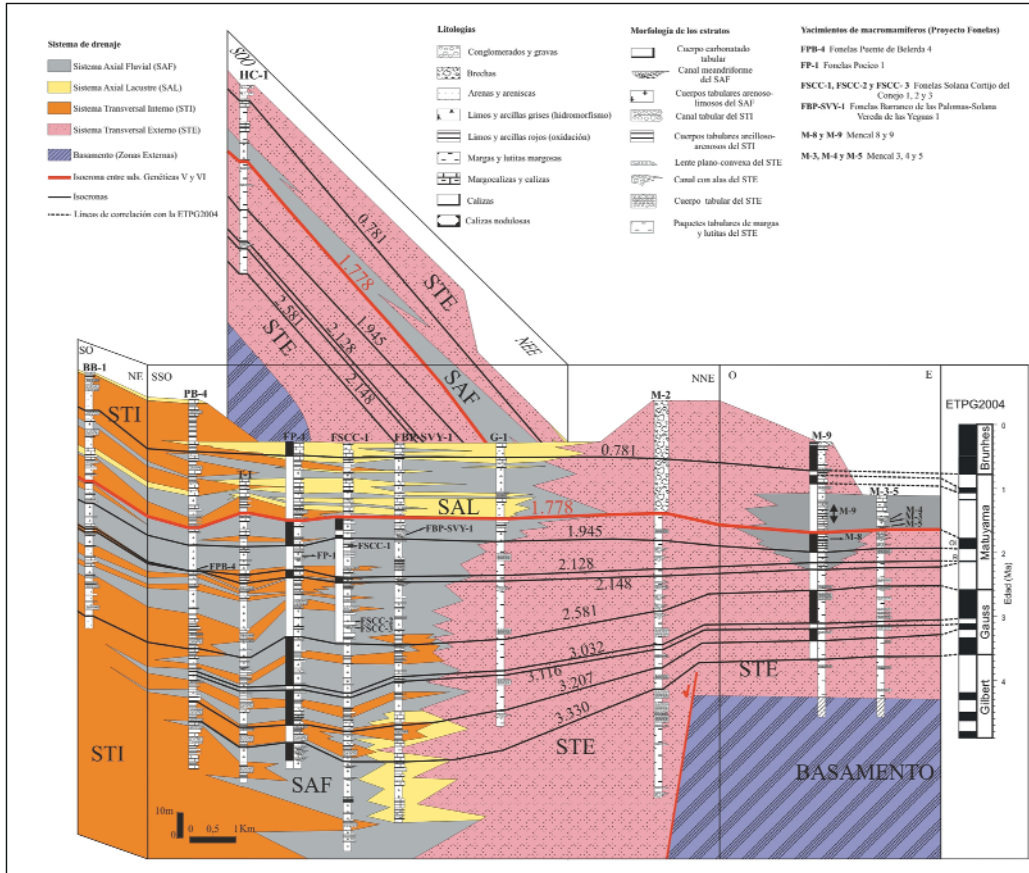


Figura 8. Correlación litológica y magnetoestratigráfica del sector occidental de la Cuenca de Guadix (tomado de Pla et al., 2008c).

REPTILES

Lacertidae gen. indet.
 Anguidae gen. indet.
Rhinechis scalaris (Schinz, 1822)
 Viperidae gen. indet.

AVES

Aves gen. indet.
MAMÍFEROS (LAGOMORFOS)
Prolagus cf. calpensis Major, 1905

** *Oryctolagus* sp.

MAMÍFEROS (INSECTÍVOROS)

** Erinaceidae gen. indet.

MAMÍFEROS (ROEDORES)

Eliomys sp.

Mimomys sp.

Apodemus cf. *atavus* Heller, 1936

Castillomys sp. gr. *C. crusafonti* Michaux, 1969-*C. rivas* Martín Suárez y Mein, 1991

Stephanomys sp.

MAMÍFEROS (CARNÍVOROS)

* *Meles iberica* Arribas y Garrido, 2007

Vulpes alopecoides (Forsyth-Major, 1877)

* *Canis accitanus* Garrido y Arribas, 2008

Canis etruscus Forsyth-Major, 1877

Canis cf. *falconeri* Forsyth-Major, 1877

Pachycrocuta brevirostris (Aymard, 1846)

Hyaena brunnea Thunberg, 1820

Lynx issiodorensis valdarnensis Werdelin, 1981

Acinonyx pardinensis (Croizet y Jobert, 1828)

* *Megantereon cultridens roderici* Arribas y Garrido, 2008

Homotherium latidens (Owen, 1846)

MAMÍFEROS (ARTIODÁCTILOS)

* *Potamochoerus magnus* Arribas y Garrido, 2008

* *Croizetoceros ramosus fonelensis* Garrido, 2008

Metacervoceros rhenanus philisi (Schaub, 1941)

Eucladoceros sp.

** *Mitilanotherium* sp.

* *Gazellospira torticornis hispanica* Garrido, 2008

* *Capra baetica* Arribas y Garrido, 2008

** *Praeovibos* sp.

Leptobos etruscus (Falconer, 1868)

MAMÍFEROS (PERISODÁCTILOS)

Equus cf. *major* Depéret, 1893

Stephanorhinus etruscus (Falconer, 1859)

MAMÍFEROS (PROBOSCÍDEOS)

Mammuthus meridionalis (Nesti, 1825)

Otros taxones presentes en la asociación son:

Eurotestudo sp. (fósiles de placas dérmicas del peto y del espaldar).

Hystrix sp. (*toothmarks*).

Hominidae gen. indet. (*cutmarks*)

CONSIDERACIONES SOBRE LA EDAD DEL YACIMIENTO

Desde la perspectiva bioestratigráfica los géneros y especies identificados en Fonelas P-1, y el conjunto de yacimientos asociados, permiten realizar ciertas precisiones sobre la ubicación cronológica del

yacimiento de Fonelas P-1 en el Plioceno superior terminal y, a su vez, en el seno de su problemática específica biocronológica y paleobiogeográfica del tránsito Neógeno-Cuaternario.

La interpretación tradicional del registro, en relación con los eventos de dispersión de los grandes mamíferos establecía en líneas generales que:

- La primera inmigración, nominalmente definida como “evento de dispersión Elefante-*Equus*”, se puede cifrar entre 2,6-2,5 Ma de antigüedad y le ha sido asignado un origen asiático. Se caracteriza por la incorporación al registro de los megacerinos del género *Eucladoceros*, los équidos monodáctilos (género *Equus*) y los primeros elefantes del género *Mammuthus* (*M. meridionalis*), entre otros grupos menos significativos. Esta dispersión viene a significar el recambio real en los ecosistemas continentales de Europa de los últimos mastodontes del género *Anancus* por los primeros elefantes (aunque en algunos yacimientos posteriores coexisten ambos proboscídeos, p.e. Saint Vallier) y de los équidos tridáctilos (*Hipparion*) por los caballos monodáctilos.
- La segunda inmigración, más significativa a efectos de la acotación bioestratigráfica del yacimiento de Fonelas P-1, es la conocida como “evento de dispersión del lobo” (*Wolf event*). También se le asigna un origen asiático, fundamentado en la especie *Canis etruscus* (cánido moderno del grupo de los lobos primitivos, cuyo primer dato cierto se producía en la Unidad Faunística Olivola, aun cuando el género está presente ya en Senèze) y por la incorporación al registro paleomastológico europeo del suido *Sus strozzi* (el primer dato también se encuentra en Senèze). No obstante, hay otros inmigrantes que de igual forma colonizan los ecosistemas europeos, como la gran hiena de rostro corto *Pachycrocuta brevirostris*, cuyo origen es muy probablemente africano. Este evento de dispersión se ha cifrado en cronologías próximas a -1,9 Ma, habiendo sido identificado en la Unidad Faunística de Olivola (Olivola FU; Valdarno superior, Italia). En relación con la cronología de esta dispersión se encuentra el denominado como “evento *Homo*”, verificado inicialmente en el yacimiento caucásico de Dmanisi.
- El último evento de dispersión definido en relación al límite Plioceno-Pleistoceno era el caracterizado en la Unidad Faunística Tasso (Tasso FU; Valdarno superior, Italia), en cronologías próximas a -1,7 Ma. En esta dispersión, como ocurría en las incluidas dentro del evento Olduvai, se incorporan a los ecosistemas europeos especies asiáticas, como el gran ovibovino antepasado del buey almizclero *Praeovibos* sp. y el pequeño chacal *Canis arnensis*, junto a especies hasta entonces exclusivamente africanas, como el hipopótamo (*Hippopotamus antiquus*) y el perro salvaje [*Canis (Xenocyon) falconeri*].

Esta interpretación histórica del registro fósil europeo nos llevó (ver referencias), en función de los FAD's (First Appearance Data) y los LAD's (Last Appearance Data) de distintos taxones identificados en el yacimiento, a situar a Fonelas P-1 en un intervalo cronológico definido entre -1,9 Ma y -1,7 Ma. Esta era la postura más parsimoniosa pues nos pareció aventurado pensar que Fonelas P-1 fuese más antiguo que la unidad Olivola (Olivola FU; -1,9 Ma), unidad faunística que presentaba los FAD's de distintas especies de grandes mamíferos presentes en el yacimiento granadino, oriundas de Asia. Esta consideración cambia con los datos magnetoestratigráficos obtenidos durante el año 2007, con los que se rebaja la cronología de Fonelas P-1 a los 2 millones de años de antigüedad (Pla *et al.*, 2008c).

Por otra parte, el registro de Fonelas P-1 es singular pues en su asociación de mamíferos coexisten, junto a nuevas formas, especies supuestamente específicas del *Wolf event* (FAD's en -1,9 Ma) asociadas a especies del último de los eventos dispersivos propuestos para este tránsito cronológico (Tasso FU; FAD's en -1,7 Ma). Fonelas P-1 constata la coexistencia, y por tanto la inmigración previa durante el Plioceno superior final, de especies asignadas al *Wolf event* (*Canis etruscus* + *Pachycrocuta brevirostris*) junto a representantes de géneros o de especies de incorporación supuestamente más tardía (*Praeovibos* sp., *Canis* nov. sp. que deriva de una población ibérica ancestral de *Canis arnensis*, y *Canis* cf. *falconeri*). Por

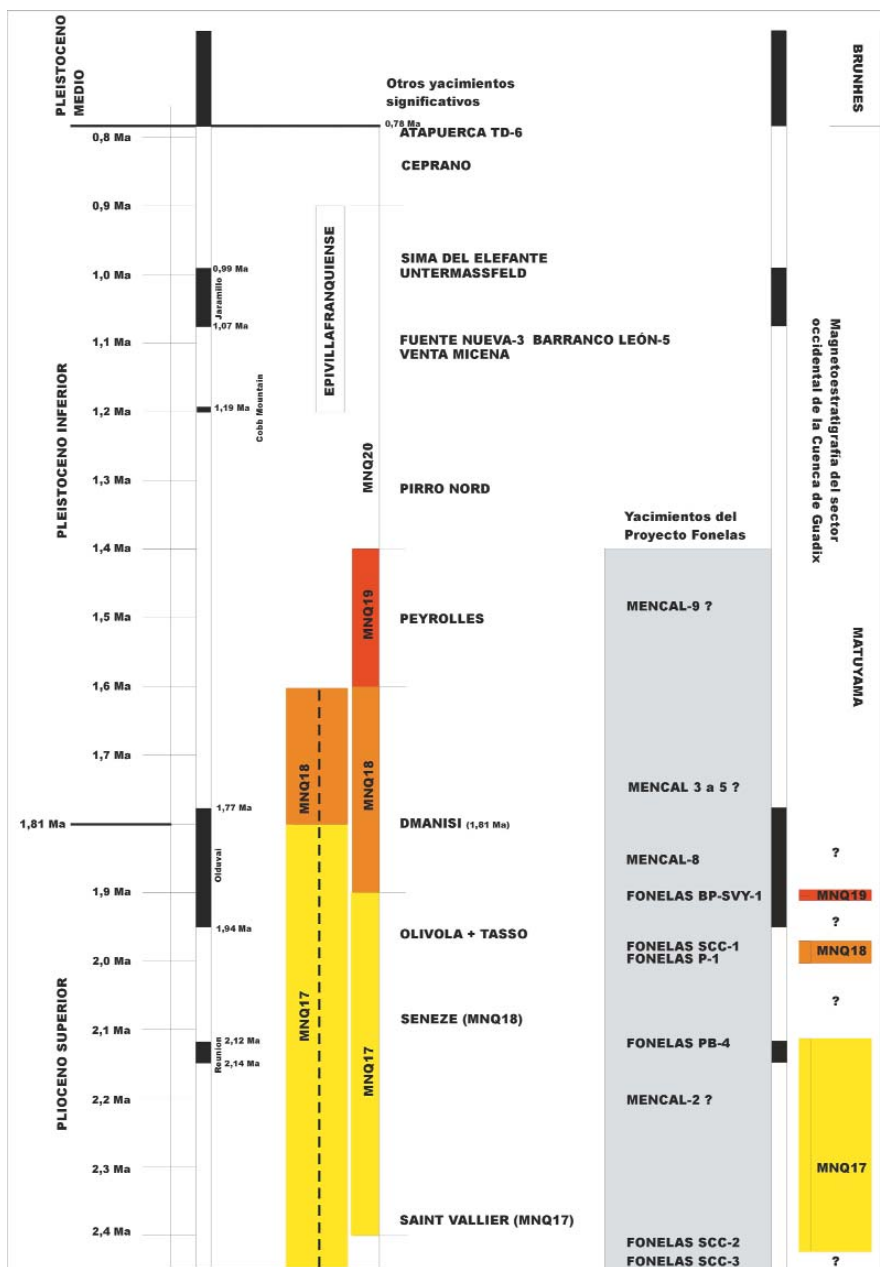


Figura 9. Esquema con la posición cronológica relativa de los yacimientos más significativos localizados en el marco del *Proyecto Fonelas* entre los años 2001 y 2007. La posición de los distintos yacimientos está basada en su información bioestratigráfica (Fonelas P-1, Fonelas SCC-1, Fonelas BP-SVY-1 y Fonelas PB-4), magnetoestratigráfica (Fonelas P-1, Fonelas SCC-1, Fonelas SCC-2, Fonelas SCC-3, Mencil-8 y Mencil-9), y en las correlaciones litoestratigráficas locales. Se han podido identificar asociaciones faunísticas de las zonas MNQ17, MNQ18 y MNQ19, siendo significativa la confirmación de la antigüedad cronológica de la MNQ18 (Fonelas P-1: 2,0 Ma) y el envejecimiento de la MNQ19 (Fonelas BP-SVY-1: 1,9 Ma).

ello, consideramos que la existencia del evento dispersivo de la Tasso FU dejaría de tener entidad real quedando incluidos sus protagonistas iniciales en el *Wolf event*, que confirma con los datos obtenidos en la investigación de Fonelas P-1 su cronología en -2,0 Ma.

Por tanto, la nueva información ibérica derivada de los yacimientos de Fonelas, y complementada con el registro de Dmanisi, apunta a una temprana incorporación de taxones asiáticos y africanos a los ecosistemas europeos en un único evento dispersivo finiplioceno que incluye: i) al *Wolf event* cuya asociación básica de grandes mamíferos sería: *Canis amensis* + *Canis etruscus* + *Praeovibos* sp. + *Sus strozzi*; junto al ii) *Homo event*, contemporáneo del anterior, que incorpora a los ecosistemas europeos a: *Homo ergaster* (sin. *Homo georgicus*) + *Pachycrocuta brevirostris* + *Theropithecus oswaldi* + *Hippopotamus antiquus* + *Canis falconeri*. Asimismo, Fonelas P-1 añade nuevos taxones a este evento dispersivo procedentes de ambos ámbitos geográficos: desde Asia se incorporan *Mitulanotherium* y, probablemente, *Capra*; mientras que desde África llegarían *Hyaena brunnea* y *Potamochoerus*.

El conjunto de hallazgos e investigaciones realizadas en el marco del *Proyecto Fonelas* desde el año 2001 permite identificar en la Cuenca de Guadix un conjunto de cuerpos de roca con una potencia media de 6 m, localizados entre las cotas topográficas 920-940 m de altitud, que contiene información de calidad (Fig. 9) sobre las faunas de mamíferos del Plioceno superior (Zona MNQ17: FSCC-3, FSCC-2 y FBP-4), del Plioceno superior terminal (Zona MNQ18: Fonelas P-1 y FSCC-1), del tránsito Plioceno-Pleistoceno (Zona MNQ19: FBP SVY-1 y M-8) y del inicio del Pleistoceno inferior (Zona MNQ20: M-9). Dicho conjunto geológico ocupa una superficie mínima de 40 km² y comprende aproximadamente 240.000.000 m³ de volumen de rocas sedimentarias con registro estratigráfico de los ambientes y subambientes ecológicos de este intervalo de tiempo y el registro fósil de los mamíferos que caracterizaron los ecosistemas terrestres.

Por tanto, Fonelas P-1 sintetiza en un único evento dos eventos de dispersión históricos, dentro de la clásica MNQ18, sin que la asociación faunística de esta zona sea la estándar. El conjunto de nuevos yacimientos permite identificar en la misma sucesión general (Fig. 9) las zonas MNQ17, MNQ18, MNQ19 y, posiblemente, la zona MNQ20; y aporta al debate indicios indirectos de presencia humana en cronologías próximas a la transición del Plioceno al Pleistoceno en el margen suroeste de Europa. La posición geográfica de estos registros españoles abre nuevas incógnitas de naturaleza paleobiogeográfica, pues en el suroeste del continente europeo se encontrarían los primeros registros de especies supuestamente oriundas de Asia, y entre el Cáucaso y la Península Ibérica no se conocen otros testimonios fósiles de este acontecimiento.

PRODUCTOS

Los trabajos realizados durante estos años han dado como resultado los siguientes productos:

- La recuperación y gestión de Patrimonio Paleontológico singular.
- Localización de 47 nuevos yacimientos paleontológicos de grandes mamíferos del Plioceno-Pleistoceno.
- El desarrollo de una aplicación informática específica de gestión científica del proyecto, diseñada por nuestro equipo, con aplicabilidad universal.
- El desarrollo de un SIG de gestión de yacimientos paleontológicos e investigación geológica por capas de información.
- La generación de una colección de réplicas científicas excepcionales (calidad Museo). A ellos se une la creación de una patente metodológica para la realización de réplicas científicas de calidad *Museo*.
- La producción de una exposición itinerante, "*El largo viaje hacia Occidente: fauna ibérica hace 1.800.000 años*", constituida por 20 paneles explicativos y 5 grandes vitrinas que difunde los resultados científicos de este proyecto por toda España.

- La edición de una web del proyecto, Portal sobre paleontología de mamíferos del Plioceno-Pleistoceno ibérico.
- La producción y edición de un DVD divulgativo "*La Tierra, Planeta vivo: Fósiles a través del Tiempo*". Se ha dirigido y producido dicho documental sobre paleontología (financiado por la *fecyt*), en el que Fonelas P-1 es el referente para exponer distintos aspectos y conceptos sobre el Cenozoico y la evolución de la forma orgánica.
- La preparación y defensa de dos trabajos DEA (Universidad Complutense de Madrid): el primero sobre la taxonomía y la evolución de los cánidos [*"El registro del género Canis (Canidae, Carnívora, Mammalia) en el yacimiento villafranquiense de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada, España"* (2002)] y el segundo sobre las señales tafonómicas en huesos de mamíferos continentales [*"Tafonomía de mamíferos en medio continental. Aspectos tafonómicos descriptivos macroscópicos"* (2004)].
- La preparación y defensa de un trabajo DEA (Universidad de Granada) sobre la estratigrafía de la zona de estudio "*Un marco estratigráfico para los yacimientos de macrovertebrados del Proyecto Fonelas (Cuenca de Guadix, Cordillera Bética"* (2006).
- La preparación y defensa de una Tesis doctoral sobre los grandes mamíferos de Fonelas P-1 "*Paleontología sistemática de grandes mamíferos del yacimiento del Villafranquiense superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada)"* (2006).
- El desarrollo de una segunda Tesis doctoral en progreso.
- La identificación, y posterior nominación, de distintas nuevas especies o subespecies de mamíferos extintos.
- La edición de esta monografía.
- La difusión de los trabajos del proyecto en distintos reportajes en prensa escrita o electrónica local, nacional e internacional. El impacto social del proyecto está siendo notable desde su inicio. Asimismo, se están realizando esfuerzos notables en la dirección de desarrollar la propuesta y declaración de parte de la Comarca de Guadix como Geoparque europeo, informalmente nominado "Valle del Río Far-des".
- Dar visibilidad al Instituto Geológico y Minero de España (IGME) como centro de investigación sobre la paleontología de los mamíferos del Plio-Cuaternario.

Los trabajos realizados durante el transcurso de estos años en relación con este proyecto de investigación superan las previsiones marcadas inicialmente, cumpliendo con los objetivos científicos, técnicos y socio-culturales prefijados para esta primera etapa del Proyecto General de Investigación, desde su inicio durante el año 2001.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio es financiado por los proyectos de investigación IGME 2001-016, IGME 2005-009, y por la Consejería de Cultura de la Junta de Andalucía (proyecto: "*Estudio estratigráfico, taxonómico, tafonómico y paleoecológico del yacimiento de macromamíferos de Fonelas (Granada) en el marco faunístico y ambiental del Plio-Pleistoceno europeo*").

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arribas, A. y Garrido, G. 2004. Aportaciones de los yacimientos de grandes mamíferos de Fonelas (Cuenca de Guadix-Baza, Granada) al conocimiento del tránsito Neógeno-Cuaternario en Europa. *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Alcalá de Henares, 23-24.
- Arribas, A. y Garrido, G. 2006. En los orígenes del Pleistoceno: faunas de las dos Iberias (mediterránea y caucásica). En: *Paleoambientes y cambio climático* (J.S. Carrión, S. Fernández, N. Fuentes, coords.). Fundación Séneca-Agencia de Ciencia y Tecnología de la Región de Murcia, 165-175.
- Arribas, A. y Garrido, G. 2007. *Meles iberica* n. sp., a new Eurasian badger (Mammalia, Carnivora, Mustelidae) from Fonelas P-1 (Plio-Pleistocene boundary, Guadix Basin, Spain). *C. R. Palevol* 6, 545-555.
- Arribas, A. y Palmqvist, P. 2003. Large mammals assemblages from Plio-Pleistocene localities in the Guadix-Baza Basin and the faunal context of the first human dispersal in Europe. En: Meeting of the International Quaternary Association, *The Pleistocene: Climatic change and Dispersal dynamics* (Agustí, J., Oms, O. y Toro, I. Eds.), 10.
- Arribas, A., Riquelme, J.A., Palmqvist, P., Garrido, G., Hernández, R., Laplana, C., Soria, J., Viseras, C., Durán, J.J., Gumiel, P., Robles, F., López-Martínez, J. y Carrión, J. 2001. Un nuevo yacimiento de grandes mamíferos villafranquienses en la Cuenca de Guadix (Granada): Fonelas P-1, primer registro de una fauna próxima al límite Plio-Pleistoceno en la Península Ibérica. *Boletín Geológico y Minero*, 112 (4), 3-34.
- Arribas, A., Garrido, G. y Palmqvist, P. 2003a. Primera cita de *Hyaena (Parahyaena) brunnea* (Thunberg, 1820) (Mammalia, Carnívora) fuera de África: el registro del yacimiento del Plioceno superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada, España). *Geotemas*, 5, 37-39.
- Arribas, A., Garrido, G., Palmqvist, P., Viseras, C., Soria, J., Durán, J.J., Hernández, R. y Laplana, C. 2003b. Fonelas P-1, a new Late Pliocene locality with large mammals in the Guadix-Baza Basin (Granada, Spain), as a key for understanding the Neogene-Quaternary transition. En: Meeting of the International Quaternary Association, *The Pleistocene: Climatic change and Dispersal dynamics* (Agustí, J., Oms, O. y Toro, I. Eds.), 9.
- Arribas, A., Baeza, E., Bermúdez, D., Blanco, S., Durán, J.J., Garrido, G., Gumiel, J.C., Hernández, R., Soria, J.M. y Viseras, C. 2004a. Nuevos registros paleontológicos de grandes mamíferos en la Cuenca de Guadix-Baza (Granada): aportaciones del Proyecto Fonelas al conocimiento sobre las faunas continentales del Plioceno-Pleistoceno europeo. *Boletín Geológico y Minero*, 115 (3), 567-581.
- Arribas, A., Baeza, E., Carrión, J.S., Cortés, M., De Renzi, M., Durán, J.J., Esquivel, J.A., Garrido, G., Gumiel, P., Gumiel, J.C., Hernández, R., Laplana, C., López-Martínez, J., Lozano, R.P., Martín, A., Martínez, I., Palmqvist, P., Pérez-Claros, J.A., Riquelme, J. A., Robles, F., Soria, J.M., Torregrossa, V. y Viseras, C. 2004b. El yacimiento villafranquiense de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada): Resultados de la primera campaña de investigación (2001). *Anuario Arqueológico de Andalucía 2001* (Junta de Andalucía), 15-23.
- Arribas, A., Garrido, G., Baeza, E., Bermúdez, D., Blanco S., Durán, J.J., Gumiel, J.C., Hernández, R., Torregrossa, V., De Esteban, S., Soria, J.M., Viseras, C., Carrion, J.S. y Raja, M. 2007. Prospección paleontológica del término municipal de Fonelas (Cuenca de Guadix, Granada) durante el año 2003: Proyecto Fonelas (Paleontología del Plioceno-Pleistoceno). *Anuario Arqueológico de Andalucía 2003* (Junta de Andalucía), 26-33.
- Arribas y colaboradores. Instituto Geológico y Minero de España. Museo Geominero. (Página consultada el 3 de marzo de 2008). *Paleontología de grandes mamíferos del Plio-Pleistoceno: Proyecto Fonelas*, [On-line]. Dirección URL: <http://www.igme.es/internet/museo/investigacion/paleontologia/fonelas/index.htm>
- Esta página Web está incluida en el Directorio de Google (Ciencia y Tecnología) desde el segundo semestre del año 2004.
- Arribas, A., Garrido, G., Baeza, E., Bermúdez, D., Durán, J. J., García, J. A., Hernández, R., Martín, I., Soria, J. M. y Viseras, C. 2008. Proyecto Fonelas: datos y resultados de la investigación y excavación del yacimiento Fonelas P-1 durante el año 2004. *Anuario Arqueológico de Andalucía 2004* (Junta de Andalucía), en prensa.
- Baeza, E. 2002. Fósiles de mamíferos: estado de conservación y metodología de intervención en el yacimiento de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada). *XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Salamanca, 21-22.

- Baeza, E. y Llorente, M. 2004. Patrimonio paleontológico de alto valor científico y exposiciones itinerantes: aplicación de técnicas y métodos de conservación al registro de grandes mamíferos plio-pleistocenos (Fonelas P-1, Cuenca de Guadix-Baza, Granada). *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Alcalá de Henares, 25-26.
- Bermúdez, D. D. 2004. *Tafonomía de mamíferos en medio continental. Aspectos tafonómicos descriptivos macroscópicos*. Trabajo de Investigación del Doctorado Interuniversitario en Paleontología para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Universidad Complutense de Madrid. 41 pp. y 52 anexos.
- Bermúdez, D. D. y Arribas, A. 2005. Guía de campo y de gabinete para la identificación de señales tafonómicas macroscópicas en fósiles de mamíferos. *2nd International Meeting Taphos 2005*, 21-22.
- Garrido, G. 2002. *El registro del género Canis (Canidae, Carnívora, Mammalia) en el yacimiento villafranquiense de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada, España)*. Trabajo de Investigación del Doctorado Interuniversitario en Paleontología para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Universidad Complutense de Madrid. 127 pp.
- Garrido, G. 2006. *Paleontología sistemática de grandes mamíferos del yacimiento del Villafranquiense superior de Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Granada)*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 726 pp.
- Garrido, G. y Arribas, A. 2002. Nuevos registros del género *Canis* en el Villafranquiense Ibérico: Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada). *XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Salamanca, 50-51.
- Garrido, G. y Arribas, A. 2003. Primer registro de *Leptobos etruscus* (Falconer, 1868) (Mammalia, Artiodactyla) en la Península Ibérica: aportaciones a la taxonomía de los bovinos villafranquienses. *Geotemas*, 5, 85-87.
- Garrido, G. y Arribas, A. 2004a. El primer tejón del Plio-Pleistoceno ibérico: una nueva especie de *Meles* Brisson, 1762 (Mammalia, Carnívora, Mustelidae) registrada en Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada). *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Alcalá de Henares, 79-80.
- Garrido, G. y Arribas, A. 2004b. Hallazgo del jiráfido *Mitlanotherium* Samson y Radulesco, 1966 en Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix-Baza, Granada): primera cita del género plio-pleistoceno en Europa occidental. *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Alcalá de Henares, 77-78.
- Garrido, J. A. y Nogueras, J. 2002-2003. Mastozoofauna de la cuenca del Ríos Fardes (SE de la Península Ibérica): Atlas provisional de distribución. *Zool. Baetica*, 13/14, 9-36.
- Hernández, R., Martín, A., Gumiel, J.C., Garrido, G. y Arribas, A. 2002. Aplicación informática para la gestión integral del registro paleontológico en el proyecto Fonelas (Paleontología Plio-Pleistoceno, IGME-2001016, 2002-2007). *XVIII Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Salamanca, 157-158.
- Hernández, R., Gumiel, J. C., Garrido, G. y Arribas, A. 2004. Un Sistema de Información Geográfica para el estudio de los yacimientos paleontológicos en cuencas continentales: Proyecto Fonelas. *XX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, Alcalá de Henares, 91-92.
- Pla, S. 2006a. *Un marco estratigráfico para los yacimientos de macrovertebrados del Proyecto Fonelas (Cuenca de Guadix, Cordillera Bética)*. Trabajo de Investigación del Doctorado en Ciencias de la Tierra para la obtención del Diploma de Estudios Avanzados. Universidad de Granada. 47 pp. y 9 anexos.
- Pla, S. 2006b. Encuadre estratigráfico de los más significativos yacimientos de macromamíferos continentales localizados en el marco del Proyecto Fonelas (límite Plioceno-Pleistoceno, Cuenca de Guadix, Granada, España). *Boletín Geológico y Minero*, 117 (Núm. Monográfico Especial): 483-489.
- Pla, S., Arribas, A., Viseras, C. y Soria, J.M. 2005. Trazas orgánicas e inorgánicas en una paleosuperficie fluvial asociada a un yacimiento de grandes mamíferos del Plioceno-Pleistoceno (Fonelas P-1, Cuenca de Guadix-Baza, Cordillera Bética). *Geotemas*, 8, 85-88.
- Pla, S., Viseras, C., Arribas, A. y Soria, J.M. 2006. Un esquema estratigráfico preliminar para los yacimientos de macrovertebrados del sector occidental de la Cuenca de Guadix-Baza (Cordillera Bética). *Geotemas*, 9, 197-200.
- Pla, S., Yébenes, A., Viseras, C., Soria, J. M. y Arribas, A. 2007. Palustrine sedimentation on a Pliocene-Pleistocene distal floodplain (Guadix Basin, Betic Cordillera, S. Spain). 25th IAS Meeting of Sedimentology, Patras, Grecia. Book of Abstracts, 140.

- Pla, S., Viseras, C., Soria, J. M. y Arribas, A. 2008a. El papel de la tectónica en la evolución sedimentaria en el sector occidental de la Cuenca de Guadix (Cordillera Bética, España). *Geogaceta*, 43 (en prensa).
- Pla, S., Yébenes, A., Soria, J. M. y Viseras, C. 2008b. Carbonatos palustres en llanuras de inundación fluviales del Plioceno-Pleistoceno (Cuenca de Guadix, Granada, España). *Geogaceta*, 43 (en prensa).
- Pla, S., Viseras, C., Soria, J. M., Garcés, M., Beamud, E., García, J. A. y Arribas, A. 2008c. Correlación litológica y magnetoestratigráfica de las secciones continentales del sector occidental de la Cuenca de Guadix (Cordillera Bética, España). *Geo-Temas*, 10 (en prensa).
- Queralt, S., Mohamed, K.J., Rey, D., Viseras, C., Durán, J.J., López-Martínez, J. y Arribas, A. 2003. Magnetostratigraphic study of a Plio-Pleistocene section in Southern Spain: the record of transitional field or a complex overprint? *Geophysical Research Abstracts*, 5, 09790.
- Viseras, C., Soria, J., Durán, J.J. y Arribas, A. 2003. Contexto geológico y sedimentario del yacimiento de grandes mamíferos Fonelas P-1 (Cuenca de Guadix, Cordillera Bética). *Geotemas*, 5, 247-250.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J. y Arribas, A. 2004. Condicionantes geológicos para la génesis de un yacimiento de grandes mamíferos: Fonelas P-1 (límite Plio-Pleistoceno, Cuenca de Guadix-Baza, Cordillera Bética). *Boletín Geológico y Minero*, 115 (3), 551-565.
- Viseras, C., Soria, J.M., Durán, J.J., Pla, S., Garrido, G., García-García, F. y Arribas, A. 2006. A Large Mammals Site in a Meandering Fluvial Context (Fonelas P-1, Late Pliocene, Guadix Basin, Spain). Sedimentological keys for its palaeoenvironmental reconstruction. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 242, 139-168.