

EL PATRIMONIO GEOLÓGICO Y MINERO DEL PARQUE NATURAL SIERRA DE ARACENA Y PICOS DE AROCHE

Ramón Garrido Morillo - Emilio Romero Macías
Dpto. Ingeniería Minera, Mecánica y Energética
Universidad de Huelva
morillo@uhu.es

INTRODUCCIÓN

La aprobación de la Ley 4/1989 de Conservación de los Espacios Naturales y de la Flora y la Fauna Silvestres y, posteriormente, de la Ley 2/1989 (Comunidad Autónoma Andaluza – CAA) por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía y se establecen medidas adicionales para su protección, definen las figuras de protección que existen en nuestra Comunidad. La RENPA (Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía) supone el 19% del total de la CAA, este dato representa cuadruplicar la media nacional (5,5%).

El Parque Natural Sierra de Aracena y Picos de Aroche (PNSAPA), declarado por la Ley 2/1989, define un interés general como superficie arbolada (aproximadamente el 80%), en la presencia de comunidades vegetales características de la Sierra de Aracena y en el interés faunístico. El espacio superficialmente más representativo es la dehesa, en sus diversos estadios de actividad, que contribuye con el 52% a la superficie arbolada.

El interés de conjunto está justificado por la aportación de este espacio al equilibrio ambiental de la región, contando con la presencia de grandes superficies de bosque esclerófilo (en el que predominan las encinas y los alcornoques), y una de las principales superficies andaluzas de bosque

caducifolio (castaños y pequeñas participaciones de quejigos y melojos). Se considera, además:

- extensa red hidrográfica con generación de espacios de ribera con gran riqueza de especies vegetales
- abundancia de precipitaciones lo que conlleva disponibilidad de agua de gran calidad ambiental
- presencia de especies endémicas peninsulares e iberonorteafricanas junto a especies vegetales que no se encuentran en el resto de Andalucía
- diversidad de ecosistemas alternados, fruto de la combinación del estado natural y de la acción antrópica de actividades tradicionales, hoy en decadencia
- presencia de especies faunísticas amenazadas y protegidas
- presencia de un sustrato geológico variado con representación de todo tipo de litologías

Con una extensión de 186.000 Has., el PNSAPA abarca total o parcialmente 28 municipios constituyendo el segundo más extenso de Andalucía. La Planificación Ambiental se realiza con los siguientes instrumentos:

- Plan de Ordenación de los Recursos Naturales (PORN – Directrices generales)
- Plan Rector de Uso y Gestión (PRUG – Planes sectoriales)
- Plan de Desarrollo Sostenible (PDS – Programas de fomento)

Son escasas las alusiones al Patrimonio Geológico en los anteriores documentos. En general se habla de Patrimonio Natural contemplando, en la mayoría de los casos, sólo la Biosfera. Las líneas de actuación definidas en el PRUG contemplan la creación de una Vía Verde, que suponga la recuperación para uso público del antiguo trazado de ferroviario de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache. En el apartado de Patrimonio Minero se discute esta posibilidad ofreciéndose algunas alternativas.

PATRIMONIO GEOLÓGICO

Gallego y García (1996) definen el Patrimonio Geológico como el conjunto de recursos naturales no renovables de valor científico, cultural o educativo, ya sean formaciones y estructuras geológicas, formas del terreno o yacimientos paleontológicos y mineralógicos, que permitan reconocer, estudiar o interpretar la evolución de la historia geológica de la Tierra y los procesos que la han modelado. Otros autores (Pérez Lorente, 1999) afirman que no se puede hablar de Patrimonio Geológico si aquello a lo que se refiere no ha sido declarado como tal. Es decir, un objeto geológico debe ser declarado bien patrimonial para que constituya Patrimonio Geológico.

Tanto la legislación ambiental nacional como la andaluza contemplan la figura de Monumento Natural en los siguientes términos:

“espacios o elementos de la naturaleza constituidos básicamente por formaciones de notoria singularidad, rareza o belleza, que merecen ser objeto de una protección especial, así como las formaciones geológicas, los yacimientos paleontológicos y demás elementos de la gea que reúnan un interés especial por la singularidad o importancia de sus valores científicos, culturales o paisajísticos”

El Decreto 226/2001 (CAA), de 2 de octubre, define 23 Monumentos Naturales estableciendo la normativa de uso y gestión. De ellos, 8 son de carácter geológico:

- Tómbolo de Trafalgar (Barbate – Cádiz)
- Duna de Bolonia (Tarifa – Cádiz)
- Falla de Nigüelas (Nigüelas – Granada)
- Acantilados del Asperillo (Almonte – Huelva)
- Huellas de Dinosaurio (Santisteban del Puerto – Jaén)
- Los Órganos (Santa Elena – Jaén)
- El Tornillo del Torcal (Antequera – Málaga)
- Cascadas del Huesna (San Nicolás del Puerto – Sevilla)

En el contexto nacional, el Instituto Tecnológico Geominero (ITGE - IGME) asume un papel activo y catalizador en temas de patrimonio geológico. En esta dirección, se definen (García Cortes y otros, 2000) una serie de “*frameworks*” (contextos geológicos de trascendencia mundial) como paso previo al establecimiento de un listado de Puntos de Interés Geológico (PIGs). La clasificación es temática conteniendo un breve comentario descriptivo de cada uno de ellos. Contempla, entre otros:

- “*Frameworks*” de carácter geomorfológico:
 - o Red fluvial del Macizo Hespérico
 - o Sistemas kársticos en carbonatos y evaporitas
- “*Frameworks*” estratigráficos
 - o Series estratigráficas del Paleozoico inferior y medio del Macizo Hespérico
- “*Frameworks*” de carácter geotectónico:
 - o El orógeno transpresivo del SO Ibérico
- “*Frameworks*” de carácter metalogenético:
 - o Complejo volcano-sedimentario de la Faja Pirítica Ibérica

PATRIMONIO GEOLÓGICO EN EL PNSAPA

Introducción

Es interesante referir el interés, en principio científico, que despierta una determinada zona en función del número de tesis doctorales leídas. El grado de conocimiento e investigación es un criterio de valor intrínseco (Cendredo Uceda, 1996) que implica un significado nacional e internacional en la investigación geológica; derivando publicaciones en revistas nacionales e internacionales. Enumeraremos esos trabajos en el contexto del PNSAPA:

- Bard J.P. (1969). *Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne): sa place dans le segment hercynien sud-ibérique.*
- Velasco, F. (1976). *Mineralogía y metalogenia de los skarns de Santa Olalla (Huelva).*
- Crespo Blanc, A. (1989). *Evolución geotectónica del contacto entre la Zona de Ossa-Morena y la Zona Surportuguesa en las sierras de Aracena*

- y Aroche (Macizo Ibérico Meridional): un contacto mayor en la cadena hercínica Europea.
- Eden, C. (1991). *Tectonostratigraphic análisis of the northern extent of the oceanic exotic terrane, northwestern Huelva province, Spain.*
 - El Hmidi, H. (2000). *Petrología y geoquímica de los sistemas andesíticos ricos en Mg: estudio petrológico y experimental de las noritas de la banda metamórfica de Aracena. SO España.*
 - El Biad, M. (2000). *Generación de granitoides en ambientes geológicamente contrastados del Macizo Ibérico. Limitaciones experimentales en el rango de 2 a 15 kbar.*
 - Díaz Azpiroz, M. (2000). *Evolución Tectono-Metamórfica del dominio de alto grado de la banda metamórfica de Aracena.*

La figura 1 presenta una cartografía geológica de síntesis de los afloramientos en el PNSAPA.

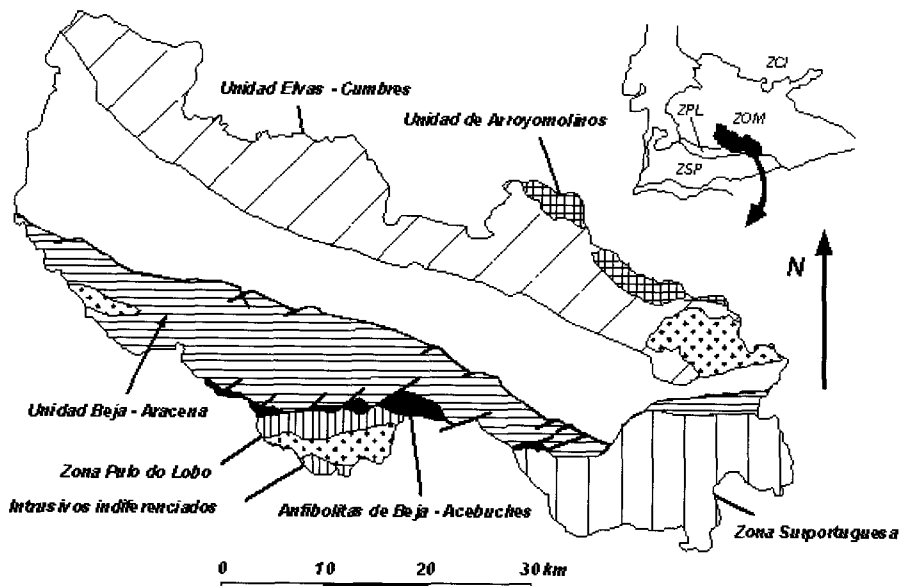


Figura 1. Cartografía de síntesis del PNSAPA.
Elaborada a partir de Sánchez y García, 2001

Se distinguen las siguientes unidades:

- Zona de Ossa Morena (ZOM)
 - o Unidad de Arroyomolinos
 - o Unidad Elvas – Cumbres
 - o Unidad Barranco – Hinojales
 - o Unidad Beja – Aracena (Banda metamórfica de Aracena)
 - o Anfibolitas de Beja – Acebuches
- Zona Pulo do Lobo
- Zona Surportuguesa
- Intrusivos indiferenciados

Contexto geomorfológico

La geomorfología del PNSPA viene definida tanto por la litología como por la presencia de una red fluvial importante. Esta última deriva de la abundancia de precipitaciones (1000 mm. para los últimos 30 años) y de la presencia de un elevado porcentaje de sustrato impermeable que favorece el aprovechamiento en forma de escorrentía para agua embalsada (Embalse de Aracena y Embalse de Zufre – Cataveral). Las ejes principales de la red fluvial coinciden con las direcciones de las grandes estructuras hercínicas (NO a EO) mientras que la red secundaria corta las estructuras en algunos casos y en otros, se encaja en la red de fracturas de dirección N60. La red fluvial se jerarquiza según las siguientes directrices:

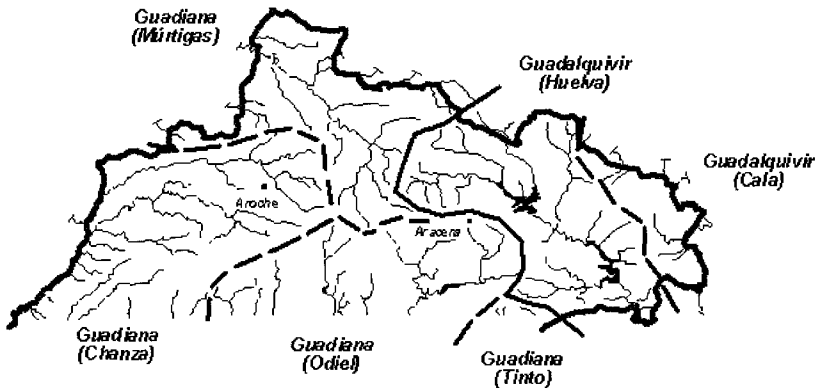


Figura 2. Red de drenaje superficial del norte de la provincia de Huelva.

Las aportaciones a la red fluvial deben considerar tanto las distintas fases de la escorrentía como los flujos directos de los manantiales (kársticos y no kársticos) que canalizan sus aportes a través de arroyos y barrancos. La figura 3 esquematiza el caso de la Rivera de Huelva sirviendo de aproximación a los rasgos topográficos del PNSAPA. Los trazados están pues, condicionados por las estructuras generándose ejemplos llamativos de fenómenos de superposición y antecendencia y trazados meandríformes (FIG 1 y FIG 2).

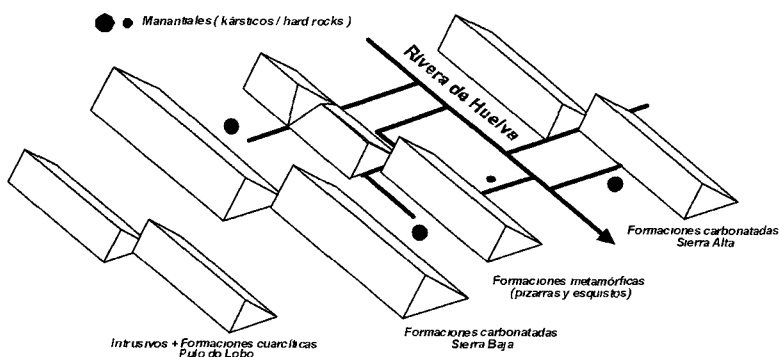


Figura 3. Esquema idealizado de las aportaciones a las cuencas fluviales y de la jerarquización de la red de drenaje.

En cuanto al relieve, obviamente la diversidad litológica condiciona la topografía. Los cuerpos intrusivos se localizan al sur (Pulo do Lobo), al este (stock de Santa Olalla) y al oeste (intrusivo de Aroche). Estos afloramientos constituyen los típicos “bolos” con una relieve peculiar (geomorfología granítica). Por otra parte, las formaciones metasedimentarias se constituyen en los grandes colectores de la red fluvial (Rivera de Huelva y Rivera del Múrtiga). Analizaremos algunas de esas formaciones desde el punto de vista estructural.

El relieve más característico es el kárstico. La zona meridional de Ossa Morena se caracteriza por la presencia de litologías carbonatadas que definen las cotas más elevadas. Interpretados como montículos recifales de edad cámbrica (Perejón y otros, 1999; Baena Escudero y Díaz del Olmo, 1988; Baena Escudero y otros, 1996) constituyen una banda discontinua en el

norte de las provincias de Huelva, Sevilla, Córdoba, sur de Badajoz y el equivalente en Portugal.

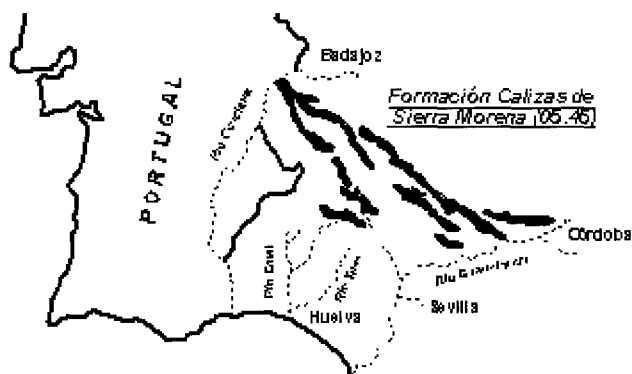


Figura 4. Unidad hidrogeológica 05.45. Calizas de Sierra Morena.

La presencia de esos niveles carbonatados cálcicos y/o magnésicos, además de la abundante vegetación y precipitaciones, favorece la formación de modelados típicamente kársticos de los que citaremos como ejemplos:

- Formaciones travertínicas: Alájar (Peña de Arias Montano / **PIG 3**), Zufre e Higuera (Las Tobas)
- Cuevas: Zona de Cañaveral, Zona de Galaroza, Peña de Arias Montano (Alájar), Cueva de la Mora (La Umbría – Aracena) y Gruta de las Maravillas (Aracena / **PIG 4**)
- Campos de Lapiaces tipo Rundkarren (**PIG 5**)

Contexto geotectónico

La Zona de Ossa Morena y la Zona Surportuguesa representan los dominios meridionales del Macizo Ibérico (Julivert et al., 1972). En el contacto entre esos dominios aflora lo que Bard (1969) llamó “*bande métamorphique d’Aracena*” (BMA), una banda metamórfica de grado medio y alto. Posteriormente, Quesada (1983) individualiza la Zona Pulo do Lobo (ZPL) de características estratigráficas y tectónicas distintas a sus vecinas. Desde el punto de vista tectónico, la zona ha despertado gran interés al relacionarla con una gran sutura continental subrayada por la presencia de la formación Anfibolitas de Beja – Acebuches relacionada con una secuencia ofiolítica de naturaleza MORB (basaltos de las centrales centrooceánicas). La ZPL según ese esquema, corresponde con un comple-

jo de acreción (prisma de acrección tectónica). Dos dominios se distinguen en la BMA (Castro et al., 1996) (figura 5):

- Dominio oceánico (D.O): al sur de de la BMA, compuesto por anfibolitas y otras litologías derivadas del metamorfismo de corteza oceánica (**FIG 6**).
- Dominio continental (D.C): al norte de la BMA, compuesto de pelitas continentales y gneises calcosilicatados con intercalaciones de rocas carbonatadas, anfibolitas y granulitas máficas. Este dominio está caracterizado por rocas de alto grado metamórfico (térmico) y rocas de grado medio a bajo. Ambos conjuntos de rocas se han correlacionado desde los tiempos de Bard. Posteriores estudios, aunque con distintos matices, han insistido en esa equivalencia por los que podemos considerarlas como una sola unidad (DC) afectadas por distinto grado metamórfico (baja presión y alta temperatura) (**FIG 7 y FIG 8**)

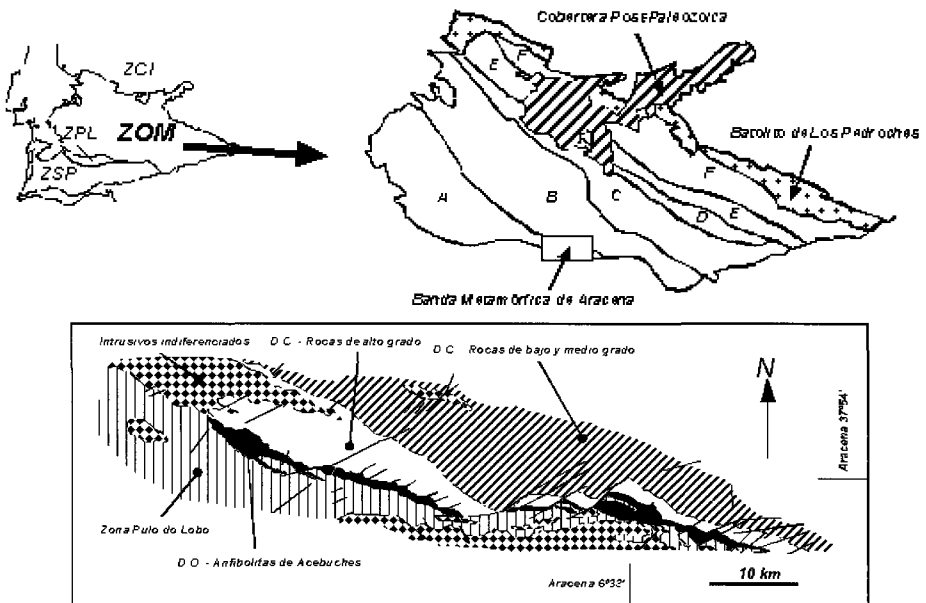


Figura 5. Localización de la Banda Metamórfica de Aracena: Superior izda.: Sector Suroeste del Macizo Ibérico (ZCI: Zona Centroibérica; ZOM: Zona de Ossa Morena; ZPL: Zona Pulo do Lobo; ZSP: Zona Sudportuguesa). Modificado de Quesada, 1983. Superior dcha.: División en Dominio de la ZOM (A: Complejos cristalinos; B: Banda central; C: Banda central norte; D: Dominio Sierra de Albarrana; E: Zona de Cizalla Badajoz – Córdoba; F: Dominio Obejo – Valsequillo – Puebla de la Reina. Modificado de Apalategui y otros, 1990. Inferior. Cartografía de síntesis del contacto Ossa Morena – Pulo do Lobo – Sudportuguesa en la Banda Metamórfica de Aracena. Elaborada a partir de Apalategui y otros (1983), Crespo Blanc (1991) y Castro y otros (1996).

Contexto mineralogenético / metalogenético

Dos contextos definen la presencia de mineralizaciones de interés económico en el PNSPA. Por una parte, la presencia de series carbonatadas cámbricas cálcicas y/o magnésicas y, por otra, las anomalías térmicas relacionadas bien con cuerpos intrusivos (skarn), bien con metamorfismo regional de tipo térmico (skarnoide). Ejemplos de ese tipo de yacimientos lo son los grupos Cala, Teuler y Sultana.

Existen además, los siguientes ambientes mineralogenéticos:

- Yacimientos de la Faja Pirítica (ZSP) en el término municipal de Zufre (Grupo Reforma – Vicaría y Grupo Ntra. Sra. de Lourdes – Bermeja)
- Yacimientos asociados a secuencias sedimentarias (Unidad Barranco – Hinojales y Unidad Elvas – Cumbres)
- Yacimientos asociados a secuencias carbonatadas (San José, Catalana, Zizzite, ...)
- Yacimientos asociados a intrusivos de carácter básico (María Luisa, Reprise, Eureka, ...)
- Yacimientos de grafito (Niña, San Carlos, ...)

Se realizará un análisis más profundo de algunos de estos yacimientos en Patrimonio Minero. No obstante, entendemos que los procesos y las estructuras más interesantes desde el punto de vista genético se relacionan con las mineralizaciones tipo Skarn en el contexto del Batolito de Santa Olalla. (Información adicional = I.A., Velasco, 1976.).

El batolito se sitúa al noreste de la provincia de Huelva en el límite con las provincias de Sevilla y Badajoz. Afecta a terrenos del cámbrico inferior y se presenta de forma elíptica con gran número de mármoles en su interior. Está cortado al sur por la falla de desgarre de Zufre. Desde el punto de vista petrológico, predominan con mucho las rocas tonalíticas y dioríticas sobre el resto, ocupando la parte central del plutón; el resto de rocas ígneas se distribuyen en los bordes del batolito. Este cuerpo de granitoides se caracteriza por su gran heterogeneidad (figura 6).

Los skarns en general y este en particular, se caracterizan por una mineralogía típica y variada, a base de silicatos y aluminosilicatos de calcio, hierro y magnesio. El reconocimiento de los procesos de metamorfismo térmico y metasomatismo nos aproximan a los fenómenos geológicos que tienen lugar en el contacto entre una intrusión ígnea y una formación de rocas carbonatadas. Además, las zonas que se proponen (Minas de Cala – **FIG 9** y La Garrenchosa – **FIG 10**) facilitan una metodología de reconocimiento e identificación de minerales que, en algunos casos constituyen la ganga de grandes masas de magnetita (principal mena de hierro) que se explotan en la actualidad.

El término skarnoide se refiere a aquellas rocas recristalizadas que contienen originariamente calcio, magnesio, hierro, sílice y alúmina, sin que en su formación tenga lugar un aporte notable de elementos procedentes del exterior presentando caracteres mineralógicos muy parecidos a los skarn. Buen ejemplo de este tipo de procesos se genera en los mármoles de alto grado del Dominio Continental (ver **FIG 6**) en Aracena, por ejemplo.

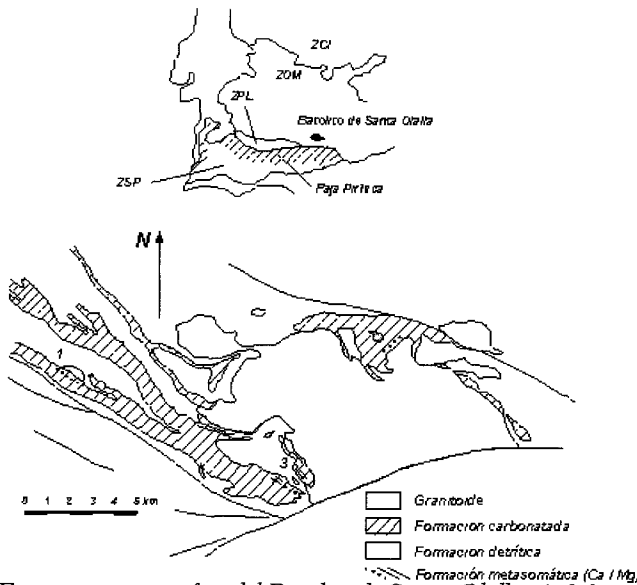


Figura 6. Esquema cartográfico del Batolito de Santa Olalla. 1: Minas de Cala; 2: Minas del Teuler, 3: Santa Olalla y 4: Garrenchosa. Modificado de Velasco, 1976.

Contexto hidrogeológico

Formalmente sólo se reconoce como Sistema Acuífero las Calizas de Sierra Morena (05.45) de las que dos unidades corresponden al norte de la provincia de Huelva (figura 7). Estos acuíferos kársticos se presentan como rocas sedimentarias (calizas y dolomías) y como rocas metamórficas (mármoles calizos y dolomíticos). Drenados por surgencias en el contacto con el impermeable relativo, son alimentados en las cotas más altas de los macizos carbonatados. Son aguas relativamente duras de facies bicarbonatadas cálcicas a magnésicas. Constituyen el principal recurso para el abastecimiento a la población y los manantiales jalonan sistemáticamente todos los núcleos urbanos. Normalmente están captados, constituyen en gran manera el soporte de todas las actividades del entorno y su presencia supone un ingrediente básico en la oferta turística relativa al turismo rural. Se propone un PIG (11) en la cueva más significativa (Gruta de las Maravillas) que contemple además de la visita, el reconocimiento de la zona de recarga y el balance hidroquímico entre la precipitación y la salida en manantiales (Laboratorio del Agua).

El resto de litologías (rocas metamórficas y volcánicas) constituyen también un recurso aunque no tan importante en cantidad (sí en calidad). Las captaciones típicas son galerías que cortan perpendicularmente a las estructuras intersectando así la mayor cantidad de venas de agua. Al ser materiales silicatados, no son aguas tan duras como las de origen kárstico. Suelen estar captadas y adornadas con fuentes de obra. Mención aparte haremos al manantial del Balneario El Manzano, que pese a situarse fuera del PNSAPA lo incluimos también como PIG (PIG 14).

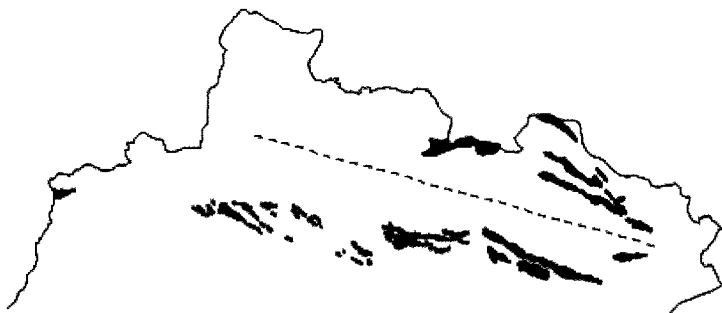


Figura 7. Subunidades del Acuífero 05.45 – Calizas de Sierra Morena en el norte de la provincia de Huelva. (N: Cañaveral – Santa Olalla y S: Galaroza – Zufre)

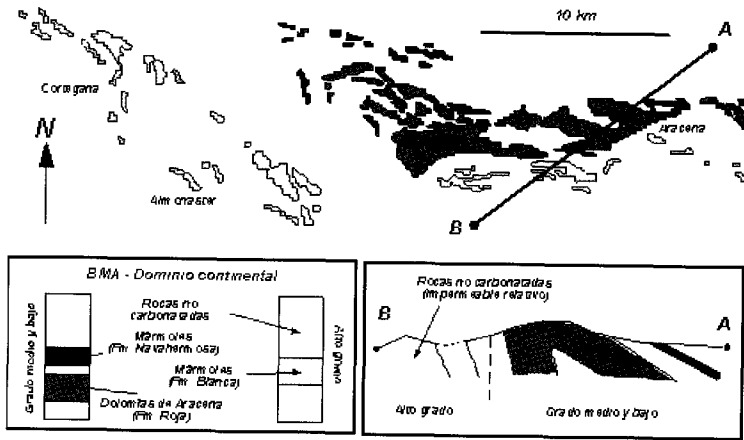


Figura 8. Superior: distribución de litologías carbonatadas en el sector central del PNSAPA. Inferior: series estratigráficas y corte geológico.

Otros contextos

En los accesos a la Cueva de Aracena existe un Museo Geológico y Minero, bastante completo, que se ofrece para ocupar los tiempos muertos de espera al recorrido por el interior. Teniendo en cuenta la importante distribución en el PNSPA de especies mineralógicas y petrológicas, adolece de muestras autóctonas que lo enriquecerían y ayudarían a la identificación en campo (FIG 12).

También es importante destacar la aportación de las rocas al urbanismo de los pueblos y aldeas. Son típicos los empedrados elaborados a partir de los distintos tonos de color de las litologías dominantes (calizas, dolomías y mármoles). Las construcciones religiosas y defensivas también muestran esa disponibilidad, basta observar, por ejemplo, los castillos de Aracena y Cortegana o las iglesias de Almonaster (anfíbolitas) e Iglesia de la Plaza Alta de Aracena (mármoles) junto a la cual se localiza el Centro de Recepción e Interpretación del PNSAPA.

Mención aparte merecen las cercas y tapias que adornan todo el PNSAPA y que paulatinamente son siendo "sustituidas" por mallas de alambre. En la zona sur son de granitoides (zona sur de Almonaster), en la zona central y norte de rocas carbonatadas y entre ambas de pizarras, esquistos y cuarzo masivo.

La componente paleontológica no es especialmente afortunada debido al efecto del metamorfismo que borra todo vestigio de especies. En otros sectores de Sierra Morena, equivalentes a estos, si se describen especies de trilobites, arqueociatos y algas. Si acaso, reseñar, la presencia en las unidades septentrionales (Barranco – Hinojales y Elvas – Cumbres) de determinadas especies de graptolites.

En la carretera N-435 y más concretamente en el tramo La Nava – Cumbres de Emmedio, existe un afloramiento de lavas almohadilladas (pillows lavas) correspondiente a un episodio volcánico. De escala métrica, estas formaciones esféricas a elipsoidales no están descritas en la bibliografía (FIG 13).

Patrimonio minero

El aprovechamiento de los recursos naturales ha significado, desde tiempos antiguos, un reto para el hombre y de hecho, su evolución se estudia a partir de la forma y manera de manipular esos recursos. A la sombra del sur, de la Faja Pirítica, no podemos obviar el importante desarrollo que la industria minerometalúrgica tuvo en estas latitudes. El análisis de escoriales como los de Trastejón (Zufre) o Castañuelo (Aracena) entre otros, evidencian la presencia de poblados metalúrgicos relacionados con las actividades extractivas. Se recomiendan los trabajos del Pérez Macías 1996, 1998; Pinedo Vara, 1963; Gonzalo y Tarín, 1888; Del Amo 1973, 1978 ó las Actas de las Jornadas del Patrimonio de La Sierra de Huelva que se celebran y publican anualmente.

En tiempos más recientes la minería ha supuesto tejido industrial en zonas como La Nava (María Luisa), Castaño del Robledo (San José) y, por supuesto Cala (Minas de Cala, Teuler y Sultana). Valga como ejemplo que la única mina activa de la provincia de Huelva es Minas de Cala con la producción de concentrados de magnetita. La figura 9 presenta una zonificación geográfica de síntesis de la distribución de actividades extractivas en el PNSAPA.

En cuanto a las rocas industriales y ornamentales que aún se realizan destacaremos:

- Granitoides: sector de Santa Olalla, relacionado con el cuerpo intrusivo
- Mármoles: Aroche y Navahermosa (Fuenteheridos)
- Canteras: Los Marines y Aracena (áridos) y Fuente del Oro (cal - inactiva)

Constituyen elementos patrimoniales tanto los útiles y máquinas como, los edificios y construcciones, los paisajes y los fondos documentales. ¿Qué queda de todo eso en el PNSAPA? Poco o muy poco. La mayoría de los útiles y máquinas han desaparecido, los edificios y construcciones en la mayoría de los casos los ha ocultado la vegetación, los paisajes salvo casos particulares no se conservan (Cala, La Nava y Teuler) y los fondos documentales se están intentando rescatar. Se propone como Patrimonio Madero el trazado de Ferrocarril e Instalaciones de la línea Minas de Cala – San Juan de Aznalfarache (PM A - figura 10), la chimenea de la antigua fundición de El Repilado (PM B) y el conjunto de la Mina María Luisa (PM C) en el término de La Nava.



Figura 9. Mapa de síntesis de las zonas mineras del PNSAPA.

1. Riveras de Múrtigas y Sillo. Yacimientos asociados a secuencias sedimentarias. Ejs.: Grupo Camilo, Amparo y Minas Dolores. 2. Yacimientos asociados a cuerpos intrusivos ácidos. Skarn de Cala. Ejs.: Minas de Cala, Sultana y Teuler. 3. Faja pirítica. Término de Zufre. Ejs.: Grupo Reforma – Vicaría y Bermeja. 4. Yacimientos asociados a cuerpos intrusivos básicos. La Nava y alrededores. Ejs.: María Luisa y Eureka. 5. Grafitos de la Banda Metamórfica de Aracena. Ejs.: Niña y San Carlos. 6. Yacimientos asociados a secuencias carbonatadas en la Banda Metamórfica de Aracena. Ejs.: San José, Catalana y Conchita. 7. Áridos y ornamentales. Santa Olalla, Aracena, Los Marines, Fuenteheridos, Aroche y Minas de Cala.

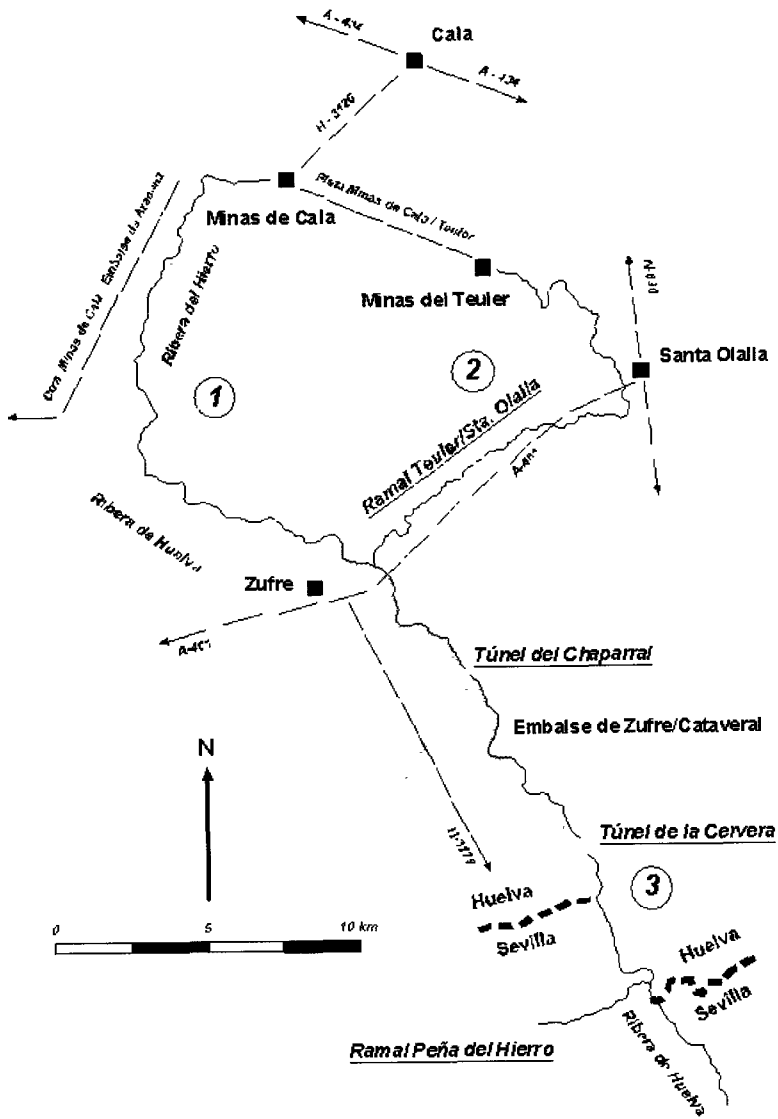


Figura 10. Trazado del Ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache en el PNSAPA. Incluye los tramos susceptibles de reconversión a Vía Verde. 1: Minas de Cala – Cola del Embalse de Zufre; 2: Mina Teuler – Estación de Zufre; 3: Dique del Embalse de Zufre – Estación del Ronquillo (Ronquillo Empalme).

Puntos de Interés Geológico

FIG 1: Meandro del Arroyo Castañuelo en las inmediaciones del Poblado Celta.

Como ya se comentó las relaciones entre los trazados fluviales y las estructuras geológicas pueden seguir dos patrones. Por una parte existen curso que se encajan en las estructuras y en otros casos la cortan. Este FIG muestra un ejemplo interesante de corte de estructuras con un episodio intermedio de adaptación a las mismas. Cuenta con el valor añadido de la visita a un poblado celta con connotaciones de hábitat minero, tumbas en cistas, etc. El acceso se realiza desde la carretera H-3115 de Aracena a la Aldea de Castañuelo (km 4) a 500 m. del Mirador de la Rivera de Huelva.

FIG 2: Meandros de la Rivera de Huelva en la cola del Embalse De Zufre

Adaptación tortuosa de la rivera a la topografía resaltada por situarse en la cola del embalse que, en aguas altas, ofrece posibilidades de observación y disfrute. Compatible con PM A.

FIG 3: Formación travertínica de La Peña de Alájar – Arias Montano

Formación holocena que junto con el travertino de Zufre y Las Tobas (Higuera de la Sierra) constituyen los ejemplos característicos de modelados exokársticos en el PNSPA. Se pueden observar concreciones de carbonatos mimetizando la vegetación siendo aconsejable la subida a la zona más alta del cerro para la observación de los canales superficiales de escorrentía, sumideros y zona de recarga. Tiene connotaciones históricas por ser refugio de Arias Montano y religiosas como punto de encuentro de romeros. Se han realizado algunas adaptaciones no muy afortunadas. La surgencia no suele dejar de manar y tiene una componente importante de respuesta a las precipitaciones; no podemos olvidar que se sitúa en la zona del PNSAPA donde las precipitaciones son más abundantes.

FIG 4: Gruta de las Maravillas

Cueva gestionada por el Excmo. Ayuntamiento de Aracena con bastantes problemas causados por la contaminación de origen antrópica como resultado de las visitas. Presenta gran variedad de espeleotemas y constituye una fuente importante de riqueza para la zona. Un estudio y las actua-

ciones posteriores pretende evitar la degradación que las visitas originan (Pulido Bosch y otros, 1997); me consta que algo se está haciendo. Ver también FIG 11 y FIG 12.

FIG 5: Campos de Lapiaces

Este tipo de modelado constituye una referencia importante en los paisajes del PNSAPA definido por la meteorización, la estructura y la estratificación. Se propone una zona anexa a la Cantera de Aracena (Ctra. Aracena – Los Marines) en el trazado antiguo de la misma. A pequeña escala constituye un “bosque de piedra” y puede complementarse con un recorrido exterior sobre la cerca de la cantera en dirección al manantial de Fuente Castaño, una de las principales surgencias del PNSPA.

FIG 6: Anfibolitas de Beja – Acebuches

En este caso, el interés es de tipo científico por constituir un fragmento de corteza oceánica pinzado (metabasaltos). Estas rocas del Dominio Oceánico son observables en varias zonas del PNSPA se recomienda su observación en los últimos kilómetros de la carretera A-482 del cruce de Santa Ana a Almonaster. Compatible con la subida al Cerro de San Cristóbal (912.70 m.), una de las cotas más altas de la Sierra. (I.A. Castro y otros, 1996).

FIG 7: Esquistos El Cubito

Formación del Dominio Continental (bajo grado) esta compuestas por esquistos y filitas con abundante cuarzo intercalado resultado de los procesos metamórficos. Constituye un claro ejemplo del desarrollo de mecanismos de plegamiento a pequeña escala pudiéndose observar, desde mullions hasta elásticas pasando por pliegues chevron, todo un catálogo de tipologías de pliegues. La deformación ha sido intensa y puede observarse hasta tres fases distintas. Constituyen un relieve característico definido por crestas (riscos) de formas caprichosas (riscos del Perro, del Águila, etc). Observables, sobre todo, en la salida de la Aldea de Carboneras hacia la cola del embalse de Aracena.

FIG 8: Mármoles del Cerro del Castillo (Aracena)

El metamorfismo de alto grado del Dominio Continental ha favorecido la exposición de estas rocas a temperaturas del orden de 800°C. En estas

condiciones pueden observarse estructuras de flujo, boudines, y mineralizaciones del tipo skarnoide (diópsido, forsterita, wollastonita, ...)

FIG 9: Skarn de Minas de Cala

Skarn cálcico de granodioritas sobre rocas carbonatadas desarrollando una extensa aureola de contacto (400 m.) sobre las calizas encajantes. Se trata de realizar un recorrido por la corta de la mina, desde la granodiorita al encajante direfenciando: zona de granodiorita, zona de skarn con piroxeno y granate, zona de skarn con granate (serie grosularia – andradita), zona de skarn con piroxeno (diópsido – hedembergita) y zona de mármoles. (I.A. Velasco, 1976).

FIG 10: Cantera La Garrenchosa

Cantera abandonada junto al puente de la Rivera de Cala en dirección al Real de la Jara (Sevilla). Es un afloramiento marmóreo con inclusiones nodulares de calcosilicatos localizado en el interior del stock de Santa Olalla. Se trata de un skarnoide en el que los nódulos tienen morfología esferoidal o elipsoidal con tamaños que pueden llegar hasta el metro. Se pueden observar estructuras concéntricas mineralógicas que de núcleo a borde comprende: zona del diópsido, zona de la flogopita, zona de calcita y olivino y zona del olivino. Es común encontrar también venas hidrotermales de pequeño espesor (1 cm.) de wollastonita, granates, tremolita y cuarzo que cortan tanto a los mármoles como a los nódulos.

FIG 11: Cerro del Castillo de Aracena. Laboratorio del Agua.

Los modelos de “caja” ofrecen un ejemplo interesante a la hora de explicar al funcionamiento de los procesos naturales. En el caso de la hidrogeología se aplican tanto en sistemas kársticos como hard-rocks. Es más, en este caso concreto ofrecen la posibilidad de entrar en la “caja” (caja blanca). Las visitas que se realizan a la Gruta de las Maravillas, desde este punto de vista, sólo sirven para observar una parte del sistema. El resto, entradas y salidas, pueden quedar en la mayoría de los casos sin conocer. Este FIG propone el reconocimiento de la zona de recarga (sumideros) y de la zona de descarga (manantiales) y la comparación de la mineralización medida indirectamente con un conductivímetro de campo. Los sumideros pueden observarse en las partes altas del cerro y las surgencias en las partes bajas (Fuente Albuhera ó Zulema).

FIG 12: Museo Geológico y Minero

En un anexo a la entrada de la Gruta y compatible con el anterior.

FIG 13: Pillow lava de Cumbres

Formas bulbosas que generadas durante erupciones efusivas de baja tasa en contextos subacuáticos. No están descritas en la bibliografía pero entiendo que ese hecho no debe ser obstáculo para su catalogación. Observables desde el km. 112,8 de la ctra. N-435, cerca del cruce de las Cumbres.

FIG 14: Surgencia del Balneario del Manzano (Gil Márquez – Almonaster la Real).

Situado en un cuerpo intrusivo (Granodiorita de Gil Márquez) corresponde a aguas de facies bicarbonatada sódica con presencia de especies reducidas del azufre, alta concentración de fluoruros (4 ppm), elevado pH (8,5) y bajo potencial redox. Los bajos caudales, la nula variabilidad de los mismos y la hidroquímica tan peculiar definen la surgencia como de origen profundo, sin relación aparente directa con las precipitaciones. Se localiza en la ctra. H-1201 de Almonaster la Real a la aldea de Gil Márquez (I.A. Garrido, 1997).

Patrimonio minero

PIM A: Ferrocarril Minero de Minas de Cala

Hacia 1900 se constituye la Sociedad Anónima Minas de Cala que explota los yacimientos mineros del stock de Santa Olalla en el sur del término municipal de Cala. Ello supuso un impulso en la fiebre minera del NE de la provincia de Huelva. La salida del mineral extraído a los mercados europeos fue sin duda el escollo principal con que se encontró la nueva compañía. La solución vino, al igual que otras compañías, gracias a la construcción de una línea férrea que uniera la mina con un embarcadero en San Juan de Aznalfarache (Sevilla). A orillas del Guadalquivir la materia prima era conducida mediante buques a los mercados del norte de Europa.

La línea, partiendo de la estación de Minas de Cala (km 0) cruzaba la Rivera del Hierro (dos puentes) y transcurría posteriormente por la Rivera de Huelva. En el término de Zufre se levantaron tres estaciones La Junta (km 12), Zufre (km 21) y Cataverál (km 30). Tras su inauguración en 1905,

se utilizó además para servicios de mercancías y pasajeros suponiendo un importante desarrollo para la zona. En 1933 la compañía anuncia la supresión de la línea motivada por la crisis europea y en 1955 hace efectiva el cierre parcial. El Parque móvil del ferrocarril contó con un total de diecisiete locomotoras que fueron vendidas a los Altos Hornos de Vizcaya como a otras líneas, caso del ferrocarril de la Robla. Los sobrantes pasaron al desguace y el final vino con el posterior abandono y hoy ruina de las instalaciones.

La línea principal contó con dos ramales férreos:

- ramal de Minas del Castillo de las Guardas y Peña del Hierro
- ramal de Santa Olalla y Coto Minero Teuler

Este último ramal se inauguró en 1912 uniéndose al general en la Estación de Zufre (km 0 del ramal y 21 de la línea general). El estado de abandono en que se encontraba se vio agravado por la construcción del embalse de Zufre – Cataveral que sumergió una parte importante del trazado desde la cola al dique de la presa. Parte del trazado representa en la figura 10 definiéndose, además, las posibles zonas de adecuación como Vía Verde.

PIM B: Chimenea de El Repilado

Hacia el año 1833 se construye el primer túnel para la línea de Ferrocarril Huelva – Zafra. Casualmente se cortó un filón rico en metales (plomo, zinc y hierro) dando lugar a la Mina Eureka emplazada al oeste del túnel. La mina fue explotada por Sundheim y Doetsch, constructores de ferrocarriles y mineros de hondo renombre en la provincia de Huelva. En los primeros tiempos debió de dar Eureka clases valiosas de mineral pues se sabe que eran envasadas en barricas de madera y enviadas así a Huelva para su exportación. Para tratar los minerales bajos que quedaban en los vacíos se construyó una pequeña fundición en El Repilado, instalando hornos y haciendo edificios, chimenea, galería de humos, etc. Como testigo de todo ello queda esa chimenea en una población tan industrial que tiene entre otros alicientes (industria porcina) el vestigio de la primera revolución industrial en el PNSAPA: Santa Teresa de Electricidad, S.A. Algunas de las instalaciones de esta última pueden aún observarse (Sancha, 2002)

PM C: Mina María Luisa – La Nava

Situada a pié de la ctra. N-435 en las inmediaciones de La Nava. La explotación de esta mina podría remontarse hasta la Edad del Bronce. En época moderna, comenzó la explotación en 1947 pero no se regularizó hasta 1953. Desde 1953 hasta 1961 se trataban unas 50.000 t. Anuales. En 1961 por razones de tipo económico paró la explotación, reanudándose en septiembre de 1969 a un ritmo de 200 t/día. Según fuentes de la empresa (Hidronitro, S.A.) el rendimiento de la explotación era del 85% y un análisis de los productos es:

- Concentrado de cobre: 25,92 % Cu, 34,93 % S y 32,27 de Fe
- Concentrado de pirita: 0,48 % Cu, 51,10 % S y 44,89 de Fe

La explotación se realizaba:

- Desde la superficie de la tercera planta, que es la situación a nivel de la entrada de los lavaderos, se extraía a cielo abierto, mediante una trinchera que movía 400.000 m³ de estériles y 140.000 t. de mineral.
- Desde la tercera planta hacia abajo se explotaba por cámaras en relleno con relleno; la carga se realizaba por una piqueta, con ayuda de pala neumática.

La falta de competitividad origina el cierre de la mina sobre 1983. Actualmente pueden intuirse los procesos de la planta de trituración y flotación. Las trincheras, cortas y galerías puede que pasen a constituirse en vertedero de R.S.U. existiendo un proyecto de la Diputación en esa dirección.

CONCLUSIONES

La Geología del PNSAPA es bastante afortunada tanto por la cantidad como por la variedad de ambientes presentes. Ha sido la intención de este trabajo presentar algunos aspectos desconocidos para el público en general con el objetivo de fomentar el interés por un tipo de patrimonio que a veces pasa desapercibido entre fauna, flora, arquitectura, arqueología, etc. Actuaciones como las que se realizan en estas Jornadas, pueden sensibilizar al público en general de la importancia que tienen tanto los procesos geológicos como sus resultados. Es destacable el esfuerzo realizado en esta zona por los investigadores en el campo de las Ciencias Geológicas que

nos permiten, por ejemplo, conocer, divulgar e intentar proteger legal y físicamente la Herencia de la Tierra.

Respecto al Patrimonio Minero destacar la importancia que tuvieron estos parajes en los albores de la historia y como el paso del tiempo y la vegetación ha borrado, en un caso, y ocultado en otro, los vestigios de las actividades extractivas.

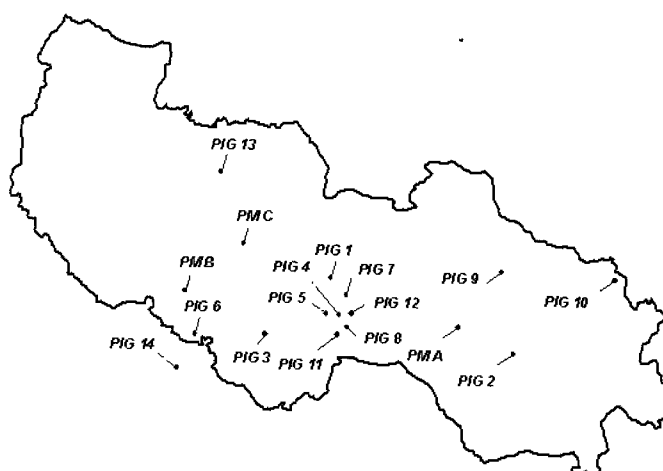


Figura 11. Localización de los Puntos de Interés Geológico (PIG) y del Patrimonio Minero (PM) referidos en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Apalategui, O., Barranco, E., Contreras, F., Delgado, M. y Roldán, F.J. (1983). *Mapa geológico 1:50.000. Hoja Aracena 917*. Servicio Publicaciones Ministerio de Industria y energía. Madrid.
- Baena Escudero, R. y Díaz del Olmo, F. (1988). Paleokarst de Sierra Morena (Sector Cazalla – Constantina, Hespérico Meridional): Superficies de corrosión y poljes. *Cuaternario y Geomorfología*, vol 2 (1-4), 13-22.

- Baena Escudero, R., Recio Espejo, J.M. y Díaz del Olmo, F. (1993). Paleokarst del sector Santa Maria de Trassierra – Las Ermitas (Sierra Morena, Córdoba). *Cuaternario y Geomorfología*, vol 7, 67-78.
- Bard, J.P. (1969). Le métamorphisme régional progressif des Sierras d'Aracena en Andalousie occidentale (Espagne): sa place dans le segment hercynien sud-iberique. Thèse, USTL, Montpellier.
- Biad, M (2000). Generación de granitoides en ambientes geológicamente contrastados del Macizo Ibérico. Limitaciones experimentales en el rango de 2 a 15 kbar. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- Castro, A., Fernández, C., De la Rosa, J.D., Moreno – Ventas, I. Y Rodgers, G. (1996). Significance of MORB-derived Amphibolites from the Aracena Metamorphic Belt, Southwest Spain. *Journal of Petrology*. 37: 235-260.
- Cendredo Uceda, A. (1996). Propuesta sobre criterios para la clasificación y catalogación del patrimonio geológico. *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y catalogación*. MOPTMA. 29-38.
- Crespo Blanc, A. (1989). Evolución geotectónica del contacto entre la Zona de Ossa Morena y la Zona Surportuguesa en las Sierras de Aracena y Aroche (Macizo Ibérico Meridional): un contacto mayor en la cadena hercínica europea. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla.
- Del Amo, M. (1973). Nuevas aportaciones para el estudio de la Edad del Bronce en el Sudoeste Peninsular, los enterramientos en cista de la provincia de Huelva. *XII Congreso Nacional de Arqueología*. Zaragoza.
- Del Amo, M. (1978). Castañuelo, un poblado céltico en la provincia de Huelva. *Huelva Arqueológica*, IV. Huelva.
- Díaz Azpiroz, M.(2000). Evolución Tectono-Metamórfica del dominio de alto grado de la banda metamórfica de Aracena. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- Eden, C. (1991). Tectonostratigraphic análisis of the northern extent of the oceanic exotic terrane, northwestern Huelva province, Spain. Ph. D. Thesis, University of Southampton.
- García Cortés, A., Baretino, D. y Gallego, E. (2000). Inventario y catalogación del Patrimonio Geológico Español. Revisión histórica y propuestas de futuro. *Patrimonio Geológico: conservación y gestión*. ITGE.

- González Flores, S. (2001). Contribución a la historia del Ferrocarril en Huelva. El ramal férreo Coto Teuler – Empalme de la estación de Zufre. *XVI Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*. Diputación Provincial de Huelva. 435-446.
- Gallego, E. y García, A. (1996). *El patrimonio geológico. Bases para su valoración, protección, conservación y catalogación*. Introducción. MOPTMA.11-17.
- Garrido, R., González, A. y Carrasco, R. (1997). Hidroquímica de las aguas del Balneario El Manzano (Almonaster la Real, Huelva): un ejemplo de surgencia en granitoides hercínicos del suroeste peninsular. *Hydrogeology of Hard Rocks: some experiences from the Iberian Peninsula and the Bohemian Massif*. AIH-GE.
- Gonzalo y Tarín, J. (1888). *Descripción física, geológica y minera de la Provincia de Huelva. Tomo II. Descripción minera*. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España.
- Hmidi, Asan. (2000). Petrología y Geoquímica de los sistemas andesíticos ricos en Mg: estudio petrológico y experimental de las noritas de la banda metamórfica de Aracena. SO España. Tesis doctoral. Universidad de Huelva.
- Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Nabais, L.E. (1972). *Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares*. E: 1:1.000.000. Memoria explicativa.
- Perejón, A., Vennin, E., Moreno Eiris, E. y Álvaro, J.J. (1991). Cronología de los procesos kársticos en los montículos cámbricos del Cerro del Hierro (Zona de Ossa Morena, SO de España). *Boletín Geológico y Minero*. Vol. 110-6. 693-700.
- Pérez Lorente, F. (1999). Patrimonio y valoración de yacimientos paleontológicos. *Simposio sobre Patrimonio Geológico y Minero*. Belmez (Córdoba).
- Pérez Macías, J.A. (1996). *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*. Universidad de Huelva.
- Pérez Macías, J.A. (1998). *Las minas de Huelva en la antigüedad*. Diputación Provincial de Huelva.
- Pinedo Vara, I. (1963). *Piritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento*. Ed. Summa.
- Pulido Bosch, A. (1997). Human impact in a tourist karstic cave (Aracena, Spain). *Environmental Geology*. 31 (3/4). 142-149.

- Rey Durán, C. (1997). *Historia de la Villa de Cala*. Diputación Provincial de Huelva.
- Sancha, F. (2002). La primera revolución industrial en las Sierras de Aracena y Aroche: Santa Teresa de electricidad S.A. (1902-1936). *XVI Jornadas del Patrimonio de la Comarca de la Sierra*. Diputación Provincial de Huelva. 199-248.
- Sánchez García, T. (2001). Volcanismo cámbrico en la unidad del Alconera (sector de Zafra – ZOM – Provincia de Badajoz). *Boletín Geológico y Minero*. Vol. 112-3. 89-102.
- Velasco, F. (1976). Mineralogía y metalogenia de los skarns de Santa Olla (Huelva). Tesis doctoral. Universidad de Bilbao.

Imágenes



*Fotografía 1. Punto de interés geológico número 3.
Formación tobácea de la de Alájar.*



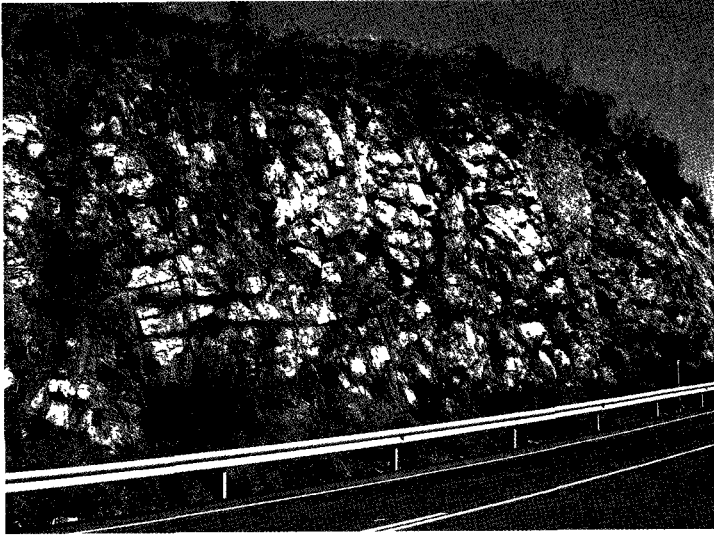
*Fotografía 2. Punto de interés geológico número 7.
Pliegues en esquistos y filitas de la formación El Cubito.*



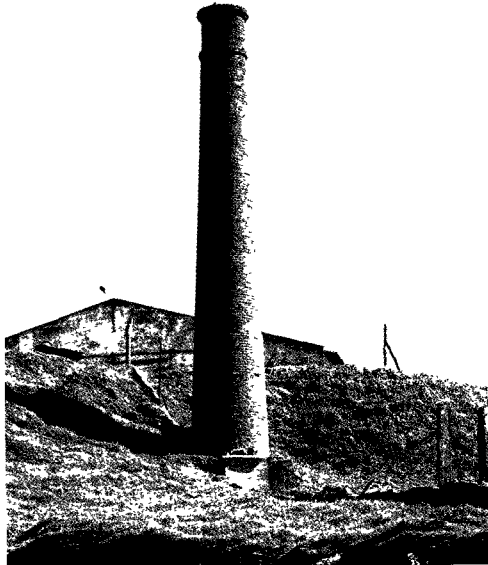
*Fotografía 3. Punto de interés geológico número 8. Boudines en mármoles.
Dominio continental, alto grado.*



Fotografía 4. Estrías de falla en mármoles.



Fotografía 5. Punto de interés geológico número 13. Lavas almohadilladas (Pillow Lava).



Fotografía 6. Patrimonio minero: Chimenea de fundición de El Repilado.



Fotografía 7. Patrimonio minero: Trazado el Ferrocarril de Minas de Cala a San Juan de Aznalfarache.



Fotografía 8. Utilización de elementos geológicos: portillos de piedra.