

# **DESCUBRIMIENTO, EXPLOTACIÓN Y TRATAMIENTO DE LOS MINERALES RADIATIVOS DE SIERRA ALBARRANA. EL CABRIL (CÓRDOBA)**

*El protagonismo de Antonio Carbonell T-F. Corpus Bibliográfico*

---

JOSÉ LUIS HERNANDO FERNÁNDEZ  
SEMINARIO «A. CARBONELL T-F»  
RAFAEL HERNANDO LUNA  
ACADÉMICO NUMERARIO

---

## **NOTAS GEOGRÁFICAS**

Sierra Albarrana y su entorno, el área en donde Antonio Carbonell Trillo-Figueroa prospectó y determinó -en calidad de pionero- diversas especies minerales radiactivas, queda ubicada hacia la parte central de *Sierra Morena*, y más concretamente en la zona noroeste de la provincia de Córdoba.

El territorio en cuestión, quebrado y de no poca amplitud, se localiza en la Hoja Nº 900 -*La Cardenchosa*- del «Mapa Topográfico Nacional de España», en su edición a escala 1:50.000. Forma parte del término municipal de Hornachuelos, inmediato al de Fuenteobejuna -el que también cuenta en su haber con lugares y puntos de gran interés a los efectos de que se trata-.

Aún cuando más adelante se vuelva a ello, conviene en estos preámbulos hacer ciertas referencias, si bien someras, a la acción antrópica incidente en el marco geográfico. Así, la circunstancia de que en esos solitarios parajes existiese una minería desarrollada sobre los yacimientos de minerales radiactivos, fue la causa por la que, al cesar ésta y ser abandonadas las labores, los socavones y cámaras de las minas fueron utilizados provisionalmente como depósitos para los residuos radiactivos de baja y media actividad procedentes de operaciones específicas del mundo industrial, de las actividades médico-hospitalarias y otras que, en su caso, pudieran generarlos.

Luego, se habrían de construir unos módulos -almacenes-, así como otras determinadas instalaciones para acondicionar y acumular debidamente esos residuos. El lugar concreto de este cementerio nuclear -*El Cabril*-, se encuentra ubicado en el paraje del mismo nombre, el cual -en toda su amplitud- es de una belleza sorprendente, y muestra una fauna diversa y una flora plena de color, además de la numerosísima variedad de especies minerales que afloran en su suelo o quedan encerradas yaciendo en su subsuelo, siendo esta última característica -la pluralidad mineral- una de las que mejor define y singulariza a la región en general, y al área específica de la Sierra Albarrana y su entorno en particular.

## EL MARCO GEOLÓGICO

La comarca motivo de estudio pertenece al llamado *Macizo Hespérico*, el cual fue compartimentado por LOTZE en zonas (1945) modificadas en parte por JULIVERT et al. (1974) de manera tal que el área en cuestión queda dentro de la zona nominada como *Ossa-Morena*.

Con posterioridad, diferentes investigadores subdividieron dicha zona de *Ossa-Morena* en varias bandas, todas ellas con dirección hercínica (N. 60-70° W.), definidas como *dominios*; siendo -precisamente- uno de ellos designado como *dominio de Sierra Albarrana*, limitado al suroeste por el *dominio Córdoba-Alanís* (o también *Zafra-Alanís-Córdoba*), y al noreste por el *dominio Valencia de Las Torres-Cerro Muriano* (o bien *Cerro Muriano-Azuaga*).

Siguiendo estos últimos criterios de divisiones fajeadas del territorio (hoy muy debatidas, especialmente en lo que se refiere a sus límites, además de mantenerse en estudio algunas líneas de revisión), la Sierra Albarrana queda centrada y alineada en el *dominio* de su nombre. Los materiales líticos que la componen son de marcado carácter metamórfico, como es el caso de los afloramientos cuarzo-feldespáticos ubicados en el eje de la estructura -de morfología sinclinal-, dejándose ver dentro de la facies precámbrica (y en orden cronológico, desde la mayor edad o grado de metamorfismo), cuarcitas, gneises de diferente factura, moscovitas, micasquistos, etc., finalizando la serie en filitas.

En ese heterogéneo macizo rocoso encajan importantes diques de pegmatitas, formaciones anfibolíticas, vetas cuarzosas que contienen andalucita, y cuerpos filonianos hidrotermales, así como infinidad de rocas ígneas de edad hercínica que trascienden del ámbito de la Sierra de la que trata el estudio.

La edad asignada, por lo general, al conjunto *dominio de Sierra Albarrana* desde todas las épocas, ha sido considerada precámbrica<sup>1</sup>; no obstante -en tiempos más cercanos-, ciertos investigadores parecen apuntar la posibilidad de que al menos algunos de esos materiales pudieran ser más recientes, pero, en todo caso, siempre de edad precarbonífera. Esto ya quedó bien explicitado, de manera más que manifiesta, en la «V Reunión del Grupo de Ossa-Morena (GOM)», celebrada en el año 1983<sup>2</sup>, en donde se llegó a la siguiente conclusión: «... en la división en grupos de rocas de *Ossa-Morena* ... cabe contemplar la posibilidad de que los materiales que constituyen el grupo de Sierra Albarrana fueran del Paleozoico Inferior, y lo que se ha llamado *formación de Los Villares* no sea sino los tramos más bajos de la *formación Azuaga*».

<sup>1</sup> Así se especifica, con algún detalle, en el Proyecto Fin de Carrera de HERNANDO LUNA, R. (1961), aun cuando en él, el autor del mismo -y coautor de estos mismos escritos- tan sólo hacía referencia a la existencia de los conocidos y clásicos «tramos estrato cristalinos», ordenados según su mayor o menor grado de metamorfismo como sigue: 1)- Tramo de los gneis; 2)- Tramo de las micacitas; y 3)- Tramo de las pizarras sericiticas y talcosas. (*Yacimientos filonianos del «Coto Minero Nacional Carbonell»*. Junta de Energía Nuclear. Hornachuelos, (Córdoba). Escuela de Minas de Belmez, (Córdoba). Universidad de Sevilla. Proyecto fin de carrera. Inédito. 106 pág.)

<sup>2</sup> «V Reunión del Grupo de Ossa-Morena (GOM)», celebrada en la Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Minera de Belmez, Universidad de Córdoba, en abril de 1983. Col. «Temas Geológico-Mineros». Edit. Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, 1985, 137 pp. (El «Grupo de Ossa-Morena» (GOM) -en principio «Grupo Español de Ossa-Morena» (GEOM)- fue fundado en 1977 por una serie de geólogos españoles, entre los que figuraba uno de los autores del presente trabajo -HERNANDO LUNA, R.-, y posteriormente ampliado con numerosos profesionales portugueses. Llevó a cabo el estudio de la zona, de la cual toma el nombre, entre los años 1977 y 1992, etapa durante la cual se organizaron 8 congresos específicos acerca de la geología del territorio en cuestión).

## MINERALES Y ROCAS

Como quiera que se pretende tratar, de manera específica, acerca de los minerales más significativos de todos los descubiertos y/o estudiados por el insigne ingeniero D. Antonio Carbonell -respecto al cual, y a su obra, se hablará luego con detalle- en el ámbito de Sierra Albarrana, es obligado centrar precisamente el estudio sobre los diques pegmatíticos existentes en dicha zona.

Los cuerpos mayores de estas rocas (pegmatitas cuarzo-feldespáticas) definen afloramientos de grandes dimensiones -por ejemplo Peña Grajera- bien diferenciados de otros depósitos menores de morfología incluso filoniana, circunstancia ésta ya apuntada de alguna manera con anterioridad. Acerca de todo el conjunto de diques pegmatíticos puede decirse que su mayor número se localiza inequívocamente en las áreas afectadas por un alto grado de metamorfismo, como es el caso de las cuarcitas, gneises, y anfibolitas de los parajes estudiados.

En los diques cuarzo-feldespáticos, que son la inmensa mayoría del total, junto al cuarzo, feldespatos, y moscovita, aparece turmalina (chorlo), granate, biotita, y berilo -este último extraordinariamente abundante en la masa de Peña Grajera o Cerro de la Sal-, además de pequeñas cantidades de pirita, calcopirita, circón, fluorapatito e ilmenorrutilo. Los minerales *primarios* de uranio que contienen estos cuerpos pegmatíticos son la uraninita y la brannerita; los *secundarios* -muy escasos- están representados por autunita y torbernita.

Antonio Carbonell prestó especialísima atención a estos compuestos radiactivos pero sin obviar, por su interés estratégico y económico, la moscovita, el berilo, los granates (empleados como abrasivo), e incluso la andalucita (por su valor como producto refractario), el cuarzo, el feldespato, también la sillimanita, y algunos otros de diferente génesis como la galena y la fluorita -la explotación de este fluoruro adquirió en la región, en los años sesenta del siglo pasado, una gran importancia económica-.

Merece adelantar aquí cómo, en el año 1917, Carbonell ya da noticia de la existencia de numerosos afloramientos de pegmatitas en las comarcas del área NO. de la provincia de Córdoba<sup>3</sup> y, desde entonces, no cesó en su afán investigador sobre dichas rocas en general (verdaderos muestrarios minerales) y del *radio* -al menos en las primeras etapas de su investigación- en particular.

## EXPLOTACIONES MINERAS DE SIERRA ALBARRANA

En la falda nororiental de Sierra Albarrana, nosotros mismos hemos localizado restos de antiguas explotaciones mineras romanas de la etapa imperial (datación numismática) de minerales de plomo/plata, concretamente galena argentífera. Posteriormente, tras un largo salto en la historia, ya en el s. XX, se benefició a muy pequeña escala la mica, a la vez que se le intentaba encontrar mercado al berilo y al crisoberilo como piedras semipreciosas; no obstante esos intentos y otros relativos al *radio* -en los que A. Carbonell fue protagonista de excepción-, la minería de futuro en la zona, que era la del uranio, toma carta de naturaleza tras la *Guerra Civil Española* (1936-1939), explotándose a partir de entonces los minerales primarios diseminados en las pegmatitas, respecto a los que ya se ha hecho alguna referencia en el capítulo anterior.

---

<sup>3</sup> Los trabajos concretos del año 1917 sobre el tema figuran en el capítulo dedicado a la bibliografía publicada e inédita de A. Carbonell de estos mismos escritos.

## NOTAS BIOGRÁFICAS SOBRE EL PERSONAJE

Antonio Carbonell Trillo-Figueroa nace en la ciudad de Córdoba en el año 1885, y estudia la carrera de ingeniero de minas en Madrid, finalizando ésta, a los 24 años de edad, en 1909. Tras una intensa y variada labor profesional, de once años de fecundos trabajos, en 1920 se integra en el *Instituto Geológico y Minero de España* (I.G.M.E.), principal centro investigador de las materias -geológico/mineras- a que alude su propio nombre, en todo el territorio español. Más tarde, en el año 1922, es nombrado miembro numerario de la *Real Academia de Ciencias, Bellas Letras, y Nobles Artes de Córdoba*. En el «Boletín» de esta prestigiosa institución publicará múltiples trabajos -relativos a varios campos científicos- referentes a su querida tierra cordobesa; en total 40 títulos, 9 de ellos póstumos.

Además de lo anterior, determinados escritos inéditos -así como mapas- del autor en cuestión se custodian en el *Seminario de Geología A. Carbonell T-F.* (o *Seminario A. Carbonell*), fundado en los comienzos del año 1967<sup>4</sup> por uno de los autores de estos escritos (Rafael Hernando).

Por otra parte, A. Carbonell fue realmente la persona que hizo posible que en 1924 se crease la *Escuela de Minas de Belmez* -hoy *Politécnica*, Universidad de Córdoba-, de la que fue profesor y director. Participa de una manera destacadísima en el XIV Congreso Geológico Internacional, celebrado en España en el año 1926, y -lo que es muy de destacar en su *curriculum*-, como se ha dicho, fue todo un precursor en la investigación de los yacimientos españoles de minerales radiactivos, los cuales, con su marco geológico, ya han sido aludidos con anterioridad.

En los años que siguen a la *Guerra Civil Española*, el prolífico investigador va conociendo cómo dichos minerales, tras determinados procesos, podrían ser aplicados en la fabricación de poderosas armas. Así, estando centrado en esta última actividad -sin dejación de otras relativas fundamentalmente a la minería de aquéllos- llega al fin de sus días en el verano de 1947.

En la memoria de este gran científico se creó el referido *Seminario Carbonell*, que tiene como misión primordial estudiar la obra -publicada o inédita- del sabio ingeniero. Poco después de la fundación de dicha institución, en 1968 se celebraron en la ciudad de Córdoba las «Jornadas Geológico Mineras de Homenaje a A. Carbonell» en las que el entonces ministro español de Industria detentó la presidencia, recayendo el cargo de secretario en nosotros mismos (R. Hernando). En dicho congreso participaron la *Real Academia de Ciencias, Bellas Letras, y Nobles Artes de Córdoba*, el *Instituto Geológico y Minero de España*, las *Escuelas de Ingeniería de Minas de Madrid y Belmez*, amén de otros organismos y personas que testimoniaron su reconocimiento al respecto de la obra científica de tan destacado geólogo.

Carbonell es autor de 652 escritos (o 746 si se desglosan las series de diferente fecha y se contabilizan sus 74 cuadernos de campo<sup>5</sup>); de esta última cifra, 375 fueron publicados -la mayoría en vida del autor- y 371 se mantuvieron inéditos<sup>6</sup>. La clasificac-

<sup>4</sup> El Seminario A. Carbonell se ubica en la Escuela Universitaria Politécnica (Universidad de Córdoba), calle Covadonga 24, 14240 Belmez (Córdoba), España. Los fondos documentales, entre los que se encuentran 74 trabajos inéditos de A. Carbonell, son accesibles tanto a investigadores como a alumnos universitarios.

<sup>5</sup> Puede decirse que prácticamente la totalidad de los trabajos de A. Carbonell están recogidos -con sus datos bibliográficos- en el siguiente texto: HERNANDO LUNA, R. 1970. *Bibliografía Geológico Minera de la provincia de Córdoba*. Memoria del Instituto Geológico y Minero de España, t. 74, 268 pp. Madrid, 1970.

<sup>6</sup> Aunque algunas obras inéditas de Antonio Carbonell se han perdido, otras se conservan. Ver llamada (4).

ción temática de sus trabajos es la siguiente: 216 de minería, 164 de geología, 76 de arqueología y prehistoria (en buena parte relacionados con la minería antigua), 59 de hidrogeología, 50 «Memorias» y/o «Hojas» del *Mapa Geológico de España* a escala 1:50.000, 29 -específicos- sobre minerales radiactivos, 12 sobre enseñanzas técnicas -en las Escuelas de Minas-, todo ello además de dibujar un total de 105 planos geológicos (o relativos a temas afines a la geología) y de redactar 46 trabajos más de carácter vario que fueron publicados en su totalidad.

Aquí, en este nuestro trabajo, naturalmente se hará incidencia, de manera sobresaliente, sobre sus escritos e investigaciones relativas a los minerales radiactivos y sus yacimientos, que encajan tanto en la Sierra Albarrana propiamente dicha, así como también -pero en menor cuantía- en el resto del territorio designado como *dominio de Sierra Albarrana*.

Conviene resaltar el hecho de que sus escritos comienzan en 1909 y terminan justo en el año de su muerte, 1947. Se inicia en la prensa, para pasar enseguida a estudiar -y dar a conocer- la geología del entorno de su lugar de residencia (Córdoba) y de todo el ámbito provincial. Escribe en diferentes revistas técnicas y de otra índole, como el «Boletín de la Real Academia ... de Córdoba», «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia», «Revista Minera, Metalúrgica, y de Ingeniería», «Boletín del Instituto Geológico y Minero de España», «Memorias de la Real Sociedad Española de Historia Natural» ..., entre otras, todas ellas -las aquí citadas- españolas.

Sus escritos en general, así como sus numerosos trabajos monográficos, que ponen de manifiesto la personalidad creadora polifacética del gran ingeniero y geólogo, amén de sus valores científicos intrínsecos, gozaron en no pocos casos incluso de popularidad entre las gentes de las tierras y las minas de los territorios centrales de Andalucía; además sucedía que, físicamente, D. Antonio estaba en todo lugar y, en consecuencia, había quedado unido al paisaje en aquellos hermosos parajes de su país, que es el nuestro. Ahora, su memoria y su obra permanece viva más allá del recuerdo.

## ANTONIO CARBONELL, PIONERO EN LA INVESTIGACIÓN DE MINERALES RADIATIVOS ESPAÑOLES

En tiempos posteriores al descubrimiento, llevado a cabo por él mismo, de los primeros yacimientos de minerales radiactivos (cuando buscaba sobre todo minerales que pudieran contener *radio*), localiza -en 1935- una gran bolsa compuesta mayoritariamente por pechblenda, en la mina «La Coma» de Sierra Albarrana. Este fue un descubrimiento de capital importancia, al que pronto se sumaron otros, también uraníferos, asociados a las pegmatitas ricas en berilos.

Carbonell, como consecuencia de sus hallazgos mineros, instaló un pequeño laboratorio para el estudio y tratamiento de los minerales radiactivos de aquellos solitarios parajes. Ello le permitió, en 1935, el poder efectuar la redacción de un informe -remetido al Jefe del Estado Mayor del Ministerio de la Guerra- sobre la aplicación militar de los elementos radiactivos, erigiéndose de este modo en el precursor español en dichas materias<sup>7</sup>. Ni que decir tiene que dicha comunicación cayó en saco roto.

Después de la *Guerra Española*, reemprende sus estudios de laboratorio, conformando un equipo científico-técnico a caballo entre Córdoba y Madrid.

<sup>7</sup> El informe de A. Carbonell -según F. CARBONELL Y DE LEÓN (1968)- tuvo lugar «cuatro años antes» de la comunicación al respecto de los físicos norteamericanos al Departamento de Marina de los EEUU. (Ver el capítulo dedicado a la bibliografía general en este mismo trabajo).

Así, en 1939 y 1940, con Juan Manuel López de Azcona<sup>8</sup> -y bajo su supervisión- se trabajó intensamente (en los Laboratorios de Radiactividad y Geonucleica del I.G.M.E.) tratando de separar el radio del uranio, a la vez que se conseguían determinaciones semicuantitativas, muy precisas, de minerales de uranio.

En 1940 también se instaló en dicho centro de investigación una planta piloto -con una capacidad de tratamiento de 50 Kg. de mineral-, de la que se obtuvieron algunas cantidades de sulfato de bario radiactivo y uranio. En relación con la producción de sales de uranio en esa instalación a escala semi-industrial, debe hacerse constar cómo, al parecer, fue A. Carbonell el primer científico español que fabricó *óxido amarillo de uranio*, producto similar al conocido entonces en el mundo científico como *yellow cake*<sup>9</sup>.

El mismo día, 10 de julio de 1940, en el que la Asamblea Nacional Francesa otorga plenos poderes -en Vichy- al mariscal Pétain como jefe del Estado francés colaboracionista con Hitler (a través del embajador en París del gobierno totalitario y pro-alemán del general Franco), se iniciaron contactos con la «Société Nouvelle du Radium» y la «Société du Radium G.I.F.» en relación con los yacimientos de minerales radiactivos de Sierra Albarrana, conversaciones que habrían de ser interrumpidas por A. Carbonell al no llegar éste a un acuerdo con dichas sociedades francesas.

Simultáneamente con los hechos anteriores, también en 1940, Carbonell consigue registrar en el *Instituto de Farmacología* español una especialidad farmacéutica de «preparados de minerales radiactivos» que llegó a comercializarse -téngase en cuenta que el Dr. López de Azcona también era miembro de la Real Academia de Farmacia- en forma de apósitos y parches para curar ciertos abscesos y enfermedades de la piel.

Además, en los últimos meses del año 1940, y como fruto de sus prospecciones mineras, ya había conseguido cartografiar más de un centenar de afloramientos correspondientes a otros tantos yacimientos minerales de uranio -especialmente pechblenda y brannerita- en la provincia de Córdoba, casi todos en el área de Sierra Albarrana y su entorno. También logró producir en esas fechas, en los laboratorios del I.G.M.E., 100 gr. de óxido de uranio -y una cifra similar de nitrato-, sustancias por las que (junto al berilio) se interesaban en aquella época no pocos países. En el año 1943, el nitrato de uranio químicamente puro era vendido en el mercado a un alto precio, aproximadamente a 1500 pesetas -de aquella época- el kilogramo.

Concatenado con lo expuesto, y como precedente de lo últimamente dicho, hay que decir que A. Carbonell -en enero de 1941- había constituido una sociedad, especialmente a efectos de las investigaciones, llamada «Berilio y Radio Español, S.A.». En el equipamiento científico con que habría de contar el grupo de investigadores, figuró con importancia preferente un espectrógrafo de masas, aparato indispensable para distinguir los isótopos, así como para medir las masas en desintegración y establecer sus equivalencias energéticas. Este espectrógrafo, con el que se llevaron a cabo los primeros ensayos sobre los minerales radiactivos de Sierra Albarrana, fue entregado por el entonces director del I.G.M.E. -Félix Aranguren- a la *Real Academia de Ciencias de Córdoba*, donde se conserva, con motivo de las referidas «Jornadas Geológico Mineras de Homenaje a Antonio Carbonell».

---

<sup>8</sup> JUAN MANUEL LÓPEZ DE AZCONA, doctor ingeniero de minas, doctor en ciencias físicomatemáticas, Académico correspondiente en Madrid de la Real Academia de Ciencias de Córdoba, era entonces un destacado investigador del Instituto Geológico y Minero de España.

<sup>9</sup> Es el concentrado de uranio. Se obtiene sometiendo al mineral ya triturado a determinados procesos físico-químicos que elevan su contenido en uranio hasta un valor superior al 70%.

Por otra parte -hacia finales de 1940-, casi al mismo tiempo en que se optaba por *Alamogordo*, en el desierto de Nuevo Méjico, como lugar idóneo para llevar a cabo el primer ensayo de una explosión nuclear, el ingeniero Carbonell pide al entonces Ministro del Ejército<sup>10</sup> un amplio territorio en la isla de Fuerteventura para llevar a cabo «ensayos experimentales<sup>11</sup>», siendo esta la segunda vez que nuestro científico se dirige, a esos efectos, a la cúpula militar española. No obstante ello -esta primordial o precursora actividad investigadora acerca de la energía atómica- aún quedaba lejos el momento en que habría de poder obtenerse el primer plutonio español.

Los servicios de espionaje del Gobierno alemán, en plena Guerra Mundial, trataban de conseguir que los minerales de radio y uranio españoles y sus derivados no llegasen a manos de los aliados; por ello, en octubre de 1941, el Dr. Patsko, en nombre del organismo «Radio Alemán», propone que en las investigaciones españolas sobre las sustancias radiactivas intervenga un laboratorio alemán, propuesta que fue rechazada de plano por Carbonell<sup>12</sup>.

Además del interés de Alemania con respecto a los minerales de uranio españoles, no faltaron otras ofertas de negociadores italianos, ingleses, belgas<sup>13</sup>, y estadounidenses, que no llegaron a ningún acuerdo con el tozudo ingeniero español.

Pese a todo, y aunque sin relación directa con lo anterior, hay que decir que Alemania llegó a posesionarse por entonces de determinados puntos logísticos en las Canarias<sup>14</sup>, islas señaladas por Carbonell -como ya se ha dicho- como zona ideal para sus investigaciones «de carácter atómico». Así, en 1940, viajó a las islas el almirante Canaris (jefe del «servicio de contraespionaje» nazi) con el fin de supervisar la construcción de un conjunto de instalaciones secretas. El lugar elegido era la *península de Jandia*, en la isla de Fuerteventura -curiosamente donde A. Carbonell quería situar el emplazamiento para sus experimentos-, que asimismo serviría como base de aprovisionamiento para los submarinos *U-Boot*. Por entonces también se especulaba que en Jandia se efectuaban pruebas de novedosas armas secretas nazis, e incluso se pensaba que desde allí Alemania podría alcanzar la costa de los EE.UU.. Concretamente en la zona de *Cofete*, los alemanes construyeron una fortaleza con pista de aterrizaje incluida. Jandia, por tanto, disponía de un aeródromo bien dimensionado que permitía su uso por los modelos más capaces de aviones *Junkers* de transporte y que se convirtió en inaccesible como conse-

<sup>10</sup> El general Varela. Fue ministro desde el 9 de agosto de 1939 al 5 de septiembre de 1942.

<sup>11</sup> Esta petición, vista desde una perspectiva cronológicamente posterior, parece más que utópica, ya que -según los datos publicados- además de las dificultades de tipo técnico, los «ensayos de Nuevo Méjico» costaron no menos de 2.000 millones de dólares. (Conviene recordar que la primera explosión atómica tuvo lugar el 16 de julio de 1945 en la referida zona desértica).

<sup>12</sup> Respecto a cierta entrevista mantenida por Carbonell (se ha llegado a decir que -quizá- en presencia del propio embajador alemán en España), con la pretensión por parte nazi de conseguir productos «derivados de uranio» e incluso concesiones mineras en Sierra Albarrana, el coautor -R. Hernando- del presente trabajo tomó la información fidedigna (lo que permite confirmar la celebración de la misma en una casa de campo próxima a la ciudad de Córdoba) a través de una comunicación personal del Ingeniero Técnico de Minas José Galán Sánchez, discípulo de Don Antonio Carbonell, hombre de gran altura moral y prestigio profesional, que siempre distinguió al antedicho coautor de estos escritos con su sincera e inquebrantable amistad.

<sup>13</sup> Un «ruso blanco», Alexis Yakimach, representante de una sociedad belga de minerales radiactivos, contactó con A. Carbonell, llegando a mantener con él diversas entrevistas de carácter comercial, que habrían de resultar todas fallidas. (Alguna de dichas «entrevistas» bien pudo versar sobre aspectos científicos, ya que dicho personaje era un investigador; ver la referencia a YAKIMACH en la bibliografía).

<sup>14</sup> Los párrafos que se insertan a continuación no han podido ser corroborados en todos sus términos, ya que la documentación militar española -secreta- no es accesible aún en determinados ámbitos; la fuente utilizada ha sido, en buena parte, el texto de un artículo de Jaime Rubio Rosales publicado en la revista española «Karma 7», nº 312, feb. 2000, pp. 46-50.

cuencia de la rigurosa vigilancia militar. Para acabar con este tema, señalaremos el hecho de que un submarino U-37 fue bombardeado poco después de su salida de la base por la aviación anglo-americana, hundido en una playa, y posteriormente remolcado hasta la base naval española de Las Palmas -en la isla de Gran Canaria-.

Estaba dolido el profesor Carbonell, sin duda, al intuir cómo las islas Canarias estaban siendo utilizadas por otros (extranjeros, alemanes), que no por él -que sentía como si, en las materias en cuestión, representase a España- para desarrollar «actividades secretas de interés militar», tal cual era su pretensión.

Con todo, le esperaba al gran investigador otro revés de mayor calado:

Con posterioridad a la Segunda Guerra Mundial, el Gobierno español (5/10/1945) convierte en *Reservas a favor del Estado* todos los yacimientos de minerales radiactivos -incluidos, naturalmente, aquellos titulados por Carbonell o por empresas por él participadas-, quedando clausuradas así mismo todo tipo de actividades en laboratorios en los cuales tuviesen lugar operaciones de carácter radiactivo, con lo que se pone punto final -con gran amargura, por su parte- a las actividades profesionales del incansable ingeniero-geólogo con respecto a la investigación y aplicaciones de los minerales radiactivos. Don Antonio había de encontrar la muerte poco después de esta última decepción, en el verano de 1947.

Como consecuencia de la estatalización, la total competencia en los asuntos de sustancias radiactivas (desde la minería, pasando por los procesos físico-químicos, hasta su aplicación tecnológica) pasa a depender de la *Junta de Energía Nuclear*, organismo que, aunque tardíamente, quiso reconocer de alguna forma el mérito de Antonio Carbonell, con la creación a partir de una iniciativa suya -por Decreto de 1/2/1952-, del llamado «Coto Minero Nacional Carbonell». Se trataba de una reserva de minerales radiactivos que cubría una extensa zona del territorio noroeste de la provincia de Córdoba, en la que quedaban incluidas la Sierra Albarrana y el que habría de ser el núcleo de población minera denominado *El Cabril*, lugar donde en la actualidad se ubica el «Almacén de Residuos Radiactivos de Baja y Media Actividad» gestionado por la paraestatal Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA).

## **EL TESTIMONIO CIENTÍFICO, PUBLICADO E INÉDITO, RELATIVO A LOS MINERALES RADIATIVOS DE ANTONIO CARBONELL T-F.**

Con anterioridad ya se hizo referencia al número de los diversos escritos de A. Carbonell (46 de ellos sobre la región cordobesa de Hornachuelos-Fuenteovejuna, de los que 29 son específicos sobre minerales radiactivos y su tratamiento) relativos a sus actividades investigadoras en la comarca de Sierra Albarrana y sus aledaños, así como a sus yacimientos minerales. La relación bibliográfica de tan fecundo investigador se reseña, más adelante, en el capítulo titulado *Bibliografía -publicada e inédita- de Antonio Carbonell relativa a la región de Sierra Albarrana, sus yacimientos de minerales radiactivos y otros, y su tratamiento*, en el cual se recoge, así se estima, toda la producción del autor -46 títulos, como se ha dicho- al respecto.

Entre estos trabajos no pocos son de destacar, como es el caso de su primera publicación que versa sobre sustancias radiactivas -nada menos que del año 1916, cuando Carbonell contaba con 30 años de edad- y cuyo texto es recogido en el diario «Defensor de Córdoba»; o su escrito publicado (1922) en el *Boletín de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba* sobre minerales y rocas de esa misma provincia, y, sobre todo, sobresale por sus valores, su comunicación al congreso organizado por la *Asociación Hispano-Portuguesa para el Progreso de las Ciencias* -cele-



brado en Coimbra (Portugal) en 1925-, publicada por la «Sección Española» de dicha Asociación en 1927. Otro trabajo de gran trascendencia fue su aportación al «XIV Congreso Geológico Internacional» (Madrid, 1926) sobre *Los yacimientos de los metales poco frecuentes en la provincia de Córdoba y otros lugares comparables a ella geológicamente*.

Debe hacerse mención, también, a su primera comunicación “americana”: *Rare metals in Cordoba*, leído en el Congreso celebrado en el año 1926 «The Pan American Geologist», Iowa (USA).

El incansable prospector Carbonell había llegado a la conclusión de que no solamente en Sierra Albarrana, sino también en otros diferentes lugares tanto de España como de Portugal, los minerales de berilio -y en buena parte los de radio- encajaban exclusivamente en rocas pegmatíticas, con lo que había conseguido definir la *paragénesis* de ambos metales en los diques de dicha roca, estudiando a su vez las condiciones y la «necesaria presencia» de turmalina, además de otros caracteres mineralógicos y petrográficos diferenciales. Cartografió al efecto extensas zonas con afloramientos pegmatíticos, elaborando a su vez los correspondientes mapas geológicos regionales según la pauta espacial impuesta por el *Instituto Geográfico* español, sobrepasando (a la altura del año 1941) el número de 300 los puntos, descubiertos por él, donde se podían medir manifestaciones radiactivas en toda la zona norte de la provincia de Córdoba, 100 de ellos susceptibles -y merecedores- de ser investigados en el plano minero y, en su caso -como más tarde se habría de poner de manifiesto-, explotados.

El singular investigador determina la manera en que las pegmatitas conforman la última fase del magmatismo en el ámbito noroccidental cordobés -Periodo Carbonífero *Pennsylvaniense*, posterior al Carbonífero inferior (facies *Culm*)-, precisando la edad de las emisiones de «mineral de radio» -posteriores e inmediatas a la de las pegmatitas-

Aunque se peque de reiterativos, conviene recordar cómo, desde el primer momento, en aquellas etapas “heroicas” los prospectores de yacimientos minerales radiactivos estuvieron centrados en los «minerales de radio» (en los años 40 del s. XX ya pasa a ser primordial la búsqueda del uranio y no del radio) contenidos en los diques de pegmatitas que encajan, en Sierra Albarrana y su entorno, en micacitas y gneises. En estas formaciones se encontraron precisamente las «bolsadas» de mineral de uranio que se explotaron con posterioridad, en su mayor cuantía, por la *Junta de Energía Nuclear*, organismo que abandonó la explotación minera de las mismas en la década de los 50 del siglo pasado, entre otros motivos, por antieconómica (como sucedió en otros países, ya que los referidos “nidos” se encontraban muy diseminados en la roca encajante).

Volviendo a la obra acerca de minerales radiactivos escrita por el geólogo Carbonell, hay que decir que marca un hito su aportación del año 1940 al «Congreso Internacional de Radiactividad de Chicago» (USA), intitulada: *Noticias sobre los nuevos minerales de radio encontrados en España y su edad geológica*, siendo también de destacar su trabajo *Age of the radioactive mineral of Hornachuelos-Fuenteobejuna-Villaviciosa*, recogido en el «Report of the Committee on the Measurement of Geological Time» (C.M.G.T.), 1941. Totalmente ilustrativo respecto a las labores de índole industrial e investigadora de un laboratorio, diseñado para el caso, es su *Informe sobre las diversas actividades desarrolladas por la sociedad «Berilio y Radio Español, S.A.»*, que permanece inédito.

Otros trabajos -varios escritos mecanografiados- también inéditos, algunos de los cuales se custodian como fondos documentales en el *Seminario Antonio Carbonell T.F.*, en la Escuela Universitaria Politécnica de la Universidad de Córdoba sita en la localidad de Belmez, fueron recopilados y redactados por su autor en la fase final de su vida

-concretamente entre 1945 y 1947- y, entre ellos, quizá merezcan ser especialmente resaltadas sus *Notas sobre la edad hercínica de los plegamientos que afectan a la porción noroeste de la provincia de Córdoba y edad geológica de los depósitos de Sierra Albarrana, en el término municipal de Hornachuelos*.

***Bibliografía -publicada e inédita- de Antonio Carbonell relativa a la región de Sierra Albarrana, sus yacimientos de minerales radiactivos y otros, y a su tratamiento.***

• 1916. *Substancias radioactivas de la provincia*. Diario «Defensor de Córdoba». Córdoba, 21 de abril.

• 1916. *Substancias radioactivas de la provincia de Córdoba*. Semanario independiente «Córdoba», año I, nº 10, 21 de octubre.

• 1917. *Pegmatitas de la provincia de Córdoba. Ideas generales*. «Revista Minera, Metalúrgica, y de Ingeniería». Madrid, vol. XXXV, 16 de mayo: pp. 247-248.

• 1917. *Pegmatitas de la provincia de Córdoba. Pegmatitas de La Alcubilla*. «Revista Minera, Metalúrgica, y de Ingeniería». Madrid, vol. XXXV, nº 2594, 1 de julio: pp 269-270<sup>15</sup>.

• 1922. *La faz de la tierra en el país cordobés a través de las edades geológicas*. Discurso de recepción del autor en la «Real Academia de Ciencias, Bellas Letras, y Nobles Artes de Córdoba», leído el día 11 de marzo. Imp. La Puritana, Córdoba, 55 págs. (incluido contestación y anexo)<sup>16</sup>.

• 1922. *Estudio de los yacimientos metalíferos del término de Fuenteobejuna. Alineación de Viñas Perdidas a Santa Bárbara. Antecedentes*. «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia». Ministerio de Fomento. Madrid. Año IV, nº 66, de noviembre, pp. 35-61<sup>17</sup>.

• 1922. *Estudio de los yacimientos minerales del término municipal de Fuenteobejuna*. «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia». Ministerio de Fomento. Madrid. Año IV, nº 67, de diciembre, pp. 4-32<sup>18</sup>.

• 1923. *España productora de cadmio*. «Revista Ingeniería y Construcción». Madrid. Año I, vol. I, nº 5, de mayo<sup>19</sup>.

• 1923. *Anotaciones sobre minerales y rocas de la provincia de Córdoba*. «Boletín de la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras, y Nobles Artes de Córdoba», nº 5, jul-sept., pp. 95-96.

• 1925. *Contribución que aporta el estudio de la provincia de Córdoba como productora de minerales raros, para el examen del porvenir de la Península Ibérica, desde ese interesante punto de vista*. Comunicación al «Congreso de Coimbra» (Portugal) celebrado en el año 1925. Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. (Publicado por la citada asociación en 1927).

• 1925. *La provincia de Córdoba y los minerales raros*. «Revista Minera, Metalúrgica, y de Ingeniería». Madrid, 16 de julio.

<sup>15</sup> Da noticias de las primeras rocas de este tipo reconocidas, sus yacimientos y minerales que las acompañan, y especialmente se ocupa de las explotaciones de cuarzo, feldespato, y mica.

<sup>16</sup> Carbonell recoge determinados detalles acerca de los elementos de juicio que sobre ese particular se poseían respecto a la provincia de Córdoba en la indicada fecha.

<sup>17</sup> Informa de manera general sobre los yacimientos de minerales metálicos de la zona a que se refiere, en la que, al respecto, destacan las llamadas *Minas de Navalespino*, en las que (junto a sus menas) se encuentran minerales radiactivos, como fue el caso de la torbernitita.

<sup>18</sup> Se apuntan someramente los yacimientos metálicos del área, y se detalla sobre las capas de carbón de la *Cuenca de Peñarroya-Belmez* (Cuenca del Guadiato, en el término en cuestión), así como acerca de su explotación y lavado.

<sup>19</sup> Investigaciones sobre las menas este metal presentes en la zona de Fuenteobejuna (Córdoba).

- 1925. *Nota sobre la zona de minerales raros sita al norte de la provincia de Córdoba. Su importancia y porvenir. Idea relativa de un aprovechamiento económico.*
- 1926. *Los yacimientos de los metales poco frecuentes en la provincia de Córdoba y en otros lugares comparables a ella geológicamente.* XIV Congreso Geológico Internacional. Reunión XIV, celebrada en la ciudad de Madrid durante los meses de mayo y junio de 1926, tomo III<sup>o</sup>, pp. 1317-1337. (Publicado en los años 1928 y 1929). Comptendu. «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia<sup>20</sup>».
- 1927. *Rare metals in Cordoba.* «The Pan American Geologist». Iowa (USA). Congreso celebrado en agosto-diciembre de 1926.
- 1928. *Generalidades sobre los yacimientos de los términos municipales de Hornachuelos, Posadas, y Almodóvar del Río.* «Boletín de la Cámara Oficial Minera de Córdoba» (BCOMC). Año II, n<sup>o</sup> 5, enero-marzo.
- 1930. *Los berilos o esmeraldas de Córdoba.* «Revista Minera, Metalúrgica, y de Ingeniería». Madrid, 8 de abril.
- 1933. *Estudio de los yacimientos minerales del término de Fuenteobejuna.* «Catálogo descriptivo de Memorias y Estudios acerca de los criaderos minerales de España», C.M. Ministerio de Industria y Comercio. Dirección General de Minas y Combustibles; tomo I, Madrid.
- 1935. *Investigaciones sobre el berilo.* «Boletín de la Cámara Oficial Minera de Córdoba» (BCOMC), año IX, n<sup>o</sup> 34, Córdoba<sup>21</sup>.
- 1935. *Investigaciones sobre el berilo (conclusión).* «Boletín de la Cámara Oficial Minera de Córdoba» (BCOMC), año IX, n<sup>o</sup> 35, Córdoba<sup>22</sup>.
- 1939. *Estado actual del término municipal de Hornachuelos en lo referente a substancias mineras reconocidas.* Informe a la Delegación Provincial de Servicios Técnicos. Córdoba. (Inédito).
- 1939. *Informe a la Secretaría General del Movimiento sobre los yacimientos de berilio, radio, y otros minerales raros de la Península Ibérica, especialmente los de España, y de manera concreta los situados en la provincia de Córdoba.* Delegación Provincial de Servicios Técnicos. Córdoba, 21 de septiembre<sup>23</sup>. (Inédito).
- 1939. *Notas sobre el descubrimiento de yacimientos de berilio, uranio, radio, cerio, niobio, ytrio, erbio, y procesos para la obtención de las aleaciones de berilio.* Córdoba. (Inédito).
- 1940 a 1941. Folletos de divulgación varios sobre los compuestos de uranio y radio de Sierra Albarrana, término municipal de Hornachuelos (Córdoba).
- 1940. *Informe sobre los yacimientos de berilio y radio de la Península Ibérica.* Córdoba. (Inédito).
- 1940. *Noticia sobre los nuevos yacimientos minerales de radio encontrados en España y su edad geológica.* Congreso Internacional de Radiactividad de Chicago (USA), 29 de febrero de 1940<sup>24</sup>.
- 1940. *Yacimientos de berilio, de minerales de radio y elementos raros en la Península Ibérica, especialmente en la provincia de Córdoba.* «Revista Investigación y Progreso», año XI, n<sup>o</sup> 6, septiembre.

<sup>20</sup> Noticias sobre los análisis e investigaciones efectuadas con estos minerales de Fuenteobejuna (Córdoba).

<sup>21</sup> Datos sobre los hallazgos de ese mineral y antecedentes para su diferenciación.

<sup>22</sup> Datos sobre los hallazgos de ese mineral y antecedentes para su diferenciación.

<sup>23</sup> Recoge las primeras noticias sobre los hallazgos habidos en las zonas comarcanas a las aldeas cordobesas de Argallón y Piconcillo, y en la zona norte del término municipal de Hornachuelos.

<sup>24</sup> Se hace una síntesis sobre el particular.

- 1941. *Age of the radioactive minerals of Hornachuelos, Fuenteovejuna y Villaviciosa*. Rep. of the Committee of the Measurement of Geological Time (CMGT). «Revista de Geofísica». Madrid, año I, nº 2, abril-junio 1942, pp. 115-116<sup>25</sup>.
- 1941. *Edad de la pechblenda de Sierra Albarrana*. «Report of the Committee on the Measurement of Geological Time» (CMGT).
- 1941. *El radio. Sus yacimientos en España*. (CMGT). «Revista Minería y Metalurgia». Madrid, 2ª época, nº 3. «Boletín Oficial de Minas y Metalurgia». Madrid, julio<sup>26</sup>.
- 1941. *Informe sobre las diversas actividades desarrolladas por la sociedad «Berilio y Radio Español, S.A.»*. Córdoba. (Inédito).
- 3 1941. *Notas sobre los yacimientos de radio y berilio de Córdoba*. Anales de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias. «Revista Las Ciencias». Madrid, año IV, nº 1, pp. 56-60<sup>27</sup>.
- 1943. *Informe sobre varias minas de mica de los términos municipales de Hornachuelos, Fuenteovejuna, y Villaviciosa*. Córdoba. (Inédito).
- 1945. *Datos, planos, y antecedentes para la formación del plano geológico-minero-industrial del término municipal de Fuenteovejuna*. Córdoba. (Inédito).
- 1945. *Datos, planos, y antecedentes para la formación del plano geológico-minero-industrial del término municipal de Hornachuelos*. Córdoba. (Inédito).
- 1945. *Planos y estudios varios sobre la zona de uranio, berilio, radio, y micas de Sierra Albarrana, Hornachuelos, Piconcillo, y Fuenteovejuna*. Córdoba. (Inédito).
- 1946. *Introducción y antecedentes para el estudio de la Hoja del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, nº 878, en la provincia de Córdoba*. Remitido por su autor al Instituto Geológico y Minero de España en fecha 22 de enero de 1946. (Inédito).
- 1946. *Notas sobre los minerales de uranio*. «Revista Ejército». Madrid, nº 72, enero.
- 1946. *Los yacimientos de uranio*. «Revista Ibérica». Barcelona, serie 57, 2ª época, año II, 16 de febrero.
- 1946. *Nota para el Ilmo. Sr. D. Juan Manuel López de Azcona sobre los minerales de uranio de la provincia de Córdoba y sus inmediaciones, e indicios de sus similares que hemos reconocido*. Remitido al Instituto de Geofísica del Centro de Investigaciones Científicas de Madrid, marzo.
- 1946. *Notas sobre la edad herciniana de los plegamientos que afectan a la porción noroeste de la provincia de Córdoba y edad geológica de los depósitos de la Sierra Albarrana, en el término municipal de Hornachuelos*. Remitido al Instituto Geol. y Minero de España. Madrid, marzo.
- 1946. *Introducción y antecedentes para el estudio de la Hoja del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, nº 879 «Fuenteovejuna»*. Remitido al Instituto Geológico y Minero de España, Madrid, 22 de noviembre.
- 1946. *Introducción y antecedentes para el estudio de la Hoja del Mapa Geológico*

<sup>25</sup> Se fija la edad de los yacimientos de uranio de la provincia de Córdoba sitios en los términos de Fuenteovejuna y Hornachuelos.

<sup>26</sup> Datos sobre los yacimientos de uranio, berilio, y radio existentes en el denominado «coto minero» de Fuenteovejuna-Hornachuelos. Asimismo proporciona una serie de avances para una cubicación de los mismos.

<sup>27</sup> Resume los antecedentes que sobre el berilio, radio, y otros, se conocían en aquella época sobre la zona de Fuenteovejuna-Hornachuelos.

de España, a escala 1:50.000, n<sup>o</sup> 899. Remitido al Instituto Geológico y Minero de España el 22 de noviembre. (Inédito).

• 1946. *Introducción y antecedentes para el estudio de la Hoja del Mapa Geológico de España, a escala 1:50.000, n<sup>o</sup> 900 «La Cardencha»*. Remitido al Instituto Geológico y Minero de España el 22 de noviembre. (Inédito).

• 1947. *Memoria explicativa de la Hoja n<sup>o</sup> 878*. Remitida al Instituto Geológico y Minero de España de Madrid en el mes de febrero.

• 1947. *Memoria explicativa de la Hoja n<sup>o</sup> 879 «Fuenteobejuna»*. Remitida al Instituto Geol. y Minero de España de Madrid el día 5 de abril.

• 1947. *Notas referentes a la Prehistoria y Arqueología gráficas, y minería retrospectiva, en la Hoja n<sup>o</sup> 879 «Fuenteobejuna»*. Remitido a la Real Academia de Ciencias, Bellas Letras, y Nobles Artes de Córdoba en fecha 27 de abril.

### **Bibliografía general consultada. (Otros autores).**

ABAD-ORTEGA, M.M., et. al. 1991. *Los feldespatos de las pegmatitas de Sierra Albarrana: cristalquímica, geoquímica, y petrogénesis*. «Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía», 14-1, pp. 56-57.

ARANGUREN SABAS, F. 1968. *Antonio Carbonell, alma de la Sociedad Berilio y Radio Español, S.A.* «Jornadas Geológico Mineras. Homenaje a Antonio Carbonell Trillo-Figueroa». Memoria, Córdoba (España) 9 al 11 de octubre de 1968. Publicado también como separata de la «Revista Industria Minera», Madrid (España), n<sup>os</sup> 98 y 99, pp. 32-34.

ARRIBAS, A. 1967. *Mineralogía y metalotecnia de los yacimientos de uranio. Sierra Albarrana (Córdoba)*. «Boletín de la Sociedad Española de Historia Natural», 65; pp. 157-170.

AZOR, A. et. al. 1990. *Edad y estructura de las rocas de Sierra Albarrana (SO. del Macizo Hespérico). Implicaciones regionales*. «Geogaceta».

CALVO PÉREZ, B. et. al. 1991. *Los minerales y la minería de la Sierra Albarrana y su entorno*. Edit. Fundación ENRESA. Madrid, 203 pp.

CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, L. 1940. *Avance del informe sobre criaderos de berilio, radio, cerio, niobio, ytrio, y erbio en la provincia de Córdoba*. Informe a la Delegación Provincial de Servicios Técnicos, Córdoba. (Inédito). Madrid, 4 de marzo.

CARBONELL Y DE LEÓN, F. 1968. *Intimidad creadora de Antonio Carbonell*. «Jornadas Geológico Mineras. Homenaje a A. Carbonell T-F.». Memoria, Córdoba (España), 9 al 11 de octubre de 1968. «Revista Industria Minera», Madrid (España), n<sup>os</sup> 98 y 99, pp. 22-26.

CASARES LÓPEZ, R. et. al. 1942. *Aplicación del método del plomo a la determinación en años de la edad de minerales de Madrid y Córdoba*. «Revista de Geofísica». Madrid, abril-junio.

CASTEJÓN Y MARTÍNEZ DE ARIZALA, R. 1968. *Mi amistad con Carbonell*. «Jornadas Geológico Mineras. Homenaje a A. Carbonell T-F.». Memoria, Córdoba (España) 9 al 11 de octubre de 1968. «Revista Industria Minera», Madrid (España), n<sup>os</sup> 98 y 99, pp. 35-37.

FERNÁNDEZ ESQUINAS, F. y JARILLA CENTENO, J. 1988. «*Estudio geológico de la Hoja del Mapa Topográfico Nacional de España -escala 1:50.000, n<sup>o</sup> 900- «La Cardencha» (Córdoba)*». Proyecto Fin de Carrera. Director: Rafael Hernando. Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Minera de Belmez, Universidad de Córdoba.

(Inédito), 106 pp.

GARROTE, A. 1976. *Asociaciones minerales del núcleo metamórfico de Sierra Albarrana (provincia de Córdoba). Sierra Morena Central*. «Memórias e Notícias». Publicações do Museu e Laboratório mineralógico e geológico da Universidade de Coimbra, 82: pp. 17-39.

GARROTE, . et. al. 1980. *Los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (provincia de Córdoba). Sierra Morena*. «I Reunión sobre la geología de Ossa-Morena», organizada por el Grupo Español de Ossa-Morena (GEOM) y celebrada en la Escuela Univ. de Ing. Técnica Minera de Belmez, Universidad de Córdoba, 3 al 7 de julio de 1979. Col. «Temas Geológico-Mineros» Inst. Geol. y Min. de España, Madrid. Pp. 145-168.

GAVALALABORDE, J. 1968. *Carbonell: Su vida de geólogo*. «Jornadas Geológico Mineras. Homenaje a A. Carbonell Trillo-Figueroa». Memoria. Córdoba (España) 9 al 11 de oct. de 1968. «Revista Industria Minera», Madrid, nºs 98 y 99, pp. 12-21.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, J. 1990. *Las pegmatitas graníticas de Sierra Albarrana (Córdoba. España): Aspectos genéricos y clasificación*. «Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía», 13-1: pp. 123-124.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, J. 1991. *Las pegmatitas graníticas de Sierra Albarrana (Córdoba. España): mineralizaciones de berilio*. «Boletín Geológico y Minero», Madrid, 102: pp. 90-115.

————— et. al. 1991. *Contribución al estudio de las pegmatitas de Sierra Albarrana (Córdoba. España): minerales con elementos raros*. «Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía», 14-1: pp. 105-106.

HERNANDO FERNÁNDEZ, J.L. 2000. *Registro de yacimientos minerales y rocas de interés económico. Alto Valle del Guadiato, NO. de la provincia de Córdoba*. (Grupo de Investigación «Ingeniería Geoambiental y Geofísica». RNM. 244, PAI. Junta de Andalucía-Univ. de Córdoba). «Seminario de Geología Antonio Carbonell T-F.». 31 pp. Inédito<sup>28</sup>.

—————. 2001. *La comarca metalogenética de la cabecera del río Zújar. Minería del plomo. Andalucía, España*. Vol. monográf. de la Serie «Temas Geol. Mineros». Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. Recoge las Actas de la «V Sesión Científica del Congreso Internacional sobre Patrimonio Geol. y Minero», Linares (España). Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero, Madrid<sup>29</sup>.

HERNANDO LUNA, R. 1961. *Yacimientos filonianos del «Coto Minero Nacional Carbonell»*. Junta de Energía Nuclear. Hornachuelos (Córdoba). Escuela de Minas, Belmez, Córdoba. Proyecto fin de Carrera. Inédito. 106 pp.

—————. 1968. *Don Antonio Carbonell Trillo-Figueroa, iniciador en España de la investigación de los minerales radiactivos*. «Revista Omeya», nº 12, junio-noviembre. Edita: Servicio de Publicaciones de la Excm. Diputación Provincial de Córdoba (España). Sin paginar.

—————. 1977. *Notas para el estudio geológico y geomorfológico de la cuenca alta del Valle del Guadiato. Córdoba*. Universidad de Murcia (España). Facultad de Filosofía y Letras, Sección de Geografía. Memoria inédita.

<sup>28</sup> Se reseñan unas 80 especies minerales de las existentes en la referida zona de Córdoba, que incluye a Sierra Albarrana.

<sup>29</sup> Se refieren datos acerca de los minerales radiactivos de las minas del «Grupo de Navalespino», Fuenteovejuna (Córdoba).

HERNANDO LUNA, R. 1978. *Contribución al estudio geológico de la Hoja nº 880, Espiel (Córdoba)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Murcia (España). Facultad de Filosofía y Letras, División de Geografía e Historia, Sección de Geografía. 118 pp. (Inédito).

———. 1980. *Aproximación a la obra de D. Antonio Carbonell Trillo-Figueroa*. Discurso de ingreso como Académico Numerario, leído por su autor en sesión pública el 27 de nov. «Bol. de la Real Acad. de Cienc., Bellas Letras y Nobles Artes de Córdoba», nº 101: pp 5-26.

———. 1989. *Aportación al estudio de la minería cordobesa. Explotaciones de plomo/plata, zinc, y cobre (1850-1929)*. Tesis Doctoral, 3. vol. inéd., mecanografiados. Biblioteca de la Escuela Universitaria Politécnica de Belmez, Córdoba, (España). 1036 pp<sup>30</sup>.

———. 1991. *Antonio Carbonell y Trillo-Figueroa, fecundo investigador de la minería cordobesa*. «El Pregonero». Córdoba, 15 de agosto. (Sin paginar).

HERNANDO LUNA, R. y HERNANDO FERNÁNDEZ, J.L. 1997. *Yacimientos minerales y anotaciones geológicas de los territorios del NO. de la provincia de Córdoba*. Actas de las Primeras Jornadas de la Real Academia de Córdoba en Fuenteovejuna (15-16, junio, 1996), pp. 15-35.

———. 1999. *Minería metálica en Sierra Morena*. Simposio sobre Patrimonio Geológico y Minero. «IV Sesión Científica para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero». Escuela Univ. Politécnica, Belmez (Córdoba), vol. I, pp. 266-284.

———. 2001. *El patrimonio geológico-minero inédito, gráfico, y bibliográfico. El Seminario «Antonio Carbonell T-F.» un modelo de entidad para la reunión y conservación de aquél*. Escuela Univ. Politécnica, Belmez (Córdoba). Vol. monográf. de la Serie «Temas Geológico Mineros». Inst. Tecnológico Geominero de España. Madrid. Trabajo leído en la «V Sesión Científica del Congreso Intern. sobre Patrimonio Geológico y Minero» en Linares, España. Soc. Española para la Defensa del Patrimonio Geol. y Minero (SEDPGYM)<sup>31</sup>.

INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA, (IGME). 1941. *Informe emitido por los laboratorios del Instituto Geológico y Minero de España acerca de un mineral de uranio de Sierra Albarrana (Córdoba) que ha remitido y solicitado el Ingeniero de Minas D. Antonio Carbonell Trillo-Figueroa*. Madrid. Inédito<sup>32</sup>.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M. 1941. *Algunas consideraciones sobre minerales radiactivos de Sierra Albarrana y de los productos fabricados con los mismos*. «Berilio y Radio Español, S.A.», nº 3, Córdoba.

———. 1942. *Manganoapatito de Hornachuelos (Córdoba)*. «Rev. Notas y Comunicaciones», (IGME), nº 10. Madrid<sup>33</sup>.

———. 1944. *Conferencias de radiactividad*. «Revista de Geofísica», Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Instituto Nacional de Geofísica, Madrid, año III, nº 10: pp.328-371<sup>34</sup>.

<sup>30</sup> Contiene una muy completa bibliografía al respecto de Antonio Carbonell que se complementa con la, también relativa al caso, de otros autores.

<sup>31</sup> Se hace referencia a los fondos bibliográficos del «Seminario Antonio Carbonell T-F.», en la Escuela Universitaria Politécnica de Belmez (Córdoba).

<sup>32</sup> Resultados de los análisis de varios ejemplares minerales de uranio recogidos en Fuenteovejuna y Hornachuelos en cuanto se refiere a análisis espectral. Análisis por rayos Roentgen. Estudio Goniométrico. Aplicación del método de Lane. Aplicación del método de Debye-Scherrer. Resumen de la investigación científica llevada a cabo, en dicha fecha, sobre los minerales en cuestión.

<sup>33</sup> Se refiere al descubrimiento y análisis de ese mineral.

<sup>34</sup> Extracto de las 5 conferencias dadas por el autor en el «Curso de Radiactividad», organizado por el

———. 1945. *Las familias radiactivas*. «Revista de Geofísica», C.S.I.C. Instituto Nacional de Geofísica, Madrid, año IV, nº 14: pp. 253-258<sup>35</sup>.

———. 1953. *Edad absoluta por métodos radiactivos de la formación uranífera de Sierra Albarrana*. «Bodas de Oro de la Sociedad Española de Física y Química», nº 17. Madrid, 15-25 de abril.

———. 1957. *La edad de las uranitas de Sierra Albarrana*. «Revista Notas y Comunicaciones» del Instituto Geológico y Minero de España, nº 45. Madrid.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M. 1968. *Antonio Carbonell, promotor en España de la explotación industrial del uranio*. «Jornadas Geológico-Mineras. Homenaje a A. Carbonell Trillo-Figueroa». Córdoba (España), 9 al 11 de octubre de 1968. «Revista Industria Minera», Madrid, nºs 98 y 99, pp. 27-31.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M. y ABBAD BERGER, M. 1941. *A pseudomorph of pichblende after beryl, from the Sierra Albarrana (Córdoba)*. «Report of the Committee on the Measurement of Geological Time» (CMGT), 1940-41. Washington, sept. 1941, p. 115.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M.; CASARES, R. y LEAL, J. 1942. *Aplicación del método del plomo a la determinación en años de minerales de Madrid y Córdoba*. «Revista de Geofísica», Consejo Superior de Investigaciones Científicas. I.N.G. Madrid, año I, nº 2<sup>36</sup>.

LÓPEZ DE AZCONA, J.M., et. al. 1942. *Age in years of three spanish minerals*. «Report of the Committee on the Measurement of Geological Time» (CMGT), 1941-42. Washington, nov. 1942.

MARTÍN DELGADO TAMAYO, J. 1968. *Evolución de la investigación de los minerales radiactivos*. «Jornadas Geológico Mineras. Homenaje a A. Carbonell Trillo-Figueroa», Córdoba (España), celebradas del 9 al 11 de octubre de 1968. «Revista Industria Minera», Madrid, nºs 98 y 99, página 54.

MESEGUER PARDO, J. 1934. *Estudio geológico y mineralógico de las tierras raras y de sus yacimientos en la provincia de Córdoba*. «Boletín de la Cámara Oficial Minera de Córdoba» (BCOMC), año XVIII, nº 200, Madrid, enero.

NUCHE DEL RIVERO, R. 1999. *Las pegmatitas de Sierra Albarrana*. En «Patrimonio Geológico de Andalucía». Edita: Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA), España, pp. 135-137<sup>37</sup>.

ORTEGA HUERTAS, M., et. al. 1984. *Caracterización mineralógica de micas, granates, y nódulos de clorita en los yacimientos de pegmatitas de Sierra Albarrana (provincia de Córdoba), Sierra Morena*. «II Reunión del GOM», Monesterio (Badajoz), España, sep-oct. 1980. «Cuadernos do Laboratorio Xeológico de Laxe», Sada (A Coruña), nº 8: pp. 75-82.

PASCUAL MARTÍNEZ, F. 1968. *Programa nuclear español*. «Jornadas Geológico Mineras. Homenaje a A. Carbonell T-F.», Córdoba (España), 9 al 11 oct. 1968. «Revis-

Instituto Nacional de Geofísica, en marzo-abril de dicho año; entre otros temas, se alude a la edad geológica determinada por métodos radiactivos, a los minerales de dicha naturaleza, y a los manantiales de aguas radiactivas. Hace referencia a Sierra Albarrana y a las reservas de mineral de radio existentes en la provincia de Córdoba.

<sup>35</sup> En este artículo el autor recoge los avances habidos en relación con el conocimiento de las «familias radiactivas», desde la fecha de publicación (1944) de sus conferencias al respecto de estos temas en el nº 10 de la «Revista de Geofísica». (Ver referencia bibliográfica anterior).

<sup>36</sup> El trabajo trata sobre la edad de varias especies minerales, entre ellas, la pechblenda de Sierra Albarrana y la betafita de la mina «La Coma», lugares ambos situados en la provincia de Córdoba.

<sup>37</sup> Capítulo relativo a Sierra Albarrana, sus pegmatitas, yacimientos de minerales radiactivos, y su tratamiento.



ta Industria Minera», Madrid, nºs 98-99: pp. 39-47.

PÉREZ LORENTE, F. 1979. *Geología de la zona de Ossa-Morena al norte de Córdoba*. Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias, Universidad de Granada: 340 pp.

RUIZ PÁRRAGA, J. 1968. *Mineralización de espato flúor en Hornachuelos. Córdoba*. «Revista Minería y Canteras», IV.2: pp. 40-45.

SÁNCHEZ CARRETERO, R. 1975. *Estudio petrológico y estructural de la terminación nororiental de la Sierra Albarrana (provincia de Córdoba). Banda metamórfica Badajoz-Córdoba*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Bilbao, (España), 128 pp.

YAKIMACH, A. DE. 1941. *El radio. Sus aplicaciones y posibilidades en España*. Conferencia pronunciada los días 7 y 12 de mayo<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> Sobre el radio y sus aplicaciones, principalmente en medicina, y nociones acerca de los yacimientos de radio y uranio en la zona de Fuenteovejuna-Hornachuelos (Córdoba).

