



Panorama del Cerrico Romero y la Cala del Playazo desde el área de Rodalquilar. Véase el Castillo de Los Alumbres. Foto: F. Hernández, 12/2003.



Instalaciones del Rincón de Martos, en el Área de Cabo de Gata. Foto: F. Hernández, 12/2003.

ganeso, ocupando a 43 trabajadores en una superficie de 784.648 m². La zona más importante era la del Cerro del Garbanzal, donde están situadas las minas “Dolorosa”, “San Justo”, “Lis-to” y “Santo Cristo de la Yedra”.

En 1871 apareció el problema del agua en las minas de la compañía Stolberg & Westfalia. Se intentó el bombeo mediante malacates, pero no se obtuvieron los resultados esperados en el desagüe. El agua condujo por tanto al cierre de muchas minas y fue, a partir de esa fecha, una constante en la minería de la sierra. El origen de este agua era con toda probabilidad meteórica, y así lo expresaron algunos ingenieros de la época a la vista de diferentes análisis.

En 1886, la mina “Santa Bárbara” seguía como la mina más importante del distrito de Cabo de Gata, mientras que el resto de las minas alargaban su decadencia. En estos momentos, la compañía Stolberg & Westfalia puso en funcionamiento dos máquinas de desagüe en el Barranco Peluquero, con la intención de desaguar las minas que seguían el rico filón de ese paraje y que anteriormente produjo muy buenos beneficios. Pero en 1890, se tuvo que renunciar a la explotación de algunas partes de estas minas, debido al escaso éxito en el desagüe.

“Durante la Edad Media, el alumbre era una materia prima de gran importancia como fijador de los colores en la industria textil.”

En 1895, la crisis era ya innegable y solamente la compañía alemana mantenía trabajos dignos de mención en “Santa Bárbara” y en “San Andrés”, estando la minería en el resto de la sierra en estado de franco abandono.

En el año 1900 se encontraban agotadas las minas que producían las calaminas de altas leyes y sólo quedaban en explotación algunos criaderos de poca importancia y leyes cercanas al 30%, pero que paradójicamente aportaban beneficios de importancia debido a la muy favorable coyuntura del precio del zinc entre 1903 y 1906.

En 1928, sólo quedaban unas pocas minas de plomo y alguna de cinc en explotación, pero desaparecieron poco antes del inicio de la Guerra Civil.

A lo largo de la década de 1950, una empresa minera estuvo explotando todas las escombreras y diques de las

antiguas minas metálicas del siglo XIX, situadas en la mitad meridional de la sierra. Para ello se construyó un lavadero de flotación que estaba situado en el Rincón de Martos, con el objetivo de tratar todo el mineral de estas minas. En la actualidad, todas las explotaciones están paralizadas y sin probabilidades de reiniciarse.

GEOLOGIA

(Antonio ARRIBAS Jr)

En la Península Ibérica hay cuatro tipos principales de yacimientos de oro. Dos de estos son de origen secundario, los depósitos aluviales de Galicia y León, y los gossans auríferos asociados con los yacimientos de sulfuros masivos de la Faja Pirítica, en el suroeste peninsular, y dos son de origen primario, Salave y Río Narcea en Asturias, y Rodalquilar en la zona del Cabo de Gata en la provincia de Almería.

En el caso de Rodalquilar, el volcanismo con el que en general están asociados los yacimientos de oro, fue principalmente de tipo explosivo, lo que dio lugar a la formación de grandes calderas y al depósito de potentes coladas ignimbríticas, entre otros productos vol-

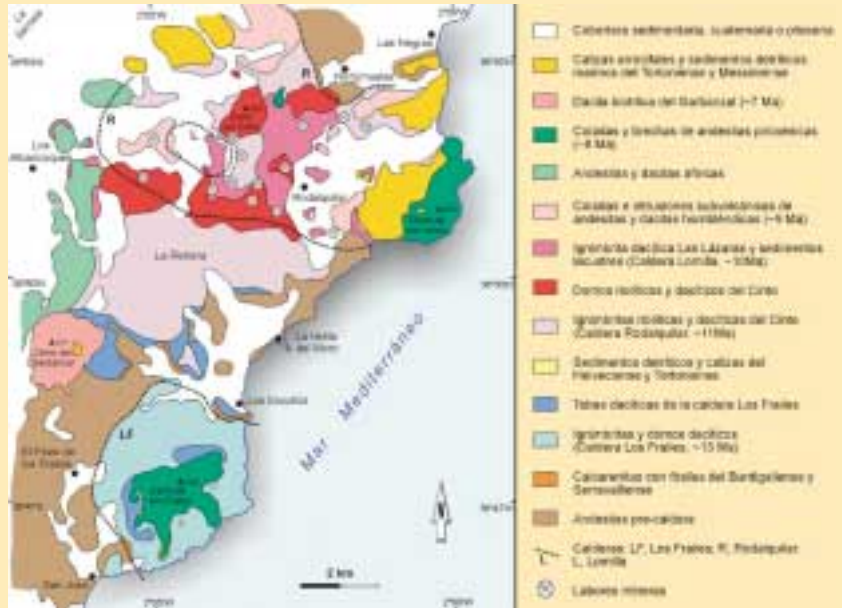
cánicos. Por otro lado, los fluidos hidrotermales responsables de la mineralización en Rodalquilar dieron lugar a una fuerte alteración hidrotermal de las rocas encajantes. Esta alteración, que llega a afectar a las rocas en un área de mas de 25 km², está caracterizada por la presencia de minerales como la alunita, que son indicativos de un ambiente hidrotermal oxidante y muy ácido, lo que se debe a la abundancia en el fluido hidrotermal de gas magmático rico en azufre y SO₂. A este subgrupo de los yacimientos epitermales se le conoce como de “alta-sulfuración” o “ácido-sulfatado” (Arribas, 1995).

Aunque Rodalquilar es un yacimiento de oro de alta-sulfuración que ha tenido escasa importancia económica a nivel mundial, el estudio detallado de sus características y ambiente genético ha contribuido a tener un mejor conocimiento de este tipo de mineralización, que incluye a algunos de los más importantes productores de oro en la actualidad, tal como el yacimiento de Yanacocha, en Perú. Además del sures-te español, en Europa existen yacimientos de oro de alta sulfuración en Cerdeña, Hungría, Bulgaria y Grecia. Fuera de Europa, los yacimientos de este tipo se encuentran principalmente en el Cinturón de Fuego del Pacífico, o en arcos magmáticos más antiguos.

A continuación se resumen los aspectos más relevantes de la geología del yacimiento de Rodalquilar, y se agrupan éstos en cuatro apartados: encuadre geológico de las calderas de Rodalquilar, alteraciones hidrotermales, descripción de los yacimientos, y ambiente genético.

LAS CALDERAS DEL CABO DE GATA

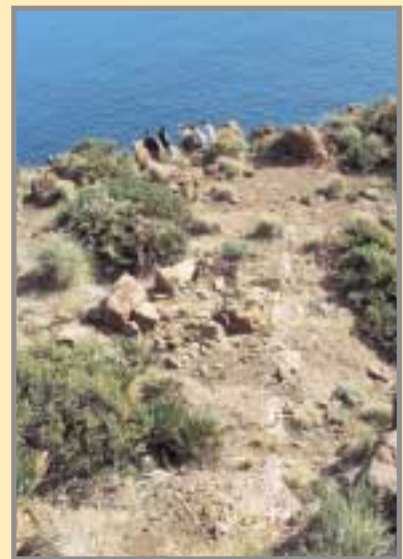
La zona del Cabo de Gata es el campo volcánico más importante de la Península Ibérica, y se extiende desde los afloramientos de dacitas que hay al noroeste de Carboneras hasta los de andesitas que aparecen junto al pueblo de Cabo de Gata. Si se prescinde



Esquema geológico de la zona volcánica del Cabo de Gata. Fuente: Arribas Jr.



Megabrecha de colapso. Enormes fragmentos líticos y estratificación en el depósito piroclástico que dio lugar a la formación de la Caldera de Los Frailes (hace 13 M.a). Foto: A. Arribas Jr.



Veta de ágata atravesando las andesitas piroxeno-anfibólicas del Cerro de la Amatista. Foto: G. García, 12/2003.

del recubrimiento cuaternario, el área de Rodalquilar está formada por rocas volcánicas y sedimentarias neógenas que están limitadas al oeste por una importante falla de desgarre, la Falla de Carboneras, que las pone en contacto con los metasedimentos paleozoicos y mesozoicos que forman las Unidades Internas de las Cordilleras Béticas, concretamente las de la Sierras de Gádor, Alhamilla y los Filabres. Las rocas volcánicas del Cabo de Gata

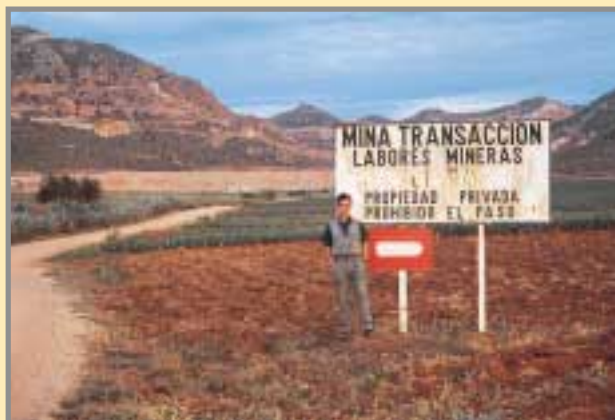
tienen carácter calcoalcalino, variando su composición de andesitas piroxénicas a riolitas, y tienen una edad comprendida entre 15 y 7,5 Ma (López Ruiz y Rodríguez Badiola, 1980). El origen del volcanismo calcoalcalino del Cabo de Gata es atribuido a una reacción entre la corteza continental y un manto anómalo, la cual tuvo lugar en un régimen tectónico extensivo durante el Mioceno Medio-Superior, varios millones de años después de que



Mineral aurífero del Filón 340. El oro en este caso es imperceptible, a menos que se haga un corte y se pula la superficie, como muestra la foto inferior (es el mismo ejemplar). Colección: G. Leal. Foto: F. Piña.



Mineral aurífero del Filón 340. Colección: G. Leal. Foto: F. Piña.



Mina Transacción durante el período de lixiviación en pilas (ver al fondo) por la empresa americana St. Joe, los últimos explotadores, que recuperaron por este procedimiento 222 kg de oro. Foto: E. Fernández, 4/1998.



Casa de motores para las labores de la Corta del Dique 1 en el Cerro del Cinto. Foto: F. Hernández, 12/2002.

desapareciera la zona de subducción que existió en el Mediterráneo occidental entre el Cretácico superior y el Oligoceno (Martín-Escorza y López-Ruiz, 1988). En el campo volcánico del Cabo de Gata se han reconocido tres calderas, una estéril (Los Frailes) y dos mineralizadas (Rodalquilar y La Lomilla) entre las cuales hay una amplia meseta, La Rellana, que está formada por los ignimbritas emitidas por la caldera de Rodalquilar.

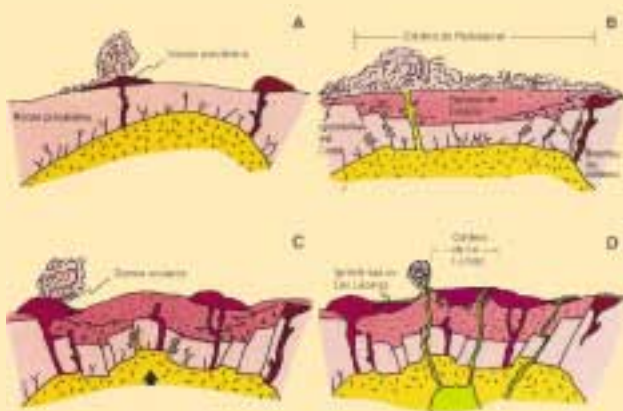
LA CALDERA DE LOS FRAILES

Es esta la más antigua de las tres calderas del Cabo de Gata. Tiene forma circular y unos 5 km de diámetro. Un tercio de la caldera, el correspondiente al borde este-sureste, ha sido

erosionado por el mar y, cuando se observa desde el este, el acantilado, que localmente llega a tener 100 m de altura, muestra una espectacular sección (de hecho, un caso único a escala mundial) del relleno de la caldera, el cual está formado por una megabrecha con tobas soldadas, fragmentos de domos volcánicos, coladas de lava y sedimentos marinos. La caldera se formó hace $14,4 \pm 0,8$ Ma como consecuencia de la erupción de varias coladas piroclásticas de dacitas y andesitas anfibólicas. El relleno de la caldera culminó con el depósito de sedimentos calcareníticos muy ricos en fósiles, los cuales llegan a alcanzar 6 m de potencia, y de una serie de coladas y brechas de andesitas piroxénicas que se depositó hace 8,5 Ma en la parte alta del Cerro de Los Frailes (Cunningham *et al.*, 1990).

LAS CALDERAS DE RODALQUILAR Y LA LOMILLA

La caldera de Rodalquilar es una estructura de colapso que tiene forma ovalada y mide aproximadamente 8 km en dirección este-oeste y 4 km en dirección norte-sur. El hundimiento se produjo hace ~11 Ma como consecuencia de la erupción de las ignimbritas del Cinto, una potente serie de materiales piroclásticos de composición riodacítica a riolítica formada por seis unidades de enfriamiento. La morfología de la caldera se ha conservado muy bien en su parte central, pero los extremos oriental y occidental han quedado cubiertos por sedimentos marinos y rocas volcánicas más jóvenes. El borde septentrional de la caldera es estructural y coincide con una falla ver-



Esquema simplificado de formación de las calderas volcánicas del Cabo de Gata, según Arribas Jr.



Contacto intrusivo entre andesitas piroxénicas y tobas dacíticas de la Caldera de Los Frailes. Foto: A. Arribas Jr.



Sedimentos lacustres de origen volcanoclástico depositados sobre la ignimbrita de Las Lázaras. Caldera de Rodalquilar. Foto: A. Arribas Jr.



Andesitas piroxénicas con disyunción columnar al este del Cerro de los Frailes. En el Cerro de los Lobos se explotaban unas rocas similares. Foto: A. Arribas Jr.

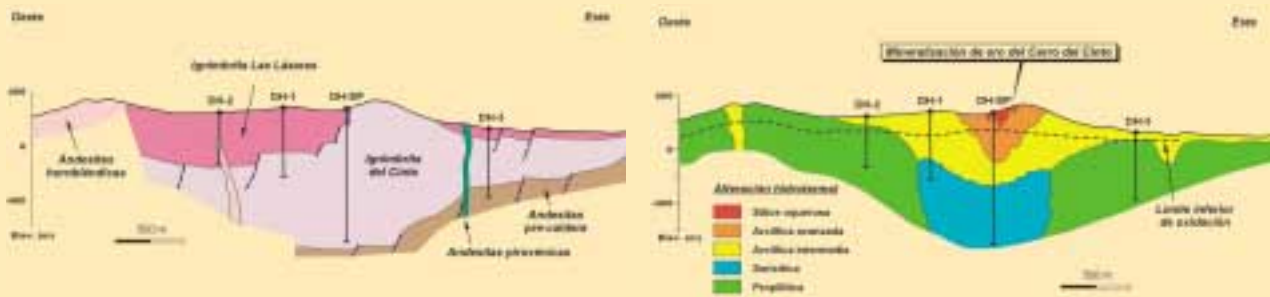
tical que tiene más de 2 km de longitud y separa los domos dacíticos precaldera de las riolitas del Cinto.

Tal y como ocurre frecuentemente en las estructuras volcánicas de este tipo, en la parte central de la caldera se produjo posteriormente una reactivación de la actividad ígnea, la cual dio lugar al emplazamiento de domos riolíticos que afloran principalmente a lo largo de unos 5 km siguiendo el borde meridional de la caldera. Estos domos están constituidos por riolitas masivas que presentan normalmente una marcada orientación de flujo y están rodeados por brechas debidas a avalanchas de derrubios. La resurgencia de la caldera de Rodalquilar culminó con la destrucción explosiva del domo central y la emisión de las ignimbritas de Las Lázaras, las cuales se depositaron en las zonas hundidas de la caldera de

Rodalquilar, en donde llegan a alcanzar hasta 80 m de potencia. La erupción de estas ignimbritas dio lugar a la formación de la caldera de La Lomilla, cuyo diámetro máximo es de unos 2 km. El borde oriental de esta caldera, que está muy bien conservado, constituye actualmente la ladera occidental del Cerro del Cinto, que es donde se han encontrado, en fracturas tangenciales y anulares de la caldera, la mayor parte de las mineralizaciones de oro.

La ignimbrita de Las Lázaras está cubierta por sedimentos lacustres y brechas volcanoclásticas, muy silicificadas ahora, que llegan a alcanzar 10 m de potencia, y atravesada por lavas e intrusiones subvolcánicas de andesitas hornbléndicas. Durante este proceso se produjeron importantes fracturas, principalmente de dirección norte-sur, a favor de las cuales se desarrollaron los

circuitos convectivos hidrotermales que dieron lugar al emplazamiento de las mineralizaciones de oro y al enorme halo de alteración que caracteriza al campo volcánico de Rodalquilar. La fuente de calor y de los gases magmáticos que condujeron al transporte y la deposición de los metales fue probablemente un magma diorítico que se emplazó a poca profundidad. Las rocas más jóvenes de la caldera de Los Frailes tienen una edad comprendida entre 8,5 y 7,5 Ma y corresponden a las andesitas piroxénicas, que se encuentran principalmente en la zona de Los Lobos. Como las andesitas piroxénicas son más jóvenes que la mineralización, nunca están alteradas. Finalmente, durante el Tortoniense superior y el Messiniense, es decir, entre hace unos 7,5 y 5,5 Ma, una gran parte del campo volcánico del Cabo de Gata, incluida la zona de Rodal-



Sección esquemática Este-Oeste de las principales unidades litológicas (izquierda) y de los tipos de alteración hidrotermal (derecha) en las Calderas de La Lomilla y Rodalquilar, según Arribas Jr.



Megabrecha de colapso. Fragmento lítico de domo precaldera. Caldera de Los Frailes. Foto: A. Arribas Jr.



Ignimbrita de Las Lázaras (Caldera de Rodalquilar). Foto: A. Arribas, Jr.



Asociación cuarzo-alunita (tipo I). Alteración argílica avanzada. Foto: A. Arribas, Jr.

quilar, quedó sumergida bajo el mar, depositándose entonces una potente serie formada por sedimentos detríticos, niveles de yesos, y calizas arrecifales.

ALTERACIONES HIDROTHERMALES

En el campo volcánico de Rodalquilar existen dos importantes centros de alteración hidrotermal: el del Cerro del Cinto, donde se encuentran los yacimientos de oro, y el de Los Tollos, donde sólo hay algunas pequeñas explotaciones de alunita y caolinita a cielo abierto. El núcleo de cada uno de estos centros presenta un intensa silicificación y está rodeado por una zona de alteración argílica avanzada formada esencialmente por alunita, cuarzo, cao-

linita, pirita, illita y pirofilita. Rodeando a esta zona, y con límites muy difusos, se desarrolla otra extensa zona de alteración argílica y propilítica que contiene abundante illita, clorita, cuarzo, caolinita, feldespato potásico y esmectitas. En esta zona no hay alunita, o es muy escasa, casi no hay áreas silicificadas, y la clorita es tanto más abundante cuanto mayor es la distancia al foco de alteración. Todas estas alteraciones son características de los sistemas hidrotermales llamados de 'alta-sulfuración' o 'ácido-sulfatados', los cuales se originan al mezclarse los gases magmáticos, especialmente el SO_2 , con las aguas subterráneas.

Tal y como se ha podido comprobar por los sondeos, la alteración en la caldera de Rodalquilar alcanza una profundidad superior a los 1.000 m, presentando también una clara zonación

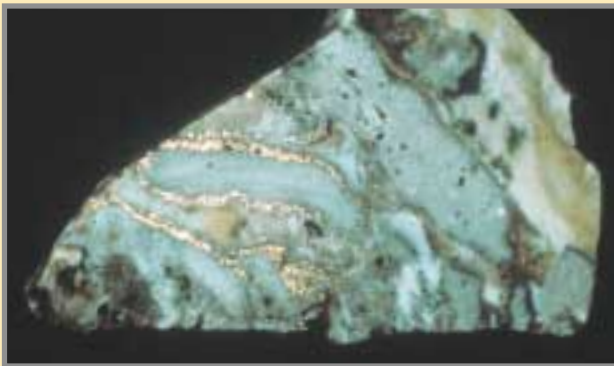
en sentido vertical. La zona más profunda es la propilítica, a las que suceden las zonas sericitica, argílica, argílica avanzada y silícica, coincidiendo esta última con la superficie de erosión actual. Estas zonas se delimitan muy bien por la presencia o ausencia de dos minerales que son excelentes indicadores: alunita y clorita. La clorita aparece muy cerca de la superficie en los sondeos realizados al este y oeste del núcleo silícico del Cerro del Cinto, a 20 m y 80 m de profundidad respectivamente. En cambio, en un sondeo profundo que se realizó en el mismo centro del Cerro, la clorita aparece a profundidades superiores a los 500 m. Así pues, la morfología del sistema hidrotermal de Rodalquilar, según viene definida por la distribución de las zonas de alteración, es la típica, es decir, tiene forma de cono invertido.



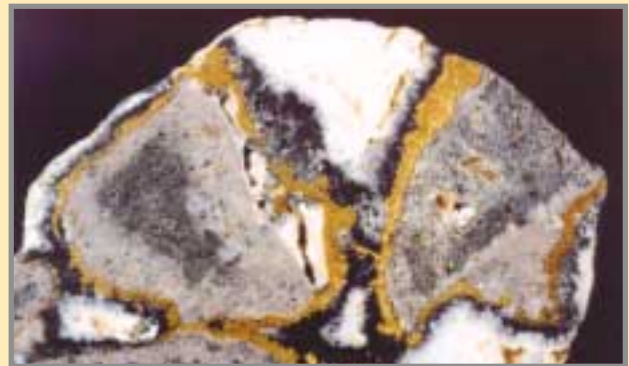
Esquema-representación de la mineralización del Dique 2 del Cerro del Cinto, según Arribas Jr.



La bentonitización de los materiales volcánicos ha dado lugar a la explotación industrial de varias canteras de bentonita por toda la zona de Gata. Véase la textura típica de pop-corn. Foto: A. Arribas.



Sección pulida de una muestra de brecha hidrotermal formada por fragmentos de jaspe y rocas volcánicas silicificadas, rodeadas de bandas de oro nativo y telururos de oro, en una matriz de calcedonia blanca. Colección y foto: A. Arribas Jr.



Idéntico estilo de mineralización procedente de uno de los grandes yacimientos de alta sulfuración del mundo, en la mina "Florence" (Goldfield, Nevada, USA). Encuadre de 12 cm. Colección: Universidad de Nevada-Reno. Foto: M. J. Hibbard .

Dentro de las zonas de alteración silícica y argílica avanzada, las fracturas mineralizadas están rodeadas por halos concéntricos de sílice porosa u oquerosa (vuggy silica), cuarzo-alunita y cuarzo-caolinita. Esta distribución, que es característica de los sistemas de alta-sulfuración, se debe a la acción de fluidos hidrotermales extremadamente ácidos y ricos en sulfato. Al reaccionar con las rocas encajantes, estos fluidos son progresivamente neutralizados, lo que da lugar a los halos, y van lixiviando a todos los componentes de la roca, excepto la sílice, por lo que el cuarzo adquiere el aspecto lleno de oquedades que le da nombre.

TIPOS DE ALUNITA

Aunque nada espectacular desde el punto de vista del coleccionista, la alu-

nita es sin duda, salvando naturalmente el oro y la rodalquilarita, la especie mineral más interesante desde el punto de vista científico que existe en el yacimiento de Rodalquilar. Así, después de más de ochenta años, la importancia de la alunita $[KAl_3(SO_4)_2(OH)_6]$ como mineral indicador de las condiciones de formación de los yacimientos epitermales definidos por Lindgren en 1922, continua siendo la misma. Ello se debe a que la composición química o isotópica del mineral permite determinar aspectos genéticos tan importantes como: ambiente químico (por ejemplo $pH < 3$ a $200^\circ C$), temperatura (midiendo la composición isotópica del S y el O), edad (por el método K-Ar y $^{40}Ar-^{39}Ar$), y origen del fluido hidrotermal (midiendo la composición isotópica del S, O y H).

En Rodalquilar se distinguen los dos tipos de alunita en base a sus características genéticas. La alunita de tipo I

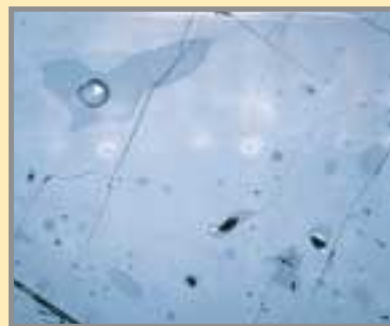
se encuentra en los núcleos de alteración hidrotermal hasta 350 m de profundidad, donde va asociada a las zonas de sílice porosa y/o intensa silicificación. Aquí aparece formando agregados de cristales tabulares, pseudo hexagonales, de color rosa a transparentes, que reemplazan a los cristales de feldespato, o masiva, en este caso rellenando fracturas o formando la matriz de brechas hidrotermales. Químicamente se caracteriza por un alto contenido en Na, hasta 35%. Los minerales acompañantes son cuarzo, pirita, zunyita, caolinita, illita, pirofilita, diásporo y sulfatos aluminico-fosfatados de Ca y Sr (solución sólida woodhousita-svanbergita) y crandallita. La presencia de estos últimos minerales explica la anomalía geoquímica en Sr que existe en la zona del Cinto. Además, en el núcleo de los cristales de woodhousita-svanbergita se ha encontrado florencita rica en La, lo que



Mineral aurífero (calcedonia bandeada negra).
Foto: A. Arribas.



Imagen SEM de oro nativo, alunita tipo II y blakeita.
Foto: A. Arribas Jr.



Transporte de metales base (y preciosos) en el magma volcánico. Cristales de calcopirita (blanco) dentro de cavidades de contracción del vidrio magmático de las dacitas de la caldera de Los Frailes. A. Arribas.



Fragmento de alunita de tipo II (alteración supergénica ácido-sulfatada). Foto: A. Arribas, Jr.

Los fluidos mineralizadores (oxidantes y muy ácidos), dieron lugar a una fuerte alteración de las rocas encajantes, caracterizada por minerales como la alunita



Oro visible sobre arcillas rojas. Encuadre: 2 cm. Colección: J. A. Espí. Foto: F. Piña.

demuestra que los fluidos hipogénicos disolvieron y transportaron los elementos ligeros del grupo de las tierras raras. De acuerdo con los análisis isotópicos de S y O, la formación de este tipo de alunita tuvo lugar entre 200 y 300°C. Excelentes muestras de esta alunita se encuentran en los Diques 1 y 2 que Enadimsa realizó en el Cerro del Cinto.

La alunita de tipo II es la más abundante en las zonas superficiales que han sufrido alteración argílica avanzada, donde aparece principalmente formando filones de color blanco amarillento, que tienen de 1 a 10 cm de espesor, o reemplazando al conjunto de la roca volcánica. Este tipo de alunita, cuya edad varía de 3 a 4 Ma, se encuentra en zonas intensamente meteorizadas, donde la toba original está transformada en una masa pulverulenta de color blanco brillante, muy espectacular, pero estéril. En ocasiones, cuando el frente de reemplazamiento avanza, lo hace for-

mando lentejones de alunita purísima de más de 30 cm de anchura. La alunita de tipo II es siempre posterior a la roca encajante, tiene grano fino (microscópica), y presenta una simetría pseudocúbica que resulta de la combinación de dos pirámides trigonales que parecen romboedros por tener ángulos casi rectos. Su contenido en Na es siempre inferior al 5%. Los minerales acompañantes son jarosita, cuarzo, caolinita, illita, esmectitas, scorodita, óxidos de Fe y en algunos casos excepcionales minerales secundarios de telurio como blakeita y emmonsita. La alunita de tipo II se formó en la zona de alteración supergénica como resultado de la acidez generada durante la oxidación de la abundante pirita de grano muy fino de las rocas volcánicas alteradas por los procesos hidrotermales más antiguos. Por otra parte, debido a la concordancia de edades, es posible que esta alteración este relacionada con los sucesivos períodos de desecación,

y de fuerte erosión en la zona costera del Cabo de Gata, que tuvieron lugar en el Mediterráneo durante el Messiniense.

DESCRIPCIÓN DEL YACIMIENTO

En la zona de Rodalquilar se han explotado tres tipos de yacimientos estrechamente relacionados entre sí: 1) alunita, 2) sulfuros de Pb-Zn-(Cu, Au, Ag) y 3) Au-(Cu, Te, Sn). De ellos, solamente los últimos han tenido realmente importancia económica.

ALUNITA

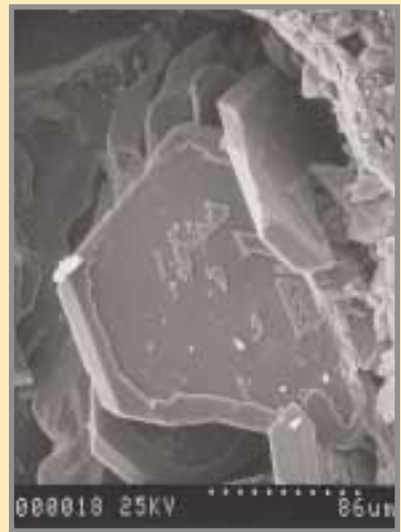
Como se menciona más arriba, la alunita de Rodalquilar se explotó hace varios siglos como fuente de alumbre para su uso en la industria textil. Su explotación como mena de aluminio



El Tollo de La Felipa es uno de los más amplios en su desarrollo. Foto: F. Hernández, 4/2001.



Alunita hipogénica (tipo I) en cavidad del cuarzo oque-
roso del Dique n° 1. Foto: A. Arribas, Jr.



Alunita hipogénica (tipo I) en cavidad del cuarzo oque-
roso del Dique n° 1. Foto: A. Arribas, Jr.



Frete de meteorización, marcado por limonitas, en la ignimbrita del Cinto fuerte-
mente alterada. Foto: A. Arribas Jr.

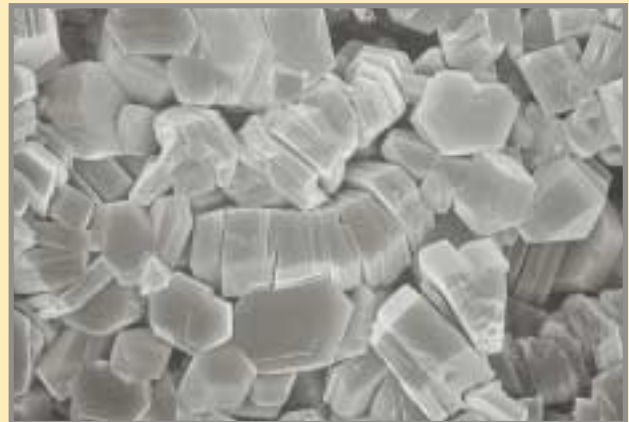


Imagen SEM de caolinita hidrotermal. Foto: A. Arribas, Jr.

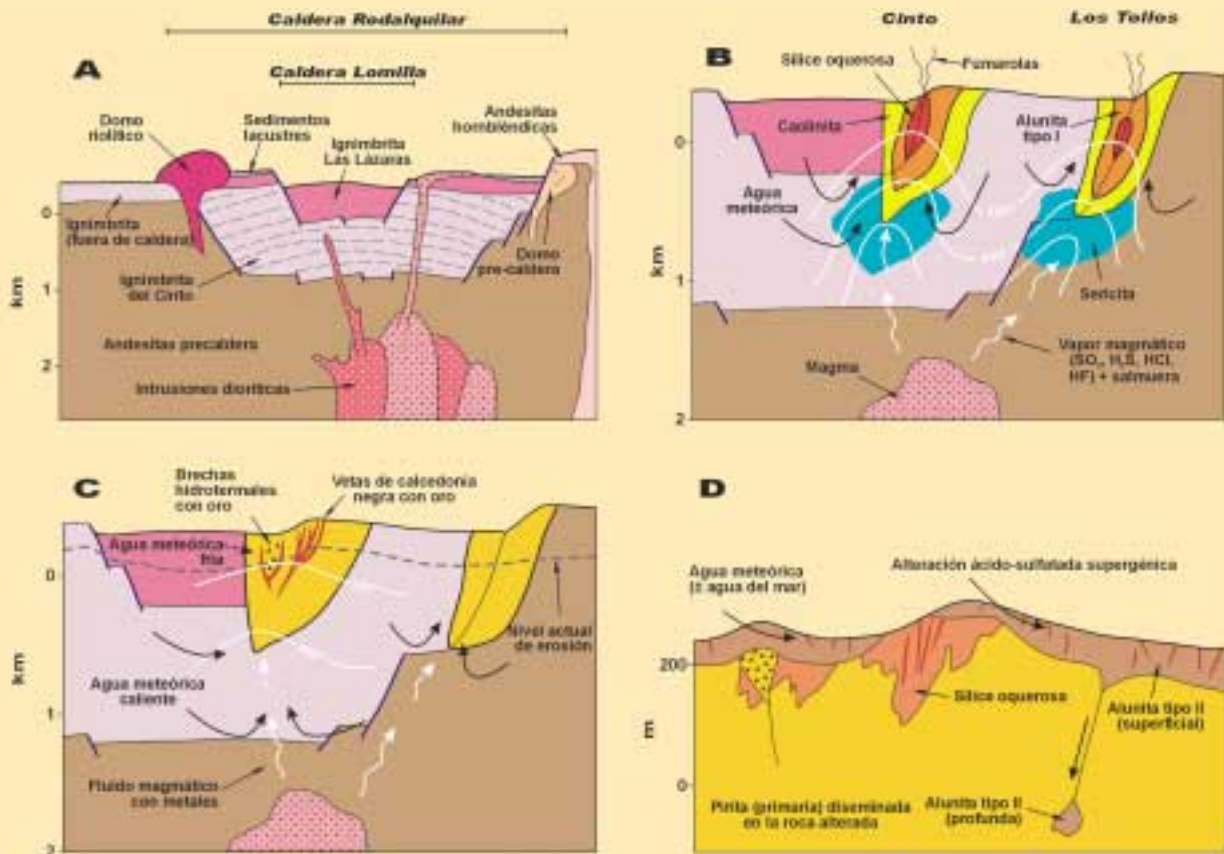
se llegó a considerar durante la década de los setenta, por lo que Enadim-sa llevó a cabo un plan de exploración que no dio resultados positivos. Sus yacimientos están situados en las rocas piroclásticas que ocupan el interior de la caldera de Rodalquilar, concretamente en el borde noroeste de la misma (zona de Los Tollos) y en el flanco oriental del domo resurgente central (Barranco de la Escarigüela). Las labores mineras se reconocen aún en unas pequeñas cortas a cielo abierto en las que se explotaban filones y masas de alunite del tipo II. Hay que resaltar que, aunque las explotaciones han sido poco importantes hasta ahora, la gran pureza y el enorme volumen de alunite que hay en Rodalquilar hacen de

este yacimiento uno de los más importantes del mundo.

LOS FILONES DE CUARZO CON PB-ZN-(CU, AU, AG)

Estos se encontraban en fracturas subverticales, de dirección norte-sur, que afectan a todas las rocas volcánicas de la zona, excepto a las andesitas piroxénicas de Los Lobos. El filón “Triunfo” o los de “Consulta” y “Las Niñas” son ejemplos típicos de este tipo de mineralización y arman tanto en las ignimbritas del Cinto y Las Lázaras como en los domos riolíticos que hay en el borde meridional de la caldera de

Rodalquilar. El filón “Triunfo” se encuentra en una zona de fractura de dirección N 5° E que tenía unos 2 m de anchura y 500 m de longitud. En ella se explotaron dos filones de 30 cm de potencia media formados por cuarzo, esfalerita, galena, pirita, calcopirita, sulfuros de cobre, y sulfosales de plomo y plata. En “Las Niñas”, el filón estaba constituido por bandas de galena masiva, de varios centímetros de potencia, dispuestas en una ganga de cuarzo lechoso que llevaba esfalerita y otros sulfuros, principalmente pirita, calcopirita, calcosina y covelina. Por último, el filón “Consulta”, de igual composición que el anterior, tenía también dirección norte-sur y estaba encajado en la ignimbrita de Las Lázaras, entre el cen-



Esquema de la formación de la mineralización primaria en los yacimientos de Rodalquilar y de su posterior alteración supergénica, según Arribas Jr.

tro y el borde de la caldera de Rodalquilar, a lo largo de 1,5 km. En todos los yacimientos de este tipo, que son de los llamados de baja sulfuración, con sericita y algo de adularia, en lugar de alunita, se encontraban pequeños granos (<20 μ m) de oro nativo.

LOS FILONES Y DISEMINACIONES DE CUARZO CON AU-(CU, TE, SN)

Estas han sido las mineralizaciones más importantes de Rodalquilar y son las que se explotaron en el Cerro del Cinto. Aproximadamente el 80% de la producción total de oro fue extraída de estos yacimientos entre 1943 y 1966. Las estructuras mineralizadas estaban controladas principalmente por fracturas radiales y concéntricas, relacionadas en este caso con el hundimiento que dio origen a la caldera de La Lomilla y, en

menor grado, por fallas norte-sur. Las rocas encajantes son las ignimbritas del Cinto y de Las Lázaras, y en el extremo norte del Cerro del Cinto, los domos que se emplazaron cerca del centro de la caldera de Rodalquilar. El oro se encuentra en filones de cuarzo calcedonioso, brechas hidrotermales, y rocas muy silicificadas. En los filones hay una calcedonia negra que rellena fracturas y cavidades de forma irregular. Esta calcedonia es posterior al depósito de la alunita tipo I y al de la sílice oquerosa. La mineralización aurífera es superficial, ya que raramente sobrepasa el nivel de oxidación actual, y está formada por cuarzo-alunita-caolinita-jarosita-óxidos de Fe-pirita-oro y covellina. En profundidad, la mineralización está compuesta por pirita y pequeñas cantidades de esferalerita, galena, enargita, tetraedrita, tenantita, metacinnabarita rico en Se, iodargirita, colusita, casiterita, barita, bismutinita, calcopirita, calcosina, y probablemente emplectita.

En las brechas que rodean al Cerro del Cinto se encontraron algunos yacimientos de muy alta ley como, por ejemplo, los de la mina “María Josefa” o el “Filón 340”. En este último se explotaron tramos con más de 10 kg de oro por tonelada, siendo frecuentes las leyes superiores a 500 g/t. Este filón se encontraba en una falla norte-sur que atraviesa tobas y brechas de colapso, y consistía en una brecha hidrotermal de hasta 2 m de potencia que estaba formada por fragmentos angulosos de la roca encajante fuertemente silicificados e incluidos en una matriz de calcedonia blanca. El oro nativo era visible y formaba bandas de 1 a 3 mm de anchura alrededor de los fragmentos de jaspe y riolitas silicificadas. Aquí el oro iba acompañado por pirita, calaverita, telurita, telurio nativo, goethita, emmonsita, enargita, casiterita, bornita y neumanita, así como blakeita y rodalquilarita. En general, casi todos estos minerales aparecen en granos que tienen menos de 20



Detalle de filón de ágata, cerca del Cerro de la Amatista. Foto: G. García, 12/2003.



La Punta de la Amatista ofrece una vista pintoresca del Mar Mediterráneo. Foto: Font Philippe & Remy Philippe.

micras de diámetro, por lo que sólo pueden observarse con ayuda del microscopio electrónico de barrido. Una gran parte del oro era nativo en el “Filón 340”, ya que éste se formó por removilización del Au contenido en la calaverita y su posterior depósito acompañando a la alunita tipo II, caolinita, y minerales secundarios de telurio, como son la blakeita y telurita.

La profundidad a la que se formó la mineralización no debió ser superior a unos pocos cientos de metros. Esta conclusión se apoya en las siguientes observaciones: (1) las labores en Rodalquilar nunca alcanzaron más de 100 m de profundidad, en contraste con lo que ocurría en la zona del Cabo de Gata donde las minas sobrepasaron los 300 m; (2) la relativamente buena conservación de la morfología de las calderas; y (3) la precipitación de calcedonia bandeada idéntica a la geyserrita que se forma en los sinters silíceos de numerosos campos geotérmicos actuales, lo cual indica que el depósito del oro tuvo lugar cerca de la paleosuperficie y que fue tardío con respecto al proceso de alteración ácido-sulfatado.

Hay que señalar aquí que las fracturas por las que ascendieron los fluidos que transportaron los metales sirvieron

también más adelante como conducto para el descenso de las aguas superficiales que dieron lugar a la intensa meteorización de las zonas mineralizadas. Por ello, durante la oxidación de la pirita y los telururos de oro, este metal quedó libre y pudo volver a precipitar en las mismas estructuras junto con la goethita y minerales arcillosos. Este enriquecimiento supergénico fue el responsable de las bonanzas que los mineros llamaban *arcillas rojas*.

ORIGEN DE LA MINERALIZACIÓN

La figura de la página 50 muestra una sección este-oeste del área de Rodalquilar en la que se indica la posición de los yacimientos de oro y en la que se han integrado los resultados de los estudios geológicos, geoquímicos y geofísicos llevados a cabo en ella. Las calderas de Rodalquilar y La Lomilla se formaron hace aproximadamente 11 Ma como consecuencia de la erupción de las ignimbritas del Cinto y Las Lázaras, respectivamente. La interpretación de los mapas geofísicos está de acuerdo con la probable existencia a unos 2 km de profundidad de un cuerpo intrusivo de diorita situado

entre los dos circuitos hidrotermales principales y que fue el motor de la circulación de los fluidos. De acuerdo con las dataciones absolutas, la actividad magmática y la mineralización tuvieron lugar en un corto intervalo de tiempo. La intensa fracturación asociada con el hundimiento que dio origen a las calderas y el abombamiento producido por la intrusión del magma diorítico crearon zonas de excelente permeabilidad, lo cual favoreció el desarrollo de circuitos hidrotermales durante un período de tiempo lo suficientemente largo para que se formaran los yacimientos de oro.

ETAPA 1963-67 – LA INVESTIGACIÓN MINERA DE RODALQUILAR. ÚLTIMOS AÑOS Y CIERRE DE LA EXPLOTACIÓN

(Gonzalo LEAL)

La década de los 50 terminó con la inauguración de la planta Denver, sustituyendo a la Dorr (1956), que aumentó significativamente, tanto las toneladas de mineral tratado, como la producción de oro, llegando esta última a un máximo de 732 kg en 1964,



Playa de Los Escullos, donde se encuentran fragmentos rodados de ágata.
Foto: F. Piña.



Ejemplar de amatista de Rodalquilar. Ejemplar de 10 cm. Colección: J. A. Espí.
Foto: F. Piña.



Sección pulida de ágata de Rodalquilar. Encuadre de 10 cm. Colección: G. Leal.
Foto: F. Piña.



Conicalcita en geoda de cuarzo. Mina "María Josefa". Encuadre de 8 mm. Col: Zona Minera. Foto: F. Piña.

cifra que no se había conocido desde el inicio de la explotación en 1943. Realmente, la media de producción anual con la planta Dorr fué de 116 kg de oro (máximo en 1949 con 624 kg de oro producido). La producción de la Planta Denver comenzó a decaer alarmantemente a partir de aquel máximo hasta llegar a 208 kg en 1962. El INI comenzó a plantearse una solución definitiva desde una óptica menos político-social y con mayor fundamento técnico-económico, fuera cual fuera el sentido de esta decisión. En realidad, ésta ha sido la historia de casi todos los grandes negocios mineros en nuestro país. El productor no ha confiado con la deseable frecuencia en una asesoría técnica que le informara mejor para adoptar sus decisiones. Cabe recordar aquí como ejemplo que Altos Hornos, grupo del que dependía la producción siderúrgica del país, con dece-

nas de empresas asociadas o relacionadas y miles de trabajadores, sólo encargó una investigación en profundidad de sus yacimientos cuando estaban rascando los últimos óxidos y se planteaban una nueva estructura técnica y económica menos favorable para tratar los carbonatos o aumentar las importaciones. Tampoco debería ser olvidado que la primera vocación de la Empresa Nacional Adaro fue, dentro de la genérica de reabastecimiento de materias primas en un país arrasado por la contienda civil, la de buscar nuevas fuentes de energía (carbón, petróleo) y rehacer las reservas de oro del Banco de España, que habrían sido agotadas. Es por ello que Adaro fue la primera empresa creada por el INI, que, a su vez, fue creado para dirigir la reconstrucción del país desde el Estado. Cualquier gobierno de postguerra se hubiera teni-

do que enfrentar con prioridad a estas carencias, fuera cual fuera el vencedor de la contienda. Pero en 1962, veintitrés años después, las cosas se empezaban a ver de otra manera. Adaro creó un equipo de investigación minera que trabajó a partir de 1963 bajo la dirección de J. Sierra y formado por los ingenieros y técnicos G. Leal, F. Pérez Manzucó, J. Iglesias y J. M. León (†), con el apoyo de todos los servicios técnicos de Adaro. El que esto escribe es sólo transcriptor de la historia, ya que como decía Claude Bernard, padre de la Fisiología Moderna, "*L'art c'est moi, la science c'est nous*". Este equipo contó con la colaboración, mediante convenio formal, del Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de Francia y de otras colaboraciones científicas tangenciales (Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Granada, Universidad de Nancy, Universidad de Ams-

Con la excepción del oro y de la rodalquilarita, la especie mineral más interesante de Rodalquilar desde el punto de vista científico, es sin duda la alunita.

terdam) en ciertos problemas puntuales para cuya resolución una empresa no siempre dispone de medios propios adecuados. En todo caso, los presupuestos para la investigación minera son siempre menos generosos y más estrictos que la esperanza de solución que se espera de ellos.

LA INVESTIGACIÓN MINERA 1963-67

En este escenario, el equipo de investigación comenzó su trabajo, cuyo objeto era justificar, informándolas técnica y económicamente, las decisiones que al INI correspondía adoptar más tarde. Se comenzó por el estudio de la totalidad del ámbito volcánico del Cabo de Gata, sobre el que había trabajos anteriores, y se coincidió en tiempo con los que realizaban entonces el equipo de J.M. Fuster (M.J. Aguilar, A. García y V. Sánchez- Cela) sobre las zonas volcánicas no alteradas. Se redujo el espacio a investigar, también siguiendo experiencias y trabajos anteriores, a sólo las áreas volcánicas que presentaban una alteración hidrotermal masiva y bastante homogénea, sin duda de control estructural profundo. Por analogía con otros yacimientos similares al nuestro (vulcanismo calcoalcalino postorogénico alpino-andino) se identificó con pequeñas variantes con la alteración denominada entonces en la literatura como propilitización y que a J.M. Fuster le gustaba llamar "rodalquilarización" (término feliz que hemos adoptado). Esta alteración emborascaba la mineralogía y textura de la roca original, de la que quedaban



Tiro de la máquina de vapor de los Pozos de Teresa. Se trata de unas minas de caolín del s. XIX para la fábrica de cerámica de La Cartuja. Foto: F. Hernández, 12/2001.



Mina "Blanca y Negra". Labores sobre filón para abastecer a la instalación metalúrgica de Minas de Abellán. Foto: F. Hernández, 12/2001.

tan solo reliquias de los cristales de cuarzo libre, siendo todo el resto sustituido por sílice, pirita, minerales arcillosos (dickita-caolinita-illita) y en zona de oxidación alunita, jarosita y limonita. En todos los yacimientos análogos en USA (Creple Creek, Tombstone) y Andes (El Indio, Chile) este tipo de alteración ha sido fácilmente identificable con fotografía aérea como simple anomalía de color, ya que en exterior su aspecto es variable entre blancos (caolines y arcillas), amarillos (jarositas) y rojos o negros (limonitas y goethitas). En interior, en zona primaria fue denominada "azules" ya que predominan los colores claros a grises azulados

Se han distinguido dos fases diferentes en el tiempo de la alteración hidrotermal: la primera que acabamos de describir de extensión regional y la segunda, posterior, con cuarzo de baja temperatura, es la portadora, en su fase última, de las mineralizaciones y está controlada por estructuras bien localizadas que, en general, tienen el origen en la tectónica regional representada por fracturas, cuyas direcciones son reproducidas por las registradas en los sedimentos posteriores miocenos (ortonienenses-messinienses) que cubrieron este vulcanismo, y por fracturas correspondientes a la tectónica propia de los

aparejos volcánicos debidos a los procesos de enfriamiento, de colapso, etc. El clima semiárido, y por tanto falta de vegetación, de todo el área facilita la localización de las estructuras mineralizadas caricaturizadas además, por la presencia de los relieves residuales de la silicificación e incluso por la presencia del líquen típico asociado con frecuencia al cuarzo, de color amarillo-naranja y que se da, sobre todo, en laderas húmedas. Estas circunstancias ayudaron a no considerar ningún método geofísico de investigación de suelo ni subsuelo, y facilitaron la realización (1960-63) de un plano de estructuras mineralizadas de toda la Sierra de Gata-Rodalquilar que identificó la situación de más de 1.000 filones de cuarzo mineralizado, sólo con minerales de plomo-plata, con débil presencia de oro en las áreas volcánicas frescas y con la mineralización de oro y cuarzo-alunita en las áreas "rodalquilarizadas".

Los trabajos se centraron pues en dicha área y en sus estructuras mineralizadas, y el problema que se planteaba era conocer algún criterio selectivo para priorizar unas u otras (había mas de 400 posibilidades) de forma que la relación costo-eficacia fuera la óptima. Hemos dicho que, en tiempo de la planta Dorr



Penetrando a la exploración de nivel 179 de la estructura 340, la mineralización donde en 1967 se descubrió la rodalquilarita. Foto: G. García, 12/2003.



Hueco de explotación del filón "Mi Lucía" (mina de La Pedrera), donde se cita el oro nativo en filamentos. Foto: F. Palero, 12/2003.

(1943-1956) la media de producción anual fue de 116 kg, pero hubiera sido sólo de 71 kg si en el año 1949 no se hubieran obtenido los 624 kg correspondientes a la explotación de la mina "María Josefa". Es lógico pensar que hacia esta mina ya explotada se hubieran dirigido los esfuerzos, si no hubiera ocurrido algo que facilitó las cosas de una manera importante y definitiva:

EL FILÓN 340

El equipo de investigación trabajaba en sus objetivos paralelamente a la explotación de la mina, con ventajas sinérgicas para las dos partes. De hecho, las cuatro tesis doctorales que conocemos y que han sido realizadas sobre las mineralizaciones de Rodalquilar (la última de ellas en el año 2004, de F.J. Carrillo,

sobre las mineralizaciones de Mina Palai en Carboneras, pequeña "sucursal" que Rodalquilar ha tenido siempre allí) contaron con la enorme ventaja de la información obtenida del interior de la mina, y recíprocamente la explotación contó con una asesoría permanente que orientó su desarrollo.

Hacia octubre del año 1963, y cuando todavía no estaban establecidos criterios claros por parte del equipo de investigación, J. Barber, Director de la mina, planteó una vez más la posibilidad de "tocar" el filón 340, que ya tenía dos socavones antiguos (del tiempo de los ingleses de "Minas de Rodalquilar S.A.") en los niveles 179 y 203, por encima de la actual carretera y donde ya se habían investigado bastantes metros sobre filón en estéril. Se acordó que era una buena opción investigar un nivel inferior, buscando

una zona de cementación por debajo de 30-40 metros, y se comenzó un socavón nuevo a nivel de la carretera (nivel 165). El socavón recorrió más de 50 metros en "azules" estériles, como los dos socavones de nivel superior, hasta el 28 de diciembre de 1963, fecha en la que el Director de la Mina decidió abandonar los trabajos para intentarlo en otra estructura. El camión estaba ya cargado y Casimiro, el capataz, de acuerdo con Barber, lo llevó a la planta de tratamiento donde se analizaba el todo-uno, dando ese día la gran sorpresa de un contenido aurífero altísimo. Allí comenzó la historia del filón 340, del que, como se puede ver en el corte, en un volumen total de unos 5.000 m³, es decir de unas 12.000 t de mineral, se obtuvieron más de 1.000 kg de oro. La producción aumentó de 208 kg de oro en 1962 hasta 732 kg en 1964.



Calaverita y oro nativo. Filón 340. Col. y foto: MCNA.



Calaverita y oro nativo. Filón 340. Col. y foto: MCNA.



Rodalquilarita. Filón 340. Col. y foto: MCNA.



Esquema de isolíneas de contenido en oro de la Estructura 340, la mineralización más rica de Rodalquilar y que no fué detectada por los ingleses en los 2 socavones superiores, aunque estuvieron muy cerca de descubrirla. Figura: Adaro.

Vale la pena aquí salir al paso de algún comentario, no infrecuente, en el sentido de que el descubrimiento del Filón 340 fue una casualidad. Se han identificado, cartografiado y analizado en superficie, más de 1.000 filones, de los que han sido investigados en trabajos de prospección directa la mayoría de los que eran accesibles desde el punto de vista físico o legal (Adaro no tenía prácticamente concesiones propias y no se llegó a acuerdos de arrendamiento con todos los propietarios de minas). Solo el número de metros de sondeos y de labores mineras de investigación realizados en esos 3 años, dejan en el área muy pocos puntos sin tocar, y éstos con muy poca esperanza positiva.

La distribución del oro en este tipo de yacimientos es endiabladamente

caprichosa, y son frecuentes los valores altos erráticos y los enriquecimientos en pequeños “pockets” muy ricos a sólo algunos centímetros de áreas absolutamente estériles, de modo que un sondeo puede cortar un filón aparentemente importante, aconsejar invertir en galería y no encontrar luego nada. Y viceversa. De hecho, el grupo inglés de los años 30 estuvo a punto de encontrar “el 340” y quedó a pocos metros de su descubrimiento en dos ocasiones. En todo trabajo la suerte también tiene su protagonismo, la mala o la buena, pero no la casualidad. Incluso al burro de la fábula le sonó la flauta porque, entre otras cosas, la tenía en la boca. Y por otra parte ¿puede alguien asegurar que a unos metros de algunas de las galerías o sondeos

realizados por Adaro no ha quedado sin descubrir algún enriquecimiento importante como le ocurrió a Minas de Rodalquilar, S.A.?

Viviendo y orientando la explotación de esta estructura, se ha podido llegar a un buen conocimiento de la mineralización y de sus características geoquímicas. No va a ser esta nota exhaustiva en cuanto a hipótesis genéticas. Solo valdría la pena, en el estilo fundamentalmente divulgativo de esta revista, destacar dos consecuencias muy importantes del estudio que tuvo lugar: el análisis de las movilidades geoquímicas de algunos elementos (que dio como resultado la definición del estaño como elemento guía o “pathfinder” del oro en este yacimiento) y el descubrimiento de una nueva especie mineral, la rodalquilarita.



Afloramiento del Filón 340. Foto: G. García, 12/2003.

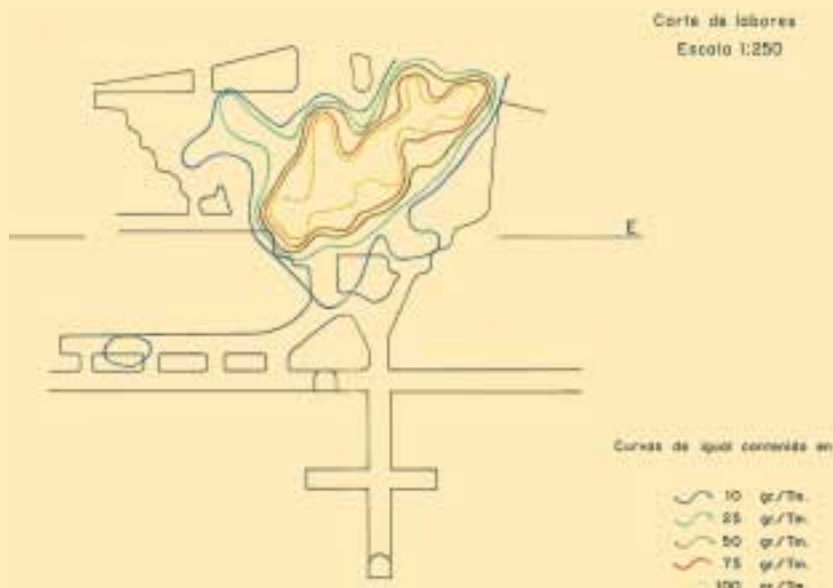
En octubre de 1963, se decidió reintentar la investigación de la estructura 340, cuyos dos socavones superiores resultaron estériles ya en tiempos de los ingleses

rita, que ha inmortalizado el nombre de este pequeño poblado en la historia de la mineralogía.

EL PLANTEAMIENTO DE LA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA

Como se ha indicado, la orientación y seguimiento de la explotación de este filón con un control geológico, mineralógico y geoquímico, facilitó una disección completa de este tipo de estructura, que consideramos desde ese momento la estructura clave en un escenario de futuro del Rodalquilar minero. Fueron realizados los siguientes desmuestres de la mineralización y de la roca encajante expresados en el gráfico:

- GS. Desmuestra superficial. Puntos verdes.
- GO. Desmuestra en interior. Socavón nivel 179. Zona de oxidación. Puntos violeta.



Sección longitudinal del Filón 450, donde también se comprobó el éxito de la utilización del estaño como elemento indicador en la prospección. Fuente: Adaro.

- GA. Desmuestra en interior. Zona primaria en sentido horizontal. Puntos rojos.
- GB. Desmuestra en interior. Zona primaria en sentido vertical. Puntos azules.
- GST1 y GST2. Perfiles en exterior a un lado y otro de la estructura.
- Sondeos S1 y S2 en planta 25. Zona primaria a un lado y otro de la estructura.

Se trataba de estudiar el comportamiento geoquímico de todos los elementos asociados a la mineralización, tanto en zona de oxidación como en zona primaria, en exterior como en interior, en la estructura y buscando en la zona de caja alguna dispersión, para conocer si era posible llegar a detectar esos "pockets" o bonanzas no aflorantes, a partir de análisis superficiales efectuados en la roca encajante o en el propio afloramiento de la estructura mineralizada.

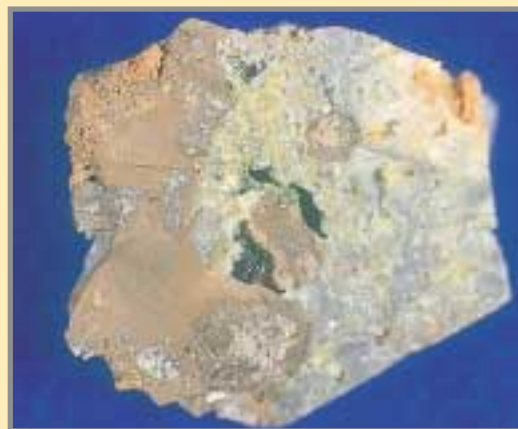
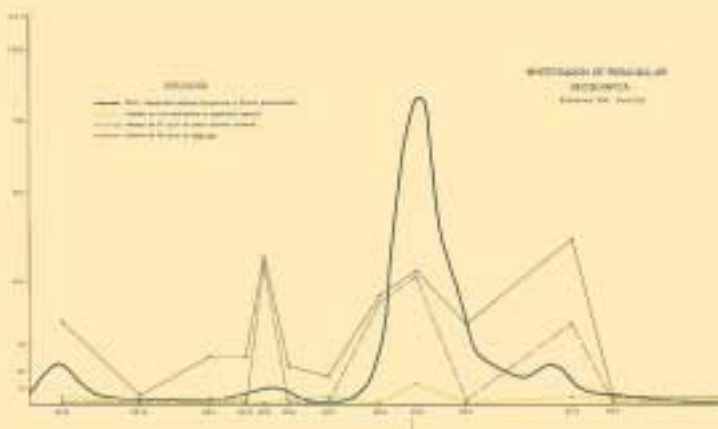
Sobre 223 muestras se realizaron 400 estudio microscópicos, 15 análisis con microsonda electrónica, 23 difractogramas y 246 análisis espectroquímicos con 1.230 determinaciones cuantitativas.

Fueron seleccionados, en principio, como elementos de interés en la para-

génesis geoquímica del Au los siguientes: Te, Pb, Ga, Mn, Be, Sn, V, Cu, Zn, Cr, Ni, Ti, W, Se, Sr y Mo. Por su relación más directa con el Au y su facilidad de análisis se acabaron seleccionando sólo cinco de ellos: Sn, Cu, Pb, V y Cr. De todos los estudios realizados, sólo cabe destacar aquí dos resultados en forma gráfica:

Gráfico pg. 61 (inferior): el único elemento que acompaña fielmente al oro en zona primaria (muestras rojas y azules) es el estaño, quizá, aunque esto no se confirmó, en su forma mineralógica de varlamoffita. La correlación según la curva roja es casi perfectamente hiperbólica. Los demás elementos no tienen correlación útil.

Gráfico pg 61 (superior): La topografía isoáurea en áreas enriquecidas según el perfil de punto-rama paralelo a la superficie del filón a 25-35 metros, es acusada en exterior por el estaño, mientras que el oro no manifiesta ninguna indicación de su existencia (muestras violetas y verdes). Dado que en zona primaria nunca existe el estaño sin el oro, ni el oro sin el estaño, se interpreta que el oro se moviliza en zona de oxidación lixivándose y desa-



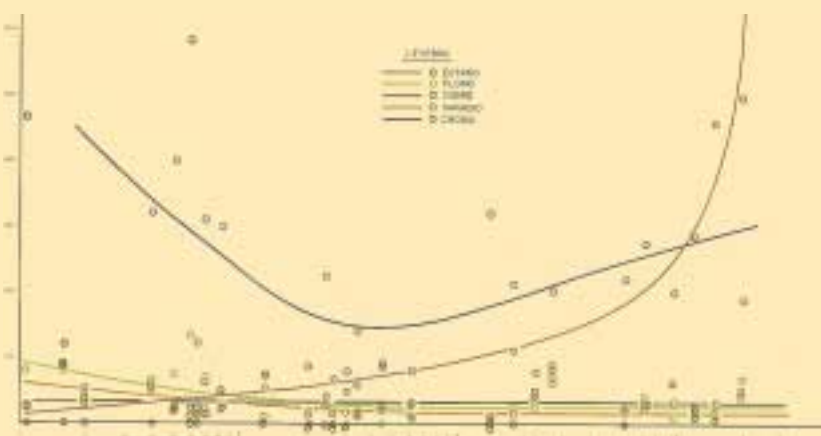
Casiterita xiloide y rodalquilarita, en muestra procedente del Filón 340. Col. y foto: A. Arribas.

pareciendo (apareciendo en zona de cementación asociado a limonitas o goethitas pero el estaño permanece dada su gran estabilidad geoquímica debida a la forma mineralógica en que se presenta.

Estas conclusiones, extraordinariamente útiles para plantear una prospección de enriquecimientos auríferos ocultos utilizando el estaño como indicador, fueron comprobadas con éxito en otras dos estructuras (filones 450 y 102). El primero de ellos, ya explotado, corresponde al gráfico de la pág. 60.

No existen aureolas de dispersión geoquímica indicativas de ningún elemento. El estaño sólo se presenta en la mineralización, nunca en las alteraciones hidrotermales ni en la masiva, ni en la relacionada con ella e inmediatamente previa al mineral de cuarzo-alunita-oro.

La campaña de prospección, avalada por estos resultados, fue planteada a finales de 1965. Fueron seleccionados 50 filones y se tomaron 2.000 muestras como fase previa para establecer los parámetros estadísticos y analíticos y constatar la correlación oro-estaño, que se mantuvo en distribución aproximada a la hipérbola obtenida en el Filón 340 con muy pocas excepciones. La prospección se extendió a 162 estructuras con 7.000 análisis, obteniendo un mapa de anomalías sobre el campo filoniano, del que destacaron 1,6% con gran anomalía del oro y estaño y un 7,8% con



Plasmación gráfica de la correlación hiperbólica del estaño con el oro en la zona primaria: Fuente: Adaro.

gran anomalía de estaño y valores bajos de oro.

EL CIERRE

Lamentablemente, los primeros resultados de este trabajo llegaron ya entrado el año 1966. Otros factores inquietaban a los responsables del INI en esas fechas. La producción de oro había caído, la esperada subida de su precio no llegaba (gráfico...), permaneciendo congelado desde mucho antes del comienzo de la explotación (1943) en 35 \$/onz., y la inflación comenzaba a galopar alarmantemente. En 1964 fue de 12,8%, en 1965 de 8,3%, entre 1961 y 1967 se acumuló un 61,1% y desde 1961 a 1970 llegó al 83% (Instituto Nacional de Estadística).

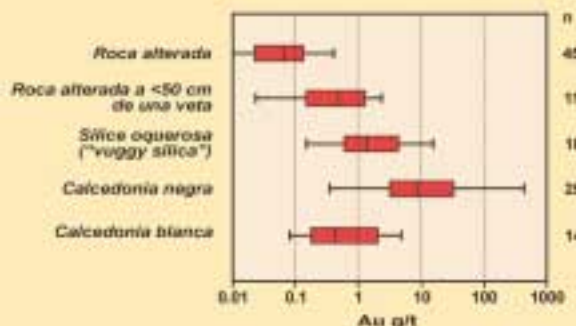
La decisión que parece que el INI tenía tomada ya en 1962 y que aplazó para

tener un mejor conocimiento del yacimiento, ayudado además por el éxito, si bien efímero, de la explotación del Filón 340, tomó cuerpo precisamente a principios de 1966. La comprobación de los resultados de la prospección geoquímica se hizo muy difícil, porque el cierre de la explotación, que pasó a primera prioridad, impidió la realización de labores mineras, las únicas eficaces, ya que los sondeos, como queda dicho, necesitan una malla muy estrecha para garantizar la detección de "pockets" de pequeño tamaño. Lo que pudo ser realizado, por otra parte, tampoco fue alentador. Cerrada la mina de Rodalquilar y a partir de 1968, comenzó a despuntar el precio del oro, primero tímidamente, hasta llegar a pasar de 100 \$/onz en 1973 y al gran pico en 1980 en el que pasó de 600 \$/onz. Luego ha bajado, oscilando entre 300 y 500 para decaer hasta 271 \$/onz en el año 2001 repuntando en los



Una vista picada del hueco de explotación del Filón 340, el más rico en oro de Rodalquilar, donde se pueden observar llaves sobre filón, en las que sin dificultad se localiza el oro visible. Foto: G. García, 12/2003.

Contenido en oro de diferentes litologías



Rodalquilarita en muestra de mano de la mina de "El Indio" (Chile). Encuadre: 2 cm. Colección: A. Arribas. Foto: F. Piña.



Trancada de descenso a niveles inferiores en mina "Las Niñas". Véase el cartel indicativo de la época. Foto: F. Palero, 12/2003.

últimos años hasta el dato del 2004, que se establece en 409,72 \$/onz. A pesar de multiplicarse por diez y casi hasta por veinte el precio al que Adaro tuvo que vender toda su producción, una cantidad importante de empresas mineras, canadienses, norteamericanas, australianas, etc. que se interesaron y que fueron acompañados para visitar Rodalquilar, poniendo a su disposición todos los trabajos realizados, declinaron iniciar siquiera algún proyecto de investigación adicional a los realizados por Adaro. Para una evaluación más exacta de este razonamiento debe de ser comparado el precio de cada año en dólares constantes. Se da una segunda curva en la que se considera la deflación del dólar retrospectivamente a partir del valor del dólar del 2004. Los 35 \$/onz del año 1960 serían hoy 230, pero irían bajando en valor hasta 200 en 1967, fecha de cierre, en lugar de permanecer constantes los 35

\$/onz. Tan sólo la St. Joe se decidió a trabajar, pero sus resultados, a pesar del menor coste de tratamiento al utilizar la cianuración en montones y con mucho mayor precio de venta (alrededor de 400 \$/onz), fueron negativos y la explotación duró 18 meses. Nos consta que la mina "El Indio" en Chile, propiedad de la misma St. Joe, guarda notables similitudes con Rodalquilar, sobre todo en el ambiente geológico y de alteración hidrotermal. Quizá esa circunstancia llamó la atención de este grupo para decidirse a intentar resucitar la minería de Rodalquilar. Hoy parece que será definitivamente difícil, ya que la ecología ha ganado, aunque quizá sea sólo provisionalmente, la guerra a la economía en el marco de su tradicional enfrentamiento. Sea cual sea el futuro, la opinión que se puede deducir fácilmente de las conclusiones de estos trabajos es que gira

ría alrededor de una concepción minera de una mayor inversión de riesgo en la prospección de estructuras mineralizadas tipo "María Josefa", "Filón 340" y "450", una minería de pequeño tonelaje y alta ley y un tratamiento mineralúrgico de cianuración en montones e incluso, si la ley es muy alta, como en los "pockets" importantes, de amalgamación. Estas estructuras podrían no ser las únicas y, en ese caso, que no puede dejar de ser considerado posible e incluso probable, las bonanzas escondidas deben ser localizadas.

LA RODALQUILARITA

Otro resultado, que aunque puede ser considerado sólo un "bien colateral", no por eso menos interesante, fue el descubrimiento y caracterización de la rodalquilarita, una nueva especie mineral.



Nivel superior en el Cerro de la Cruz. Foto: Font Philippe & Remy Philippe.



Nuevos trabajos de investigación en 1984 por la joint venture Amicsa-St.Joe.

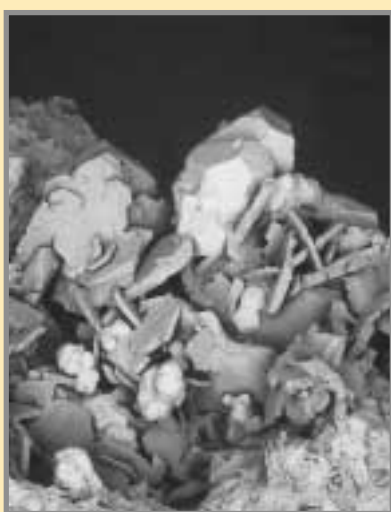


Imagen SEM de alunita tipo I y pirita.
Foto: A. Arribas Jr.

Las grandes bonanzas, que, en término sajón hemos denominado “pockets” que presentaba la mineralización del filón 340, han consistido en un relleno de filón brechiforme en el que los clastos pertenecen a la roca volcánica de caja muy silicificada y la matriz del mineral de cuarzo-alunita portador del oro, que se deposita, en forma de escarpela de borde alrededor de los clastos silíceos. Dichos clastos presentan huecos que corresponden a las antiguas plagioclasas de la roca volcánica original, que en el proceso de alteración han sido sustituidas por sericita-illita y luego han desaparecido. Los cuarzos libres de la dacita han permanecido y son claramente identificables. A favor de esa porosidad de la roca silicificada, y en esas pequeñas oquedades, pueden ser detectados



Gráfico de evolución de la cotización del oro en dólares constantes y corrientes. Cortesía de Econatura.

diversos minerales, cuarzos, jarositas, oro nativo, y alguno más que podría ser estudiado con mayor detalle hoy, ya que entonces era un lujo caro. Sin embargo, llamaron la atención unas manchas verdes (verde manzana-verde hierba) que aparecieron a veces en claros cristales individualizados en esas pequeñas geodas. Fueron detectados ya que en el propio Rodalquilar se disponía de un pequeño laboratorio petrográfico y mineralógico por el que pasaba sistemáticamente todo lo que salía de la mina o de investigaciones periféricas. Ese mineral fue identificado en principio como emmonsita (telurito de hierro hidratado) pero existiendo algunas dudas sobre la identificación de algunas de las características cristalográficas debido a la pequeña dimensión de sus cris-

tales, se llevaron muestras a los laboratorios de Madrid, en los que no se pudo llegar más que a la conclusión de que no se trataba de emmonsita, pero tampoco pudo ser identificada como ninguno de los minerales homologados y compatibles con el ambiente metalogénico de Rodalquilar. Utilizando el contrato de colaboración con el BRGM de Orleans, Francia, y con la colaboración de los laboratorios y científicos de la Universidad de Nancy, se llegó a la conclusión de que se trataba de una nueva especie mineral, lo cual fue comunicado a la International Mineralogical Association, que aprobó la propuesta en 1967, siendo publicado el descubrimiento en el Boletín de la Sociedad Francesa de Mineralogía y Cristalografía en el año 1968.