EL ORO DE RODALQUILAR. TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN MINERA. 1963-1966: ÚLTIMOS AÑOS Y CIERRE[1]

GONZALO LEAL ECHEVARRÍA
Ingeniero de Minas

Sirva de homenaje a la memoria de don Juan Antonio Gómez-Angulo que, como gerente, primero, y presidente, después, de la E. N. Adaro, promovió y alentó los trabajos aquí descritos

BREVE HISTORIA ANTERIOR A 1963

Como explicación de las circunstancias históricas que prepararon el escenario que la Empresa Nacional Adaro de Investigaciones Mineras S.A. (ENADIMSA) se planteaba a principios de la década de los 60, utilizaremos algunos datos del trabajo de F. Hernández Ortiz, licenciado en Ciencias Geológicas que realizó su doctorado por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas realizando su tesis sobre la historia de estas minas, tesis que mereció su publicación por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía (2002).

Como antecedentes más remotos aparecen las explotaciones de plomo-plata de toda la Sierra de Gata, encajando en rocas volcánicas según una red filoniana relativamente caprichosa como corresponde a la tectónica (sistema de fracturación post-enfriamiento) propia de los aparejos volcánicos en los que, en breve tiempo y poco espacio, se producen enormes presiones en todas direcciones que condicionan un resultado final de esfuerzos caótico, al menos a pequeña dimensión, ya que la gran dimensión reproduce las grandes fracturas que han determinado las principales aberturas o chimeneas efusivas y las grandes fallas que han producido los colapsos o hundimientos de áreas ya enfriadas sobre otras infrayacentes aún fundidas. La enorme actividad química de estos materiales, en las tres fases, pero sobre todo en la líquida y gaseosa, pervive y actúa en grandes tiempos geológicos después de la consolidación del vulcanismo, y de ella resultan los yacimientos minerales objeto de este trabajo.

Los ejemplos más conocidos en la Sierra de Gata, cribada en gran parte de catas mineras y escombreras, son los grupos del Rincón de Martos y la gran mina de Santa Bárbara en la cota más elevada de la sierra. Esta minería se fue extendiendo hacia el norte hasta explotarse algunas minas ya cercanas a Rodalquilar, todas situadas en relación espacial con una gran estructura de colapso de dirección aproximada este-oeste que va desde la mina «María Josefa» hasta la mina «Virgen del Carmen» en el Cerro de los Guardas. Incluye los grupos de «Las Niñas», «Ronda y el Resto», «Mi Lucía», «San Diego», «Consulta» y alguna más de menor importancia (Foto 1). En esta franja y ya desde los años finales del siglo XIX, pero parece que más certeramente desde 1911, aparece la posibilidad de extraer oro de la mina «Las Niñas», tanto del mineral de plomo de mineralogía diversa, que al parecer se enviaba a Inglaterra, como del cuarzo de ganga que se vendía a Mazarrón como fundente en la metalurgia del plomo (F. Hernández, 2002). Las noticias sobre esto son oscuras porque, de ser cierto, tanto el fundidor inglés como el metalurgista de Mazarrón callarían durante años la presencia del rico subproducto para no pagar prima por él.

La primera mina denunciada por oro en Rodalquilar fue «María Josefa» (1915), propiedad del ayudante facultativo J. López Soler (F. Hernández, 2002), quien intentó explotarla sin éxito, aunque posteriormente se resarció arrendándola, incluso en tiempos de ENADIMSA. Fue montada una instalación de amalgamación a pie de mina en 1925 (Foto 2), si bien no se consiguió resolver problemas técnicos definitivos. En 1929 A. Abellán pretende explotar mineral de diversas minas en el lugar que ha quedado nombrado ya, por esto mismo, Minas de Abellán. La inversión debió de ser importante, aunque no hay muchos datos ni siquiera del funcionamiento de la planta (F. Hernández, 2002). El fracaso fue igualmen-

[1] Este trabajo es una ampliación del publicado en la revista *Bocamina*, nº 15, de abril de 2005, monográfico dedicado a Rodalquilar, a cuyo director don Gonzalo García agradecemos las facilidades y ayudas prestadas.

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 1

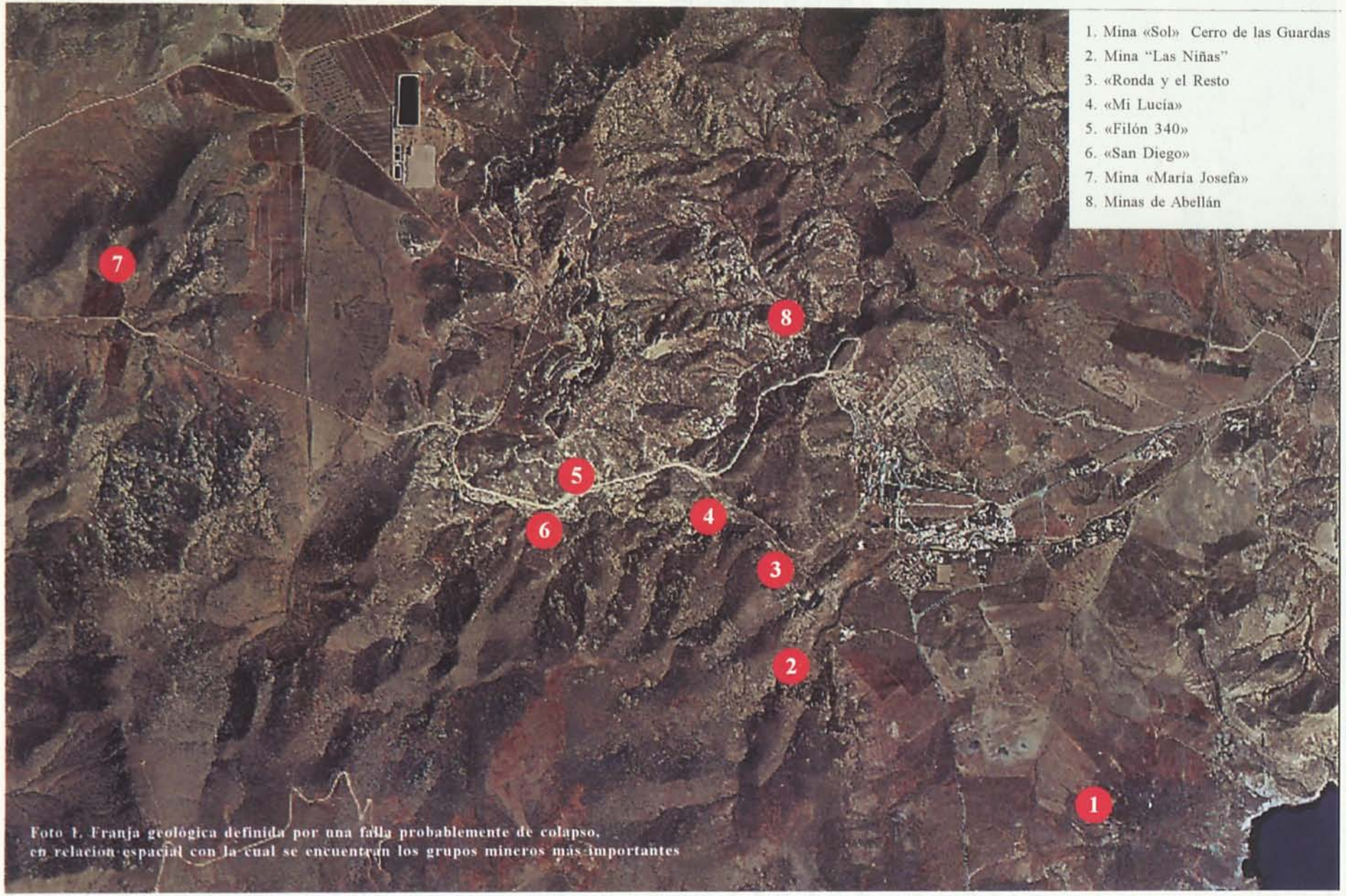

Foto 1. Franja geológica definida por una falla probablemente de colapso, en relacion espacial con la cual se encuentran los grupos mineros más importantes

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 2

te considerable. En 1930 apareció el grupo inglés (aunque había también parte de capital español) que montó «Minas de Rodalquilar S.A.». Tanto la gerencia como todo el cuerpo técnico eran ingleses. Este grupo tiene fama, fundada en su persistencia hasta 1936 y en las estadísticas publicadas por las autoridades mineras, de iniciar una época de planificación ejemplar con mejor calidad gerencial y técnica, además de una inversión suficiente para soportar algunos años de establecimiento e investigación (F. Hernández, 2002). Sin embargo, un análisis algo crítico de los datos obtenidos de dicha estadística denuncia una increíble regularidad en toneladas tratadas, oro obtenido, y por tanto leyes siempre entre 10 y 15 grs/Tm a lo largo de esos seis años, dando la impresión de que no había mucho control en la comprobación e inspección de esos datos. Extraña que para mover anualmente 20.000 toneladas de mineral (años 1934 y 1935) necesiten 173 obreros de interior (1934) y al año siguiente, tan solo 39. No parece exagerado pensar que la producción no debió de ajustarse a esas estadísticas ya que es histórico que las empresas extranjeras que operan negocios en países con gran diferencia de desarrollo tecnológico y social, aprovechan esa falta de control en su beneficio. Quizá sea mejor no hablar tampoco de la perforación sin inyección de agua y las bajas por silicosis durante esos años en una población minera al parecer joven, como consecuencia de un forzado bajo nivel de costes.

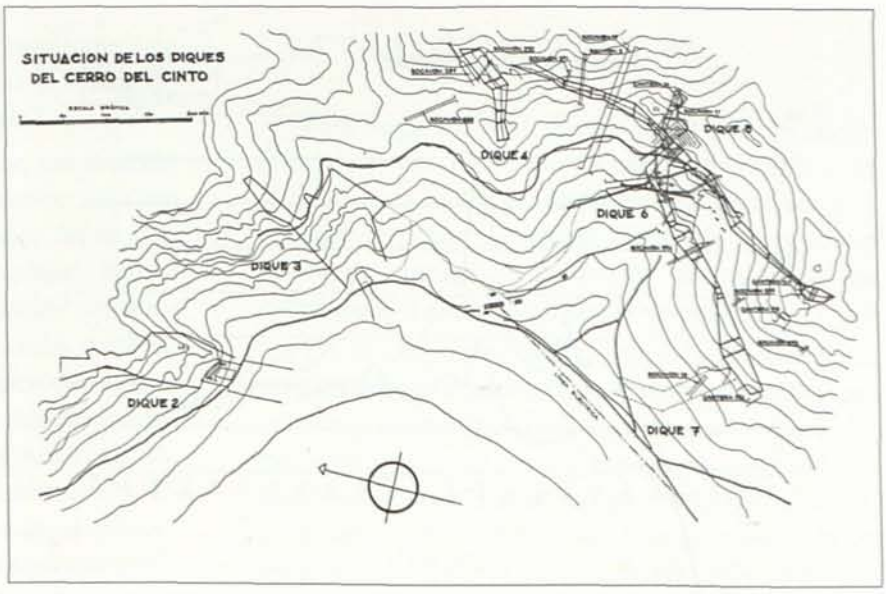

Gráfico 1. Situación de «diques», estructuras mineralizadas que fueron importantes en la planificación de la etapa de gran minería. (Adaro, 1956)

La Guerra Civil no mejoró nada la historia. Los ingleses cerraron, las minas se incautaron (Almería estuvo en poder del Frente Popular durante toda la contienda) y los sindicatos encargados de la continuidad no pudieron técnicamente con esa responsabilidad, ni las circunstancias de abastecimientos, transportes, etc. fueron favorables, de modo que en 1937-38 se obtuvieron tan sólo 70 kilos de oro y nada en 1936 ni en 1939.

En 1940 se hizo cargo de los trabajos el Instituto Geológico y Minero de España, que dedicó tres años a trabajos de investigación, sin producción de oro, llegando a la conclusión de que los valores erráticos de la distribución del oro en los filones, y la poca ley del yacimiento, a la luz de la historia precedente, hacían inviable económicamente su explotación.

A mediados de 1943 se creó la Empresa Nacional Adaro, cuya primera vocación, dentro de la genérica de reabastecimiento de materias primas en un país arrasado por la contienda civil y abocado a una autarquía obligada por las circunstancias políticas y por la contienda mundial, era la de buscar nuevas fuentes de energía (carbón, petróleo) y rehacer las reservas de oro del Banco de España que habían sido agotadas

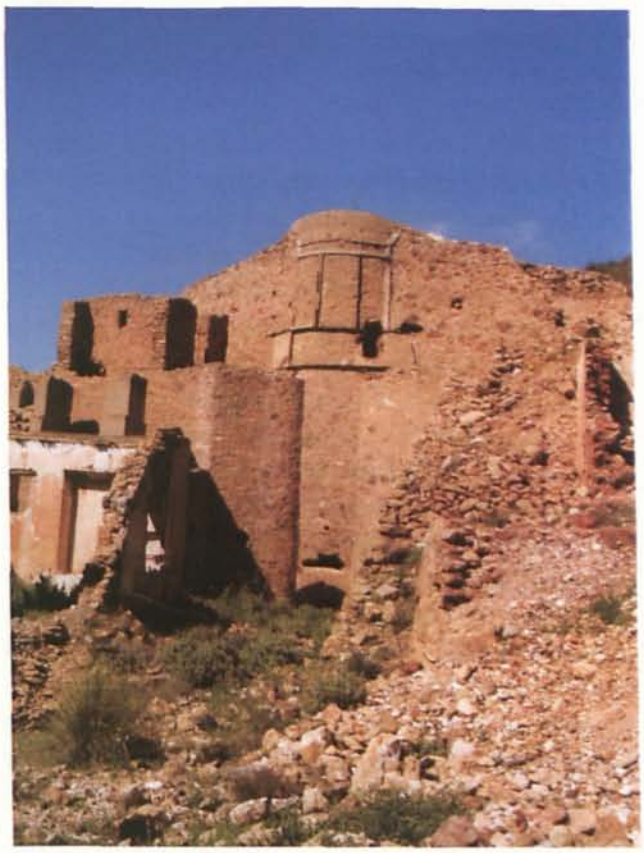

Foto 2. Planta de amalgamación a pie de mina de «María Josefa». Destaca el horno de cuba. (Foto G. Leal)

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 3

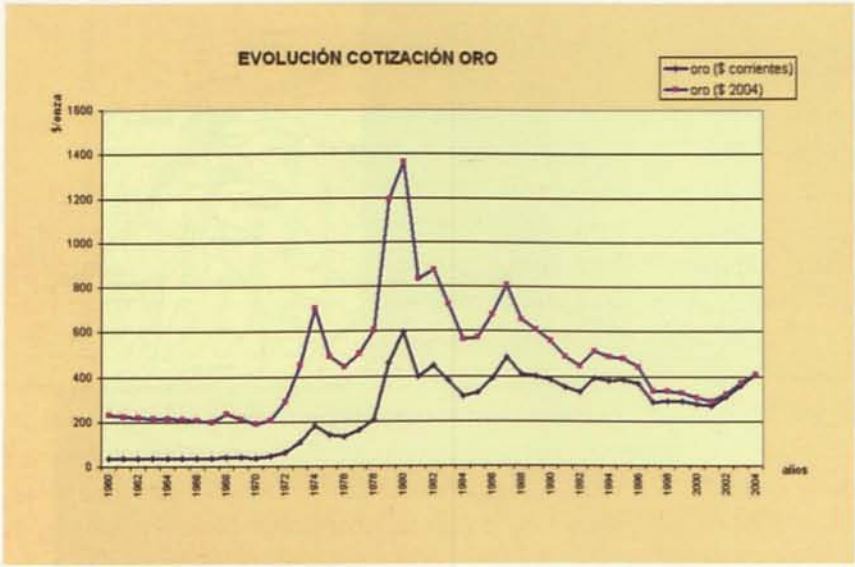

Gráfico 6. Cuadro de la cotización del oro en dólares constantes y corrientes hasta 2004. En texto, datos hasta abril de 2007. (Cortesía A. Ortiz. ECONATURA)

para financiar los gastos de guerra de una de las partes[2].

ENADIMSA trabajó en Rodalquilar en dos fases con diferente filosofía. En la primera, entre 1943 y 1955, continuó utilizando la planta de cianuración Dorr que heredó de MRSA, tratando entre 20.000 y 25.000 toneladas de mineral para obtener entre 60 y 100 kilos de oro anuales, salvo la anomalía de 1949 en la que se explotó la bonanza de «María Josefa» (Con menos de 8.000 toneladas tratadas se obtuvieron 624 kilos de oro). En aquel entonces se imponía en el mundo la aplicación de nuevas tecnologías que permitían el tratamiento de grandes tonelajes de baja ley y se contempló la posibilidad de tomar este nuevo camino. Se realizó una nueva macroevaluación del cerro del Cinto en el que se habían individualizado diques potentes de baja ley (Gráfico 1) y se adquirió una nueva planta de cianuración tipo Denver con capacidad diez veces superior a la planta Dorr, aunque el año de mayor cantidad de mineral tratado fue 1956, con algo más de 200.000 toneladas. Así comienza la segunda fase de las citadas.

2. SE PLANTEA UNA NUEVA POLÍTICA

La década de los 50 terminó, pues, 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 kilos en 1964, cifra que no se había conocido desde el inicio de la explotación en 1943 (F. Hernández, 2002). La producción de la Planta Denver comenzó a decaer a partir de aquel máximo hasta llegar a 208 kilogramos en 1962. Comenzó a ser evidente que la evaluación realizada sobre la que se planificó una época de gran minería no obedecía a la realidad, debido a que los datos de desmuestres seriados de evaluación no son fiables en un yacimiento de este tipo, como hemos visto ya, y veremos más adelante. Las expectativas que trataron de justificar el cambio de política no se cumplieron y, al aumentar el número de toneladas tratadas según el proyecto, la ley comenzó a bajar alarmantemente.

Quizá valga también la pena en este punto, si no defender, al menos ayudar a comprender el error de evaluación del yacimiento que precipitó el cierre por pérdidas en la explotación y dejó sin amortizar la planta Denver (que funcionó 10 años de los 20 previstos). Hemos visto ya lo favorable al error de cubicación de este tipo de yacimiento que, o no se tuvo en cuenta entonces, o mejor, no se conocía. Hoy podemos considerar el ejemplo muy reciente de la mina de oro en Asturias de la Sociedad Rio Narcea Gold Mines que, a los 10 años de comenzar la explotación, recibiendo una subvención del Estado de 14,6 millones de euros (cerca de 2.500 millones de pesetas), y no habiendo podido tampoco amortizar la planta de tratamiento ni tratando adicionalmente minerales de la empresa Nalunaq Gold Mine procedentes de Groenlandia, anunció el cierre a principios de 2006. Este fracaso fue amparado por los actuales imperativos macroeconómicos de ocupación y de inversión y por las nefastas consecuencias ecológicas. No se puede hablar de éstas sin recordar el desastre de la Empresa Böliden en Aznarcóllar[3] y, saliéndonos de la minería, la situación actual de DELPHI en Puerto Real es un ejemplo lamentable. ¿Es que en las décadas siguientes a la guerra civil no estaban más justificados

[2] España en aquellos años, no sólo era deficitaria en materias primas por estas razones, sino que sentía la demanda acuciante de las que poseía por parte de los contendientes en el conflicto mundial, que comenzó a los pocos meses de terminar el nuestro.

[3] ¿Cuánto ha costado y costará todavía este asunto al Estado Español?

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 4

esos imperativos socioeconómicos de empleo en área tan deprimida, tanto como la necesidad de recuperación de las arcas del Banco de España?

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 decenas 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, explotando, incluso, otros yacimientos en el país como los de Morata (Murcia) y Bédar (Almería).

Tampoco debe ser olvidada la vocación fundacional de ENADIMSA, explicada anteriormente. 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 tenido 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. ENADIMSA 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 Manzuco, J. Iglesias y J. M. León (†), con el apoyo de todos los servicios técnicos de Adaro. El que esto escribe es solo transcriptor de la historia, en nombre del equipo, 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 Geologiques et Minieres (BRGM) de Francia y de otras colaboraciones científicas tangenciales, también eficaces y cordiales (Universidad Complutense de Madrid, Universidad de Granada, Universidad de Nancy, Universidad de Amsterdam) 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.

3. LA INVESTIGACIÓN MINERA

Para llegar a comprender mejor lo que sigue, vale la pena, teniendo en cuenta que este trabajo está dirigido a un lector profano, dedicar unas líneas a explicar, de forma fácilmente asimilable, lo que es un yacimiento mineral y la función de un equipo de investigación minera ante dicho yacimiento.

En la corteza terrestre, todas las formaciones geológicas están constituidas por rocas: intrusivas como granitos, sedimentarias como calizas o areniscas, metamórficas como pizarras o cuarcitas, o extrusivas como nuestras volcánicas de Cabo de Gata. Las rocas, a su vez, están constituidas por agrupaciones de minerales (el granito todo el mundo sabe que tiene cuarzo, feldespato y mica). Y los minerales son uniones estables de varios elementos (el cuarzo es silicio y oxígeno).

La distribución de minerales y elementos en cualquier tipo de roca es bastante constante, dentro de un margen determinado, de modo que la frecuencia o presencia habitual de un elemento en cualquier tipo de roca es conocida y esta tabulada según una sistemática geoquímica básica ya realizada y disponible. Pero en la naturaleza existen fenómenos dinámicos que, a lo largo de eras geológicas pueden cambiar la calidad de las rocas. La presión, la temperatura, la influencia del magma líquido que penetrará por estructuras lábiles de la corteza y muchos mecanismos complejos que no vienen al caso pueden enriquecer una roca o una estructura geológica en ciertos minerales o en ciertos elementos de modo que aparezca una anomalía positiva de presencia de ese mineral o elemento, encajada en dicha trampa geológica. Se ha formado un yacimiento mineral que, teniendo en cuenta las condiciones y circunstancias —no típicas— de su formación, puede ser considerado como una anomalía patológica de la corteza terrestre: una verdadera enfermedad de la Tierra.

El investigador minero tiene como misión determinar las leyes de aparición de cada tipo de estas patologías geológicas para descubrirlas si están ocultas (como el médico diagnostica precozmente un cáncer), reconocerlas si afloran (como se denuncia el sarampión en la cara de un niño o la ictericia en un hígado enfermo) y evaluarlas por toda clase de métodos científicos adecuados.

La comparación con la medicina y el paciente podría seguir en la consideración de estos métodos que son enormemente parecidos, ya que a la tierra también se le analizan sus alteraciones químicas

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 5

Foto 3. Corte de uno de los filones del Cinto en el que se aprecia la parte central silicificada y la dispersión simétrica a cada lado de la roca alterada por la segunda avenida hidrotermal. (Foto G. Leal)

(geoquímica), se le radiografía con procedimientos sísmicos (ecografías), eléctricos, magnéticos, densitométricos, con verdaderos TAC seriados, de cortes con sondeos (biopsias puntuales), se le miden parámetros de temperatura, de presión y de otras constantes, y, a la postre, cuando todo lo que es posible es conocido, el investigador minero entrega sus resultados al explotador, como el médico cierra su ciclo tantas veces, en el mejor de los casos, con el cirujano. El comienzo del proceso que acaba en ese punto es el simple reconocimiento externo del paciente que, en nuestro caso, comienza por un estudio geológico sin más herramientas que las cuatro basicas del geólogo: el martillo, la brújula, la fotografía aérea y el sentido común. El investigador minero tiene, en cualquier caso, una dificultad adicional con respecto al médico: la Tierra no habla, ni contesta por mucho que se le pregunte por sus síntomas. Claro que seguramente hay médicos que se defenderían pensando que quizá sería mejor que algunos enfermos tampoco hablaran. Pero eso es otra historia.

4. LA INVESTIGACIÓN MINERA EN RODALQUILAR: 1963-67

En el escenario hasta aquí descrito, el equipo de investigación comenzó su trabajo, cuyo objetivo 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 el tiempo con los que realizaban entonces el equipo de la Universidad de Madrid, 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 solamente 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 emborrascaba la mineralogía y textura de la roca original, de la que quedaban tan sólo 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. Este tipo de alteración, que preparó el camino para el establecimiento posterior de las mineralizaciones, fue selectiva a favor de una roca volcánica determinada, que abundaba en la zona sur del cerro del Cinto y ocupaba el barranco denominado del «Chorreón de Pavón» según la franja señalada en la Foto 1. Esta roca es la ignimbrita, producto de una efusión en fase muy rica en volátiles y gases de gran actividad química, aunque no explosiva (se la describe, para entenderse, como la salida espontánea pero tranquila de la botella de un vino espumoso). Esta roca, al enfriarse, es muy porosa y por tanto permeable y receptiva para ulteriores invasiones ascendentes de fluidos hidrotermales que constituyeron las alteraciones descritas.

En todos los yacimientos análogos en USA (Creeple 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 (alunitas 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.

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 6

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, correspondientes a la tectónica propia de los aparejos volcánicos debidos a los procesos de enfriamiento, de colapso, etc. (Foto 3). El clima semiárido, y por tanto falto de vegetación, de toda 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 aconsejaron 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 del sur 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. El problema que se planteaba era conocer algún criterio selectivo para priorizar unas u otras (había más de 400 posibilidades) de forma que la relación costo-eficacia de la inversión fuera la óptima. Hemos dicho que, en tiempo de la planta Dorr (1943-1956) la media de producción anual fue de 116 kilos de oro, pero hubiera sido sólo de 71 si en el año 1949 no se hubieran obtenido los 624 kilos correspondientes a la explotación de la mina «María Josefa» (Foto 4). Es lógico pensar que hacia esta mina ya explotada se hubieran dirigido los esfuerzos del equipo, si no hubiera ocurrido algo que facilitó las cosas de una manera importante y definitiva.

5. 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.

Foto 4. El filón principal de «María Josefa» se explotó hasta la calle. (Foto G. Leal)

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 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, en zona de oxidación, en la que, para su desgracia, el oro había escapado descendentemente, a favor de su gran movilidad geoquímica. Se consideró, de acuerdo con el equipo, que era una buena opción investigar un nivel inferior, buscando una zona de cementación, por debajo, de 15-35 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. Pero 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 (Foto 5),

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 7

Foto 5. El filón 340. Apenas se distinguen las entradas de los diversos socavones, mediante los que se le atacó en dirección. (Foto G. Leal)

del que, como se puede ver en el corte (Gráfico 2), en un volumen total de unos 5.000 m³, es decir de unas 12.000 toneladas de mineral, se obtuvieron más de 1.000 kilos de oro. La ley media asciende a casi 85 gr/Tm. La producción aumentó de 208 kilos de oro en 1962 hasta 732 en 1964, pasando por los 486 de 1963.

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). El número de metros de sondeos y de labores mineras de investigación realizados en esos tres 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 la revista *Axarquía*, destacar dos consecuencias muy importan-tes del estudio que tuvo lugar: el análisis de las movili-dades 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, que ha inmortalizado el nombre de este pequeño poblado en la historia de la mineralogía.

6.EL PLANTEAMIENTO DE LA PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA.

Como se ha indicado, la orientación y seguimiento de la explotación de este filón con un control geológico,

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 8

mineralógico y geoquímico, facilitó una disección, o biopsia de detalle de este tipo de estructura, que consideramos desde ese momento el tipo de estructura clave en la posible continuidad de la mina. Fueron realizados los siguientes desmuestres de la mineralización y de la roca encajante expresados en el gráfico 2:

- *GS. Desmuestre superficial. Puntos verdes.*
- *GO. Desmuestre en interior. Socavón nivel 179. Zona de oxidación. Puntos violetas.*
- *GA. Desmuestre en interior. Zona primaria (no oxidada) en sentido horizontal. Puntos rojos.*
- *GB. Desmuestre en interior. Zona primaria en sentido vertical. Puntos azules.*
- *GST1 y GST2. Perfiles en exterior a un lado y a 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 geoquímica de todos los elementos asociados a la mineralización, tanto en zona de oxidación como en zona primaria, en exterior como en interior de la estructura y buscando en la roca 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 estudios microscópicos, 15 análisis con microsonda electrónica, 23 difractogramas y 246 análisis espectro-químicos con 1230 determinaciones cuantitativas. Fueron seleccionadas, en principio, como elementos de interés en la paragénesis geoquímica del Au los siguientes: Teluro, Plomo, Galio, Manganeso, Berilio, Estaño, Vanadio, Cobre, Zinc, Cromo, Níquel, Titanio, Wolframio, Selenio, Estroncio y Molibdeno. Por su relación más

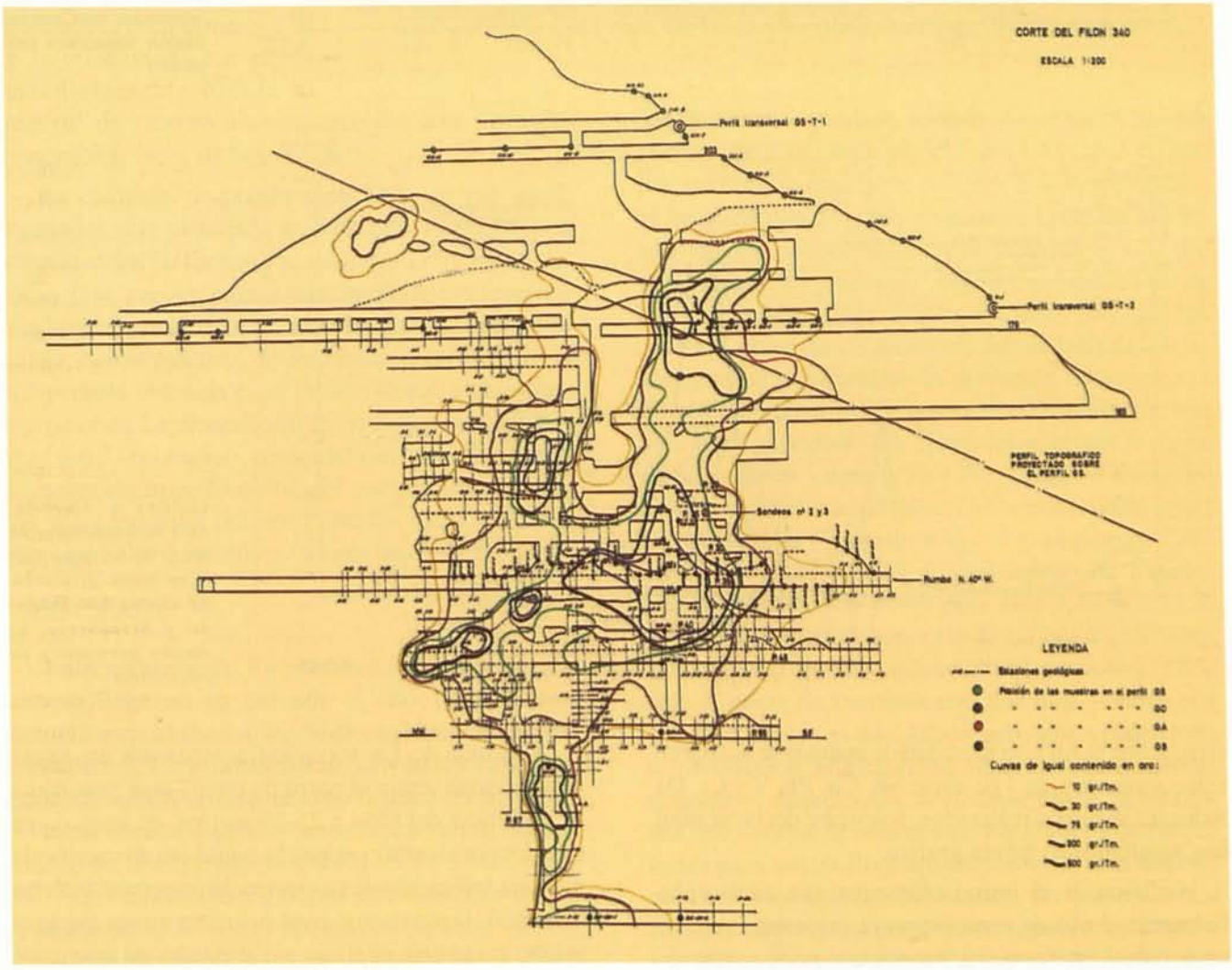

Gráfico 2. Corte del filón 340. Curvas de iso-contenidos auríferos y situación de las muestras seriadas tomadas para estudiar el comportamiento geoquímico de algunos elementos. En este gráfico no figuran la intersección de tres sondeos de investigación en profundidad

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 9

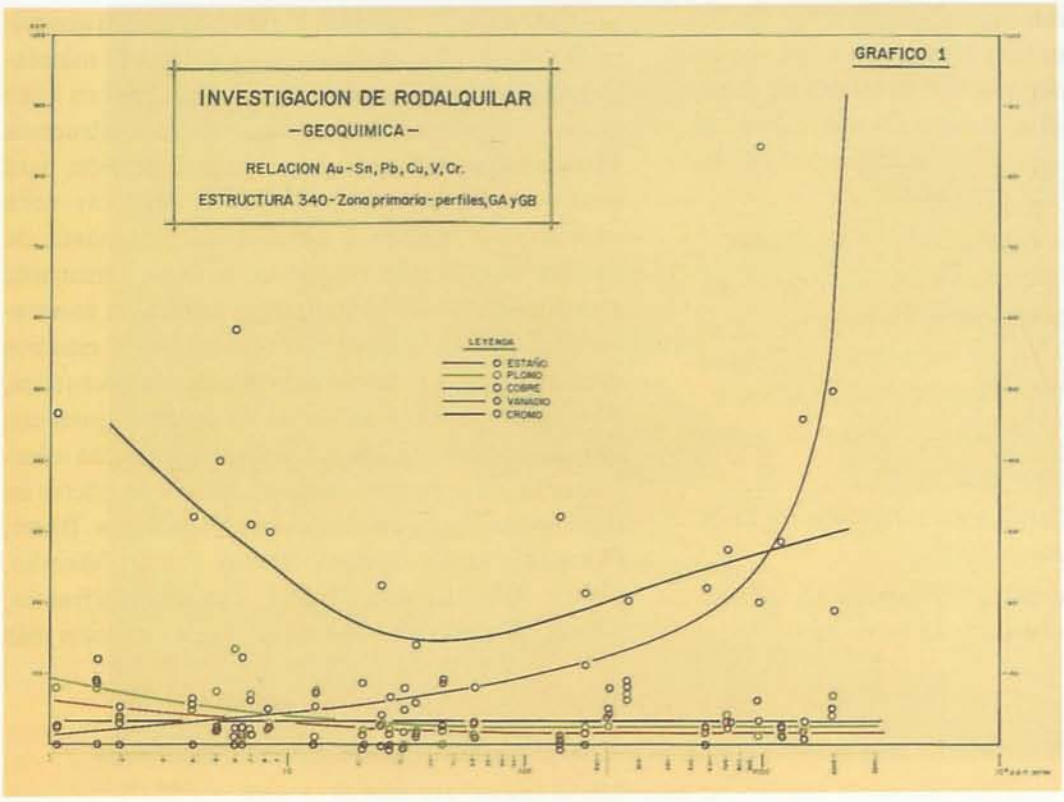

Gráfico 3. Relaciones de contenidos de Au con otros elementos en zona primaria. El estaño es el único que mantiene una correlación biunívoca con el oro

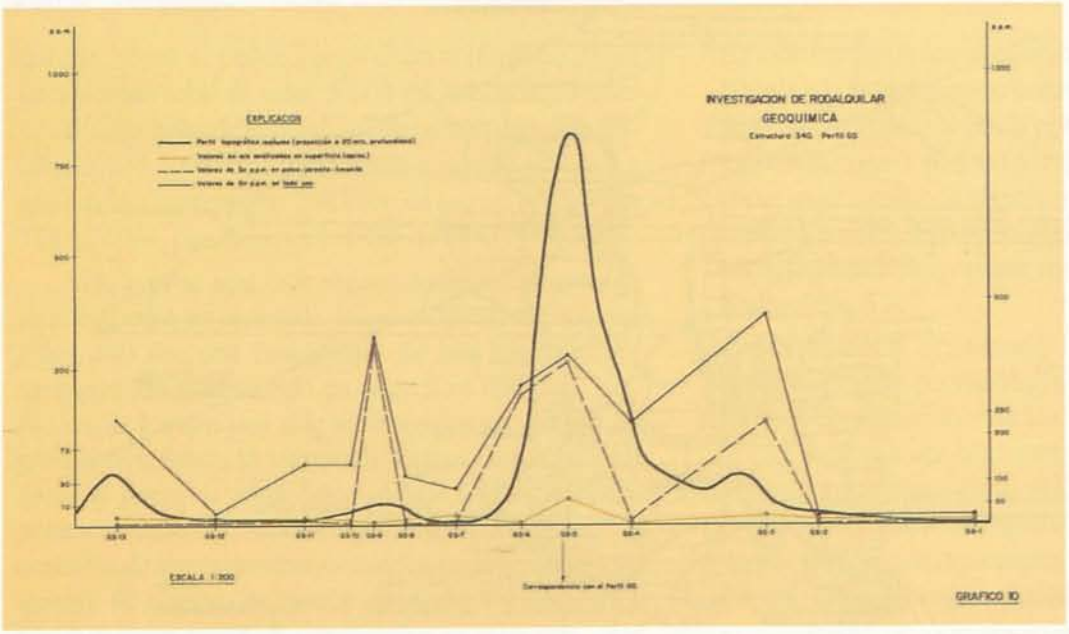

Gráfico 4. Correlación de contenidos de Au y Sn en superficie y en zona primaria. El oro ha sido lixiviado y desaparece. El estaño permanece en superficie

directa con el Au y su facilidad de análisis se acabaron seleccionando sólo 5 de ellos: Sn, Cu, Pb, V y Cr. De todos los estudios realizados, solo cabe destacar aquí dos resultados en forma gráfica:

Gráfico 3: 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 4: La topografía isoáurea en áreas enriquecidas según el perfil de punto-raya 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 lixiviándose y desapareciendo (apareciendo en zona de cementación asociado a arcillas y goethitas, fotos 6 y 7), pero

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 10

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 5. No se detectaron 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. No hay guía de prospección fuera de la estructura.

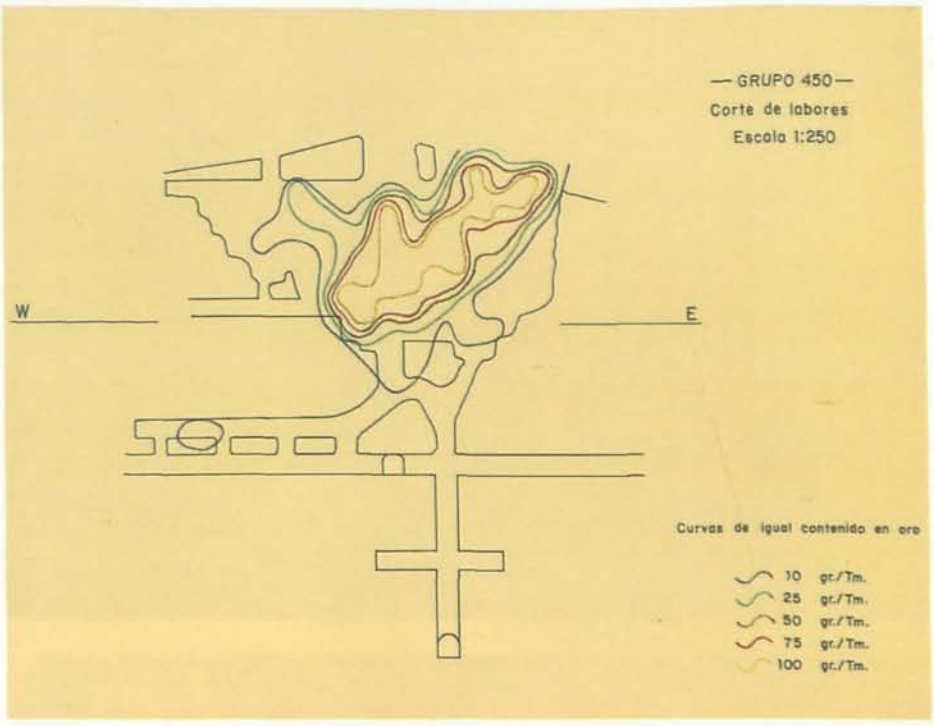

Gráfico 5. Corte del filón 450. Expresión topográfica según curvas isoáureas

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 gran anomalía de estaño y valores bajos de oro.

7. 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 6), 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 últimos años hasta el dato del 2004 que se establece en 409, 72 $/onz. A pesar de multiplicarse por diez y 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 acompañadas 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 ser comparado el precio de cada año en dólares constantes (Gráfico 6). Se da una segunda curva en la que se considera la

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 11

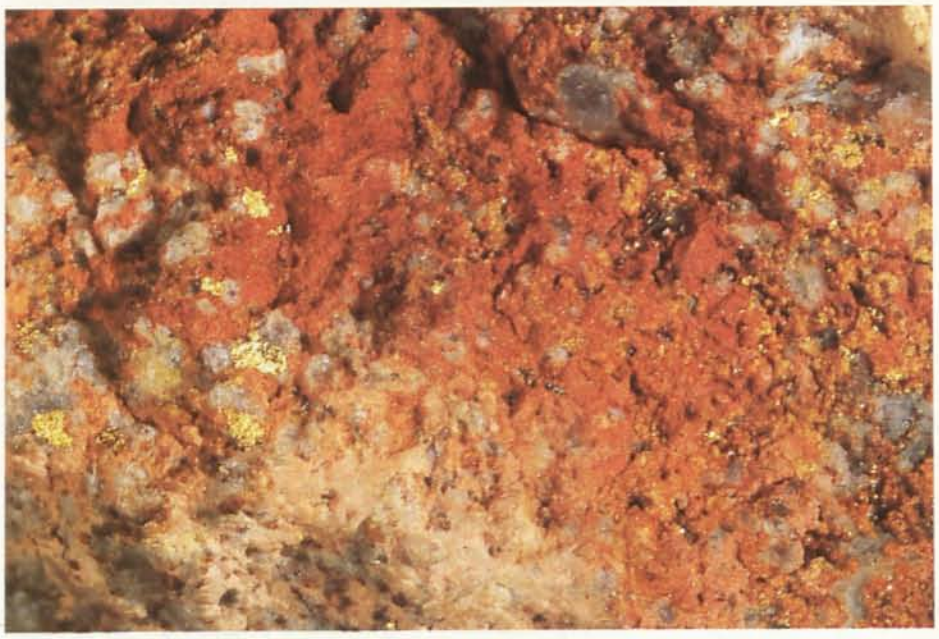

Foto 6 (arriba). Oro descendente, lixiviado de áreas primarias y depositado en limonita también descendente, en su variedad de goethita (7 x 3 cms). (Col. y foto G. Leal)

Foto 7 (abajo). Oro descendente, lixiviado de áreas primarias y depositado en arcillas ricas en sulfatos (jarosita-alunita) y óxidos de hierro (Col. J. A. Espí / Foto A. Arribas)

deflación del dólar retrospectivamente a partir del valor del dólar del 2004. Los 35 $/onz del año 1960 serían en 2004 230, pero irían bajando en valor hasta 200 en 1966, 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. Nadie puede dudar de la capacidad gerencial y tecnológica de este grupo, muy superior a la del grupo inglés de 1930-36. Nos consta personalmente (Santiago de Chile, 1981)[4] 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 la guerra a la economía en el marco de su tradicional enfrentamiento. A pesar de todo, la economía no se entrega fácilmente y el precio del oro sigue subiendo. Terminó el 2004 a 427 $/onz., el 2005 a 513 $/onz y 2006 a 632 $/onz con alguna punta de más de 700 $/onz. El día en que esto queda escrito —20 de junio de 2007— el oro se cotizó a 659,50 $/onz, con perspectiva alcista.

Sea cual sea el futuro, la opinión que se puede deducir fácilmente de las conclusiones de estos trabajos es que giraría alrededor de una concepción minera de una mayor inversión de riesgo en la prospección de estructuras mineralizadas tipo «Maria Josefa», «Filón 340» y «450», una minería de pequeño tonelaje y alta ley y un tratamiento metalúrgico de cianuración en montones e incluso, si la ley es muy alta, como en «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.

[4] El autor estudió durante los años 1978-82 diversos yacimientos de cobre y oro en los Andes peruanos. En ese contexto visitó las oficinas de St. Joe en Chile ofreciendo la experiencia de Rodalquilar a los dirigentes de la compañía. La St. Joe declinó la colaboración, pero se quedó con la idea e intentó seguramente, en sentido contrario al propuesto, aplicar la experiencia de «El Indio» a Rodalquilar.

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 12

Esta estructura, aproximadamente rectilínea, co-mo las fallas mas importantes de generación profunda que definen las lineas de costa, la Serrata etc., no encajaría con la estructura de colapso de la parte sur de lo que A. Arribas Jr. define como la Caldera de Rodalquilar. Esa banda podría ser la primera prioridad en una prospección futura. En su parte sur (Las Niñas) aparece en un nivel de erosión más rico en plomo-cobre (el oro habría estado en nivel superior). En la parte norte (Filon 340) el nivel es el aurífero (en profundidad aparece el plomo-cobre). Ello parece indicar que el movimiento de la falla produjo el colapso del labio norte. El esquema descrito podría ser constatado buscando el oro erosionado de la zona al sur de la falla (sierra de Gata) en los aluviales, tanto terrestres como en los fondos marinos cercanos. Ello supondría una distribución telescópica de la mineralización en vertical de cobre-plomo-oro hacia la superficie.

8. 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.

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, que la literatura técnica denomina «cuarzo oqueroso» (Foto 8) y la matriz al mineral de cuarzo-alunita portador del oro, que se deposita, en forma de escarapela de borde alrededor de los clastos silíceos (Fotos 9, 10 y 11). Dichos clastos presentan huecos que corresponden a los antiguos plagioclasas de la roca volcánica original, que en el proceso de alteración han sido sustituidos por sericita-illita y luego han sido lixiviados. Los cuarzos libres de la dacita han permanecido y son fácilmente identificables. A favor de esa porosidad de la roca silicificada, y en esas pequeñas oquedades, pueden ser detectados diversos minerales, cuarzos, jarositas, oro nativo, y alguno más que han podido ser estudiados 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 cristales, 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 conocidos y compatibles con el ambiente metalogénico de Rodalquilar. Utilizando el contrato de colaboración con el BRGM de Orleáns (Francia) y con la colaboración

Foto 8 (arriba). Cuarzo oqueroso («vuggy silica») resultado de la silicificación de la dacita del Cinto. De la textura original sólo quedan cristales de cuarzo libre de la roca. Los huecos son moldes de cristales que han sido alterados y lixiviados (10 x 7 cms). (Foto G. Leal)

Foto 11 (abajo). Banda de oro visible entre el cuarzo gris y la unidad cuarzo-alunita. (Col. G. Leal. / Foto F. Piña).

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 13

Foto 9. Ejemplo de la brecha mineralizada que constituye los enriquecimientos más importantes. Gris: cuarzo oqueroso; blanco: última avenida de cuarzo-alunita que trae el oro, que se deposita en los bordes del cuarzo gris. Las manchas verdes son rodalquilaritas. Eje mayor 6 cms. (Col. y foto G. Leal)

Foto 10. Espectacular muestra de oro visible. Dimensión mayor 7 cms. (Col. y foto G. Leal)

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 14

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 Internacional 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 (Foto 12).

La rodalquilarita no ha sido localizada hasta años después (Williams 1980) en otro yacimiento, en Tombstone District (Arizona), en el que había sido también descrito como emmonsita. Pero Williams reconoce que en un reconocimiento posterior pudo identificar la rodalquilarita en algunos de los cristales. Previamente, la rodalquilarita había sido obtenida sintéticamente en un laboratorio americano. Ha sido citada también en la paragénesis de la mina chilena «El Indio», cuyas similitudes con Rodalquilar ya han sido comentadas (Foto 13).

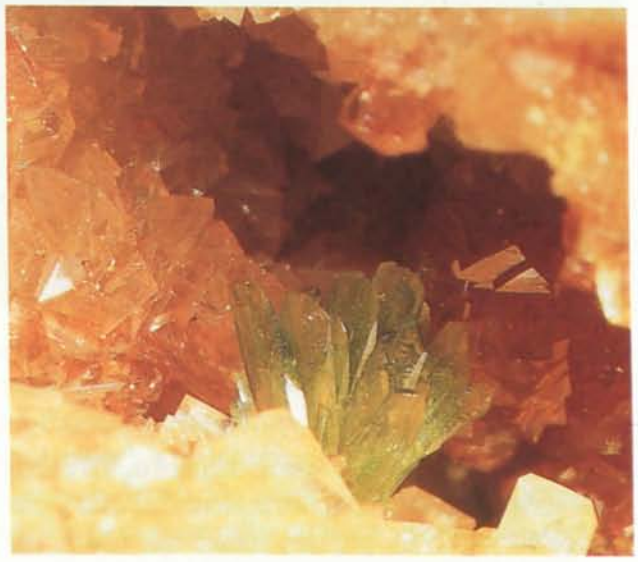

Foto 12 (arriba). Rodalquilarita (Col. y foto G. Leal 1967) tomada bajo el microscopio (x 20) en la muestra de la foto 9

Foto 13 (abajo). Rodalquilarita de la mina «El Indio» Chile (Col A. Arribas, Foto F. Piña)

9. ESCENARIO ACTUAL.

Al cerrar las minas de oro, y salvando el breve período de producción de la compañía St. Joe entre 1988-89, cesó en Rodalquilar casi todo tipo de actividad económica, quedando reducida a algo de agricultura (Las Hortichuelas), de pesca (La Isleta) y comienzo de turismo, que fue desarollándose muy poco a poco hasta hoy. La vocación de este suelo fue dejando de ser de *explotación* (economía) para ser considerado *conservación* (ecología). Rodalquilar fue tomada como centro o capital del Parque Natural de Cabo de Gata-Níjar, establecido en diciembre de 1987, y su tratamiento fue sucesivamente ordenado por diversas legislaciones: el Inventario de Espacios Naturales Protegidos (julio de 1989), el Plan de Ordenación de Recursos Naturales (PORN) y Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural (PRUG). Adquiere un protagonismo singular en la Estrategia Andaluza de Conservación de la Geodiversidad. Decididamente se le asigna una vocación turística. Se crea un vivero de flora autóctona y un parque botánico, El Albardinal, y se limita el crecimiento habitacional a algunas urbanizaciones pequeñas y algun hotel. Y con su sala de exposiciones, la organización de una Bienal de Arte y otros eventos se trata de dar un significado cultural al turismo de la zona, ya atractivo como el típico de sol y playa. Mientras San José, La Isleta, Las Negras, Agua Amarga, Fernán Pérez, Carboneras, etc., van venciendo con la presión de un crecimiento convencional los resortes previstos por la ley de Parques Naturales, Rodalquilar, registra una mayor contención. Es donde la *ecología* sigue mandando sobre la *economía*.

Sin embargo puede aparecer una presión diferente, que es el crecimiento ya comentado del precio del oro hasta la fecha en mercado en demanda, que alerta a todas las empresas productoras del mundo que estarán buscando la reapertura de viejos yacimientos como éste. El futuro en este aspecto es incierto, pero la inercia en la gestión de los negocios mineros es de muchos años, y las primeras perspectivas de aumento de la oferta equilibrarán la balanza y las cosas volverán a su cauce.

Pero nunca podrá ser olvidada la historia de Rodalquilar como yacimiento aurífero y el hecho de que, explotado en parte, sigue estando ahí. Ello podría ser

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 15

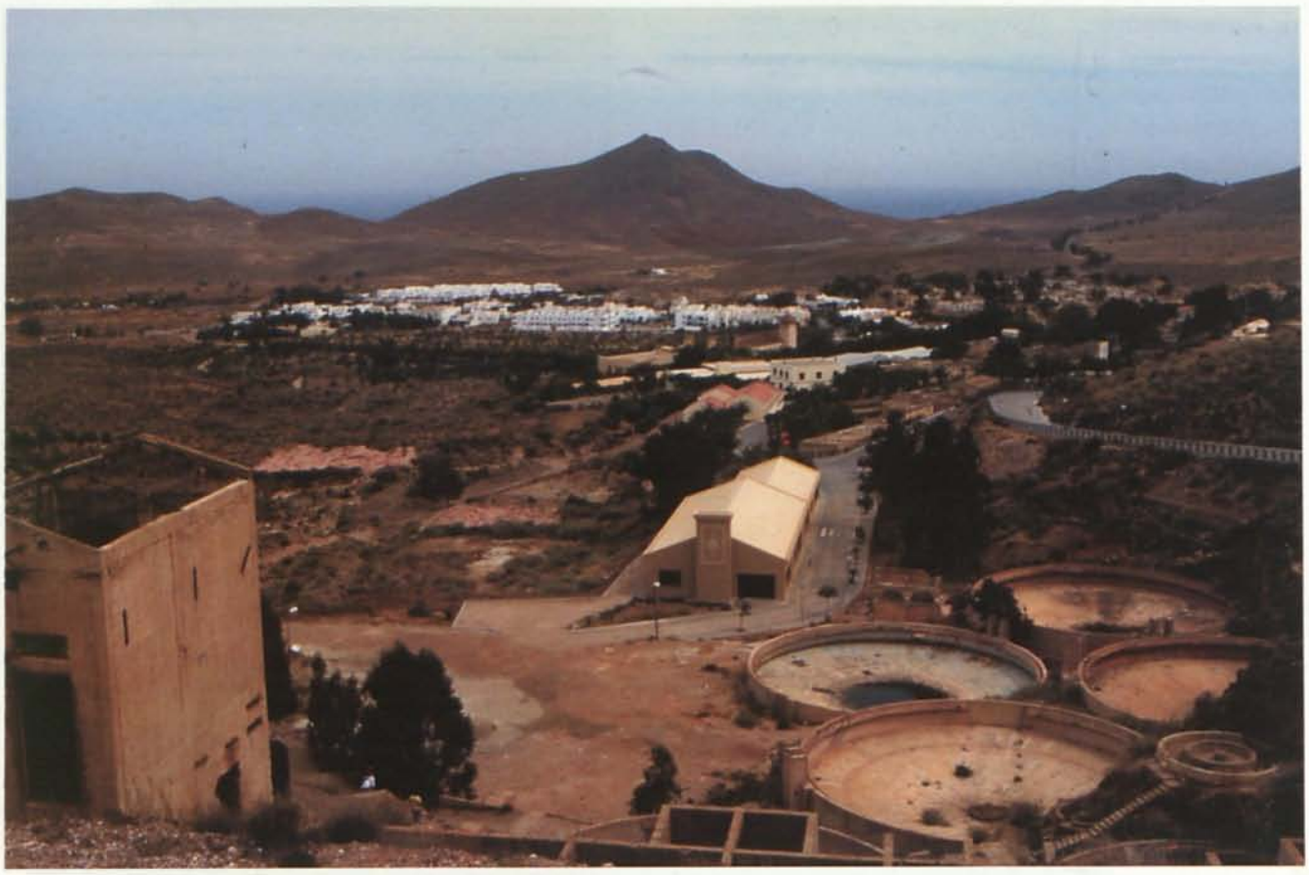

Foto 14. Vista actual de Rodalquilar desde la tolva de entrada de mineral en la Planta de Tratamiento Denver. (Foto Gonzalo Leal)

recordado con la conservación de algunos de los restos bellísimos que existen de construcciones mineras y con la habilitación de un pequeño museo que podría ser instalado en el interior de alguna de las explotaciones cercanas a Rodalquilar, que ofreciese seguridad al visitante y que formara parte de alguna de las rutas senderísticas que visitarán áreas singulares.

BIBLIOGRAFÍA

- ARRIBAS, A., Jr.: «Mapa Geológico 1: 25.000 del distrito minero de Rodalquilar, Almería».- Madrid: Instituto Geológico Minero de España, 1993.

- BARBER, J.: «Minas de Oro de Rodalquilar. Explotaciones a Cielo Abierto». Prácticas de 5° Curso. Escuela Especial de Ingenieros de Minas. Biblioteca Histórica. Archivo de proyectos, 1956.

- HERNÁNDEZ ORTIZ, F.: *El oro y las minas de Rodalquilar. Años 1509-1990.*- Sevilla: Consejería de Medio Ambiente, Junta de Andalucía, 2002 (tesis doctoral).

- LEAL, G.: *Planteamiento de una campaña de prospección geoquímica en el criadero aurífero de Rodalquilar. Almería*, E.T.S. de Ingenieros de Minas, 1966 (tesis doctoral).

- LEAL, G.; y SIERRA, J.: «Contribución a las hojas 1: 50.000 del Mapa Geológico Nacional n° 1046 (Carboneras), 1059 (Cabo de Gata) y 1060 (El Pozo de los Frailes)» IGME.

- LOODER, W. : *Gold-alunite deposits and zonal wall-rock alteration near Rodalquilar, S. E. Spain*, Universidad de Amsterdam. Tesis doctoral, Institute Mededeling, 318, 1966, 93 p.

- MARTIN VIVALDI, J. L.; SIERRA, J.; y LEAL, G.: «Some aspects of the mineralization and wall-rock alteration in the Rodalquilar deposits, SE Spain». Society of Mining Geologists of Japan Special issue 2, 1971, pp. 145-132.

- SIERRA LÓPEZ, J.; LEAL, G.; PIERROT, R.; LAURENT, Y.; PROTAS, J.; y DUSANSOY, Y.: «La Rodalquilarite, chlorotellurite de fer. Nouvelle especie minerale». Société Françoise de Mineralogie et de Cristallographie. Bulletin. V. 91, 1968, pp. 2 8-33.

- SIERRA, J.; LEAL, G.; PÉREZ-MANZUCO, F. «Prospección geoquímica del yacimiento aurífero de Rodalquilar (Almería)».

- SIERRA, J.; y LEAL, G.: «El distrito aurífero de Rodalquilar – Cabo de Gata. Geología, metalogenia, geoquímica e investigación minera». Informe interno ENADIMSA, 1968.

Diputación de Almería — Biblioteca. Oro de Rodalquilar, El. Trabajos de investigación. 1963-1966 últimos años y cierre., p. 16