

# El futuro inmediato en las minas de metales preciosos en el sudeste español

Francisco Hernández Ortiz  
Doctor en Ciencias Geológicas. Repsol-YPF

separata de la Revista Tierra y Tecnología n.º 27 (2008)  
Yedra del: Ciberia Ordoñez de Geólogos

# El futuro inmediato en las minas de metales preciosos en el sudeste español

R- 6203

6203

*La historia de la minería en el sudeste peninsular es importante y muy dilatada en el tiempo. Todos los pueblos que han pasado por este rincón de España han practicado la minería en mayor o en menor grado, de manera que se puede decir que la minería ha sido continua en el tiempo desde la prehistoria hasta nuestros días. Sin embargo actualmente la minería española en general, y la de los metales preciosos en particular, están ambas en horas bajas. Ante esta situación surgirían las preguntas: ¿Por qué están paradas hoy día las minas de metales preciosos del sudeste español? ¿Qué factores son los causantes de la situación actual de inactividad?*

Francisco Hernández Ortiz  
Doctor en Ciencias Geológicas. Repsol-YPF

Los yacimientos de oro y plata del sudeste español y su futuro inmediato, son el objetivo del presente trabajo. Pero para poder realizar un análisis específico de todo ello, primero es necesario hacer un análisis general de la minería de metales preciosos y de los factores que la controlan.

## LOS INICIOS

Hace unos 5.500 años es cuando aparecen los primeros indicios de minería de metales en el sudeste de la península, siendo en este momento en donde podemos situar la aparición de lo que se podría llamar minería económica.

Pero ¿por qué el termino minería económica? Desde su descubrimiento y utilización, el oro y plata (muy especialmente el oro) han sido dos metales cuyo uso ha ido estrechamente unido al concepto del poder. A diferencia del resto de los metales conocidos desde la prehistoria, el oro y la plata no eran normalmente utilizados para fabricar útiles (herramientas, armas y objetos de uso diario) sino que eran utilizados, en la mayoría de los casos, para fabricar elementos diferenciadores dentro de la incipiente sociedad (joyas y adornos).

Es decir, aparecen las primeras estratificaciones sociales marcadas por el diferente poder económico y/o social de los individuos dentro de una comunidad.

El primer pueblo que comerció con los metales del sudeste peninsular, fueron los fenicios, y sus operaciones consistían en trueques realizados con los habitantes de las costas, a quienes entregaban productos elaborados (perfumes, ungüentos, baratijas, etcétera) a cambio de la plata extraída en las minas de la zona.

## LA ETAPA HISTÓRICA

Los cartagineses sustituyeron a los fenicios en su papel colonizador pero el principal objetivo era el de controlar la fuente de riqueza económica que suponían las minas de plata del sudeste y así tener opción a ser la potencia hegemónica en el Mediterráneo. Roma era su contrincante, manifestándose esta rivalidad a través de las tres guerras púnicas, cuyo punto de inflexión a favor de Roma, se dio cuando los romanos conquistaron las minas de Cartago Nova dando así un golpe de gracia a una de las principales fuente de riqueza que permitía a los cartagineses formar sus ejércitos. En la etapa moderna, Felipe II armaba sus tercios y movía sus piezas de política exterior según el



ritmo de llegada de las flotas que traían la plata desde América. En función de la cantidad de plata y oro que arribaban a Sevilla, el rey decidía que operaciones se realizarían contra sus enemigos en Europa. La conclusión de todo esto es muy simple: "a lo largo de la historia, la riqueza y poder una nación, ha estado estrechamente relacionada con la cantidad de metales preciosos que poseía".

### LA EDAD CONTEMPORÁNEA

Pero los tiempos cambian y la economía también lo hace. En el siglo XIX se produce la revolución industrial y un país en donde predominaba la riqueza científica sobre la riqueza de metales preciosos, es capaz de dominar el mundo y crear un imperio como lo fue el Imperio Británico. Es el primer aviso de los profundos cambios políticos, sociales y económicos que se van a producir a escala mundial durante el siglo XX.

En los libros de Historia Económica se puede encontrar el proceso de cambio desde los antiguos sistemas económicos hasta las modernas economías fiduciarias de hoy en día. El proceso se inicia a mediados de siglo XIX y finalizará a principios del último tercio del siglo XX. En un sistema monetario metálico, históricamente las monedas han tenido un valor igual a su contenido metálico, el cual era fundamentalmente oro o plata. La riqueza de un país se medía por sus reservas de oro y plata. A mediados del siglo XIX, la mayoría de los países se regían por este tipo de sistemas, pero comenzó una evolución que se describe a continuación de una manera extremadamente sintetizada:

- A. En 1868, se crea la Unión Monetaria Latina (Bélgica, Francia, Italia, Suiza).
  - Es uno de los gérmenes de la internacionalización del sistema monetario.
  - La Unión, adopta el clásico patrón-moneda bimetalico: plata-oro.

- B. En 1878, la Unión Monetaria Latina abandona el bimetalismo.
  - Se mantiene solamente el patrón-moneda oro.
- C. En 1929, la Gran Depresión hace tambalearse los cimientos económicos establecidos hasta ese momento (se revisan las bases de la economía internacional.)
- D. En 1944, los principales países aliados se reúnen en Breton Woods y comienzan a sentar las bases de lo que será la economía de posguerra. Más tarde se creó un sistema monetario internacional con dos cambios para el oro (cambio oficial fijo y cambio privado que podía fluctuar.)
- E. En 1971, se tambalea el sistema monetario salido de Breton Woods.
  - EEUU abandona la convertibilidad del dólar en oro.
  - Devaluación del dólar.
- F. En 1973, se derrumba el sistema monetario salido de Breton Woods.
  - Nueva devaluación del dólar.

### EVOLUCION HISTORICA DEL PRECIO DEL ORO EN EL MERCADO INTERNACIONAL

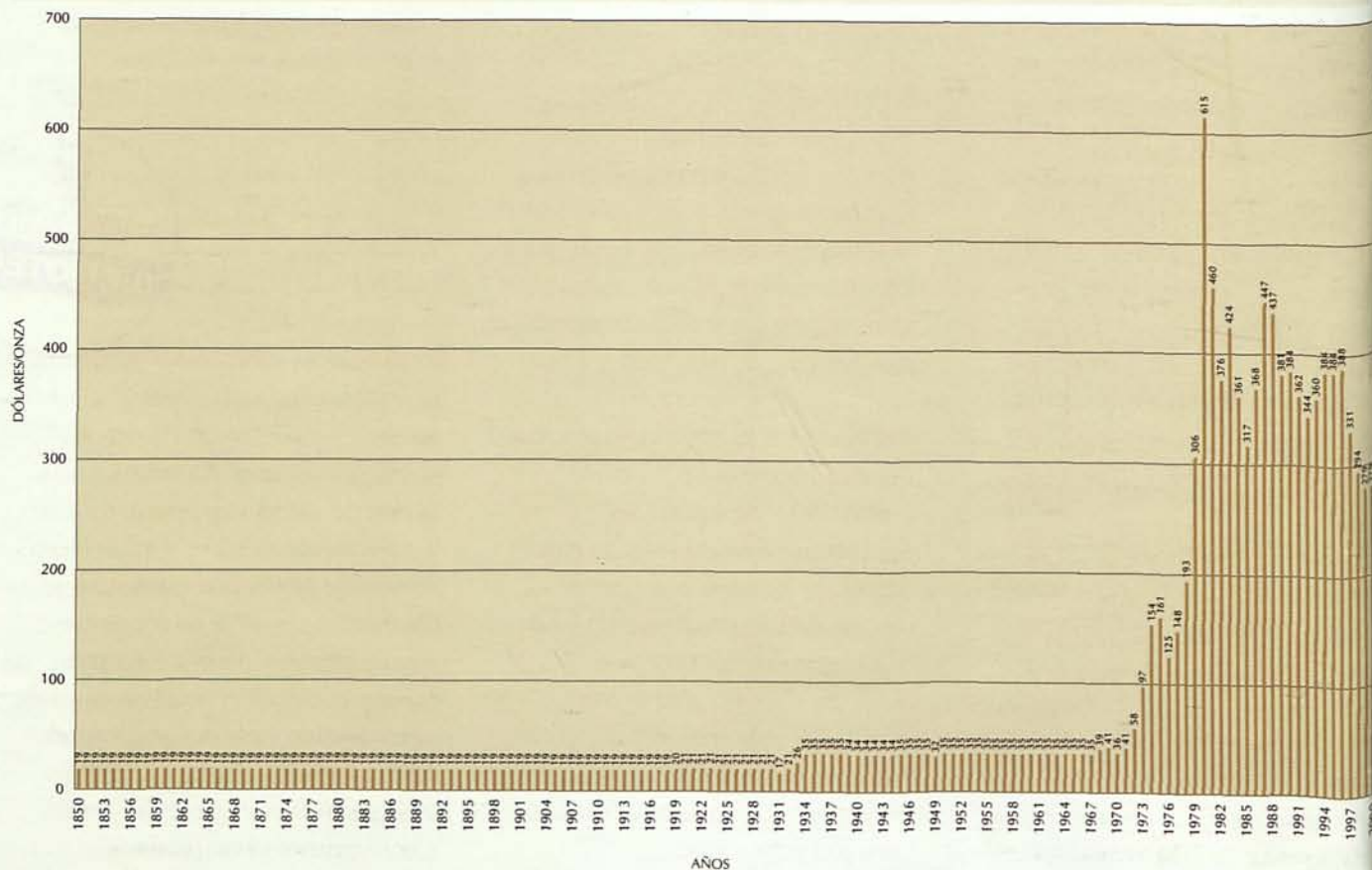


Figura 1. Evolución del precio del oro desde un tradicional sistema monetario metálico hasta el actual contexto económico fiduciario. Este ejemplo es similar para el resto de los metales. Años 1850 - 2001 (Fuente: The Gold Institute - www.goldinstitute.org).

- Crisis del petróleo.
- Fin de los cambios fijos de las principales divisas internacionales.
- Establecimiento definitivo de las monedas fiduciarias.

Toda esta serie de acontecimientos desembocará en el establecimiento de los sistemas fiduciarios. A partir de 1973, el valor de las monedas y de la economía de cada país lo marca la capacidad que tenga el citado país para generar riqueza (independientemente de sus reservas de oro y plata). La primera consecuencia de este cambio de economía metálico-fiduciario, se puede ver en el gráfico adjunto de precios del oro entre los años 1850 y 2001 (figura 1). Se observa como lo que antes era un valor fijo y prácticamente inalterable pasa a ser algo volátil y que depende del mercado, a partir del inicio de la década de los años 1970.

Actualmente, el precio del oro esta sujeto a fuertes oscilaciones en el mercado y su consecuencia directa es que una mina de oro, que en un año determinado es rentable, puede que al año siguiente se vea obligada a cerrar porque ya no lo es. Hoy en día, la principal baza para que una mina esté en actividad, no va a ser que se conozca geológicamente en detalle un yacimiento de metales preciosos, ni que se descubra una nueva tipología desconocida hasta ese momento, ni siquiera que se descubran nuevas técnicas metalúrgicas que permitan bajar la ley de corte para la explotación, tan solo va existir un factor determinante para que una mina de metales preciosos permanezca en actividad: rentabilidad.

Si esto es así, y solo la rentabilidad va a marcar la frontera entre la actividad o inactividad de una mina, debemos preguntarnos entonces de qué factores depende la rentabilidad. Los factores a tener en cuenta en la hipotética rentabilidad de un yacimiento, serán fundamentalmente dos: A) Tener un conocimiento exhaustivo del yacimiento de metales preciosos y B) Bajos costes operativos para poder sobrevivir a las crisis de precios del mercado de metales preciosos.

Tabla 1. ANALISIS ESTRATEGICO EXTERNO

#### Entorno general (economía, sociedad, política, tecnología, etc)

- Perfil estratégico
- Método de los escenarios
- Método Delphi
- Método impactos cruzados
- Elaborar una lista de factores y valorar cada uno de ellos de 1-5.
- Contemplar diversos escenarios coherentes futuros.
- Solicitar la opinión de expertos respecto a algunas cuestiones.
- La probabilidad de un suceso varía en función de que ocurra otro.

#### Entorno específico (minería)

##### Fuentes de competencia horizontal (según Porter)

- Amenazas de sustitución
- Entrada de competidores
- Existencia de competidores
- Depende del precio máximo que el mercado este dispuesto a pagar por el producto.
- Dependerá de la existencia de barreras de entrada: económicas, tecnológicas, operativas, etc.
- Número de competidores, tamaño de los competidores, grado de su diferenciación.

##### Fuentes de competencia vertical (según Porter)

- Poder negociador de los compradores
- Poder negociador de los proveedores
- El producto es un commodity y por tanto no es un factor decisivo.
- No existen grandes diferencias entre los proveedores de la minería.

*Ejemplo de análisis estratégico externo para la minería de metales preciosos. El entorno general se puede analizar utilizando alguno de los métodos propuestos, con el objetivo de conocer las oportunidades existentes en el mercado y que se puedan aprovechar por parte de la minería de metales preciosos. El entorno específico se puede analizar teniendo en cuenta los criterios de Porter, sobre cuáles pueden ser las fuentes de competencia horizontal y vertical, es decir, las amenazas para la minería de metales preciosos.*

**A partir de 1973, el valor de las monedas y de la economía de cada país lo marca la capacidad que tenga el citado país para generar riqueza (independientemente de sus reservas de oro y plata)**

Una vez que se ha descubierto un yacimiento y se ha investigado en detalle, llega el momento de plantearse el hecho de si con ese yacimiento se va a conseguir rentabilidad, es decir, se va a recuperar más dinero del que se va a invertir. ¿Pero por qué esta obsesión con unos bajos costes operativos? Hoy en día las empresas, realizan un análisis estratégico externo e interno antes de abordar cualquier proyecto de inversión de cierta envergadura. Con ello se pretende detectar las fortalezas y debilidades de la empresa (análisis estratégico interno), así como las amenazas y oportunidades existentes en el mercado (análisis estratégico externo). La industria minera no es una excepción a estas tendencias y en función de sus características específicas realiza sus análisis correspondientes (ver tablas 1 y 2).

Tabla 2. ANALISIS ESTRATEGICO INTERNO

**Análisis interno del sector**

- ¿Qué quieren los clientes?
- ¿Cómo sobrevive la mina?
- Un producto estándar.
- Con unos bajos costos operativos, para sobrevivir a las
- Posibles fluctuaciones de precios del mercado de metales preciosos.

**Recursos de la empresa**

- Tangibles
- Intangibles
- Aquellos medibles en una contabilidad (recursos económicos, inmuebles, etc).
- Aquellos no medibles contablemente (capacidad tecnológica, valía del equipo humano, etc).

**Capacidades de la empresa**

- Costes operativos
- Flexibilidad
- Factor clave en la minería de metales preciosos.
- Capacidad para adaptarse a los cambios: tecnológicos, laborales, económicos, legales, etc.

**Benchmarking**

- Evaluaciones comparativas con otras empresas del sector las comparaciones se pueden hacer a cualquier nivel y si es positiva se debe de adoptar (benchmarking en costos operativos, en seguridad, en sistemas financieros, en mejora continua del proceso, etc).

*Ejemplo de análisis estratégico interno para la minería de metales preciosos, a través del cual se deben establecer sus fortalezas y sus debilidades.*



*Figura 2. Típico ejemplo de filón aurífero de los yacimientos de Rodalquilar (los más importantes del sudeste peninsular). Corresponde a una tipología epitermal de baja sulfuración plasmada en filones volcánicos que suelen tener un metro de potencia y no sobrepasan los 100 metros de profundidad. Este tipo de filones ha sido el mayoritariamente explotado durante la historia minera contemporánea de Rodalquilar y su volumen de material esta claramente por debajo y fuera del alcance de un mina del tipo del gigantismo actual.*

Solo queda la posibilidad de alcanzar una ventaja competitiva a través de los costes, de ahí la obsesión de todas las compañías mineras por unos bajos costes operativos

Las características de la citada industria minera se pueden cuantificar y representar gráficamente en una matriz estratégica orgánica (tabla 3) y ver que la minería de Au y Ag es una industria del tipo maduro y que en función de la posición competitiva que sea capaz de alcanzar, se determinará su rentabilidad.

De nuevo se debe hacer otra pregunta, en este caso la de: ¿Cómo alcanzar una posición competitiva? (ver tabla 4).

Para el caso de los metales preciosos no existe posibilidad de segmentación del mercado ya que no se puede elegir a un determinado segmento de clientes para venderles solamente a ellos. Tampoco existe posibilidad de búsqueda de la diferenciación con el producto porque el oro y la plata son unos "commodity" y su precio es prácticamente el mismo en cualquier parte del mundo. Entonces solo queda la posibilidad de alcanzar una ventaja competitiva a través de los costes, de ahí la obsesión de todas las compañías mineras por unos bajos costes operativos. Es ahora cuando ha llegado el momento de hacernos

la pregunta que justifica la existencia de este trabajo: ¿Volverán a ponerse en producción los yacimientos de metales preciosos del sudeste de España en un futuro próximo?

Como se puede ver en ejemplos reales de ventajas en costes, existen minas como Yanacocha en Perú, donde es rentable la explotación de un metal precioso (en este caso el oro, pero el ejemplo es extrapolable a otros metales). Uno de los datos más destacables de Yanacocha es el del volumen de material que mueve diariamente y que es de aproximadamente 500.000 toneladas (150.000 de estéril y 350.000 de mineral). Esta impresionante cantidad de material tratado diariamente ha hecho que se consiga uno de los costes operativos más bajos del mundo y que la ley de corte sea inferior a 1 gramo de oro por tonelada. Sin entrar en detalles de laboreo y de tratamiento metalúrgico, ya tenemos el factor determinante de rentabilidad en Yanacocha, que no es otro que el volumen de material tratado. Debido a esto se ha comenzado a utilizar el concepto "gigantismo" para sintetizar en una sola palabra todas las características que reúne una mina de estas características, pero de las que podemos encontrar decenas de ejemplos similares alrededor del mundo. Todo debe ser "gigante": los camiones, las cargadoras, las cortas, el tonelaje de explosivos utilizados, el volumen de reactivos consumidos, etcétera.

En los yacimientos del sudeste de España siempre se ha trabajado con leyes auríferas muy superiores al gramo por tonelada, como por ejemplo en Rodalquilar (figura 2), donde Adaro trataba casi 200.000 toneladas de mineral al año, con unas leyes medias de 4 gramos de oro por tonelada. Pero en el sudeste español no se dan los volúmenes suficientes de mineral aurífero o argentífero para pensar tan solo en acercarse levemente al gigantismo de las actuales explotaciones mineras de metales preciosos.

Volviendo al ejemplo de Rodalquilar, en los momentos más optimistas en la investigación de la Sierra del Cabo de Gata, por parte de la

### MATRIZ ESTRATÉGICA ORGÁNICA

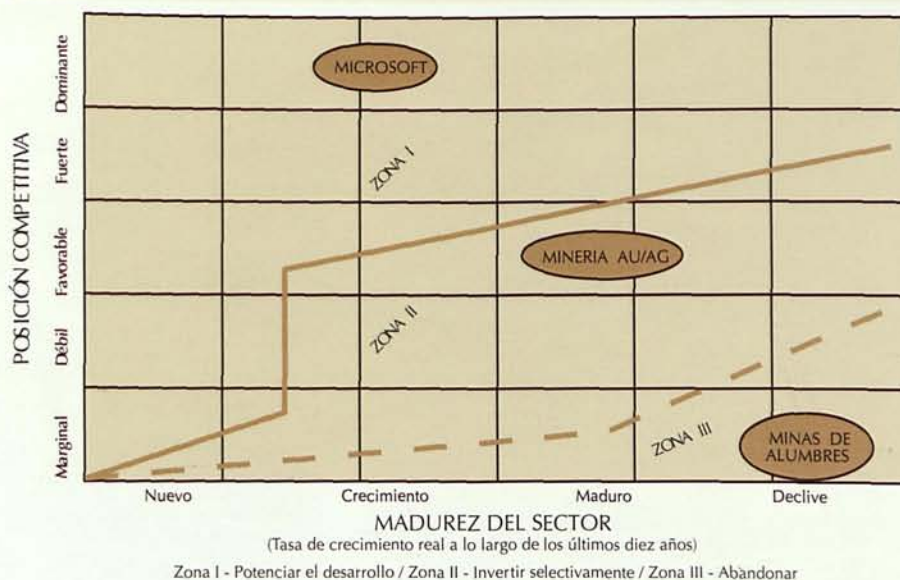


Figura 3. Una industria dominante y en crecimiento, como la industria informática representada por Microsoft, es un ejemplo donde se debe potenciar su desarrollo e invertir. Una industria marginal y en declive como la minería medieval de los alumbres, es una industria que se debe de abandonar y no invertir. El caso intermedio estaría bien representado por un tipo de industria como la minería de los metales preciosos, que en función de la posición competitiva en que sea capaz de colocarse, se deberá potenciar e invertir en ella o bien deberá de ser abandonada y no invertir en ella.

### Tabla 3. VENTAJAS COMPETITIVAS

#### Estrategias para industrias maduras

- Segmentación y selección de clientes (ejemplo en locomoción: Harley-Davidson)
- Búsqueda de la diferenciación (ejemplo en escritura: Mont-Blanc)
- Ventaja en costes (ejemplo en minería: mina Yanacocha)

#### Estrategias para la industria madura de la minería

- No existe posibilidad de segmentación
- No existe posibilidad de selección de clientes
- No existe posibilidad de obtenerse ventajas por diferenciación respecto al producto
- Existe la posibilidad de búsqueda de la diferenciación en los costes operativos
- Para obtener ventajas competitivas importantes en los costes, se tiende al gigantismo en las explotaciones mineras

Estrategias para lograr ventajas competitivas para una industria con una baja tasa de crecimiento en los últimos años (ejemplo: industria madura de la minería).

compañía estatal Adaro, se llegó a insinuar la existencia de 75 millones de toneladas de mineral aurífero (que finalmente quedaron solo en cuatro). Con este volumen optimista de 75 millones de toneladas de mineral aurífero y explotándolo al ritmo de nuestro ejemplo de Yanacocha, Rodalquilar tendría mineral para tratar durante poco más de 200 días, espacio de tiempo claramente insuficiente para rentabilizar una inversión

del gigantismo de las actuales minas en funcionamiento. Además se debe tener en cuenta que la mayoría de estas minas gigantes se encuentran localizadas en países donde la legislación medioambiental no es tan restrictiva como las legislaciones medioambientales existentes en Europa, que provocan unas grandes barreras económicas de salida debido al gasto necesario que se debe hacer en el momento de cerrar



Figura 4. Cantera aurífera del cerro del Cinto en los yacimientos de Rodalquilar. En la pared se pueden apreciar como son cortadas algunas galerías de interior. Este es el segundo dique de criadero de Rodalquilar, representado por una tipología epitermal de alta sulfuración plasmada en diques de varios metros de potencia como el que se observa en la imagen. En el cerro del Cinto existen siete diques de este tipo que en su conjunto fueron cubicados en 4.000.000 de toneladas de mineral aurífero con leyes que rondaban los 4 gramos de oro por tonelada. Este volumen de material está claramente por debajo y fuera del alcance de una mina del tipo del gigantismo actual.

Los yacimientos de metales preciosos del sudeste de España difícilmente serán rentables, independientemente de los logros que se alcancen en los campos de la investigación geológica, minera y metalúrgica

la mina y restaurar medioambientalmente lo que establezca la ley.

### CONCLUSIONES

De esta manera llegamos a la conclusión de que en el actual contexto económico mundial, los yacimientos de metales preciosos del sudeste de España difícilmente serán rentables, independientemente de los logros que se alcancen en los campos de la investigación geológica, minera y metalúrgica. En el pasado no existían conceptos como: rentabilidad,

amortización, costes, cuenta de resultados, balance de situación, etcétera. Pesaba muchísimo más la necesidad de obtener oro y plata como medio indispensable para lograr poder y hegemonía (contexto monetario metálico) que el hecho de hacerlo en unas determinadas condiciones de bajos costes (contexto monetario fiduciario). Si al antiguo contexto monetario metálico le unimos las ricas leyes que existían en los yacimientos de metales preciosos del sudeste peninsular, obtendremos como resultado el hecho de que se hallan explotado casi en continuidad durante los últimos 5.500 años.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- HERNÁNDEZ ORTIZ, F. (2003). Rodalquilar: Geología, Minería, Metalurgia y Patrimonio Minero. Tesis Doctoral dirigida por D. Octavio Puchert Riart. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid.