

Depósitos auríferos del sector occidental del Sistema Central español

S. Barrios⁽¹⁾, P. Florido⁽¹⁾ y R. Reguilón⁽²⁾

(1) Instituto Geológico y Minero de España: Departamento de Investigación en Recursos Geológicos. Oficina de Proyectos de Salamanca
s.barrios@igme.es, p.florido@igme.es

(2) Universidad de Salamanca, Departamento de Geología, Área de Mineralogía y Cristalografía
rosalon@usal.es

RESUMEN

Los depósitos auríferos localizados en el sector occidental del Sistema Central Español pueden ser agrupados en una primera aproximación en: (1) brechas y filones de cuarzo auríferos (El Chivote, La Pedrera), (2) paleoplaceres: pepitas de oro en depósitos aluviales terciarios (Las Cavenes, Sierró de Coria), (3) placeres cuaternarios: pepitas de oro en depósitos sedimentarios formados por la red activa de drenaje (Río Erjas), (4) oro en el regolito desarrollado sobre las pizarras del Complejo Esquisto Grauváquico (CEG) (Casillas de Coria). Se han encontrado pepitas de oro con morfologías que indican un posible origen por procesos físico-químicos, bacteriológicos y climáticos. Sobre estos depósitos han sido reconocidas labores mineras de origen romano y labores posteriores de investigación y explotación en distintas épocas hasta la actualidad.

Palabras clave: Complejo Esquisto Grauváquico, filón, oro, placer, regolito

Gold deposits in the western sector of the Central Spanish System

ABSTRACT

The gold deposits in the western sector of the Central Spanish System can be grouped in: (1) gold quartz veins type (El Chivote, La Pedrera), (2) paleoplacers: gold nuggets in tertiary alluvial deposits (Las Cavenes, Sierró de Coria), (3) quaternary placers (Río Erjas), (4) gold nuggets in a regolith developed on the Schist and Graywacke Complex (CEG) (Casillas de Coria). The morphological study of gold nuggets will provide physical, chemical, bacteriological and climatic characteristics. Mining works are located on these deposits from roman time to the present day.

Key words: gold, placer, regolith, Schist and Graywacke Complex, vein

Introducción

En la realización del Mapa Metalogenético de la provincia de Cáceres a escala 1:200.000 (IGME y Junta de Extremadura, 2006), se observaron una serie de labores mineras que resultaron ser antiguas explotaciones de origen romano. Están localizadas en el paraje denominado Sierró de Coria, al N de dicha localidad, siendo estudiadas por Florido y Rivas (2006) y por Florido *et al.* (2007) dentro del proyecto de investigación "Estudio Metalogenético y Minero de las Explotaciones Auríferas Romanas de la Cuenca de Coria (Cáceres)". En él localizaron otros trabajos mineros sobre depósitos auríferos secundarios en el entorno próximo, como es el caso del Sierró de Marifranca y llevaron a cabo una caracterización metalogenética de mineralizaciones primarias auríferas en los "Vieiros" al W de Valverde del Fresno y El Chivote en Calzadilla (Pérez Regodón, 1969). Por últi-

mo, realizaron la identificación de áreas donde se han encontrado pepitas de oro de grandes dimensiones en el regolito desarrollado sobre el Complejo Esquisto Grauváquico (CEG). Este regolito en la zona N de Cáceres y NE de Badajoz (Boixereu y Paradas, 2006) completa probablemente el ciclo evolutivo del oro y sirve de nexo entre los yacimientos primarios y los paleoplaceres terciarios y placeres cuaternarios.

El presente trabajo es un primer acercamiento al estudio de la evolución geoquímica de los depósitos auríferos del Sector Occidental del Sistema Central Español, objetivo final de la investigación propuesta para la realización de la Tesis Doctoral del autor.

Situación geográfica y geológica

La zona de estudio comprende el NW de la provincia de Cáceres y el SW de la provincia de Salamanca,

separadas ambas por las cadenas montañosas de la Sierra de Gata y Sierra de Francia.

Desde el punto de vista geológico se enmarca dentro de la Zona Centroibérica (Julivert *et al.*, 1972), concretamente en el Dominio del CEG (Carrington Da Costa, 1950).

De forma general, como se observa en la Figura 1, los materiales predominantes en el área de trabajo son metasedimentos del CEG de edad Vendienne Superior, que están divididos en dos unidades: la Unidad Inferior denominada Alogrupo Domo Extremeño (Álvarez Nava *et al.*, 1988) de edad Rifeense-Vendienne, que consiste en una sucesión de lutitas y areniscas con intercalaciones de conglomerados, y la Unidad Superior, representada por la Formación Monterrubio (Diez Balda, 1980) constituida por pizarras arenosas, esquistos micáceos, pizarras negras bandeadas y varios tramos métricos o decamétricos de conglomerados, areniscas, microconglomerados y porfiroides.

Encima de la secuencia esquisto grauváquica se encuentra la cuarcita armoricana ordovícica (Arenigiense), cuyos afloramientos se localizan fundamentalmente en núcleos de sinclinales colgados en la Sierra de Francia en la Región de Las Batuecas.

En la parte W del Sinclinal de Tamames, al E de El Cabaco, se observa sobre la cuarcita ordovícica en contacto discordante una secuencia de cuarcitas, grauvacas y pizarras de edad silúrica.

El Terciario está representado por materiales detríticos que rellenan tres cuencas sedimentarias, la parte SW de la Cuenca de Ciudad Rodrigo, la Cuenca de Moraleja y la Cuenca de Coria. En el caso de estas dos últimas, en base a diferentes estudios y teniendo en cuenta el factor estructural en la región, ambas pudieron estar unidas en un principio y estarían limitadas por el N por la falla de Castelo Branco, por el S con la falla de Alejento-Plasencia y separadas por la falla de Casas de Don Gómez.

Los últimos sedimentos pertenecen a depósitos cuaternarios asociados a la actividad fluvial como terrazas, llanuras de inundación o coluviones entre otros. Se encuentran repartidos por toda la zona, siendo únicamente representados en el mapa los asociados a cuencas sedimentarias terciarias.

Las rocas ígneas plutónicas coinciden con diferentes granitos variscos que constituyen el Batolito de Jálama, Plutón de Gata, Plutón de Santibáñez y Plutón de Montehermoso-Plasencia. A su vez, el Batolito de Jálama y Plutón de Santibáñez contienen mineralizaciones filonianas de Sn-W y Au, como sucede en la zona de Navasfrías (Moro *et al.*, 2000) o en El Cabaco (Antona, 1991) respectivamente.

Entre otras rocas filonianas, se han distinguido

una serie de diques de diabasa fuertemente alterados emplazados en el CEG, que presentan gran interés al contener mineralización aurífera como se verá más adelante.

Tipologías de los depósitos auríferos

Se han identificado 26 indicios auríferos que pueden ser agrupados en 4 tipologías, de acuerdo con sus características fundamentalmente morfológicas: (1) brechas y filones de cuarzo auríferos, (2) paleoplaceres terciarios, (3) placeres cuaternarios y (4) oro en el regolito sobre el CEG.

Brechas y Filones de cuarzo auríferos

A su vez dentro de este grupo pueden diferenciarse dos tipos, (1a) brechas y filones de cuarzo con cantidades variables de sulfuros, scheelita, wolframita y casiterita, y (1b) filones de cuarzo encajados en diques básicos.

Brechas y filones de cuarzo con sulfuros, W y Sn

En la Sierra de Francia, dentro de la provincia de Salamanca, se encuentran las mineralizaciones filonianas de El Cabaco (Antona, 1991) formadas por cuarzo y minerales de W junto con cantidades variables de Au. Presentan direcciones NNW-SSE con buzamientos subverticales y tienen su origen en las últimas etapas de emplazamiento de los granitos calcoalcalinos del plutón de La Alberca-Sequeros. Los minerales de la ganga más abundantes son cuarzo, moscovita y turmalina, con menores cantidades de sericita, apatito y clorita. Los minerales de la mena identificados son scheelita, wolframita, arsenopirita, pirita, calcopirita, esfalerita, bismutinita, bismuto y oro nativo. Éste último únicamente es visible al microscopio en pequeños granos de tamaño inferior a 4 micras, como inclusiones dentro de arsenopirita y pirita asociado a bismutinita y bismuto nativo, adherido las paredes de esos sulfuros o libre en fracturas del cuarzo junto con óxidos de hierro (Figura 2, A y B). En análisis previos sobre este oro mediante microscopio electrónico de barrido (SEM), los resultados muestran que se trata de la variedad electrum al mostrar cantidades de Ag superiores al 30% en peso. Los minerales supergénicos reconocidos son escorodita, covellina, sericita, clorita y óxidos de hierro.

En la zona de Navasfrías, debido a las últimas etapas de intrusión de los leucogranitos que forman el

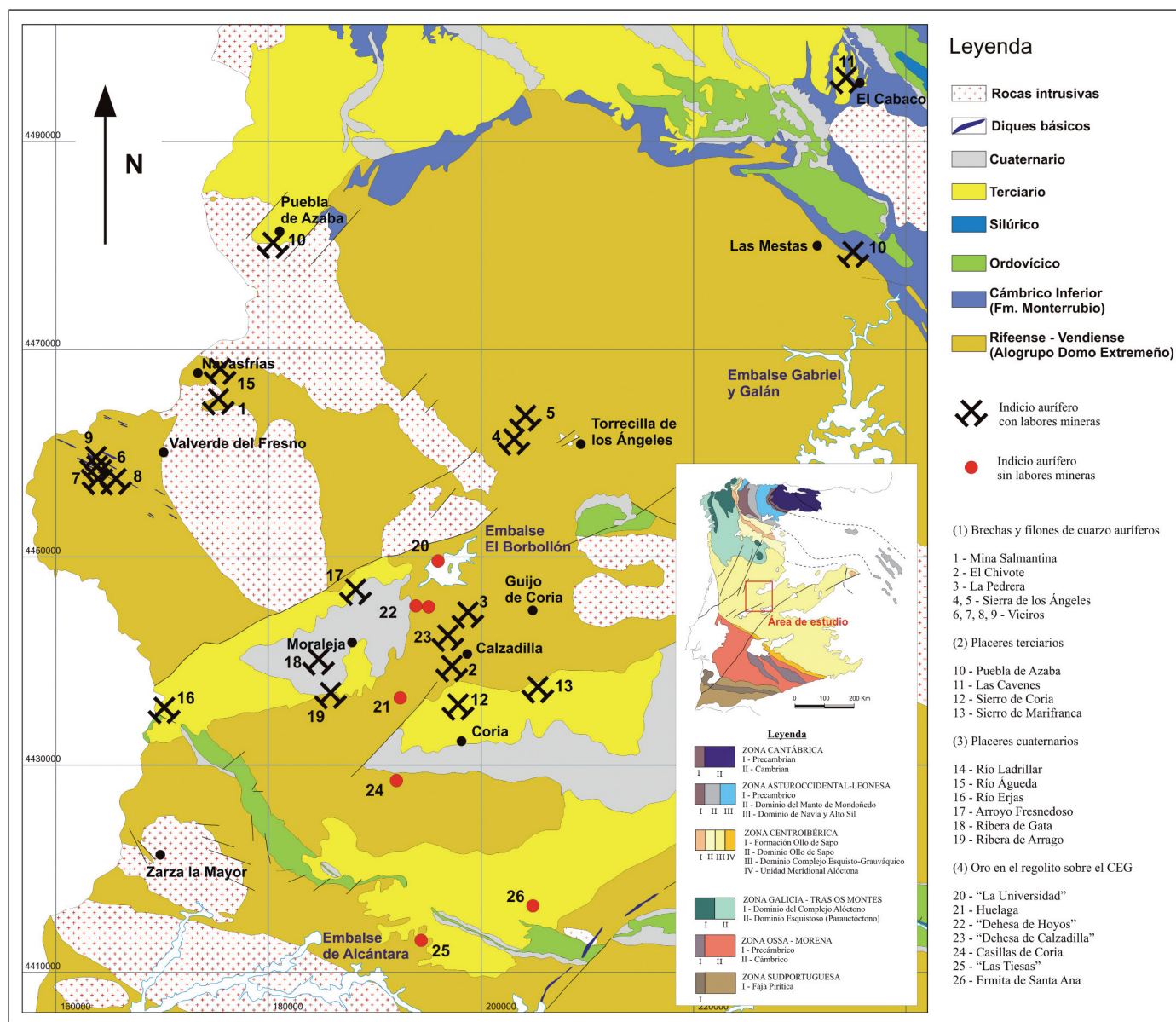


Figura 1. Situación geológica general (modificado de Vera, J. A., 2004) y esquema geológico de la zona de estudio (modificado de Florido et al., 2007) mostrando los indicios y zonas mineralizadas estudiadas

Figure 1. Regional (modified from Vera, J. A., 2004) and local (modified from Florido et al., 2007) geology highlighting gold ore showings

Batolito de Jálama, se observan filones de cuarzo mineralizados en W, Sn y Au, como es el caso entre otras de la Mina Salmantina (Moro et al., 2000; Barrios y Florido, 2007). Los filones aparecen individuales o agrupados en haces paralelos con direcciones predominantes N45-75E y N-S y buzamientos subverticales o verticales (Barrios y Florido, 2007). Los minerales de la ganga y de la mena son similares a los que se encuentran en los filones de El Cabaco,

con la diferencia que la scheelita en Navasfrías es más escasa y presenta casiterita. El oro nativo según Moro et al. (2000), se encuentra libre de igual forma que en El Cabaco y además han detectado ocasionalmente contenidos elevados de oro no visible en los sulfuros, aunque en estudios llevados a cabo con anterioridad y para este trabajo no se ha apreciado el oro en estas mineralizaciones.

En el N de la provincia de Cáceres se distinguen

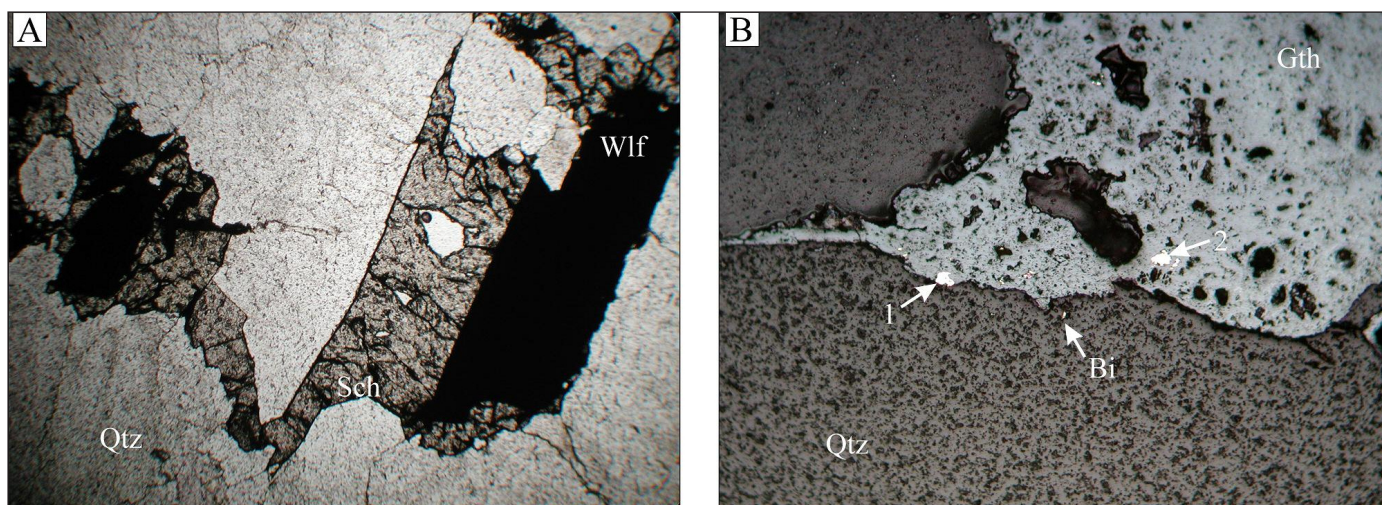


Figura 2. A) Cuarzo con scheelita y wolframita de un filón mineralizado en El Cabaco (L.T., L.N, X100). B) Oro entre óxidos de hierro y bismuto nativo en el interior de cuarzo (L.R., L.N., X200). Análisis en SEM: 1. Electrum (66,78% wt Au, 33,22% wt Ag), 2. Electrum (73,04% wt Au, 26,96% wt Ag)

Figure 2. A) Scheelite-and wolframite-bearing quartz vein (T.L., N.L., X100). B) Gold (hosted by iron oxides) and native bismuth in a quartz vein (R.L. N.L. X200). SEM analyses: 1. Electrum (66,78% wt Au, 33,22% wt Ag), 2. Electrum (73,04% wt Au, 26,96% wt Ag)

los indicios de la Brecha de Navalajara, situada al N del Sinclinal Ordovícico de la Sierra de Dios Padre, los “filones auríferos” de la Sierra de los Ángeles en Robledillo de Gata y Descargamaría, y al N y SO de Calzadilla, los indicios de La Pedrera y el Chivote respectivamente, que son los estudiados hasta el momento.

En el indicio de La Pedrera se observan tres calicatas de exploración realizadas por Mina Krystina a finales de los 80 del siglo pasado, que pusieron al descubierto rellenos artificiales de una labor previa antigua. El cuerpo mineralizado está representado por una banda de deformación de al menos 7 m de ancho muy silicificada con dirección N155-165E y subvertical, consistente en una red anastomosada de venas de cuarzo de potencia centimétrica, boudinadas y con zonas de roca intensamente triturada. Existe una transición gradual de la estructura mineralizada a las pizarras del CEG encajantes y ambas se encuentran afectadas por un proceso intenso de ferruginización. El mineral fundamental de la ganga es el cuarzo, con paragénesis metálica muy pobre y difícil de ver formada por arsenopirita, pirita y óxidos de hierro.

En El Chivote (Pérez Regodón, 1969) la forma, direcciones y constituyentes de la mineralización (Figura 3, A) son similares a las que presenta La Pedrera. El filón principal presenta una longitud aproximada de 78 m y potencia de 10 cm, siendo el cuarzo el constituyente principal.

Los minerales de la mena, arsenopirita y pirita, aparecen diseminados en el cuarzo en forma de cris-

tales hipidiomorfos y alotriomorfos muy fracturados. El oro se observa libre en fracturas en el cuarzo y entre los sulfuros (Figura 3, B).

También en los sedimentos cuaternarios de la red fluvial y en el regolito de la zona, se han encontrado pequeñas pepitas de oro menores a 1 mm.

Filones de cuarzo encajados en diques básicos: “Vieiros”

La palabra “Vieiro” significa “vía de oro” y se emplea en la zona para designar unas labores mineras de origen romano o árabe sobre diques de diabasa encajados en pizarras del CEG y que están situados al W de Valverde del Fresno al NW de Cáceres.

Se trata de grandes trincheras que presentan direcciones N110-130E (Figura 4, A) al igual que los diques explotados en su interior. Las longitudes alcanzan 3 Km, la profundidad en algunos puntos es de hasta 20 m y la anchura es función de la potencia del dique que generalmente se encuentra entre 2 y 5 m.

Los diques están constituidos por diabasa actinolítica (Figura 4, B) y presentan textura holocristalina e hipidiomórfica, fuerte silicificación y deformación interna visible en forma de sigmoides de cuarzo.

El oro se encuentra en relación con pequeñas venas de cuarzo irregulares de potencia milimétrica a centimétrica, formadas a favor de fracturas de tensión en el interior de los diques básicos y representan el cuerpo mineralizado con una morfología claramen-

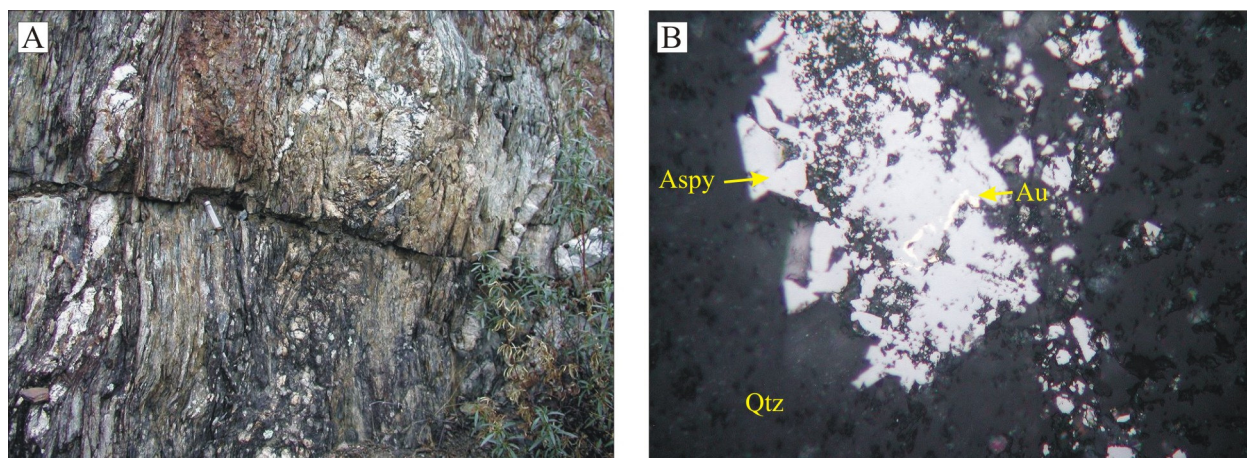


Figura 3. A) Estructura mineralizada. B) Oro en fracturas de la arsenopirita (L.R., L.N., X200)
 Figure 3. A) Mineralized structure. B) Gold in fractured arsenopyrite (R.L., L.N., X200)

te filoniana de dirección variable N25-30E subvertical. Los minerales presentes en los filones son cuarzo, óxidos de hierro y oro nativo diseminado de tamaño muy pequeño.

Los diques están meteorizados en superficie y es donde se localizan las labores mineras, por lo que es posible que exista una concentración epigenética y residual del oro en la zona meteorizada (Florido *et al.*, 2007).

Placeres terciarios

En la parte S de la provincia de Salamanca encontramos depósitos de este tipo en El Cabaco, en el indicio minero de origen romano denominado Las Cavenes donde se explotaron rañas y abanicos formados por cantos cuarcíticos y graníticos, procedentes de la vertiente N de la Sierra de Francia. También el oro apa-

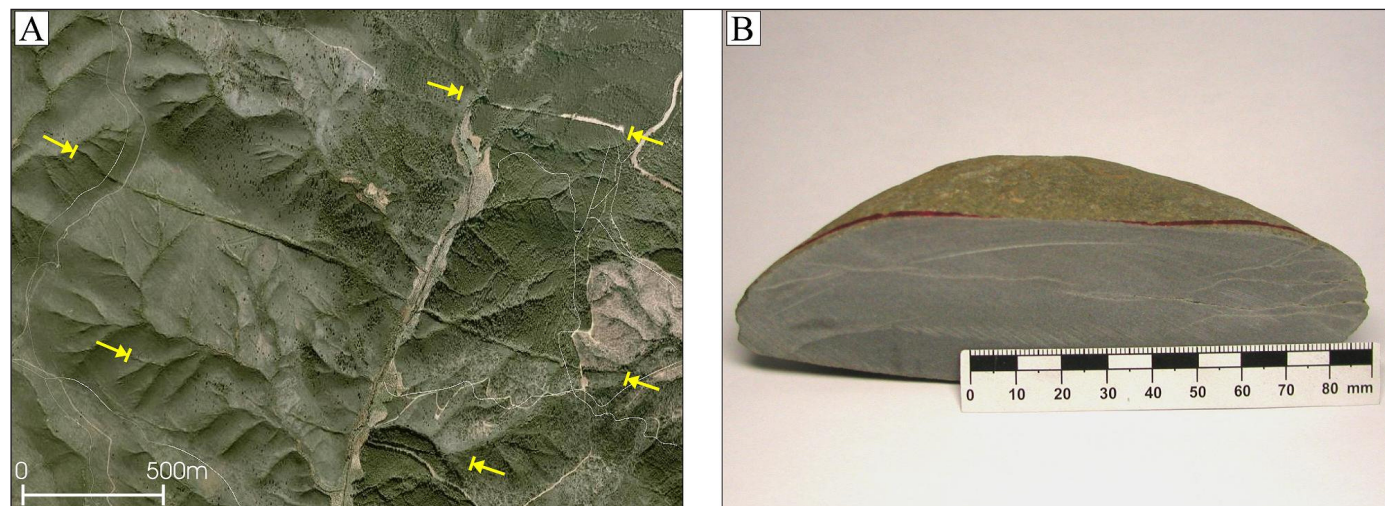


Figura 4. A) Ortofoto que muestra los "Vieiros", las flechas representan los extremos de las labores. B) Muestra de mano de un dique básico
 Figure 4. A) Orthophoto of the "Vieiros" area, the arrows ends of the mining works. B) Hand sample of a basic dyke

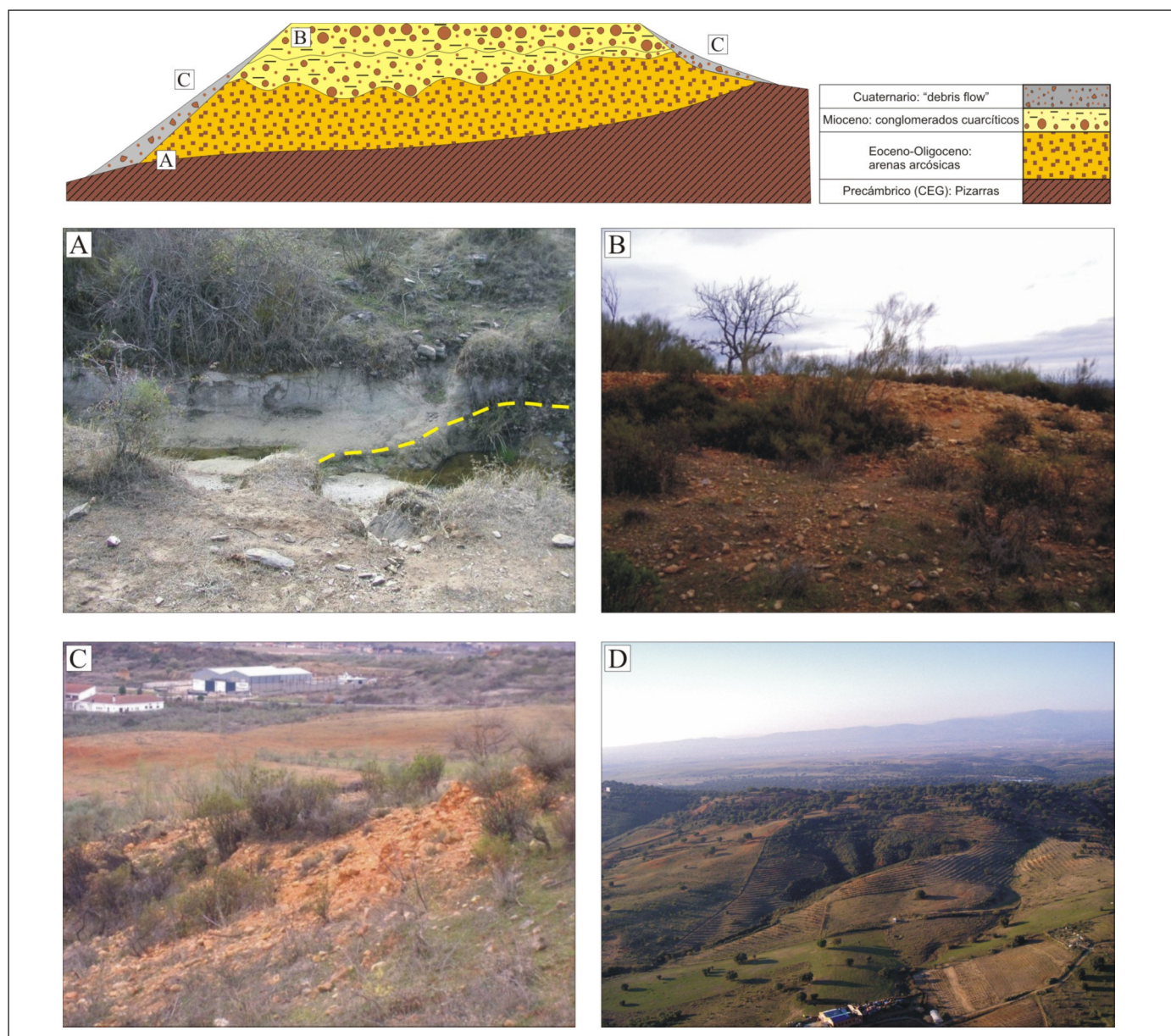


Figura 5. Esquema de los depósitos terciarios auríferos. A) Contacto entre pizarras del CEG y arcosas eocenas-oligocenas. B) Conglomerados cuarcíticos de una terraza terciaria del Sierro de Coria. C) Canal de explotación romano sobre depósitos "debris flor". D) Vista de las labores mineras romanas del Sierro de Coria (Florido y Rivas, 2006)

Figure 5. Diagram of tertiary gold deposits. A) Contact between shale and eocene-oligocene arcose sand. B) Quartzite conglomerate in a tertiary terrace from Sierro de Coria ore showing. C) Roman mining works within debris flow. D) Roman mining works at the Sierro de Coria (Florido y Rivas, 2006)

rece al SW de la Cuenca de Ciudad Rodrigo en la explotación minera de Puebla de Azaba, donde a partir del lavado de aluviones terciarios para la obtención de áridos se separan casiterita y oro nativo.

En todas estas zonas, el oro se dispone en forma de pequeñas pepitas de tamaños que varían de micras a milímetros, con formas variadas, alargadas, esféricas o aplastadas y muy redondeadas. Además

se diferencian minerales pesados y resistentes como casiterita, wolframita o scheelita que proceden de mineralizaciones filonianas próximas.

Los placeres terciarios localizados al N de la Cuenca de Coria son los indicios Sierro de Coria y Sierro de Marifranca y presentan restos de laboreo minero romano (Florido y Rivas, 2006; Rivas et al., 2006; Florido et al., 2007).

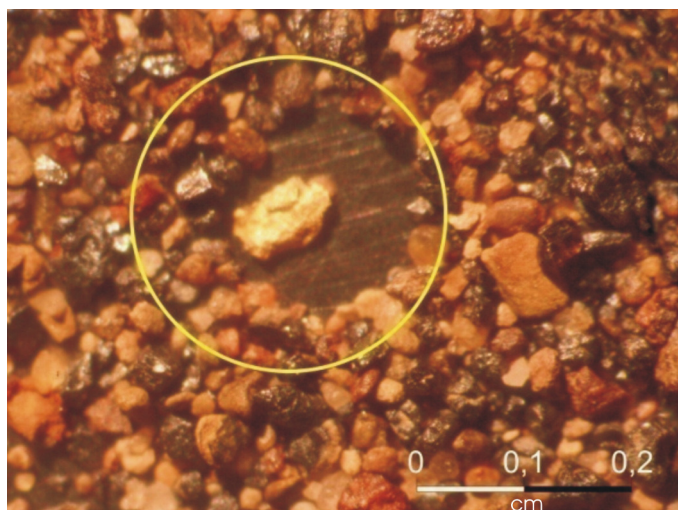


Figura 6. Pepita de oro (1 mm) en los sedimentos terciarios del Sierro de Coria

Figure 6. Gold nugget (1 mm) in tertiary sediments of the Sierro de Coria ore showing

La secuencia comprende materiales de edad eoce-na hasta miocena, que constituyen relieves residua-les de una antigua llanura aluvial representada por las terrazas conglomeráticas culminantes de los Sierros de Coria y Marifranca. La mayoría de los afloramientos corresponden a depósitos fanglomeráticos de tipo “debris flow” consecuencia del desmantela-miento de esas terrazas culminantes.

De forma simplificada, la columna estratigráfica (Figura 5) estaría formada por pizarras del CEG en la base, sobre ellas arcosas eocenas-oligocenas y en contacto erosivo, terrazas miocenas formadas funda-mentalmente por cantos de cuarcita ordovícica y frag-mentos cuarzo con tamaños variables, muy redonde-ados y matriz de arcillas y arenas.

El oro se observa en las facies de tamaño más grueso del último nivel de conglomerados que for-man la terraza culminante miocena y en los fanglo-merados cuaternarios que proceden del desmantela-miento de esas terrazas. Son pepitas de tamaños comprendidos entre micras y 1 mm (Figura 6), junto con otros minerales pesados como casiterita, wolfra-mita, scheelita, granate, rutilo, anatasa y circón.

Placeres cuaternarios

Estos depósitos cuaternarios provienen de la erosión y sedimentación por la red de drenaje activa de los materiales anteriormente explicados. En la provincia de Salamanca se encuentran depósitos de este tipo en los Ríos Águeda y Rubiós, y en el N de Cáceres

entre otros, los indicios de los Ríos Erjas y Arrago y Arroyo Fresnedoso, pertenecientes a la Cuenca de Moraleja.

En las concentraciones aluvionares del Río Erjas, a su paso por Monfortinho cerca de la frontera con Portugal, se aprecian restos de antiguos lavados de origen romano con acumulaciones de estériles en la orilla durante varios cientos de metros (Figura 7, A). El río transcurre encajado sobre el terciario de la Cuenca de Moraleja, localizándose el oro en las zonas inferiores de cada paquete de gravas de los depósitos de las terrazas cuaternarias, con un tamaño por lo general menor de 1 mm.

El Arroyo Fresnedoso ha sufrido lavados artesana-les para oro, casiterita y wolframita en el tramo com-prendido desde su encajamiento en el terciario, hasta aproximadamente 1 ó 1,5 km aguas abajo, que es donde se produce la mayor concentración debido al rejuvenecimiento de la red cuaternaria, coincidiendo con un cambio de pendiente neto controlado estruc-turalmente por el borde NW de la cuenca.

En la batea se han obtenido muestras de oro en finas láminas milimétricas, o algo mayores y más esféricas, junto con otros minerales pesados como casiterita, wolframita, scheelita, cinabrio, turmalina, ilmenita y rutilo (Figura 7, B).

Oro en el regolito sobre el Complejo Esquisto Grauváquico

Este tipo de oro muy probablemente representa el punto medio en la evolución del oro desde los yaci-mientos primarios a los placeres terciarios y cuater-narios, siendo su origen aún desconocido.

Molina *et al.* (1994) han estudiado desarrollos de alteritas de más de 40 m de potencia sobre el zócalo varisco y la importancia que han tenido como área fuente de los depósitos inferiores de la secuencia Cenozoica en la Cuenca del Duero, que podrían expli-car la forma en que se encuentra este oro. Los mate-riales se erosionan y alteran transportándose en mayor cantidad y más lejos los menos resistentes físi-ca y químicamente, produciéndose una concentra-ción de materiales resistentes cerca de la mineraliza-ción primaria, favorecido por la estructura superficial de la roca encajante, como pueden ser planos de pizarrosidad o diaclasas que actúan como trampas.

Este no es un hecho aislado, sino que se conocen situaciones geológicas similares en los alrededores del Pantano de Santa Teresa en Salamanca, y sobre todo al NE de Badajoz muy cerca del límite con la pro-vincia de Cáceres, en Casas de Don Pedro donde han aparecido gran número de pepitas en la zona superfi-

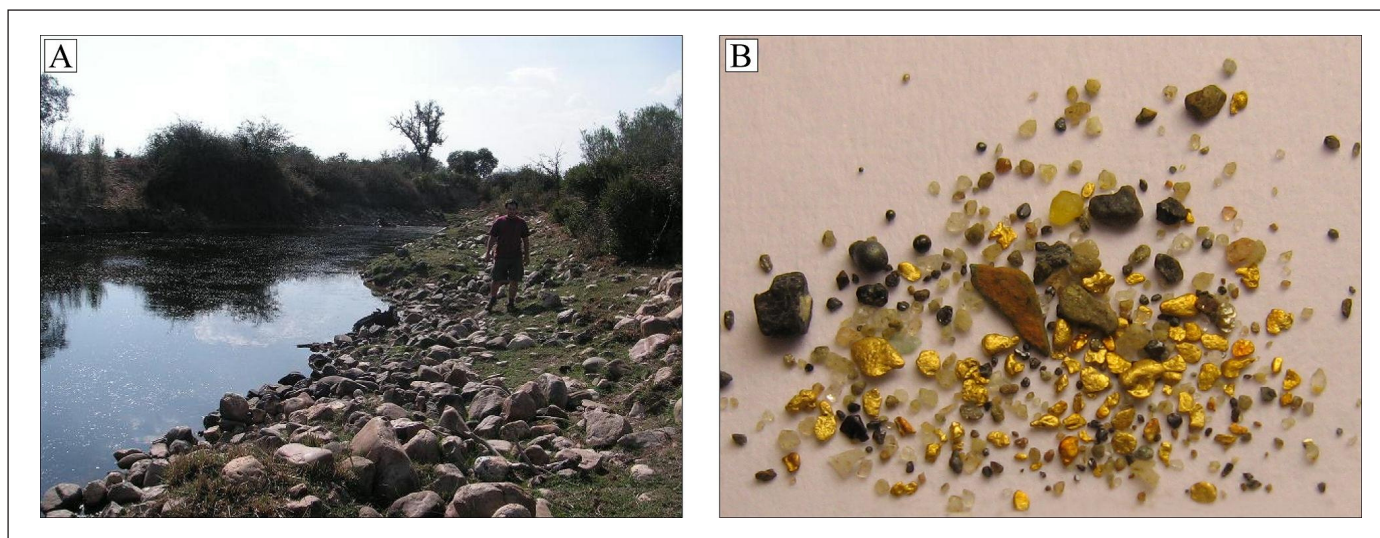


Figura 7. A) Murias romanas en el indicio minero de Río Erjas. B) Concentrado de pepitas de oro milimétricas del Arroyo Fresnedoso
Figure 7. A) Roman mining works in Río Erjas. B) mm-sized gold nuggets from Arroyo Fresnedoso

cial de los afloramientos del CEG (Boixereu y Paradas, 2006).

En la zona de estudio, existen otros indicios en los cuales el oro se aprecia en este contexto, pero los primeros trabajos sobre estas acumulaciones se han realizado en los alrededores de Casillas de Coria y en el Pantano de Borbollón, donde la presencia de oro residual sobre las pizarras del CEG es verdaderamente significativa.

El indicio de Casillas de Coria se sitúa sobre un pequeño cerro sobre el que hay desarrollado un suelo que no alcanza generalmente 30 cm de espesor. El oro se encuentra en contacto con la pizarra, con tamaños de hasta 2,5 cm de longitud y 10,1 gr de peso, destacando la cristalización de algunas muestras en cristales octaédricos bien definidos o con crecimientos en tolva (Figura 8). El transporte que han sufrido es escaso debido a que no presentan redondeamientos y además algunas muestras se encuentran engarzadas en cuarzo filoniano.

En el Pantano de Borbollón el oro se encuentra en la zona superficial alterada del CEG, similar a como ocurre en Casillas de Coria, pero en este caso a menos de 10 cm de profundidad. Es debido en gran parte a que la zona se localiza en la orilla de este pantano y las subidas y descensos del nivel del agua producen el lavado del suelo, arrastrando los materiales más ligeros hacia su interior y dando lugar una reconcentración del oro.

Las pepitas de oro son alargadas, con morfología laminar y bordes redondeados por el transporte, aun-

que también se han encontrado formas angulosas con engarces de cuarzo que no han sufrido grandes desplazamientos. En la superficie de algunas pepitas se identifican depresiones circulares milimétricas que llegan a atravesarlas en forma de poros, que pueden ser evidencias de una posible concentración de oro por procesos físico-químicos (Macdonald, 2007).

La superficie de algunas pepitas recogidas en el Pantano de Borbollón han sido analizadas mediante SEM (Figura 9) para conocer la composición química aproximada en la parte más externa y distinguir posibles minerales adheridos, al igual que para el estudio de su morfología.

Se evitó limpiar las muestras para no perder información, por lo que muchos resultados ofrecen errores debido a contenidos altos en C, Fe, Al y O debidos a materia orgánica, óxidos de hierro y filosilicatos, presentes en el suelo donde fueron recogidas. Posteriormente, las muestras de oro serán cortadas y pulidas para su estudio en microsonda electrónica y obtener información acerca de posible zonado en la composición química, al igual que para conocer los procesos que han intervenido en su formación.

Como se puede observar en los resultados obtenidos del análisis de la parte más superficial de las pepitas (Tabla 1) se trata de un oro de alta pureza. Únicamente se han encontrado en dos medidas contenidos de Ag (1,04 %wt) y Cu (0,65 %wt) en la composición del oro.

Según Macdonald (2007), los procesos de transporte producen un enriquecimiento de Au en la

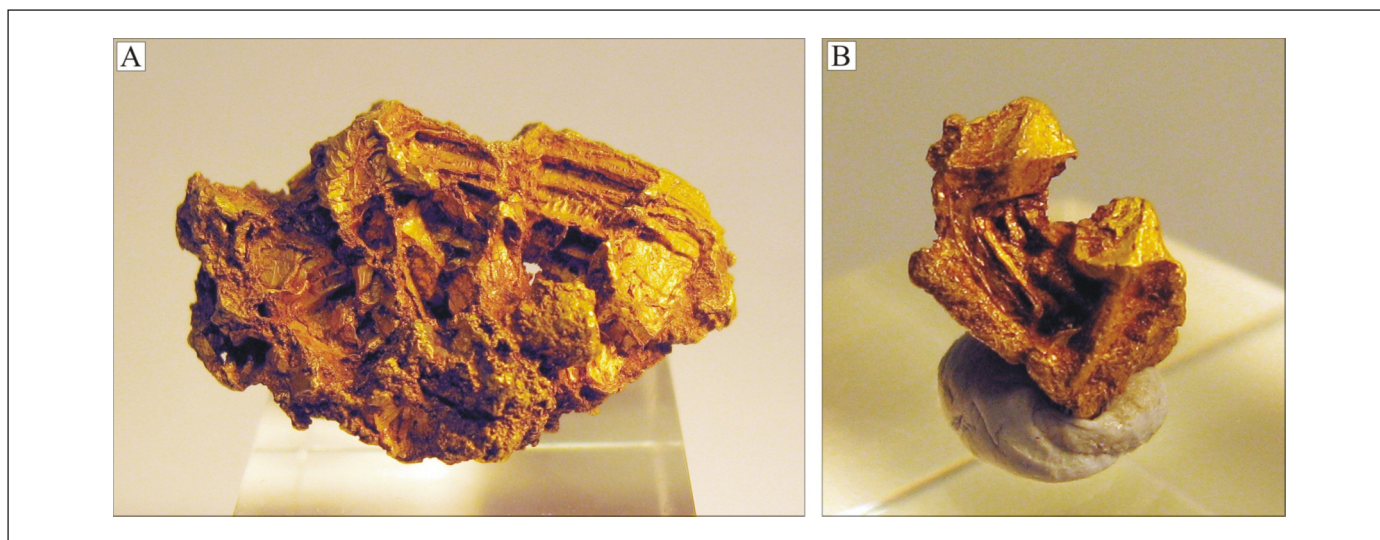


Figura 8. Agregado esponjoso de oro parcialmente cristalizado (2,5x1,6 cm; 10,1 gr). B) Cristales de oro octaédricos (0,8x0,4 cm; 0,7 gr)
 Figure 8. A) Spongy aggregate of gold partially crystallized (2,5x1,6 cm; 10,1 gr). B) Octahedral gold crystals (0,8x0,4 cm; 0,7 gr)

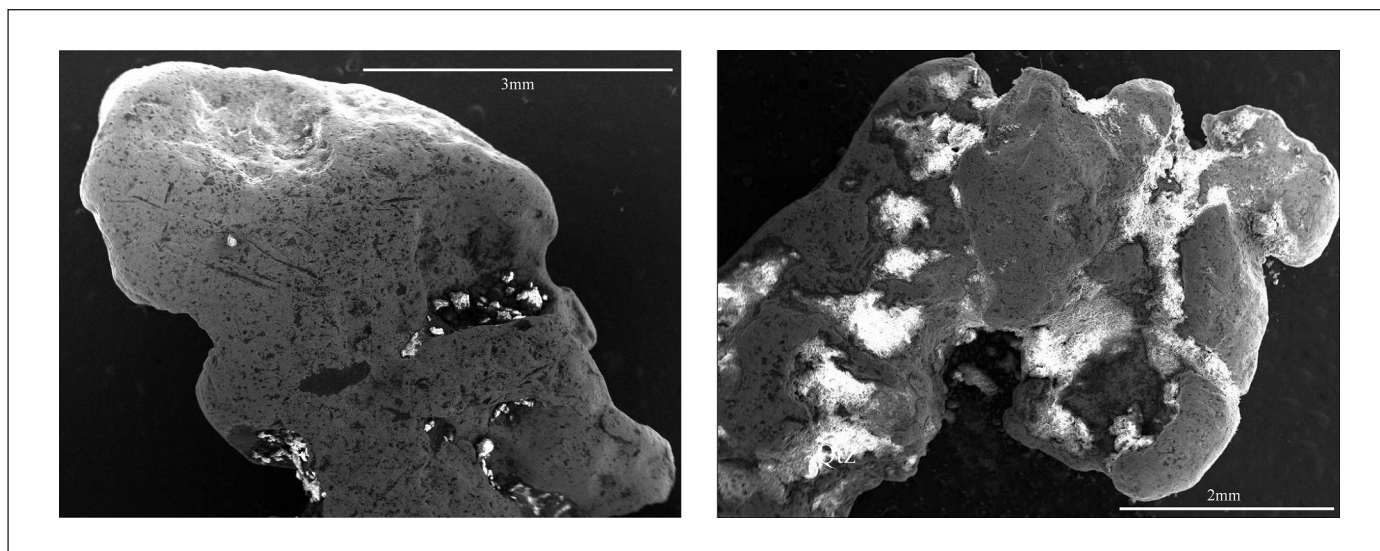


Figura 9. A y B) Imágenes tomadas mediante SEM de dos pepitas de oro. Las zonas claras corresponden a granos de cuarzo, arcilla, óxidos de hierro y materia orgánica
 Figure 9. A and B) SEM photographs of two gold nuggets. The light zones include quartz grains, clay, iron oxides and organic matter

superficie de la pepita por pérdida de impurezas en diferentes eventos de erosión o disolución, como puede ser el caso de Ag, que podría ser la explicación al hecho de que las pepitas presenten contenidos tan elevados de Au en su superficie.

A diferencia de Casillas de Coria, bateando los escasos sedimentos que se disponen sobre la pizarra pueden apreciarse pequeñas pepitas de oro de tamaño menor a 2 mm.

Conclusiones

En una primera aproximación los depósitos auríferos reconocidos y estudiados al W del Sistema Central pueden agruparse en cuatro tipologías descriptivas: (1) brechas y filones de cuarzo auríferos: depósitos primarios donde el oro está en la red cristalina de arsenopirita y como inclusiones o libre en fracturas de otros minerales (cuarzo y sulfuros); (2) paleoplac-

Muestra	C	O	Si	Al	Rb	Fe	Cu	Ag	Au
BLLN02-01	20,25	10,80	1,36	0,82					66,77
BLLN02-02	16,63	18,06	1,85	1,13					62,33
BLLN02-03	12,25	2,65							85,10
BLLN03-01		6,54			1,84	0,51		1,04	90,07
BLLN03-02	17,83				0,77		0,65		80,75
BLLN03-03	36,91	12,69	1,81	1,25					47,34
BLLN04-01	22,99	17,92	1,16	0,73		4,30			52,90

Tabla 1. Análisis de la superficie de tres pepitas de oro mediante SEM (%wt)
Table 1. SEM analysis (%wt) of surfaces gold nuggets

res de edad terciaria y (3) placeres cuaternarios: depósitos secundarios que contienen pepitas de oro generalmente de entre 1 y 2 mm; (4) oro en el regolito sobre el CEG: contiene características tanto de oro primario, cristalizaciones octaédricas reconocibles y cuarzo filoniano engarzado, y características de oro secundario, redondeado por abrasión o acreción físico-química durante las etapas de meteorización que originan el regolito.

El comienzo del ciclo del oro en la zona de estudio está representado por la formación de los depósitos primarios, brechas y filones de cuarzo, seguido de una serie de procesos de meteorización química y mecánica, que afectan tanto a estas mineralizaciones, como al CEG sobre el que se desarrolla un suelo de alteración.

Posteriormente tras procesos de erosión y transporte, se produce la sedimentación de los materiales denudados en las cuencas terciarias (Cuenca de Ciudad Rodrigo, Cuenca de Moraleja y Cuenca de Coria) formando paleoplaceres.

Por último, como consecuencia de la removilización y sedimentación de todos los depósitos anteriores tiene lugar la formación de los placeres cuaternarios.

Las muestras de oro observadas han sufrido procesos físicos que han causado su acreción por partículas de oro de tamaño micrométrico o milimétrico, simplemente por impacto, o justo lo contrario, una pérdida de volumen por desgaste o al encontrarse en un medio muy activo por el choque entre partículas, que genera grietas por donde el oro rompe para dividirse en fragmentos más pequeños.

Los procesos químicos que han podido sucederse durante el transporte y acumulación sufridos por el oro en los diferentes ambientes, son entre otros, corrosiones y disoluciones parciales, reconcentraciones en condiciones favorables de pH y temperatura del suelo o formaciones de patinas de óxidos de hierro por exposición subaérea.

El modelo de alteración de Molina *et al.* (1994) antes expuesto, explica la presencia de pepitas de oro con muestras inequívocas de ser primario (alto grado de cristalización, cuarzo filoniano), pero no explica totalmente el hecho de que muestras de oro con características de depósitos primarios y secundarios aparezcan juntas en el regolito sin signos aparentes de transporte.

Las características de oro secundario podrían deberse a procesos de acreción físico-químicos que se encuentran acumulados en el oro del regolito sobre el CEG, procesos biológicos por precipitación por plantas o bacterias y procesos climáticos que influyen en las propiedades del suelo originando disoluciones y reconcentraciones del oro.

La comprensión de estos procesos aportaría la información necesaria para establecer el ciclo evolutivo del oro en esta zona del Sistema Central.

Agradecimientos

Este trabajo se enmarca en la investigación sobre la "Evolución Geoquímica del Oro en el Sector Occidental del Sistema Central Español", objeto de la

Tesis Doctoral del primero de los autores, propiciada por el programa de becas para la Formación de Personal Investigador del Instituto Geológico y Minero de España.

Referencias

- Álvarez Nava, H., garcía Casquero, J.L., Gil Toja, A., Hernández Arroz, J., Lorenzo Álvarez, S., López Díaz, F., Mira López, M., Monteserín, V., Nozal, F., Pardo, M.V., Picart, J., Robles, R., Santamaría, J. y Sole, F.J., 1988. Unidades litoestratigráficas de los materiales precámbrico-cámbricos en la mitad suroccidental de la Zona Centro-Ibérica. *II Congr. Geol. España*, 1: 19-22.
- Antona, J.F., 1991. Fluidos mineralizadores en los yacimientos de oro de Saucelle y El Cabaco (Salamanca). *Tesis Doctoral, Universidad de Salamanca, Departamento de Geología*, 236 pp.
- Barrios, S. y Florido, P., 2007. Mineralizaciones de Sn y W asociadas al Batolito de Jálama, Navasfrías (Salamanca). En: Bermúdez, D.D., Najarro, M. y Quesada, C. (eds.), *II Semana de Jóvenes Investigadores del IGME*. Instituto Geológico y Minero de España., Madrid, 17-23.
- Boixereu, E., Florido, E., García Cortes, A., González, J., Gumiel, P., Locutura, J., Tornos, F., Urbano, R., Alcalde, C., Eguíluz, L. y Apalategui, O. 2006. Mapa Metalogenético de Extremadura a escala 1:250.000. *Junta de Extremadura e Instituto Geológico y Minero de España*, 357 pp.
- Boixereu, E. y Paradas, A., 2006. Excepcional colección de pepitas de oro en la Siberia Extremeña. En: Rábano y Mata Perelló, J.M., (eds.) *Patrimonio Geológico y Minero: su caracterización y puesta en valor*. Cuadernos del Museo Geominero, 6. Instituto Geológico y Minero de España, 493-501.
- Carrington Da Costa, J., 1950. Noticia sobre una carta geológica do Buçaco, de Nery Delgado. *Publ. Esp. Com. Serv. Geol. Portugal*, Lisboa, 1-27.
- Diez Balda, M.A., 1986. El Complejo Esquisto Grauváquico, las series paleozoicas de la estructura hercínica al Sur de Salamanca. *Acta Salmanticensis, Ciencias*, 52. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Florido, P. y Rivas, A., 2006. Labores romanos en el Sierro de Coria (Coria, Cáceres). En: Rábano y Mata Perelló, J.M. (eds.), *Patrimonio Geológico y Minero: su caracterización y puesta en valor*, Cuadernos del Museo Geominero, 6. Instituto Geológico y Minero de España, 63-77.
- Florido P., Rivas, A., Chamorro, M. y Martínez Martín, J.M., 2007. Estudio Metalogenético y Minero de las Explotaciones Auríferas Romanas de la Cuenca de Coria. *Documento Inédito*, Centro de Documentación del Instituto Geológico y Minero de España. Madrid, informe nº 63277
- Julivert, M., Fontboté, J.M., Ribeiro, A. y Nabais-Conde, L.E., 1972. Mapa tectónico de la Península Ibérica y Baleares a escala 1:1.000.000, Memoria explicativa. *Servicio de Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España*, Madrid, 113 pp.
- Macdonald, E.H., 2007. Handbook of gold exploration and evaluation. *Woodhead Publishing Limited*, Abington Hall, Cambridge, England, 630 pp.
- Molina, E., García Talegón, J. y Vicente, M.A., 1994. Las paleoalteraciones sobre el Zócalo Hercínico Ibérico. Aproximación a una interpretación regional a partir de perfiles españoles. *Cuaderno Lab, Xeol de Laxe* (La Coruña) Nº 19, 261-271.
- Moro, M.C., Villar, P., Fadón, O., Fernández, A. y Cembranos, M.L., 2000. Las mineralizaciones primarias de Au en el distrito de Navasfrías (SO de Salamanca). *Geotemas* 1(4), 51-55.
- Pérez Regodón, J., 1969. Investigaciones auríferas en la provincia de Cáceres. *Boletín Geológico y Minero*, 80-2, 131-145.
- Rivas, A., Florido, P. y Barrios, S. 2006. Labores históricas, de origen romano, en el Sierro de Marifranca (Guijo de Coria, Cáceres). VII Congreso Internacional sobre patrimonio geológico y minero, libro de actas, Puertollano (Ciudad Real), 155-170.
- Vera, J.A. (editor), 2004. Geología de España. *Sociedad Española de Geología e Instituto Geológico y Minero de España*, Madrid, 890 pp.

Recibido: abril 2009

Revisado: junio 2009

Aceptado: agosto 2009

Publicado: enero 2010

