

*Cuaderno
de Campo*

ÁLIVA

Mina de “Las Manforas”



***Geología de la mina de “Las Manforas”:
Afloramiento de la Formación Lebeña (Carbonífero Superior).***



***Historia minera y desarrollo industrial de la mina de Áliva:
Galería del Vino en la 1ª Planta, completamente posteada.***



***Espectaculares ejemplares de blenda acaramelada:
Cristales transparentes de esfalerita sobre dolomita.***

LA MINA DE ÁLIVA

LA BLENDA ACARAMELADA DE LOS PICOS DE EUROPA

Autores: Geología: Fernando GÓMEZ (*). Historia y Explotación: Manuel G. CLAVEROL Carlos LUQUE (**); Mineralogía: Miguel CALVO (***).

(*) Área de Prospección e Investigación Minera. Universidad de León; (**) Dpto. de Geología. Universidad de Oviedo; (***) Universidad de Zaragoza.

INTRODUCCIÓN

LA mina de Áliva, o más correctamente mina de “Las Manforas” es uno de los yacimientos más significativos y representativos de España desde una perspectiva mineralógica. Sus ejemplares de esfalerita, la popularmente conocida como *blenda acaramelada*, se han extendido por

las vitrinas de los más importantes museos y colecciones del mundo.

En efecto, ya desde los inicios de la extracción con fines industriales en el siglo XIX, técnicos y especialistas repararon en la singularidad y belleza de los especímenes, cuando las labores de Áliva no eran más que un conjunto poco organizado de extracciones superficiales.

Es sin embargo en las últimas décadas del siglo XX, con el desarrollo de las plan-

tas 3ª y 4ª de la mina, cuando se impulsa el hallazgo y comercialización de piezas de colección en gran número y calidad, un flujo de ejemplares que no se detendrá hasta el cierre de la mina en 1990. Con posterioridad, y como suele acontecer en otros yacimientos de interés mineralógico, la actividad amateur de aficionados que investigan y recorren las antiguas labores, ha permitido todavía la recuperación de excelentes



Cristales complejos de calcita incolora sobre un cristal de blenda acaramelada. Tamaño: 4,5 cm x 3,2 cm. Colección: J. Fabre. Foto: F. Piña. El ejemplar fue un obsequio tras la compra de un lote de especímenes de Áliva a un minero de Sotres en 1985.

especímenes que producen de admiración de quienes los contemplan.

La mina conserva aún accesible el socavón principal de entrada al primer nivel, y una buena parte del entramado subterráneo de labores. Las instalaciones de superficie, en cambio, fueron objeto de una desafortunada restauración que, sin demasiado criterio y desde luego sin tomar en consideración posibles utilidades alternativas de las edificaciones, han convertido aquello en un paraje lamentable.

Todavía cabe sin embargo un adcentamiento del entorno y la regularización del acceso para la recogida de muestras y la observación in situ de esta singular mineralización. Para alcanzar este objetivo, voluntad política y sentido común son los únicos requisitos.

LOCALIZACIÓN

La mina de Áliva se encuentra en el Macizo Central de los Picos de Europa. El acceso puede hacerse desde Potes



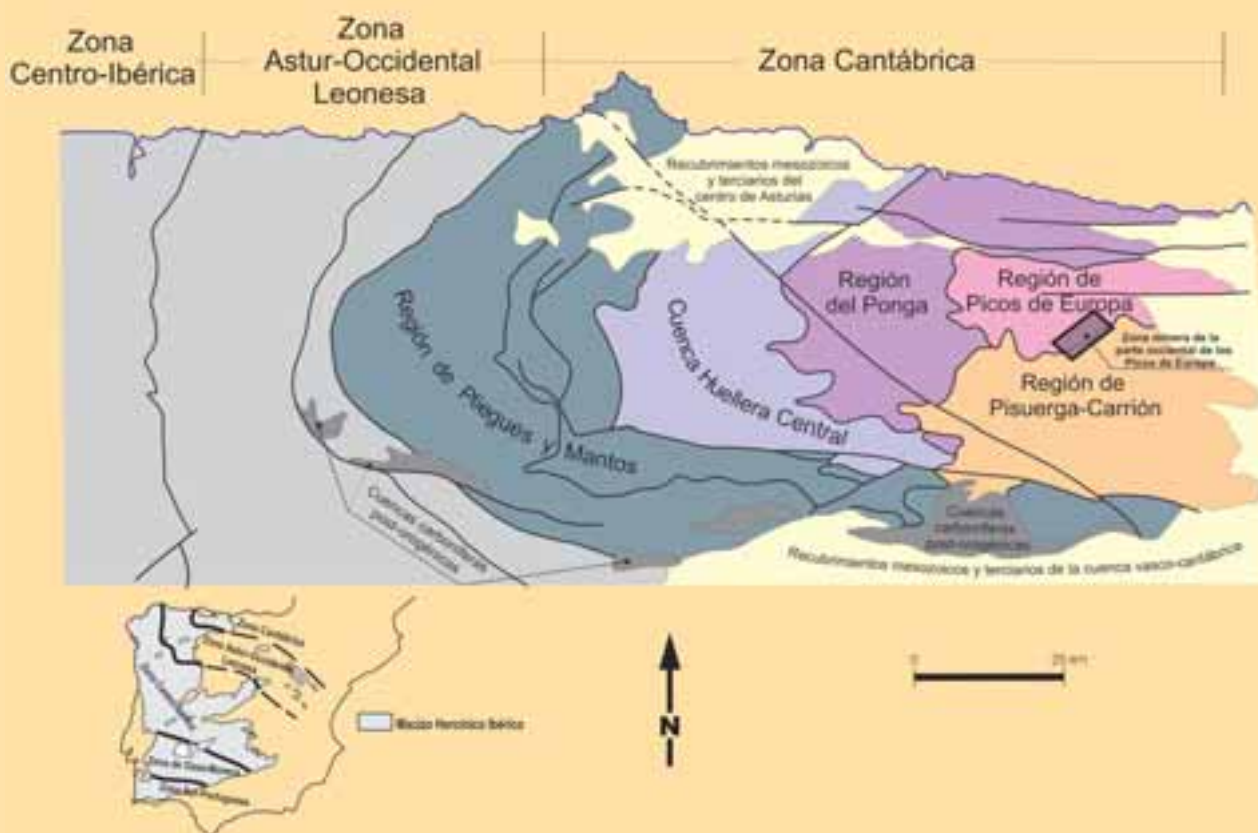
Carámbanos de hielo en una pequeña bocamina de la concesión "Lenengoa". Foto: G. García, 1995.

hasta Espinama, de donde arranca una pista de tierra en no muy buen estado que conduce hasta el Refugio de Áliva. Antes de llegar al mismo se encuentra el camino carretero que lleva hasta la mina. Durante el invierno las nevadas pueden imposibilitar el tránsito por la

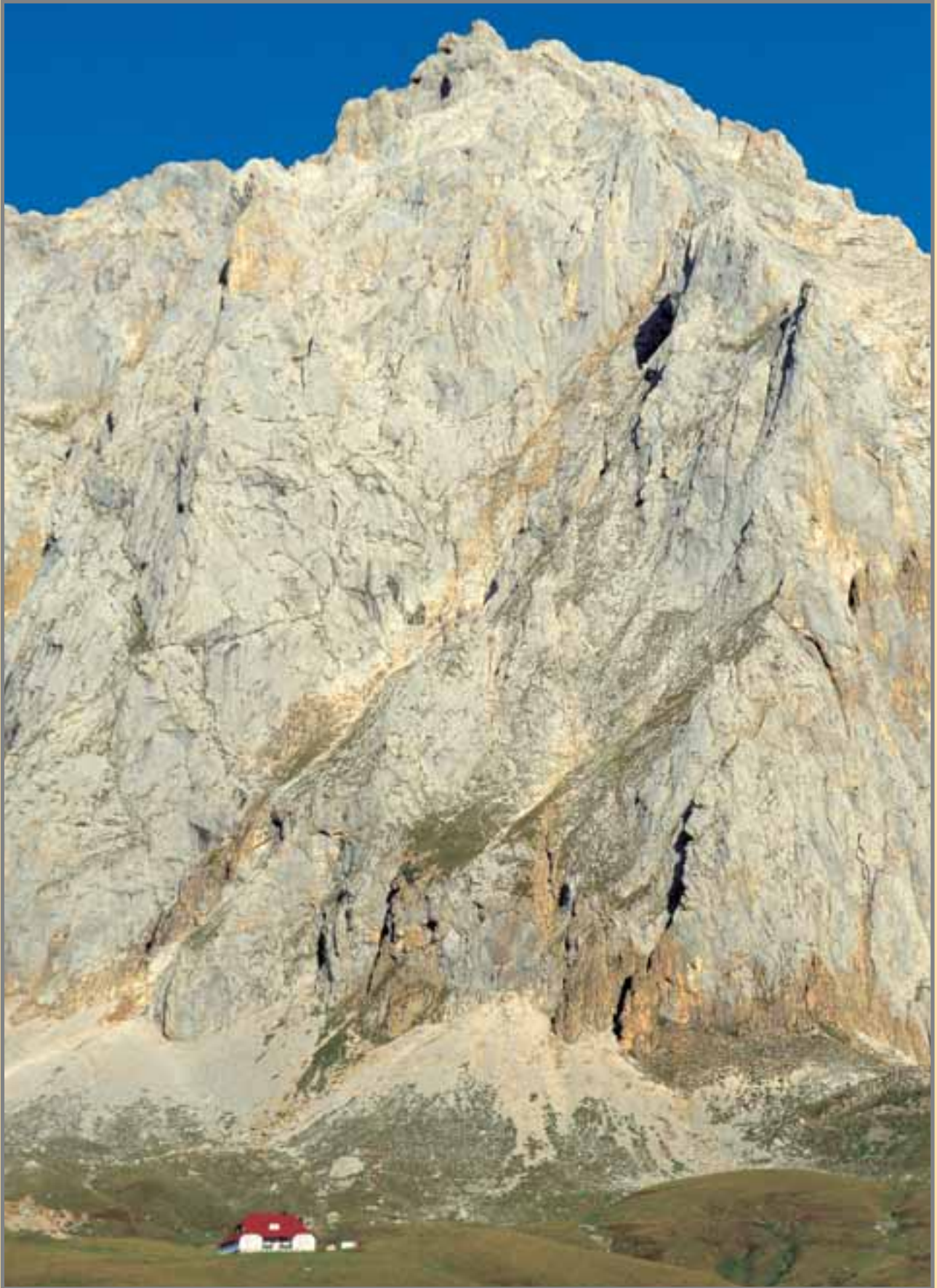
ABSTRACT

The mine of « Las Manforas », better known as « mina de Áliva » is certainly one of the most representative on the Spanish mineralogy. The samples of sphalerite there obtained, could be find on the selves of the best museum and private collections worldwide. Last decades on the XX century enhanced the recovery and commercialization of samples of the highest quality, until 1990. Ever since, the extraction of samples had been limited to personal collection. The future of this amateur activity is highly compromised because of the near declaration of the Picos de Europa mountains as National Park; what will include specific and highly restrictive regulations concerning the extraction of any kind of samples.

pista, en cuyo caso es necesario aparcarse el vehículo y proseguir a pie. En verano existe también la posibilidad de tomar el cable teleférico de Fuente Dé y recorrer caminando el trecho hasta la mina, un paseo de agreste belleza en el corazón de los Picos de Europa.



Encuadre geológico general y localización regional de los yacimientos de Áliva en el contexto de la Zona Cantábrica del Macizo Hercínico Ibérico.



Pocos parajes españoles resultan tan imponentes como este de la cara sur de Peña Vieja (2.613 m). Al pie, el Chalet de la Real Compañía Asturiana de Minas, construido por esta empresa en 1912 como obsequio al Rey Alfonso XIII y utilizado desde entonces por diversos cuadros directivos de Asturiana de Zinc, S. A. Foto: G. García.



Cristal de esfalerita de 1,5 cm sobre matriz de dolomita, obtenido en 1995 en la 4ª Planta de Áliva. Colección: J. Catmur. Foto: F. Piña.

GEOLOGÍA

EL MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

El Macizo Ibérico, tal y como lo conocemos ahora, constituye las raíces de una gran cadena montañosa que ha estado expuesta a la erosión desde su formación, durante el período Carbonífero, hasta la actualidad. Esta gran cadena se la conoce como el Orógeno Hercínico y presenta en el norte de la Península Ibérica una estructuración geológica peculiar formando una curvatura que se denomina el arco Astúrico. La Zona Cantábrica del Macizo Ibérico se encuentra en el núcleo de dicho arco, habiendo sido definida por Lotze (1945) y posteriormente subdividida por Julivert (1971) en las siguientes cinco regiones: a) Pliegues y Mantos, b) Cuenca Carbonífera Central, c) Manto del Ponga, d) Picos de Europa y e) Pisuerga-Carrión. Posteriormente, Martínez-García

(1981), propuso el nombre de Zona Palentina para la Región de Pisuerga-Carrión.

El yacimiento de Áliva ha sido el principal depósito de cinc y plomo de la Zona Cantábrica. Dentro de la subdivisión en sectores de Julivert (1971) quedaría en la Región de Picos de Europa, situándose la mineralización entre rocas carbonatadas de edad Carbonífero que están ampliamente distribuidas por la zona. Los principales rasgos geológicos de la Región de Picos de Europa se sintetizan en los siguientes apartados.

ESTRATIGRAFÍA

La serie estratigráfica de Picos de Europa se divide en dos secuencias sedimentarias, una prerogénica, depositada antes de la formación de la cadena montañosa, y otra sinorogénica, formada al mismo tiempo que se producía la deformación hercínica. En términos generales se puede decir que los Picos de Europa están formados fundamentalmente por sedimen-

tos preorogénicos depositados en un medio marino de plataforma carbonatada de edad carbonífera, aunque en la base de la secuencia pueden aparecer ocasionalmente materiales del Devónico superior. En el ámbito norte de la región afloran también rocas de edad cámbrica y ordovícica, existiendo una importante laguna estratigráfica (largo periodo de tiempo sin sedimentación) que abarca gran parte del Ordovícico, la totalidad del Silúrico, y buena parte del Devónico.

Entrando más al detalle, en el sector sudeste de Picos de Europa, zona donde se hallan las minas de Áliva y otras mineralizaciones semejantes, la secuencia prerogénica comienza con unos microconglomerados cuarcíticos y areniscas de grano grueso, que afloran de forma discontinua en el límite entre las regiones de Picos de Europa y de Pisuerga-Carrión. Algunos autores los asignan a la llamada Formación Ermita (Devónico superior), si bien esta atribución es dudosa. Por encima de esta unidad lito-



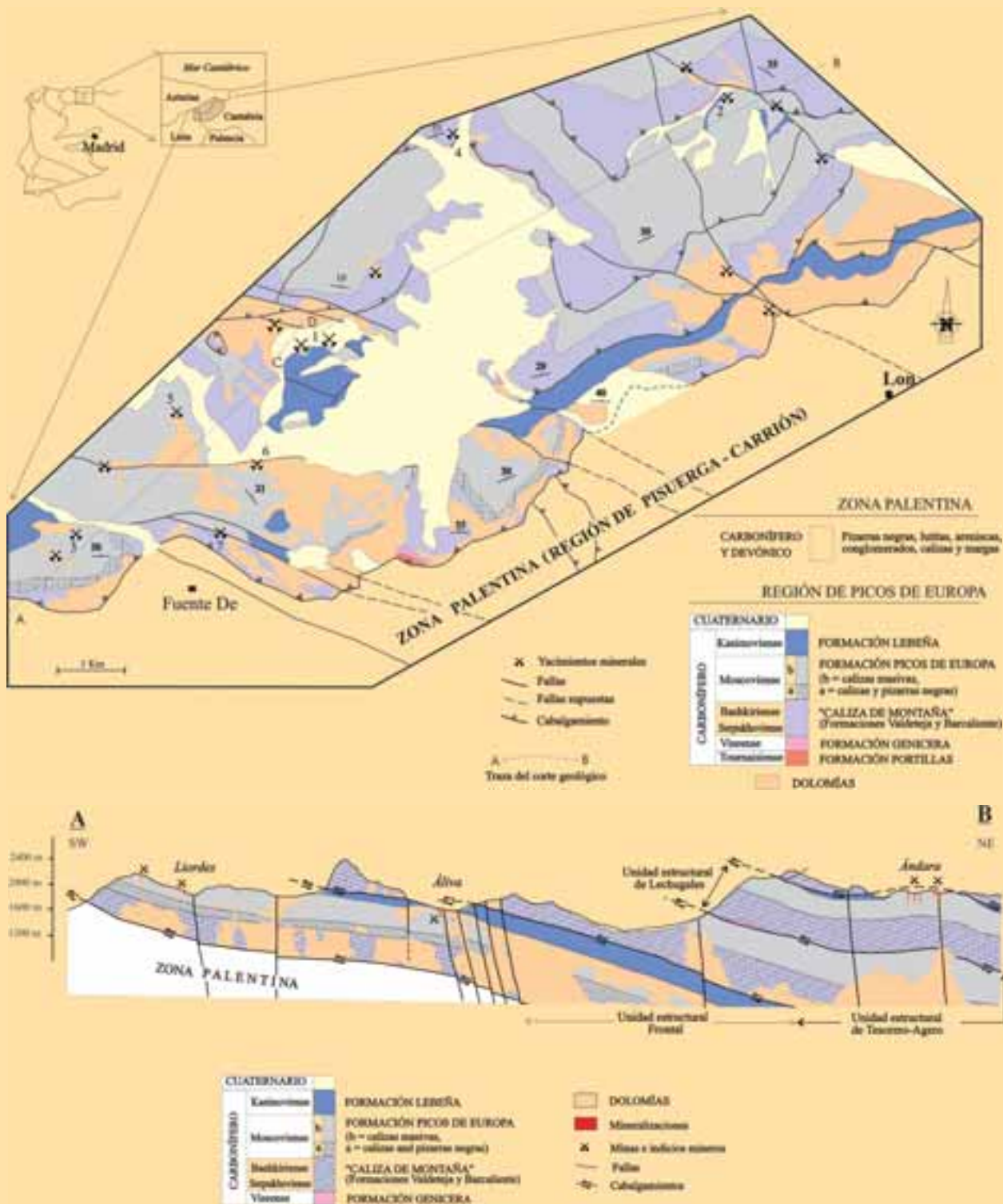
Cristal de esfalerita acaramelada procedente de la 4ª Planta. Tamaño del cristal: 20 mm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Descendiendo la rampa que baja a la 4ª Planta, con los cables de acero del scráper para arrastre de mineral. Foto: G. García, 9/2002.

Espectacular vista de la mina de Áliva (en funcionamiento) en el singular paraje donde se encuentra. Foto: Paisajes Españoles.





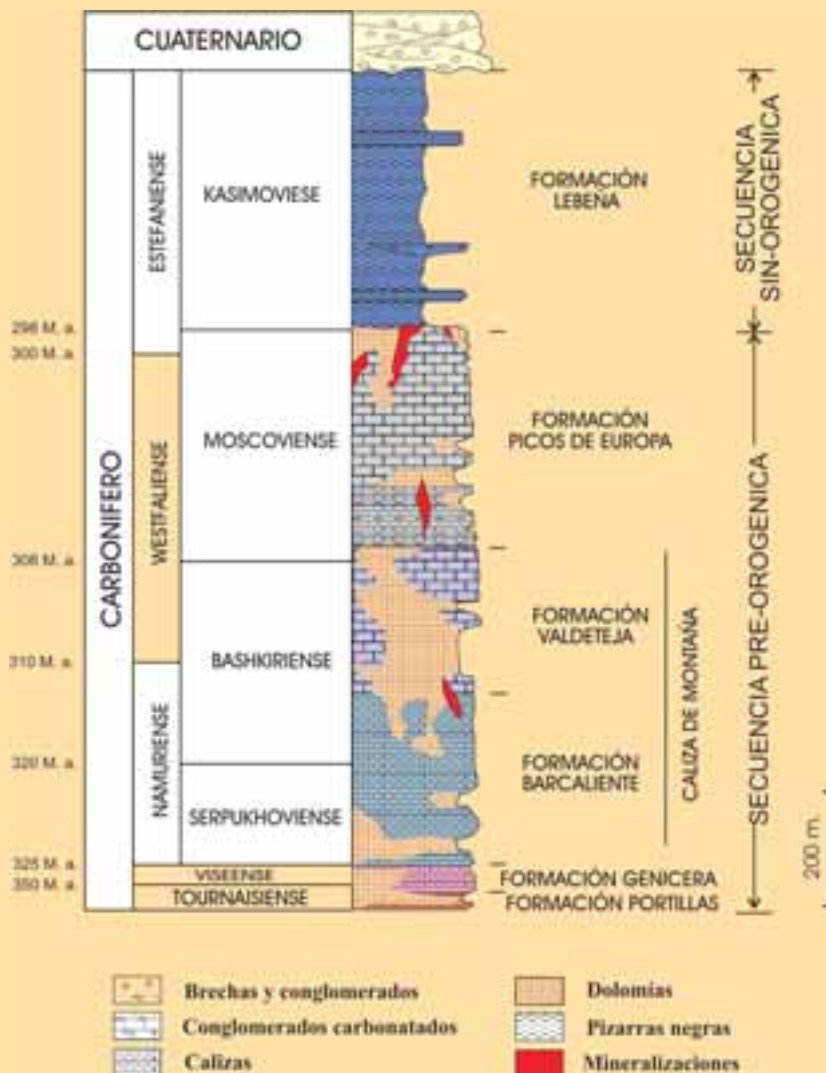
Síntesis estructural y litológica de la zona minera oriental de Picos de Europa, según Gómez Fernández et al. (2000). A la derecha, columna estratigráfica.

estratigráfica, ya en el Carbonífero inferior, se depositaron la Formación Portillas, integrada por 5 a 15 m de calizas bioclásticas que afloran exclusivamente en el entorno de las Portillas de Igüedri, y la Formación Genicera, que es equivalente a la caliza "Griotte" de Asturias y

que está formada por 15 a 50 m de calizas grises o rojas, tableadas, nodulosas, con algunas intercalaciones de lutitas.

Durante el Carbonífero medio se depositaron importantes cantidades de sedimentos carbonatados que son separados en dos unidades que se denominan la "Caliza de Mon-

taña" y la Formación Picos de Europa. En la primera de ellas se han distinguido, de muro a techo, la Formación Barcaliente, constituida por 350 m de calizas finamente laminadas, y la Formación Valdeleja con 350 m de calizas bioclásticas. La Formación Picos de Europa está integrada por 360 m de espe-



sor de calizas, que en el valle del río Nevandí, donde muestran un excelente y continuo afloramiento, se han diferenciado un Miembro Inferior de calizas tableadas con alternancias de pizarras, y un Miembro Superior con calizas bioclásticas de aspecto masivo.

La secuencia sedimentaria sinorogénica está representada en la zona por la Formación Lebeña. Esta unidad tiene una edad Carbonífero superior y está formada por 440 a 700 m de pizarras negras, conglomerados, areniscas y calcarenitas, con algunos paquetes intercalados de calcirruditas. Estos sedimentos se depositaron discordantemente sobre los sedimentos preorogénicos y, al menos en parte, en ambientes turbidíticos.

Después de la sedimentación carbonífera se produjo la elevación de la cadena montañosa afectando a toda la secuencia sedimentaria descrita. Se produjo una importante fracturación y se generaron

cuenas sedimentarias donde se depositó una secuencia detrítica de areniscas, lutitas y conglomerados de edad Pérmico-Triásico, que muestran unos colores rojizos característicos. Estos materiales aparecen hoy día restringidos en ciertos sectores de la región, como en Sotres o Tresviso.

Después de los sedimentos del inicio del Mesozoico, no hay registro sedimentario hasta el Cuaternario. Estos depósitos recientes son fundamentalmente de origen glaciar (Obermaier, 1914) y también hay algunas brechas de pie de monte. Sobre estos materiales se encuentra ligeramente encajada la red fluvial actual.

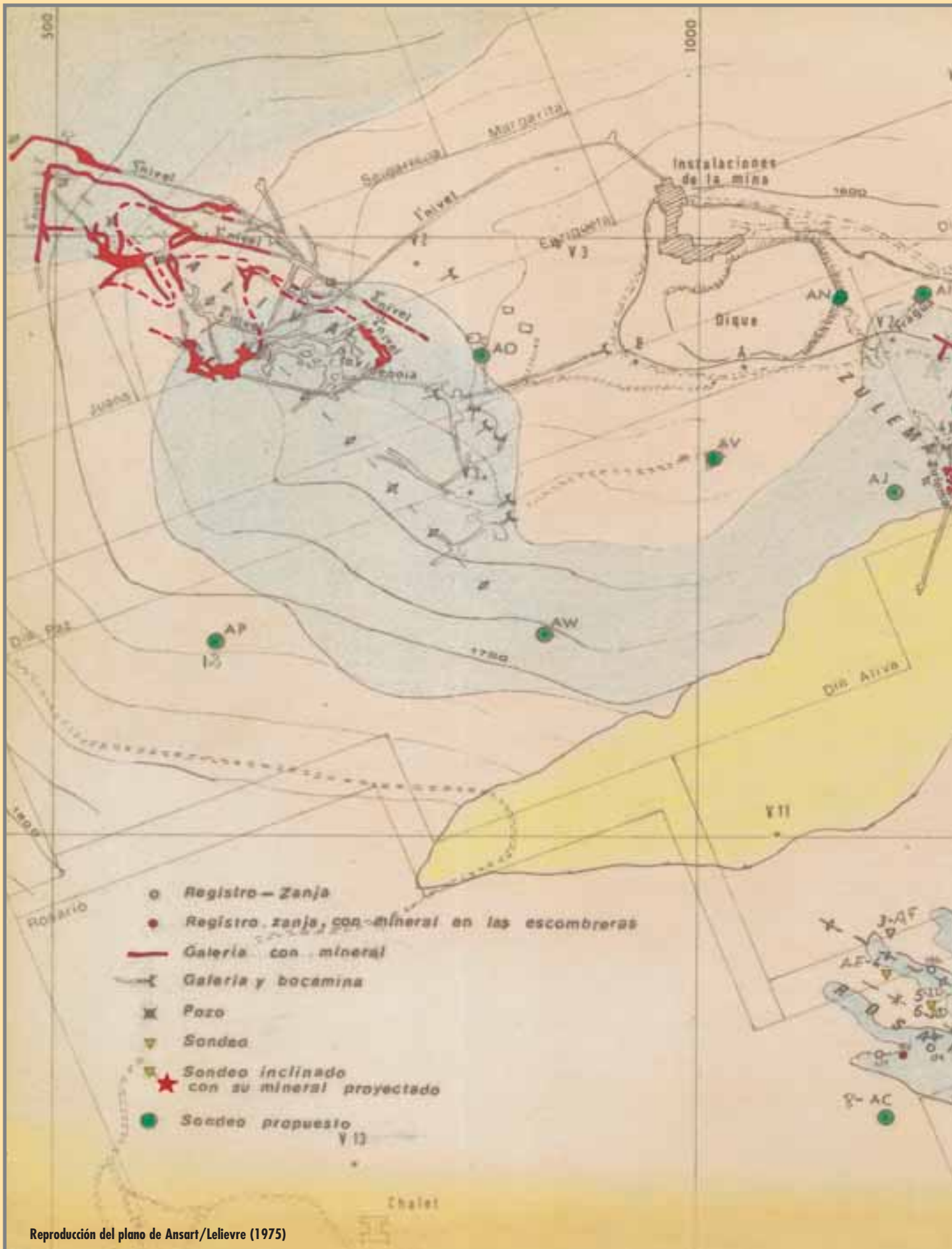
TECTÓNICA

La Región de Picos de Europa presenta una estructuración geológica compleja. Aparece superpuesta tectónicamente sobre la

“La Región de Picos de Europa es estructuralmente compleja, con un sistema imbricado de cabalgamientos seguido por una intensa fracturación posterior.”

Región de Pisuerga-Carrión, conformando entre las dos el núcleo del Arco Astúrico. El rasgo estructural dominante en la Región de Picos de Europa es la presencia de un sistema imbricado de cabalgamientos, orientados E-O y vergentes al sur. Las superficies de cabalgamiento buzan en general hacia el norte, y se hallan más tendidas en el sector meridional que en el septentrional, encontrándose en esta última zona hasta verticalizadas e incluso llegando a estar invertidas. Las superficies de despegue de los cabalgamientos tienden a ser subparalelas a la estratificación, situándose preferentemente en niveles próximos a la Formación Genicera. En la zona norte de la región el nivel del despegue se encuentra más abajo en la secuencia sedimentaria, lo que propicia en ese área el afloramiento de materiales cámbricos y ordovícicos que están ausentes en el sector sur de Picos de Europa.

El momento álgido de la deformación en la Región de Picos de Europa fue tardío con respecto a otras zonas de la cadena, ocurriendo en el Carbonífero Superior. Desde el norte se produjo el emplazamiento de numerosos mantos de cabalgamiento, que dio lugar a una serie de unidades estructurales que quedarían delimitadas por importantes superficies de cabalgamiento. (Farias, 1982; Marquínez, 1978, 1989). De acuerdo con Marquínez (1978), son tres las unidades estructurales presentes en el sector sudeste de Picos de Europa (que es donde está situada la mina de Áliva), las cuales reciben los nombres de Unidad Frontal, Unidad Tesorero-Agero y Unidad Compleja de Lechugales. La Unidad Frontal es la que aflora más al sur, cabalgando directamente sobre la región de Pisuerga-Carrión. Esta Unidad Frontal se encuentra cabalgada a su vez por la Unidad de Tesorero-Age-





Evocadora imagen de la mina de Áлива en 1991, ya parada la extracción pero con sus instalaciones intactas. Poco tiempo después, el conjunto de talleres, lavadero, barracones, vestuarios, etc. fue dolorosamente arrasado, con una gran falta de criterio y desconocimiento de su interés patrimonial. Foto: G. García, 1991. Breve descripción de la foto: En el centro, cubierta de la bocamina principal y a su derecha nave auxiliar de cantina, almacenes y compresor. Detrás de la bocamina, dependencias de vestuarios y habitaciones de los mineros, con respiraderos culminados por una vagoneta invertida. A su izquierda, con las cubiertas bien embreadas, tolva de descarga del todo-uno (en el interior), despachos, enfermería y talleres. A la izquierda de la foto, cubiertas contiguas de talleres mecánicos y oficinas, por delante de la planta de tratamiento, semienterrada y no visible desde el exterior. La salida del concentrado tenía lugar por la nave en primer término.

ro, y esta última se halla cabalgada por la Unidad Compleja de Lechugales.

Posteriormente al emplazamiento de los mantos de cabalgamiento se produce una importante fracturación en la Región, siendo este un rasgo estructural importante y que tiene un notable significado metalogenético como se verá más adelante. Se generan fallas subverticales que reciben la denominación genérica de tardihercínicas, las cuales llevan una dirección dominante N105° a 120°E, cortan a los cabalgamientos y se encuentran fosilizadas en el entorno de Picos de Europa por los sedimentos de edad Triásico.

Los pliegues constituyen un rasgo estructural de segundo orden en la Región. Van desde pliegues a gran escala casi imperceptibles, muy abiertos y con grandes radios de curvatura, a pliegues menores con geometría irregular asociados con las superficies de cabalgamiento.

METAMORFISMO Y METASOMATISMO

El metamorfismo asociado a la orogenia Hercínica en la región es de grado muy bajo, sin superar en ningún caso el nivel más bajo de la facies de esquistos verdes. Se podría decir que son prácticamente inapreciables los fenómenos de recristalización metamórfica.

Aunque los procesos de transformación metamórfica están prácticamente ausentes, las rocas de la Región, en especial las carbonatadas, han sufrido importantes transformaciones de origen metasomático consistentes esencialmente en dolomitización. Es corriente apreciar como grandes volúmenes de las rocas calizas de las diversas unidades litoestratigráficas descritas están transformadas a dolomías. Esto se manifiesta por unas tonalidades ocre de las rocas dolomitizadas, que contrastan con los tonos grises de las cali-

zas inalteradas. En general se puede decir que la dolomitización es un hecho frecuente en todas las formaciones carbonatadas de la secuencia sedimentaria preorogénica de la región de Picos de Europa, mientras que es muy escasa en la secuencia sinorogénica, por no decir que está prácticamente ausente. De hecho, sólo en una ocasión se tienen evidencia de esta alteración en la Formación Lebeña, que fue encontrada en un testigo de sondeo, en una zona de falla, en el entorno de la mina de Áлива. El proceso de dolomitización afectó sobre todo a la Unidad Frontal de Picos de Europa, mientras que las dolomías son menos frecuentes en las unidades estructurales superiores, la de Tesorero-Age-ro y la Compleja de Lechugales.

Las dolomías están constituidas esencialmente por mosaicos de cristales dolomíticos (0,35 mm tamaño medio) coloreados (gris claro, pardos o rosados), a los que

“La dolomitización ha sido muy profunda, borrando la textura de la roca original, produciendo un fuerte incremento de su porosidad y permitiendo la circulación de los fluidos mineralizadores.”

a veces acompañan cristales de dolomita de color blanco lechoso. Estos cristales se disponen bien en parches irregulares en la roca, bien rellenando parcialmente poros, o bien siguiendo una estructuración paralela en la roca que da lugar al desarrollo de dolomía cebrada o "franciscana". En ocasiones, entre los cristales de dolomita existen residuos pulverulentos oscuros (producto de la lixiviación del material carbonatado durante la dolomitización) y algunos minerales opacos (piritas idiomorfas). Se trata de dolomías pobres en hierro, con composiciones que se acercan mucho a la composición estequiométrica de la dolomita, aunque muestran un ligero exceso de calcio y defecto de magnesio (Gómez-Fernández, 1992; Gómez-Fernández et al. 1993).

El proceso de dolomitización ha sido muy agresivo, borrando la mayor parte de los rasgos texturales originales de la roca y afectando a todos los elementos carbonatados de la caliza. Un reciente trabajo de Gasparini (2003) establece dos episodios de dolomitización, uno de remplazamiento de la roca caliza y otro de relleno de huecos generados. La dolomita ocupa menos espacio que la calcita, hecho que conlleva a un notable incremento en la porosidad con respecto a la caliza remplazada. Este es un hecho de gran relevancia metalogénica, ya que estas zonas son favorables para la circulación de fluidos que pueden dar lugar a mineralizaciones. Los contactos caliza-dolomía son bastante netos y en ellos el tránsito de caliza a dolomía se hace en unos pocos centímetros. Frecuentemente estos contactos cortan a las superficies de



Los cristales de esfalerita de Áliva suelen ser tanto más facetados y claros en su morfología cuanto más pequeño es el ejemplar. Cristal de 5 mm, de excelente contraste sobre la matriz procedente de la 2ª Planta. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Cristal de calcita de 2 cm, formado por escalenoedro, prisma y romboedro sobre matriz caliza. Este tipo de cristales son muy comunes en los pequeños minados que sobre la concesión "Enriqueeta" se extienden por la ladera. Colección: G. García. Foto: F. Piña.



Los cristales de galena de Áliva son por lo general combinaciones equilibradas de cubo y octaedro. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Transparencia y perfección son atributos singulares de los cristales de pequeño tamaño. Cristal de esfalerita verdoso procedente de la 2ª Planta. Tamaño: 1 cm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.

estratificación, indicando con claridad que se trata de un proceso post-sedimentario.

La geometría de las masas dolomíticas es aparentemente caprichosa la mayor parte de las veces, incluyendo relictos de caliza o extendiéndose lateralmente bajo capas de pizarras de la Formación Lebeña o del Miembro Inferior de la Formación Picos de Europa. Otras veces conforman cuerpos subverticales de geometría filoniana, que se disponen en las inmediaciones de fallas de dirección N105° a 120°E.

Criterios texturales, geoquímicos y geométricos ponen en evidencia la naturaleza epigenética del proceso de dolomitización, habiéndose producido éste con posterioridad al emplazamiento de los cabalgamientos (Gómez-Fernández, 1992; Gómez-Fernández et al. 1993, Gasparini, 2003).

GEOLOGÍA DEL YACIMIENTO DE ÁLIVA

En el sector sudeste de la Región de Picos de Europa hay un gran número de depósitos minerales e indicios de Zn-Pb,

así como manifestaciones menores de Fe, Cu, Hg, F, As y Sb. Estas mineralizaciones aparecen localizadas en las Unidades estructurales Frontal, Tesorero-Agero y Lechugales y en las Formaciones Barcaliente, Valdeteja y Picos de Europa. Son yacimientos de tamaño relativamente pequeño, siendo los más importantes la mina de Áliva (600.000 t de todo-uno con 13%Zn y 2%Pb) y las minas de Ándara.

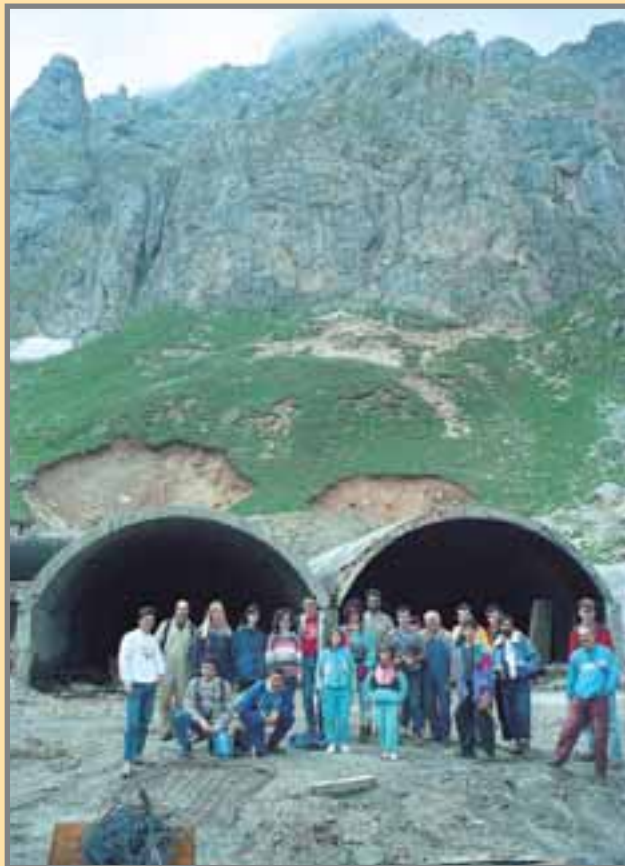
El yacimiento de Áliva se encuentra encajado en la parte alta de la Formación Picos de Europa, dentro de la Unidad Frontal de Picos de Europa, en una zona de frecuentes dolomitizaciones que condicionan la morfología del depósito. En el marco de la mina existen dos cuerpos mayores de caliza respetados por los procesos dolomitizadores, que se conocen en el ámbito minero como "Caliza de Muro" y "Caliza Esperanza". Entre ambos hay una zona de fractura dolomitizada, la cual aparece predominantemente desarrollada en dirección N115°E/70°N, paralela a las fallas tardihercínicas regionales, quedando la "Caliza de Muro" situada al sur de esta zona y la "Caliza Esperanza" al norte de ella. La dolomi-

tización llega a ser tan extensa que proyectada en planta la "Caliza Esperanza", ésta aparece totalmente rodeada por dolomía.

El cuerpo mineralizado principal explotado se extendía entre las cotas 1640 m y 1467 m, con dimensiones en planta de 200 m x 410 m, y un espesor máximo de 20 m. Se hallaba en el contacto entre la "Caliza de Muro" y la dolomía. Este contacto mostraba estrías de falla, con desarrollo de brechas, que ponían de manifiesto un comportamiento frágil de la dolomía con respecto a la caliza adyacente. También se reconocían estructuras de disolución en la caliza, esfaleritas tectonizadas y galenas con planos de exfoliación curvados, lo que evidenciaba reactivaciones tectónicas del contacto posteriores a la mineralización. Este contacto caliza-dolomía, visto en planta, presenta una traza curva, variando su dirección de N110°-115°E, en el tramo situado al NE a N150°E en su parte SO, pasando por una zona intermedia, a la que se le llamaba Zona Central, en la que el cambio de dirección era muy brusco, por lo que la traza de la mineralización recuerda a la de la charnela de una antiformal. Vis-



Rotura en el piso en una galería de transporte de la 3ª Planta. Obsérvese la textura cebrada de la dolomía. Foto: G. García, 9/2002.

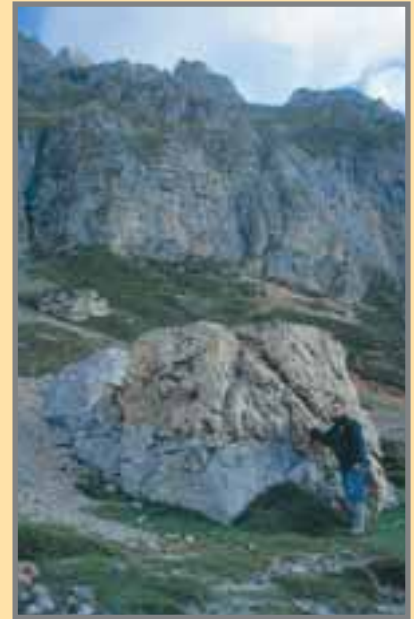
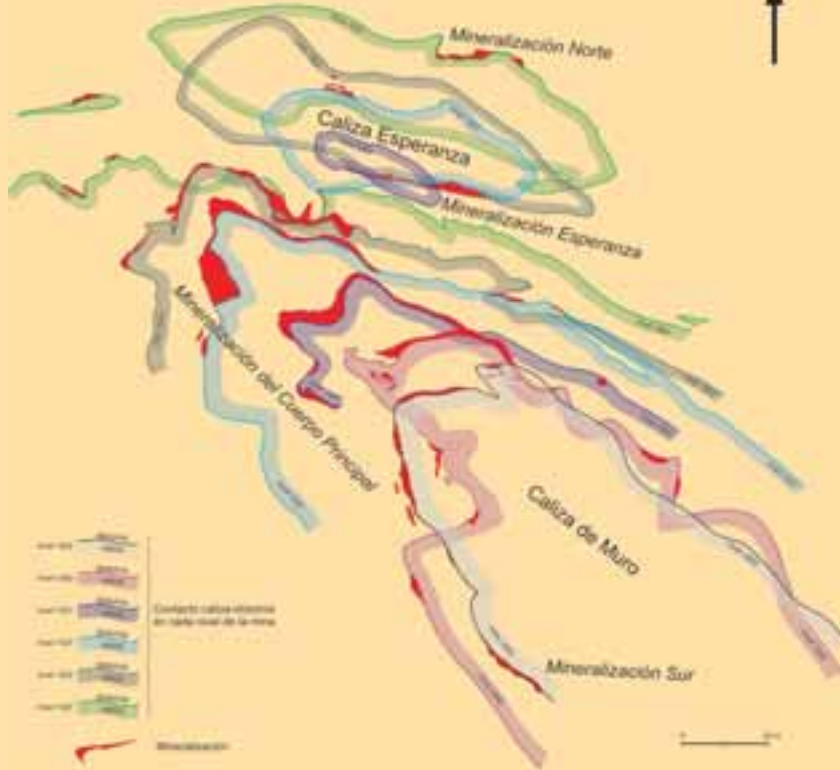


Visita de participantes del 1º Campamento de Mineralogía del GMM en Asturias, en pleno desmantelamiento de instalaciones de la mina de Áliva. Foto: F. Piña, julio 1992.



Cristales de galena de brillo mate por el desarrollo de una alteración incipiente, obtenidos en las minas viejas. Tamaño del encuadre: 60 mm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.

Geometría y distribución de los principales cuerpos mineralizados de Áliva.
Basado en Gómez Fernández (1992).



Aspecto de la dolomitización. La caliza que sufre esta alteración hidrotermal se oscurece (véase mutación-neta a dolomía beige) y, lo que es más importante, experimenta una reducción de volumen que genera una porosidad que permite después la entrada de fluidos mineralizadores. Ladera de Peña Vieja. Foto: G. García, 9/2002.

ta en tres dimensiones, la forma general de la mineralización es la de un cuerpo convexo que se podría comparar, a grandes rasgos, con la de una teja de formato clásico, cuyo eje se hundiría en dirección N305°E con 26° de inclinación. Sería una teja asimétrica con el "flanco NE" más desarrollado que el "flanco SO". En las partes altas del yacimiento, la caliza entra en contacto con la Formación Lebeña y la mineralización armaba en la zona de contacto entre la caliza y las pizarras de esta Formación. Este cuerpo mineralizado principal albergó más del 90% de la mineralización de la mina de Áliva.

En el yacimiento existían otras masas mineralizadas de tamaño mucho menor cuya explotación económica fue posible por encontrarse en las proximidades del cuerpo mineralizado principal. Eran las denominadas "Mineralización Norte", situada en el contacto norte de la "Caliza Esperanza" con la dolomía; y la "Mineralización Sur", desarrollada por encima del 1º nivel en el ámbito sur de la mina. Se trataba de mineralizaciones más dispersas dispuestas en fracturas o en bolsadas en las proximidades de los contactos caliza-dolomía, las

cuales no mostraban tectonización tan evidente como la que se veía en relación con la mineralización principal. Además de estas masas de mineral, existían algunas otras más pequeñas o con bajas leyes que se consideraban subeconómicas.

LAS MINERALIZACIONES

Además de la mineralización correspondiente a la dolomitización regional previa a las mineralizaciones metálicas, la cual se ha descrito anteriormente, en la mina de Áliva se han distinguido tres eventos hidrotermales que dieron lugar a la precipitación sucesiva de: a) Mineralizaciones de esfalerita granular-galena (Mineralización del Tipo I), b) Mineralizaciones de esfalerita acaramelada-galena (Mineralización del Tipo II) y c) Minerales tardíos. Por último, en las zonas de afloramiento estas mineralizaciones se vieron sometidas a una fase de alteración superficial, con desarrollo de una serie de minerales supergénicos.

Las mineralizaciones del Tipo I están formadas fundamentalmente por esfalerita de color marrón oscuro, galena y dolomita

con cantidades significativamente menores de calcopirita, tetraedrita y pirita. La granulometría, determinada en los minerales minoritarios es generalmente inferior a 30 µm, por lo que solamente son reconocibles mediante técnicas de microscopía. Las texturas que presenta son granulares, laminadas o botroidales, con alternancia de capas de esfalerita marrón y amarilla. Las relaciones con el encajante son variadas, siendo lo más común el relleno de huecos y la cementación de brechas hidrotermales. También se reconocen algunos casos de reemplazamiento de la roca encajante.

Las mineralizaciones del Tipo II están formadas por esfalerita acaramelada, galena y calcita. Minerales accesorios son dolomita y ocasionalmente pirita y cuarzo. En este tipo de mineralización los cristales de esfalerita acaramelada, galena y calcita pueden llegar a alcanzar tamaños superiores a 10 cm. La esfalerita aparece en cristales translúcidos, generalmente de color amarillento y más raramente de color caramelo, rojo o verde. A veces está zonada con bandeos amarillos y rojizos. Cuando aparece en huecos, donde los cristales han crecido libremente y no han sufrido deforma-



Galería de transporte en la 4ª Planta, en una zona que ya no es accesible. Grandes masas de dolomita desarrolladas a favor de la estratificación. Foto: G. García, 1995.



Contacto por falla entre la caliza (izquierda) y la dolomía. Foto: G. García, 4ª Planta, 1995.

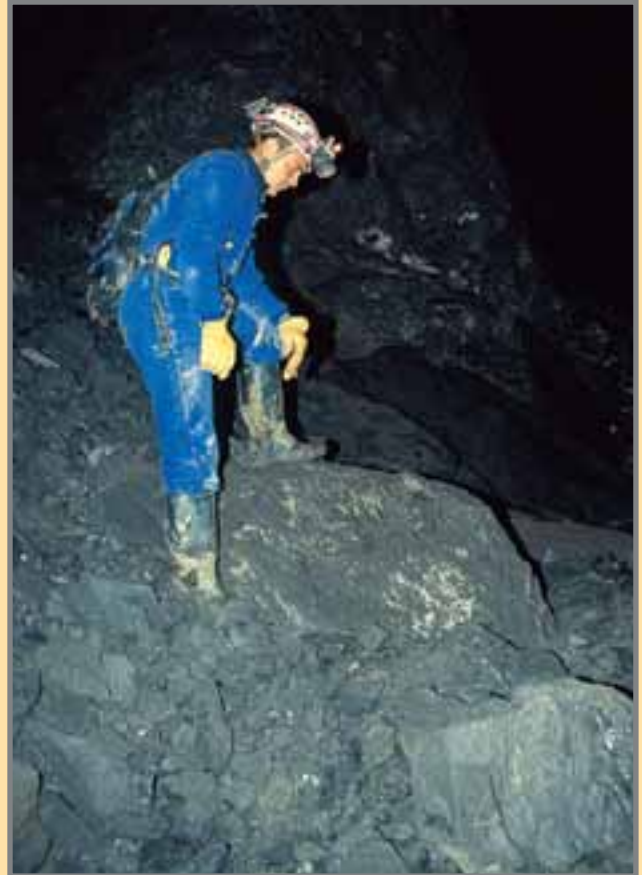
ciones, los cristales muestran singular belleza. La galena se presenta en masas cristalinas con planos de exfoliación frecuentemente curvados. La calcita se presenta generalmente en cristales de color blanquecino y aspecto lechoso, que pueden mostrar hábito escalenoédrico.

Este tipo de mineralización aparece formando masas; brechas, en las que los

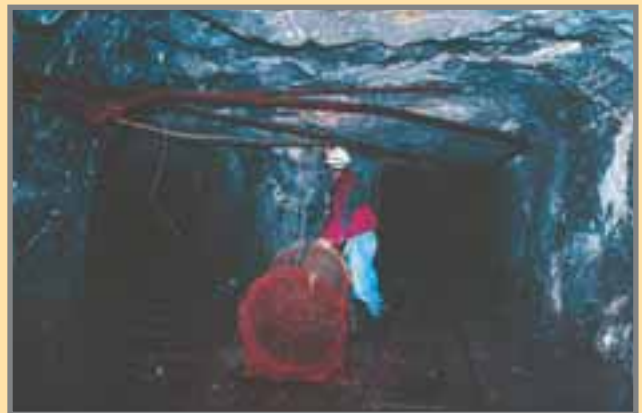
sulfuros pueden aparecer tanto como fragmentos como cementándolas; relleno de fisuras; relleno de la porosidad de la dolomía franciscana; o remplazando a la roca encajante, con claras texturas de corrosión. En general la mineralización ofrece un aspecto tectonizado, con esferulitas fracturadas y galenas con incipiente foliación de flujo. Muchas veces apare-

ce limitada por superficies estilolíticas. Solamente en huecos, donde el crecimiento ha sido libre, se encuentra la mineralización no afectada por procesos de deformación.

Las mineralizaciones de los Tipos I y II se encuentran en el mismo contexto geológico del yacimiento, es decir, en los contactos caliza-dolomía. La del Tipo II



Las grandes escamas de arcilla con pirita que contiene la roca caliza constituyen hoy las zonas de debilidad por las que avanzan los desplomes de la mina. Se trata de acumulaciones de restos no dolomitizados. Foto: G. García, 9/2002.



Bifurcación en la 4ª Planta de la galería de transporte hacia una zona de explotación. Restos de un ventilador. Foto: G. García, 1995.



Cristales melados de esfalerita de 10 mm con pequeños piritoedros, obtenidos en la 3ª Planta. Tamaño del encuadre: 60 mm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Esfalerita verde sobre dolomita, procedente de la 2ª Planta. Tamaño del encuadre: 11 mm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Cristales de esfalerita bien definidos y facetados, procedentes de la 2ª Planta. Tamaño del encuadre: 35 mm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infesta. Foto: F. Piña.



Vista de la localidad de Sotres, un tradicional pueblo de montaña asturiano de la zona de Cabrales (170 habitantes), de donde procedía la mayor parte de los mineros que trabajaron en Áliva en la etapa de AZSA. Foto: Gonzalo Pardo de Santayana.



Inicios de la geoda de galena y esfalerita de la 2ª Planta. Foto: G. García, 1991.



Cristal de calcita recogido en los pequeños minados exteriores. Tamaño: 3 cm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

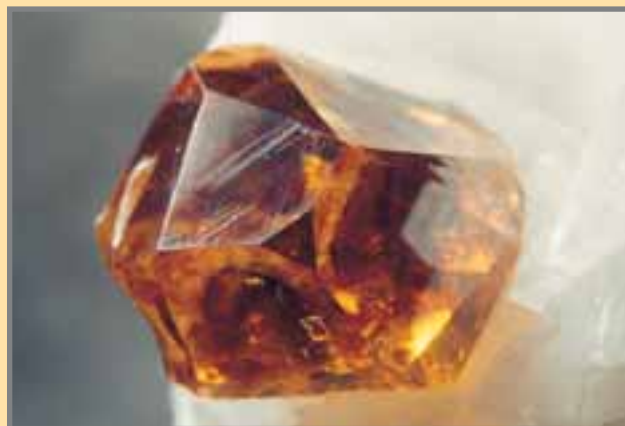
aparece superpuesta a la del Tipo I y constituye más del 95% de la mineralización que fue explotada en la mina de Áliva. Ambos tipos se encuentran acompañados por materia carbonosa y cuarzo microcristalino, materiales que forman capas y parches irregulares, que pueden llegar a encontrarse lejos de las zonas mineralizadas y que proceden de las rocas encajantes alteradas por los procesos hidrotermales.

Los minerales tardíos representan una mineralización anecdótica. Se han identificado pirita, galena, dolomita romboédrica, calcita y fluorita. La fluorita aparece en cristales de colores violáceos, blanquecinos o verdosos. Se la ha encontrado superpuesta a la mineralización del Tipo II, bien en fisuras o cementando parcial o totalmente huecos. La pirita se presenta en pequeños cristales o agregados con buen desarrollo de formas cristalinicas reconocibles en muestras de mano. También se ha encontrado en forma de cristales anhedrales microscópicos. La galena aparece en cristales euhedrales de dimensiones micro a milimétricas y, muy ocasionalmente, centimétricas. La calcita suele aparecer cristalizada con hábito escalenoédrico o con otras formas.

La mineralización supergénica tuvo gran importancia en los inicios de la explotación de la mina cuando se beneficiaban las calaminas, aunque no parece que la zona de alteración tuviera un desarrollo grande a diferencia de lo que ocurría en otros yacimientos de los Picos de Europa. Hoy en día resulta difícil encontrar minerales supergénicos, ya que los afloramientos de la mineralización prácticamente han desaparecido por la actividad minera. No obstante, se han encontrado hidrocincita, smithsonita, cinabrio, cerusita, malaquita, azurita y goethita, que constituyen la paragénesis supergénica. La hidrocincita y la smithsonita aparecen normalmente entremezcladas en formas terrosas, botroidales y concreccionadas. El cinabrio se encuentra en forma pulverulenta y procede de la alteración de la esfalerita, que tiene un notable contenido en mercurio, en especial la de color rojo, que tiene del orden de 2.000 ppm (Gómez Fernández, 1992). La cerusita aparece en masas grises



Cristal de galena de dominancia cúbica y notable brillo (en relación a la tónica general del yacimiento). Tamaño: 1,3 cm. Colección: J. M. Cuesta. Foto: F. Piña.



Cristal complejo de esfalerita obtenido en la 4ª Planta. Tamaño: 5 mm. Colección: G. García. Foto: F. Piña.

La mineralización tipo II esta formada por blenda acaramelada, galena y calcita, alcanzando en ocasiones los cristales de blenda tamaños superiores a 10 cm.

o negruzcas reemplazando a galena. La goethita se halla en forma de costras o masas terrosas de pequeño tamaño. Por último, la malaquita y azurita son muy escasas y se encuentran como pequeños puntos o tiñendo algunas fisuras de las rocas.



Filón aflorante decimétrico de esfalerita, en el macizo oriental. Foto: G. García, 1993.

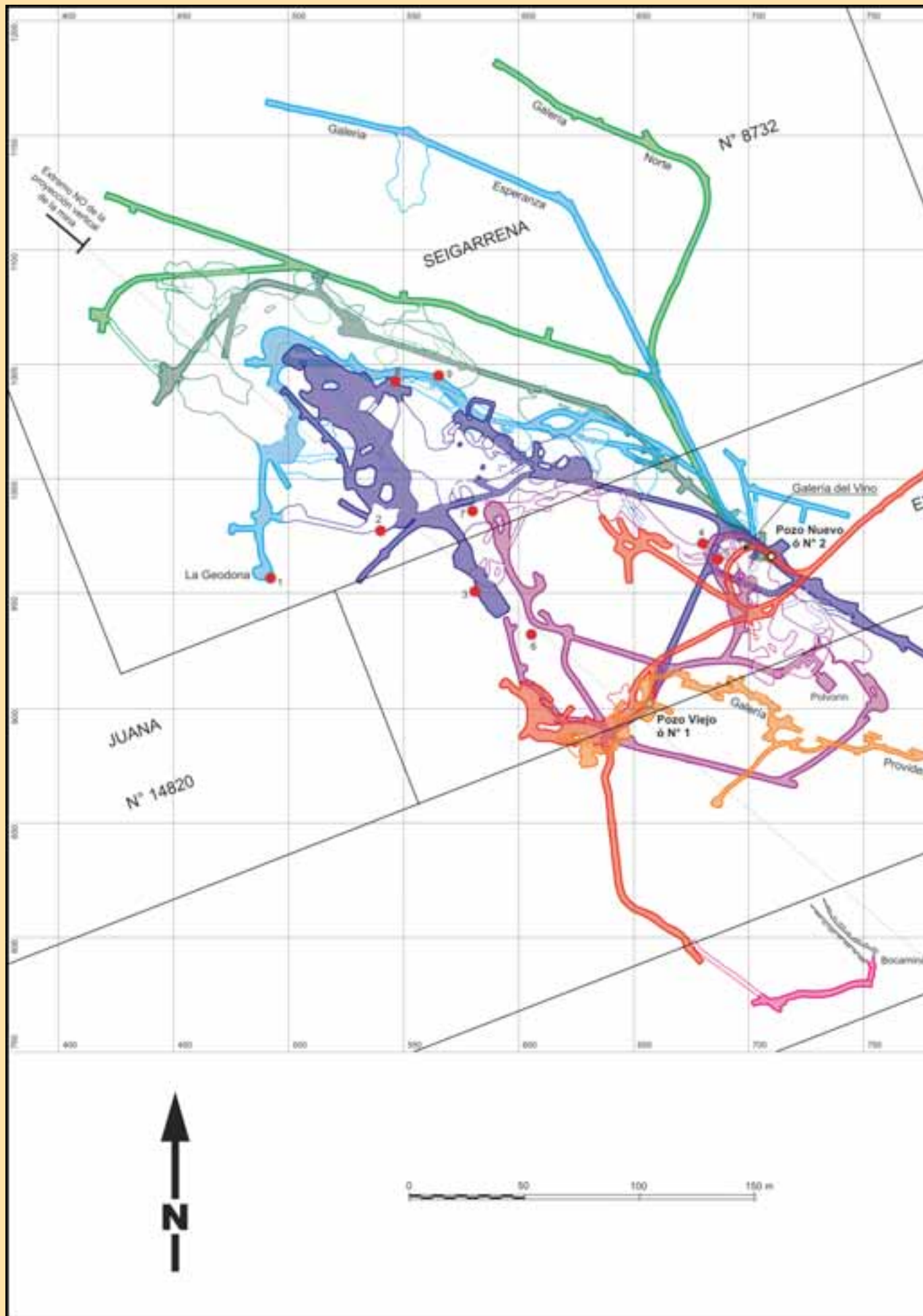
GEOQUÍMICA DE LAS MINERALIZACIONES

Para definir las condiciones del medio en el que se formaron las mineralizaciones de Áliva, se han realizado estudios de inclusiones fluidas atrapadas en minerales constituyentes de la paragénesis (esfaleritas, calcitas, dolomitas y fluoritas), así como determinaciones de isótopos estables de azufre (^{34}S y ^{32}S) en sulfuros e isótopos estables de carbono (^{13}C y ^{12}C) y de oxígeno (^{18}O y ^{16}O) en carbonatos (Gómez-Fernández, 1992; Gómez-Fernández *et al.* 2000).

El estudio de inclusiones fluidas muestra que la composición de las soluciones mineralizadoras fue similar durante los tres eventos hidrotermales descritos,



Hundimiento producido por el contacto con las pizarras de la Formación Lebeña con la Caliza de Muro. 2ª Planta. Foto: G. García, septiembre de 2002.





LEYENDA DE NIVELES:

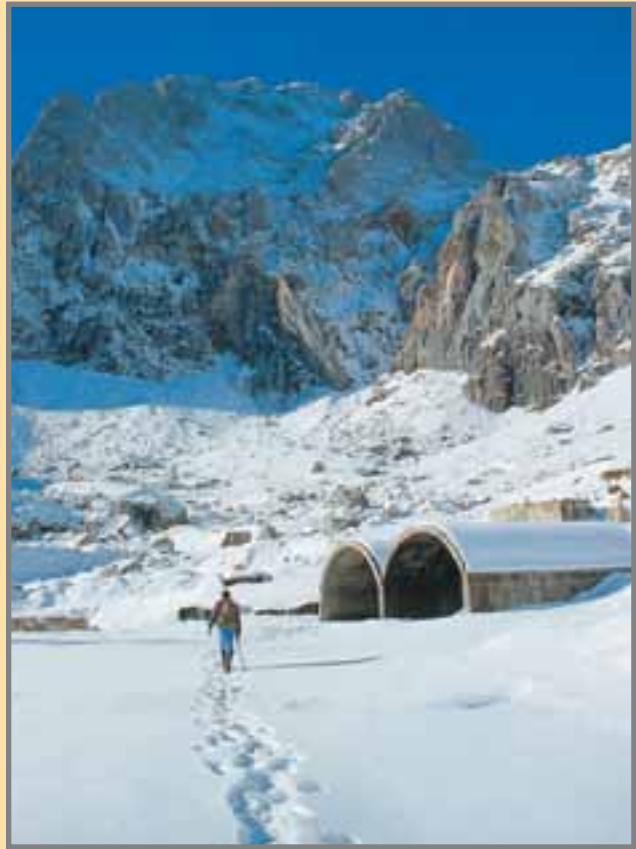
- NIVEL PAZ
- NIVEL PROVIDENCIA
- 1er NIVEL
- 2° NIVEL
- 3er NIVEL
- 4° NIVEL
- 5° NIVEL
- 6° NIVEL

GEODAS RELEVANTES:

- | | |
|---|--|
| 1 ● La Geodona | 6 ● Geoda de esfalerita en 2° |
| 2 ● Geoda de esfalerita en la bajada a 4° | 7 ● Geoda de esfalerita del final del cable de 2° a 3° |
| 3 ● Geoda de esfalerita de 3° | 8 ● Geoda de esfalerita en 4° |
| 4 ● Geoda con fluorita de 2° | 9 ● Geoda de esfalerita en 4° |
| 5 ● Geoda con galena de 2° | |



Ejemplar de esfalerita procedente de un techo de la 4ª Planta, junto a una de las tolvas. Tamaño: 18 cm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Aspecto invernal de la mina de Áliva en 1995. Se entiende que inicialmente la mina trabajara sólo por campañas, fuera del período de nieve. Foto: G. García.



Tambor junto al enganche del pozo principal en la 3ª Planta. Foto: M. Hedrosa.



Fernando Gómez, geólogo de AZSA en 1984, explica a Antonino Bueno la disposición general del yacimiento. Foto: G. García, 9/2002.

que produjeron la precipitación de las mineralizaciones de los Tipos I y II y de los minerales tardíos. El fluido es acuoso con salinidades que varían alrededor del 15% eq. NaCl. Por lo que respecta a la termometría, las temperaturas de atrapamiento de las inclusiones en las mineralizaciones de los Tipos I y II se sitúan entre 170° y 200° C, mientras que las atrapadas en fluoritas (mineral tardío) son inferiores a las temperaturas de esfaleritas y carbonatos de los Tipos I y II. Esto

da idea de un progresivo descenso de temperatura del proceso hidrotermal.

Los datos de isótopos estables indican que en el proceso mineralizador no intervinieron aguas de origen magmático, sino que los fluidos mineralizadores fueron aguas marinas evolucionadas, probablemente aguas atrapadas en los sedimentos (aguas de formación) de origen marino. Los datos de isótopos de azufre en los sulfuros de la mineralización sugieren que éste elemento procede de la reducción del sulfato de aguas marinas, por lo que se fuen-

te estaría en las rocas sedimentarias de la zona que fueron formadas mayoritariamente en medios marinos.

INTERPRETACIÓN METALOGÉNÉTICA

Previamente al depósito de las mineralizaciones de Zn-Pb se produjo un episodio de dolomitización regional epigenético, relacionado geoméricamente con fallas de

De acuerdo con las dataciones de otras mineralizaciones de la zona, la blenda de Áliva podría tener entre 280 a 260 millones de años.

dirección N105-120°E. Estas dolomitizaciones habrían acontecido seguramente a comienzos del Pérmico y fue previo a las mineralizaciones.

Durante el Pérmico, probablemente durante episodios tectónicos extensionales, aguas de origen marino atrapadas en sedimentos detríticos de las regiones de Pisuerga-Carrión y Picos de Europa se movieron hacia y a través de la región de Picos de Europa. Esta movilización dio lugar a un sistema hidrotermal de media a baja temperatura que fue lixiviando los metales contenidos sobre todo en capas de pizarras negras, especialmente frecuentes en la región de Pisuerga-Carrión (Gómez-Fernández et al., 2000). Las zonas de falla y las zonas dolomitizadas parecen haber sido los canales principales de transporte de las soluciones en la Región de picos de Europa, habiendo precipitado los metales en forma de mineralizaciones en lugares determinados. Aunque no se descarta la influencia de otros factores (descenso de la temperatura, presión y salinidad), la precipitación de las mineralizaciones se habría producido fundamentalmente por un incremento en el pH de los fluidos mineralizadores, consecuencia de la interacción de las soluciones mineralizadoras con carbonatos.

Las dataciones absolutas de ciertas mineralizaciones de la Zona Cantábrica presentadas por Gasparrini (2003), de 280 a 260 millones de años, está de acuerdo con dicha hipótesis.

Los datos de isótopos estables y las texturas minerales presentes, indicarían que la deposición de la mineralización del Tipo I se produjo rápidamente (esfaleritas laminadas con inclusiones de cristales muy pequeños de otros sulfuros), tras una corta interacción entre fluidos



Esfalerita procedente de la 4ª Planta. Tamaño: 3 cm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Vista cenital del guionaje de cable del pozo principal o nº 2 desde el embarque de la 3ª Planta. Foto: G. García, 9/2002.



Galería de transporte en la 4ª Planta. La rampa de la izquierda conecta con la 5ª. Foto: M. Hedrosa.



Esfalerita procedente de la 4ª Planta. Tamaño: 3 cm. Colección: J. M. Cuesta y E. Infiesta. Foto: F. Piña.



Un aspecto de la mineralización de blenda acaramelada ya inaccesible en la Galería Norte de la 6ª Planta. Foto: F. Gómez.



Otra mineralización de blenda acaramelada en la Galería Norte de la 5ª Planta. Foto: F. Gómez.

mineralizadores y roca encajante. Por contra, el proceso que formó la mineralización del Tipo II debió ser de mayor entidad y debió actuar durante más tiempo y de forma más lenta, lo que facilitó el desarrollo de grandes cristales. Por último, la mineralización tardía parece representar un carácter residual, producto de la evolución del fluido hidrotermal que va mostrando un paulatino descenso de temperatura.

Las características metalogénicas de los yacimientos de Zn-Pb del sector sudeste de Picos de Europa y en consecuencia de la Mina de Áliva, indican que esos yacimientos se pueden clasificar como del Tipo Mississippi Valley (Leach and Sangster, 1993). Los principales rasgos que soportan esta clasificación son los siguientes:

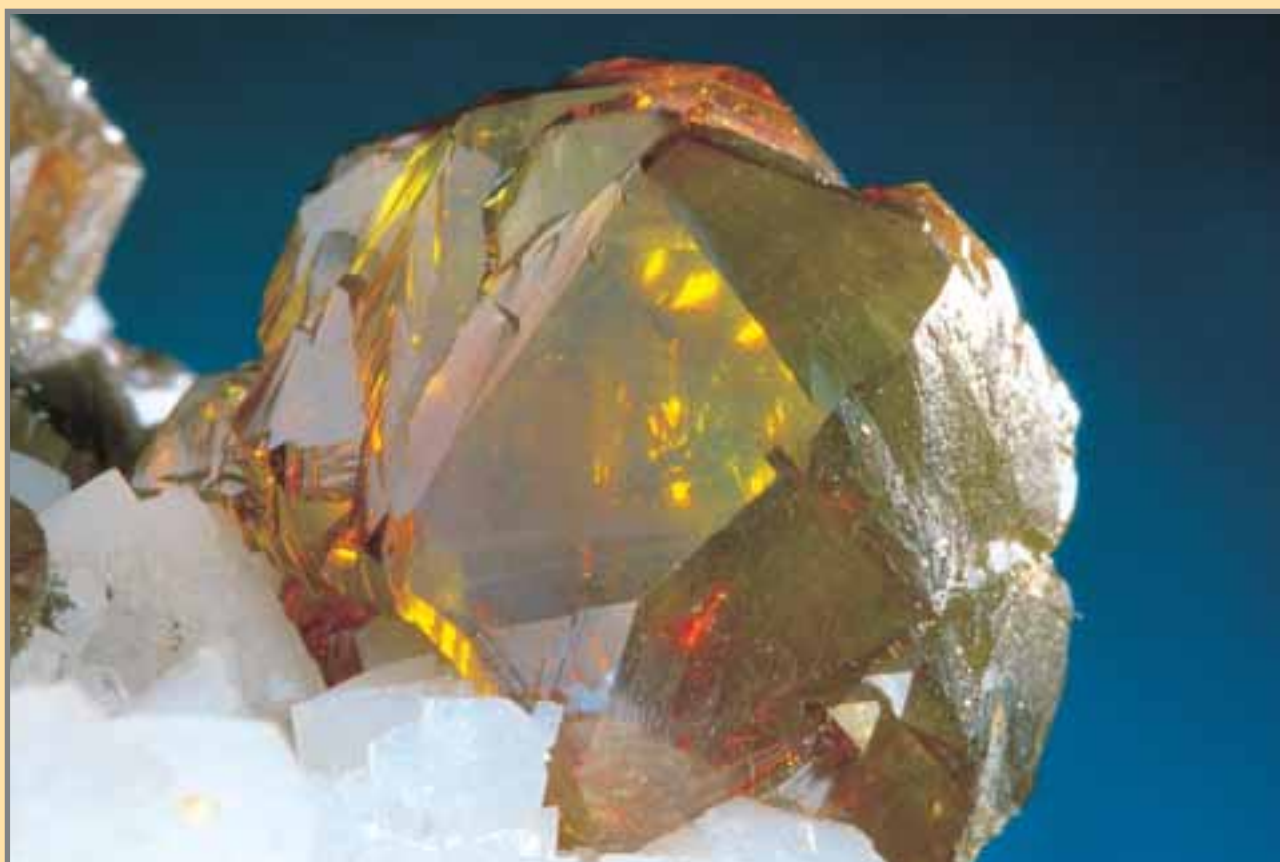
- a) Los yacimientos son mineralizaciones epigenéticas de Zn-Pb, encajadas en carbonatos de plataforma y controladas por fallas y contactos caliza-dolomía.
- b) Los yacimientos no muestran zonación mineral.
- c) La deposición mineral se vio acompañada por procesos de alteración, incluyendo brechificación y disolución del encajante.
- d) Temperaturas de atrapamiento de los fluidos mineralizadores entre 170º y 200º C y salinidades en torno a 15% eq. NaCl.
- e) Los datos de isótopos sugieren que el azufre procede de reducción de sulfato de agua marina.



Fisuras rellenas de blenda acaramelada. Galería Esperanza (4º Nivel). Foto: F. Gómez.



Espectacular frente mineralizado del Cuerpo Principal en la 4ª Planta. Véase el aspecto brechoide de la blenda tipo II. Foto: F. Palero.



Espléndido cristal de esfalerita de 1,5 cm obtenido en enero de 2006 en la 2ª Planta. Colección: A. Bueno. Foto: F. Piña