

Tectónica y mineralizaciones pérmicas en la Cordillera Cantábrica Oriental (Noroeste de España).

MARTINEZ GARCIA, E. (*)



RESUMEN

En la Cordillera Cantábrica Oriental existen numerosas mineralizaciones de pequeño tamaño, de Pb, Zn, Cu, Ba, Hg, Co, Ni, Fe y Mn en fracturas de las calizas carboníferas o rellenando cavidades cársticas en la superficie de discordancia entre las calizas y la cobertera pérmica suprayacente. Los sedimentos pérmicos están constituidos por conglomerados, calizas y areniscas de facies «red beds» que se depositaron en una etapa de apertura continental en que asimismo surgieron soluciones mineralizadoras. Los elementos quedaron atrapados en los sedimentos pérmicos y posteriormente migraron hacia cavidades y fracturas producidas en el Pérmico y antes del Triásico. Más adelante, estos yacimientos fueron recubiertos por los sedimentos mesozóicos y probablemente rejuvenecidos en el Aptiense, en que tuvo lugar una elevación con circulación intensiva de soluciones que dieron lugar a la dolomitización y mineralización de las calizas recifales de los yacimientos de Reocin, Udías, etc.

ABSTRACT

In the Eastern Cantabrian Mountains, there are numerous small-size mineralizations of Pb, Zn, Cu, Ba, Hg, Co, Ni, Fe and Mn either in fractures within the carboniferous limestones and sandstones of «red bed» type and were deposited in a continental rifting episode which also gave birth to mineralizing solutions. The elements were kept in the permian sediments and migrated later to cavities and fractures produced in permian times and before the deposit of the triassic beds. Later on, these deposits were buried under the mesozoic cover and probably rejuvenated in the Aptian, where uplift and intensive water circulation gave rise to dolomitization and mineralization of the already existing reef limestones of Reocin, Udías, etc.

INTRODUCCION

Los yacimientos e indicios minerales en el Paleozóico de la zona Oriental de la Cordillera Cantábrica no han sido objeto de publicaciones de detalle aunque han sido citados desde antiguo (PAILLETTE 1844, SCHULZ 1858, ARCE 1879, 1900, CALDERON 1900, 1908, REVILLA 1906, ADARO 1916, SUAREZ MURIAS 1916, DURAN & CORUGEDO 1926, ALVARADO 1929, MAZARRASA 1930, HERNANDEZ SAMPELAYO 1942, HERANDEZ SAMPELAYO & KINDELAN 1950, LLOPIS LLADO 1956, 1958, MARTINEZ ALVAREZ 1960, 1965, etc.). Cabe destacar el trabajo de LUQUE (1974) en que se refiere a los yacimientos de mercurio relacionándolos con las fracturas por las que supone ascendieron los fluidos mineralizadores posiblemente en el Trias.

Posteriormente, BURKHARDT (1976) estudia los yacimientos de Pb-Zn del W de la provincia de Santander relacionándolos con los sedimentos que removilizarían otros yacimientos singenéticos con las calizas carboníferas.

(*) Departamento de Geotectónica, Facultad de Ciencias, Oviedo.

MARTINEZ-GARCIA (1977, 1979) describe los yacimientos de la zona oriental de Asturias y Santander en relación con sedimentos de edad pérmica y MARTINEZ-GARCIA y TEJERINA (1979) atribuyen una edad pérmica a las mineralizaciones de fluorita de Asturias y León.

Son muy numerosos los indicios de minerales metálicos y no metálicos presentes en la zona oriental de la Cordillera Cantábrica y de ellos solo mencionaremos los más importantes en esta nota preliminar en que describiremos una relación que necesita un estudio profundo en el futuro.

MARCO ESTRATIGRAFICO

La zona a que nos vamos a referir se encuentra situada en el extremo oriental de la Zona Cantábrica de LOTZE (1945) y dentro de la Región de Picos de Europa-Beleño. El Paleozóico de la Zona Cantábrica es recubierto discordantemente por el Mesozóico de la Cuenca de Santander.

Los terrenos más antiguos que se encuentran pertenecen al Cámbrico, siendo equiparables a las formaciones Láncara y Oville de COMTE (1959) y aflorando junto a la localidad de Sotres, como dolomías tableadas alternando con margocalizas, calizas grises con glauconita, calizas nodulosas rojas, pizarras verdes y areniscas y pizarras con glauconita. Al N. de Sotres se superponen a los materiales cámbricos, las cuarcitas de la Formación Barrios, con 600-800 m. de espesor, mientras que al S. de dicha localidad, la erosión del Devónico superior la elimina totalmente, de forma que sobre la Formación Oville descansa la caliza «griotte» de Genicera (MARTINEZ GARCIA 1978).

A veces aparecen por encima de la discordancia unos metros o decenas de metros de areniscas que en la parte norte poseen glauconita y muestran paso a conglomerados y cuya edad ha sido determinada como Frasnense (RADIG 1966), a los que siguen unos metros de calizas (Calizas de Las Portillas de MARTINEZ GARCIA 1979) de edad Famenense a Tournaisiense (TRUYOLS et al 1979). Lateralmente estas calizas pueden pasar a liditas y radiolaritas (Formación Vegamian).

El Carbonífero se prosigue por calizas rojas nodulosas (Formación Genicera, WAGNER, WINKLER PRINS y RIDING 1971) de unos 25 m. de espesor, con intercalaciones de radiolaritas. Su edad es Viseense y sobre ellas descansa una secuencia calcárea que ha sido dividida en dos formaciones: Caliza de Montaña, constituida por 300-400 m. de calizas negras fétidas, de grano fino en la base y 200 m. de calizas claras biosparíticas en la parte superior (Miembros Barcaliente y Valdeteja) y Formación Picos de Europa que llega a alcanzar 800 m. de calizas claras biosparíticas, a veces brechoides y con niveles rojos organógenos. La edad de la Formación Caliza de Montañas abarca desde el Namuriense al Bashkiriense superior (Westfaliense a) y la de la Formación Picos de Europa es Moscoviense-Kasimoviense (Westfaliense B a Cantabriense).

Discordante sobre estos materiales calcáreos se encuentra una secuencia que comienza por areniscas y calizas de plataforma (Calizas de Puentellés) y sigue por un conjunto turbidítico con avenidas de derrubios carbonatados (Formación Cavandi) de edad Kasimoviense superior (Estefaniense B-C).

Con una fuerte discordancia angular se superponen unos materiales englobados en la Formación Sotres por MARTINEZ-GARCIA (1979), constituidos por pizarras negras, calizas, lutitas y areniscas rojas, conglomerados de color rojo y areniscas blancas que superan los 230 m. de espesor en esta zona. Estos materiales han arrojado una edad pérmica mediante la determinación de esporas en la localidad de Sotres (Autuniense).

Sobre la Formación Sotres y también en discordancia se superpone una secuencia que aumenta de espesor hacia el E. y en la que se puede distinguir una facies basal de areniscas y conglomerados silíceos que más al S. en la hoja de Tudanca (MARTINEZ-GARCIA et al in litt.) llegan a tener 1.000 m. de espesor y que ha sido atribuida al Buntsandstein.

TECTONICA REGIONAL

La Región Oriental de la Cordillera Cantábrica se caracteriza por la existencia de grandes cabalgamientos o fallas inversas que afectan al Paleozóico y a la cobertera mesozóica y terciaria. Los primeros accidentes que se produjeron fueron pliegues apretados vergentes al S. que evolucionaron hasta dar lugar a cabalgamientos, llegando a aparecer las calizas y dolomías de Láncara en la base de las unidades cabalgantes como ocurre en Sotres (MARTINEZ-GARCIA 1978). Al S. de Sotres, y debido a la erosión de las cuarcitas de Barrios, la superficie de cabalgamiento se sitúa por debajo de la caliza «griotte» de Genicera, que es la que sirve como material menos competente para deslizarse unas sobre otras las grandes masas calizas que constituyen los Picos de Europa propiamente dichos.

Estos pliegues y cabalgamientos tuvieron lugar después del Estefaniense superior y antes del Pérmico puesto que se encuentran a veces fosilizados por depósitos del Autuniense, como sucede en el Collado de Pandébano, al W. de Sotres. Los cabalgamientos se observan afectados por una inversión en la zona situada alrededor de la masa calcárea de los Picos de Europa, pero no al S. de Sotres. Esta inversión es debida al plegamiento que sufre la región con posterioridad a la formación de los cabalgamientos y que en general dá lugar a grandes pliegues de plano axial subvertical o con ligera vergencia hacia el Norte.

Una vez producidos los pliegues y cabalgamientos Estefanienses, la región sufre un levantamiento y fracturación con formación de bloques levantados de calizas y cuarcitas que sufren erosión rápida con formación de abanicos aluviales de derrubios calcáreos depositados en un clima árido o semiárido como atestiguan los depósitos rojos tipos «red beds». Estos depósitos debieron llegar a cubrir la zona Cantábrica oriental y su asociación con evaporitas, dolomías y rocas de color rojo, así como la presencia de rocas volcánicas de tipo alcalino y las grandes fallas nos indican que se trataba probablemente de una zona de rift continental como ya han propuesto MARTINEZ-GARCIA y TEJERINA (1979) para la zona entre Oviedo y Ribadesella.

Los terrenos pérmicos fueron asimismo afectados por fracturas posteriores, de pequeña importancia en general, como ha sido indicado en otras publicaciones (MARTINEZ-GARCIA et al 1977 (in litt.)). Estas fracturas, de dirección NE-SE y NW-SE se observan fosilizadas por depósitos detríticos de edad Triásica.

A partir del Triásico vemos como las fracturas deben haber jugado un gran papel, ya que hay zonas en que el Cretácico se deposita directamente sobre el Pérmico, mientras que al otro lado de una falla aparecen subitamente el Trias y Jurásico intercalados. Esto nos indica la existencia de una emersión antes del Cretácico superior con erosión y juegos de fracturas que pueden haber sido aprovechadas por materiales permotriásicos evaporíticos para su ascenso.

Finalmente, durante el Oligoceno, tiene lugar la fase principal de la orogénesis alpídica que dá lugar a un plegamiento generalizado en el Mesozóico, con rejuego e incluso ligero plegamiento del zócalo (MARTINEZ-GARCIA 1976). A fines del Terciario o principios del Cuaternario tienen lugar el levantamiento de la Zona Cantábrica según grandes fracturas E-W.

YACIMIENTOS MINERALES

Los indicios y yacimientos minerales de la Zona Oriental de la Cordillera Cantábrica son muy numerosos y de variada mineralogía. Actualmente solo se explotan los de sulfuro de cinc de Aliva, en los Picos de Europa (Provincia de Santander), pero en el pasado lo han sido otros bastante numerosos y conocidos como los de Milagro, Bufarrera, Llacierias, Olicio, Arangas, Alevia, Berodia, Niserias, Carreña, Argayón, etc. etc.

Las mineralizaciones más abundantes son las de Fe-Mn que se encuentran a veces rellenando cavidades kársticas y que fueron objeto de estudio y explotación desde antiguo (FUERTES ACEVEDO 1879, SUAREZ MURIAS 1916, LLOPIS LLADO 1956, 1958, MARTINEZ-ALVAREZ 1960), en Alevia, Vidiago, Berodia, La Molina, Bufarrera, etc., o como masas irregulares, alineadas a menudo según grandes fracturas. En general están constituidas por hematites botroidal y pirolusita arriñonada, con diversa proporción de mercurio (Bufarrera, Las

Llacierias, etc.). Se encuentran siempre en la superficie de erosión pre-pérmica o muy cerca de ella. Posteriormente han sufrido una carstificación y acumulación de cantos de mineral en el fondo de las nuevas dolinas como ocurre en Arangas, Milagro, etc.).

Le siguen en abundancia las de Pb-Zn en que predominan la blenda y galena. Estos se presentan en masas irregulares de relleno de fracturas (Argayón, Hozarco, Roza, Vegas de Sotres, Providencia, Mazarrasa, Andara, etc.) o bajo la discordancia pérmica directamente (Solnuevo, Suarias, etc.). Los hay de mineralogía simple, aunque en general son muy variados, encontrándose además de blenda, galena y los correspondientes minerales secundarios como calamina, etc. cinabrio, barita, calcopirita, (bornita, azurita, malaquita, etc.) e incluso fluorita ha sido citada en Tresviso y Aliva.

Existen también de barita que se suele encontrar directamente sobre la superficie de discordancia rellenando cavidades cársticas y debajo de areniscas de color claro del pérmico o en filones en el pérmico y carbonífero, como en Alles, Argayón, Cicera, Asiego, Suarias (Hg), Ortiguero (Cu).

De cobre, principalmente calcopirita y algo de Fe-Mn (Milagro).

De cobre, cobalto y níquel (Carreña, Niserias).

Sulfoarseniuros de Cu (Poo de Cabrales).

Relaciones de la mineralización con la tectónica

Como hemos dicho anteriormente se encuentran dos tipos muy claros de mineralizaciones según su entorno geológico: A) mineralizaciones ligadas a la superficie de discordancia entre el basamento paleozóico y la cobertera pérmica, ya sea en fracturas o como relleno de cavidades cársticas, y B) mineralizaciones ligadas a fracturas o pliegues hercinianos tardíos sin que se observe relación directa con sedimentos pérmicos.

En el tipo A tenemos las mineralizaciones de Ortiguero (Pb-Zn-Cu-Ba-Hg), Alles (Ba-Hg), Suarias (Pb-Zn-Ba-Hg), Solnuevo (Pb-Zn-Ba-Hg-Cu), Caldas de Besaya (Pb-Zn-Cu), Puente Viesgo (Pb-Zn-Cu), Peña Ventosa (Pb-Zn), Bufarrera (Fe-Mn-Hg), Cicera (Ba), Cotos Rubios (Pb-Zn-Ba-Hg), Porrúa (Fe-Mn), Vidiago (Fe-Mn), Asiego (Ba-Hg), Argayón (Pb-Zn-Ba-Hg-Cu), Milagro (Fe-Mn-Cu), Hozarco (Pb-Zn-Cu-Hg-Ba), Roza (Pb-Zn-Cu), Tresviso (Pb-Zn-F), Carreña (Ni-Co-Cu), La Providencia (Pb-Zn-Cd), Alevia (Fe-Mn), etc.

En el tipo B los de Poo de Cabrales (Pb-Zn-Hg-Cu), Collasón (Pb-Zn-Hg), Oceño (Pb-Zn-Hg), Allende (Pb-Zn), Casaño (Fe-Mn), Niserias (Cu-Co-Ni), Llacierias (Fe-Mn-Hg), Najarón (Fe-Mn), Vegas de Sotres (Pb-Zn), Andara (Pb-Zn-Cu), Mazarrasa (Pb-Zn-Ba), Aliva (Pb-Zn-F), Liordes (Pb-Zn), Llorza (Pb-Zn), Juan de la Cuadra (Pb-Zn), Berodia (Fe-Mn), Arangas (Fe-Mn), Beges (Pb-Zn), Aurora (Pb-Zn), Fuente De (Pb-Zn), etc.

TIPO A

Se encuentra directamente sobre la superficie del basamento paleozóico y bajo la discordancia de los materiales pérmicos. En casi todos los casos se ha reconocido la presencia de sedimentos del pérmico encima de la discordancia. En Alles, Peña Ventosa, Cicera, Hozarco, Roza, Tresviso y la Providencia se trata fundamentalmente de areniscas, calizas, margas y conglomerados calizos de color rojo. En Suarias, Solnuevo, El Mazo, Caldas de Besaya, Puente Viesgo, Cotos Rubios, Argayón, Milagro y Carreña son areniscas de color blanco, microconglomeráticas en la base y con una serie de areniscas y conglomerados rojos por encima.

Un caso especial lo constituyen las mineralizaciones de hierro y manganeso de Bufarrera, Porrúa, Vidriago, Milagro, Alevia, etc., todas ellas de características superficiales marcadamente cársticas, pero que en profundidad muestran la existencia de filones según fracturas. Se encuentran recubiertos por sedimentos pérmicos o cretácicos que han sido erosionados.

En todos los casos, las mineralizaciones se encuentran en calizas del carbonífero, ya sean del Bashkiriense (Alles, Milagro, Carreña, Porrúa, Vidriago, Asiego, etc.), Moscoviense o Ka-

simoviense (Suarias, Solnuevo, Caldas de Besaya, Puente Viesgo, Peña Ventosa, Bufarrera, Cicera, Cotos Rubios, Argayón, Hozarco, Roza, Tresviso, La Providencia, Alevia, etc.).

En algunas ocasiones, la mineralización se presenta en la superficie de contacto entre las calizas carboníferas y los sedimentos pérmicos y aparentemente como relleno de cavidades cársticas. Estas cavidades cársticas se pueden haber desarrollado antes de la sedimentación de los materiales pérmicos y también después de la misma por efecto de la circulación de las aguas por la superficie de erosión dada la permeabilidad de los sedimentos suprayacentes.

En todo caso, las cavidades rellenas parecen encontrarse por lo general cercanas a fracturas las cuales también muestran mineralización semejante, como es el caso de Argayón, Alles, Cicera, etc. Todo ello parece indicar que la mineralización se originó con posterioridad a la sedimentación pérmica.

En los casos en que la mineralización está asociada a fracturas, o sea, prácticamente en todas ellas, puede suceder que estas se encuentren fosilizadas por el Pérmico (fallas inversas, cabalgamientos) o por el Trias (fallas directas) o que hayan rejugado en la orogénesis alpina. En el primer caso tenemos a Alles, Suarias, Solnuevo, Peña Ventosa, Asiego, etc. En el segundo a Hozarco, Caldas de Besaya, Argayón, Roza, etc. y en el tercero Tresviso, La Providencia, etc.

Parece ser que la mineralización se originó después del depósito de los sedimentos pérmicos y antes del Trias, ya que solo se observan afectados los sedimentos carboníferos y pérmicos y nunca los triásicos. En algunos casos (Hozarco) parece observarse una mineralización asociada a ganga calcítica en fracturas que afectan al Carbonífero y Pérmico pero no al Triásico.

Al S. de la sierra de Cuera, casi todas las mineralizaciones de tipo A se encuentran en calizas del Moscoviense superior-Kasimoviense, lo que parece indicar que la discordancia entre el Pérmico y el basamento paleozóico no dio lugar a una fuerte erosión de este último, excepto en las proximidades de los frentes de cabalgamiento.

TIPO B

El segundo tipo de mineralizaciones se encuentra ligado a fracturas en el basamento paleozóico, sin que en sus proximidades se encuentren restos de sedimentos pérmicos. Estas fracturas pueden ser, bien fallas inversas o cabalgamientos producidos antes del depósito de los sedimentos pérmicos o bien fallas directas posteriores a las mismas, como hemos visto ya en el apartado A. En el primer caso podemos citar los yacimientos de Poo, Trescares, Oceño, Allende, La Molina, Mazarrasa, Aliva, Andara, Lloroza, Juan de la Cuadra. En algunos casos, como en Poo de Cabrales y Oceño, ambas unidades, la cabalgante y la cabalgada parecen afectadas por la mineralización, por lo que pudiera pensarse que dichas superficies no han sufrido un rejuego posterior, aunque pueden haberse movido en la época de mineralización. En otros casos, como Allende, Mazarrasa, Lloroza, Juan de la Cuadra es la unidad cabalgada la que comporta la mineralización, lo que indica el rejuego de la superficie de cabalgamiento, ya que su génesis fue posterior a dichas superficies como hemos dicho. No es posible sin embargo determinar si los cabalgamientos se comportan pasivamente durante la mineralización o si sufrieron algún tipo de movimiento. El rejuego alpino de muchos de estos accidentes se observa perfectamente en Alevia, La Providencia, Tresviso, etc., en que cabalgan sobre retazos de materiales pérmicos y Triásicos.

Los yacimientos de Niserias y Liordes parecen estar ligados a fracturas NE-SW como la de Argayón. Estas grandes fracturas, paralelas a la Falla de Ventaniella han sido consideradas por MARTINEZ-GARCIA & TEJERINA (in litt.) como fallas transformantes asociadas a la apertura (rifting) cortical de edad pérmica, siendo su formación posterior a los cabalgamientos y contemporánea con el depósito de los sedimentos pérmicos de facies «red-beds». El yacimiento de Niserias, (Cu-Co-Ni), está situado a mayor profundidad que el de Argayón, situado en la misma fractura pero constituido por Pb-Zn-Ba-Hg-Cu, lo que indica que puede haber una zonación con la profundidad.

Podemos concluir por tanto, que el origen de los yacimientos de tipo B es semejante al de los A, pero en ellos la posterior erosión ha hecho desaparecer a la cobertera pérmica. La pro-

pia posición topográfica y estratigráfica de los yacimientos B indica su proximidad a la superficie de erosión prepérmica.

Un caso especial lo constituyen los yacimientos cársticos de Fe-Mn de Vidiago, Alevia, Porrúa, Arangas, etc. que se encuentran bajo cobertera cretácica. En Llacerías, Bufarrera, Najarón, etc. se puede comprobar que se trata de filones en profundidad, con bastante proporción de Hg y que en superficie han sufrido una carstificación, probablemente de edad cretácica o cuaternaria (LLOPIS LLADO 1958) que ha producido concentraciones secundarias en dolinas. Este es también el caso de la mina Milagro, explotada por los minerales secundarios de cobre desde antiguo.

El primitivo origen de los elementos mineralizados hay que buscarlo en los sedimentos pérmicos, adonde seguramente llegaron procedentes de emanaciones volcánicas que surgieron por las fracturas del rift pérmico y que han sido clasificadas por MARTINEZ-CONDE & TEJERINA (in litt.) como rocas ácidas e intermedias de carácter alcalino. Hay que hacer notar que más al E. en la zona de Villaviciosa, los sedimentos pérmicos poseen una gran proporción de elementos volcánicos (PRADO 1972).

Posteriormente, quizás durante la formación de fallas directas en el Pérmico, las aguas circulantes depositaron las mineralizaciones en fracturas y en el contacto entre los sedimentos pérmicos y las calizas carboníferas del basamento.

OTROS YACIMIENTOS RELACIONADOS

Hay que llamar la atención sobre la presencia de numerosos yacimientos de plomo y cinc en la cobertera mesozóica del Macizo Asturiano, hacia el Este, así como alrededor de las mineralizaciones de Caldas de Besaya y Puente Viesgo que se sitúan sobre el asomo de calizas carboníferas más oriental de la Cordillera Cantábrica, rodeado de materiales mesozóicos por todas partes. Estos yacimientos, famosos desde hace tiempo, son los de Camargo, Comillas, La Florida, Mercadal, Novales, Oreña, Punte Arce, Reocin, Ubiarco y Udias, todos ellos encajantes en las dolomías y calizas aptienses de la cuenca de Santander. Han sido atribuidos bien a procesos sinsedimentarios (MONSEUR 1974) o a procesos epigenéticos (RUIZ & RODRIGUEZ ARANGO in litt.). La presencia por debajo de los materiales mesozóicos de sedimentos pérmicos y carboníferos con mineralizaciones asociadas de Pb-Zn y otros metales, nos hace pensar en que debe existir una relación entre los mismos y la mineralización aptiense. Se puede pensar que se hayan originado por erosión y puesta en solución de los elementos ya existentes en las calizas carboníferas, ya que en la parte N. de los Picos de Europa se produce un levantamiento en el Cretácico inferior, que dá lugar al depósito del Aptense sobre el basamento paleozóico. También se puede imaginar una etapa mineralizadora en el Aptense superior, o Albiense inferior, en que tienen lugar una emersión, atestiguada por los sedimentos fluviales y capas de lignitos. Esta emersión debió estar ligada a la formación de fracturas normales por las que ascenderían las soluciones mineralizadoras, quizás ligadas a un diapirismo generado por las rocas evaporíticas del Keuper. Acompañando a esta mineralización se produce una dolomitización semejante a la existente en la Caliza carbonífera junto con los yacimientos originados en el Pérmico.

CONCLUSIONES

En la Zona Oriental de la Cordillera Cantábrica se encuentran numerosas mineralizaciones, en general de pequeña importancia, de Pb, Zn, Cu, Ba, Hg, Co, Ni, Fe y Mn, que arman en calizas carboníferas y que están ligadas a fracturas o cavidades cársticas debajo de sedimentos de edad pérmica sin alejarse nunca de la superficie de discordancia entre el Pérmico y el basamento. Estas mineralizaciones se originaron a causa de una etapa de distensión pérmica que dio origen al depósito de «red beds» en los que estaba contenida la mineralización y que posteriormente se concentró en fracturas durante el Pérmico.

Durante el Aptense hubo una elevación, con formación de fracturas. Las soluciones circulantes llevaron hasta la superficie los elementos existentes en el basamento y produjeron la mineralización epigenética y dolomitización de las calizas aptenses.

BIBLIOGRAFIA

- ADARO, L. de y JUNQUERA, G., 1916. Criaderos de hierro de España, T. II, Criaderos de Asturias, Mem. Inst. Geol. Min. España, 676 p.
- ALVARADO, A. DE, 1929. Yacimientos de Pb, Zn y metales afines en las provincias de Santander y Palencia, *Bol. Geol. Min. Esp.*, XI, 111-132.
- ARCE, B. de, 1879. Apuntes acerca de los criaderos de calamina y blenda, situados en los Picos de Europa, 28 p. Madrid.
- ARCE, B. de, 1900. Memoria sobre los criaderos de hierro de la parte oriental de la provincia de Oviedo, Bilbao.
- BURKHARDT, R., 1976. Geologie und Lithologie der Permotriassis chen Schichtabfolgen und deren Paläozoischer Rahmengesteine im bereich Ostlich der Picos de Europa im Kantabrischen Gebirge- Nordspanien, Tesis Univ. Munich, 119 p.
- CALDERON, S., 1900. La blenda de los Picos de Europ, *An. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XXIX, Actas, 153-161.
- CALDERON, S., 1908. Sobre la greenockita de Picos de Europa, *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, VIII, 98-99.
- COMTE, P., 1959. Recherches sur les terrains anciens de la Cordillère Cantabrique, *Mem. Inst. Geol. Min. Esp.*, LX, 440 p.
- DURAN, M. y CORRUGEDO, E., 1926. Criaderos minerales de cinc de la provincia de Asturias, *Bol. Of. Min. Met.*, 107, 323-346.
- FUERTES ACEVEDO, M., 1884. Mineralogía Asturiana, 221 p. Oviedo.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P., 1942. Criaderos de mineral de manganeso de Bufarrera (Asturias), *Min. Met.*, 11, 39-50.
- HERNANDEZ SAMPELAYO, P. y KINDELAN, A., 1950. Explicación del mapa Geológico de España a escala 1/50.000, Hoja nº 32 (LLANES), *Inst. Geol. Min. Esp.*, 109 p.
- LLOPIS LLADO, N., 1956. Sur les gîtes de Manganese des Asturias (Espagne), *XX Congr. Geol. Inter. (Mexico)*, Res. Trab. p. 315.
- LLOPIS LLADO, N., 1958. Sobre el Karst actual y fósil de la terminación oriental de la Sierra de Cuera y sus yacimientos de hierro y manganeso, *Monogr. Geol.*, X, *Inst. Geol. Apl.*, Oviedo, 59 p.
- LOTZE, F., 1945. Zur gliederung der varisziden in der Iberischen Meseta, *Geotekt. Forsch.*, 6, 78-92.
- LUQUE, C., 1974. Los yacimientos de mercurio astur-leoneses, *Bol. Inst. Est. Astur.*, nº 19, 3-11.
- MARTINEZ ALVAREZ, J. A., 1960. Notas sobre un depósito kárstico de marcasita de las inmediaciones de Llanes (Asturias), *Rev. Fac. Ciencias*, t. I, nº 2, 257-263, Oviedo.
- MARTINEZ ALVAREZ, J. A., 1965. Rasgos geológicos de la zona Oriental de Asturias, *Inst. Est. Astur.*, Oviedo 132 p.
- MARTINEZ GARCIA, E., 1978. El Cámbrico de los Picos de Europa, *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 10, 341-349.
- MARTINEZ GARCIA, E., (in litt.). Explicación de la Hoja del Mapa Geológico Nacional a escala 1/50.000 (MAGNA) nº 32, (LLANES), *Inst. Geol. Min. Esp.* (1976).
- MARTINEZ GARCIA, E., (in litt.). Explicación de la Hoja del Mapa Geológico Nacional a escala 1/50.000 (MAGNA) nº 56 (CARREÑA CABRALES), *Inst. Geol. Min. Esp.* (1977).
- MARTINEZ GARCIA, E., (in litt.). An outline of the stratigraphy and structure of the Paleozoic in the Eastern Cantabrian Mountains, *C. r. IX Int. Carb. Congr.*, Washington 1979.
- MARTINEZ GARCIA, E., LOBATO, L., WAGNER, R. H., PUJALTE, V. & GARCIA MONDEJAR, J., (in litt.). Explicación de la Hoja del Mapa Geológico Nacional (MAGNA) a escala 1/50.000, nº 82 (TUDANCA), *Inst. Geol. Min. Esp.* (1977).
- MARTINEZ GARCIA, E. & TEJERINA, L., (in litt.). Fluorite deposits associated with Carboniferous and Permian rocks in Asturias and Leon (Northwest Spain), *C. R. IX Int. Carb. Congr.*, Washington 1979.
- MAZARRASA, J., 1930. Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander. Criaderos de Zinc, *Bol. Of. Min. Met. Com.*, 157, 521-550, 158, 571-600, 159, 631-651, 160, 675-692, Madrid.
- MONSEUR, G., 1974. Rythme sedimentaire et mineralisations stratiformes dans l'environnement recifal, *Geol. Rundsch.*, 63, 23-40, Stuttgart.
- PAILLETTE, A., 1844. Mineral de cobre mercurifero de Porcillegas, cerca de Poo, concejo de Cabrales, *Bol. Of. Min. Met.*, 16, p. 189.
- PRADO, J. G., 1972. Nota sobre la petrografía de la zona de Viñón (Asturias), *Stvd. Geol.*, 3, 7-32, Salamanca.
- RADIG, F., 1966. Eine Oberdevon-fauna aus dem ostlichen Asturien (Spanien) und die schichtlucke unter den knollenkalken des Vise, *Z. Dtsch. Geol. Ges.*, 115, 515-523.

- REVILLA, J., 1906. Riqueza minera de la provincia de León, Imprenta Alemana, Madrid, 311 p.
- RUIZ, F. & RODRIGUEZ ARANGO, R. F., (in litt.). Explicación de la Hoja del Mapa Metalogénico de España a escala 1/200.000 n° 4 (SANTANDER), *Inst. Geol. Min. Esp.*
- SCHULZ, G., 1858. *Descripción geológica de la provincia de Oviedo*, Imp. José González, Madrid, 138 p.
- SUAREZ MURIAS, J., 1916. El Manganeseo de Cabrales, *Rev. Ind. Min. Ast.*, 17, 305-309.
- TRUYOLS SANTOJA, J., GONZALEZ LASTRA, J., MARQUINEZ GARCIA, J., MARTINEZ DIAZ, C., MENDEZ FERNANDEZ, C., MENENDEZ ALVAREZ, J. R., SANCHEZ DE POSADA, (in litt.). Preliminary note on two marine sections (Tournaisian-Kasimovian) in the Picos de Europa Area (Cantabrian Mountains, NW. Spain), *C. R. Int. Carb. Congr.* Washington 1979.
- WAGNER, R. H., WINKLER PRINS, C. F. & RIDING, R. E., 1971. Lithostratigraphic units of the lower part of the Carboniferous in northern Leon, Spain, *Trab. Geol. Univ. Oviedo*, 4, 603-663.

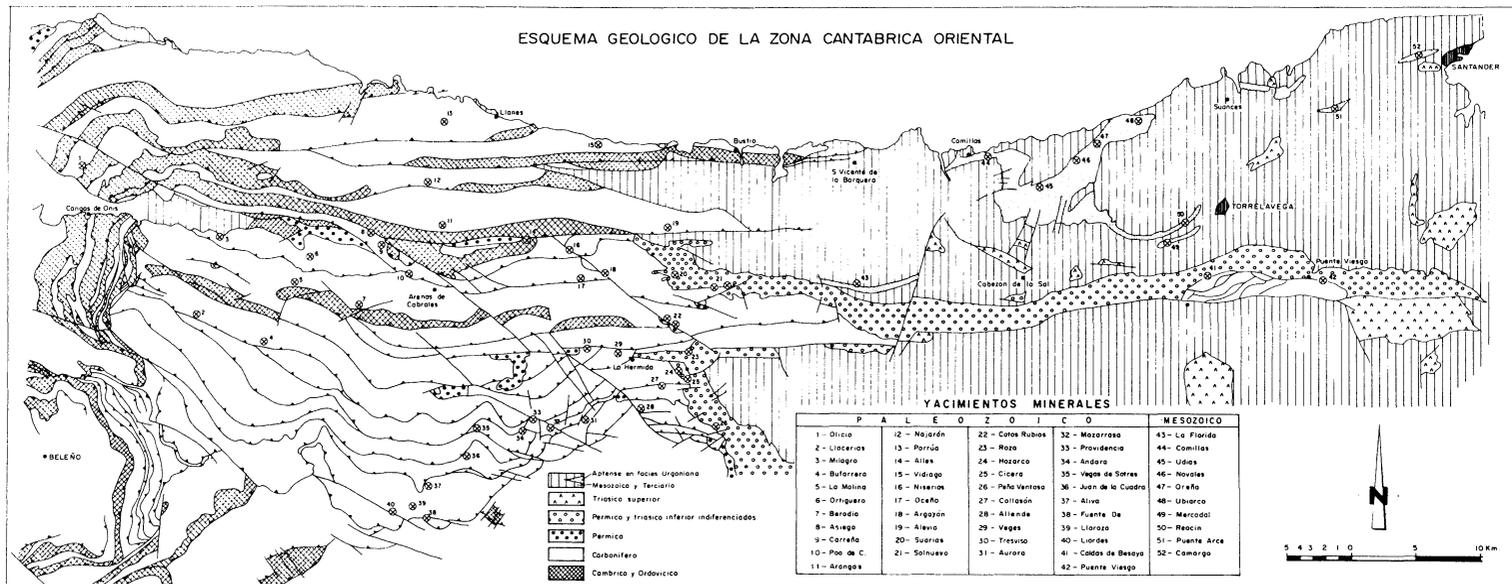


FIGURA 1
ESQUEMA GEOLOGICO DE LA CORDILLERA CANTABRICA ORIENTAL Y SITUACION DE LAS MINERALIZACIONES