



Instituto Tecnológico  
GeoMinero de España

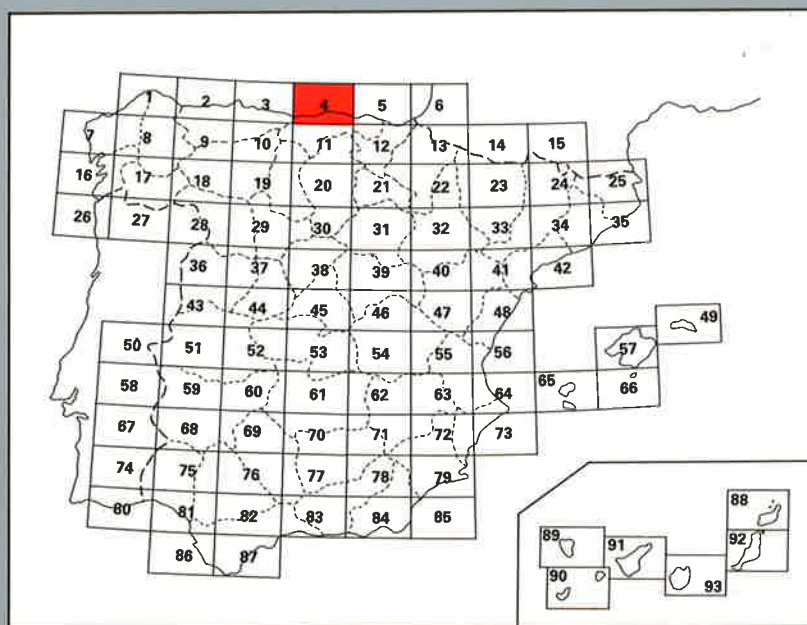
4

5-1

## MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

# SANTANDER



# MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA

Escala 1:200.000

## SANTANDER



El equipo de trabajo que ha realizado este estudio, siguiendo normas, dirección y supervisión del I.T.G.E. ha sido el siguiente:

- Juan Locutura Rupérez (I.T.G.E.)
- Francisco Ruíz Arias (I.M.I.N.S.A.)
- Rafael Fernández Rodríguez Arango (I.M.I.N.S.A.)
- Miguel Angel García Solar (I.M.I.N.S.A.)- Apartado 5.
- Alberto Peón Pelaez (I.M.I.N.S.A.)- Apartado 5.

Ha colaborado, en aspectos metalogenéticos, Jesús García Iglesias. (Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas de Oviedo).



En la Hoja nº 4 (Santander) existen, a pesar de lo reducido de la superficie de territorio incluido en ella, numerosas y variadas mineralizaciones que, junto a su marco geológico, le confieren, un indudable interés y potencialidad metalogenética. De ella es reflejo una importante actividad minera centrada en varias explotaciones, algunas de ellas activas hasta hace muy pocos años. Si bien es cierto que el agotamiento de los yacimientos o la mayor exigencia de los factores económicos han conducido al cierre progresivo de casi todas ellas, el peso de esta zona en la minería nacional sigue siendo importante.

Esta segunda edición del Mapa Metalogenético Nacional a escala 1/200.000 se sitúa en el marco del Programa de Revisión del Mapa Metalogenético Nacional 1/200.000, impulsado por el gran cambio cualitativo y cuantitativo habido en los últimos veinte años en el conocimiento de las mineralizaciones españolas y del medio geológico, y debido al gran auge de la actividad de investigación y exploración propiciado en este periodo. Su realización se fundamenta en un mayor peso del trabajo de campo y del reconocimiento de mineralizaciones e indicios, así como de su caracterización con técnicas de laboratorio. La información elaborada consiste, además del mapa y la memoria que se presentan a continuación, en un **archivo de fichas de indicios** en las cuales figuran los datos obtenidos en el reconocimiento de campo y en laboratorio (estudios microscópicos, análisis geoquímicos..) y la información complementaria recopilada, en una **Base de Datos informatizada de indicios mineros** (transcripción literal de las fichas y fichas codificadas) y en una **colección de muestras** representativas de las mineralizaciones.

La Base Topográfica a escala 1/200.000 utilizada es la correspondiente a la serie 1/200.000 del Servicio Geográfico del Ejército.

Para la elaboración de la Base Geológica del Mapa Metalogenética se ha partido de la cartografía MAGNA (I.T.G.E.) y del Mapa Geológico-Minero de Cantabria (I.T.G.E. - Diputación Regional de Cantabria, 1990).



## INDICE

1.- LOCALIZACION GEOGRAFICA .....	11
2.- ANTECEDENTES .....	11
3.- MARCO GEOLOGICO .....	13
3.1.- Introducción .....	13
3.2.- Estratigráfica .....	13
3.2.1.- Paleozoico .....	13
3.2.1.1.- Ordovícico .....	13
3.2.1.2.- Carbonífero .....	13
3.2.1.3.- Pérmico .....	15
3.2.2.- Mesozoico .....	15
3.2.2.1.- Trías .....	15
3.2.2.2.- Jurásico .....	15
3.2.2.3.- Complejo Purbeck-Weald .....	16
3.2.2.4.- Cretácico Inferior Marino .....	18
3.2.2.4.1.- Aspectos generales a escala de la cuenca .....	18
3.2.2.4.2.- El Complejo Urgoniano en el marco de la Hoja .....	22
3.2.2.4.2.1.- Sector Septentrional .....	22
3.2.2.4.2.2.- Sector Oriental .....	23
3.2.2.5.- Complejo Supraurgoniano .....	23
3.2.2.6.- Cretácico Superior.....	24
3.2.3.- Terciario.....	25
3.2.4.- Cuaternario .....	25
3.2.4.1.- Pleistoceno .....	25
3.2.4.2.- Holoceno .....	25
3.3.- Síntesis Tectónica .....	26



3.3.1.- Ciclo hercínico .....	26
3.3.1.1.- Las estructuras hercínicas .....	26
3.3.1.2.- Las estructuras tardihercínicas .....	26
3.3.2.- El ciclo alpino .....	28
3.3.3.- Principales estructuras .....	29
3.3.3.1.- Area Occidental .....	29
3.3.3.2.- Area Central .....	29
3.3.3.3.- Area Oriental .....	31
3.4.- Síntesis Paleogeográfica e Historia Geológica .....	31
4.- METALOGENIA .....	34
4.1.- Marco Metalogenético Regional .....	34
4.1.1.- Marco a escala continental .....	34
4.1.2.- Marco a escala regional .....	34
4.1.2.1.- Mineralizaciones del Macizo Asturiano .....	34
4.1.2.2.- Mineralizaciones del Macizo Hercínico de Cinco Villas .....	34
4.1.2.3.- Mineralizaciones de la Cuenca Vasca .....	34
4.2.- Descripción y situación geológica de las mineralizaciones .....	36
4.2.1.- Zinc-Plomo (Hierro) .....	36
4.2.1.1.- Zona de Prellezo .....	36
4.2.1.2.- Zona de Caviedes .....	38
4.2.1.3.- Zona de Comilla .....	38
4.2.1.4.- Zona de Udias .....	38
4.2.1.5.- Zona de Novales .....	38
4.2.1.6.- El Yacimiento de Zn-Pb de Reocín .....	39
4.2.1.6.1.- Entorno geológico .....	39
4.2.1.6.2.- Descripción geológica del yacimiento .....	40
4.2.1.6.2.1.- Estratigrafía .....	40
4.2.1.6.2.2.- Medio estructural .....	42
4.2.1.6.2.3.- Morfología de la mineralización .....	43
4.2.1.6.2.4.- La dolomitización .....	44
4.2.1.6.2.5.- Aspectos mineralógicos y geoquí- micos .....	46
4.2.1.6.2.6.- Génesis .....	47
4.2.1.7.- Zona entre el Río Saja y el accidente de Río Miera .....	50
4.2.1.8.- Zona al E del accidente de Río Miera .....	50
4.2.2.- Hierro .....	50
4.2.2.1.- Mineralizaciones de tipo Chirtera en el Aptiense .....	50
4.2.2.2.- Mineralizaciones de hierro en el Albiense .....	53
4.2.2.2.1.- Mineralizaciones de siderita .....	53
4.2.2.2.2.- Mineralizaciones de óxidos de Fe .....	56
4.2.2.3.- Otras mineralizaciones de hierro .....	56
4.2.3.- Cloruro Sódico .....	56
4.2.4.- Yeso .....	57
4.2.5.- Trípoli .....	57
4.2.6.- Otros recursos minerales .....	58
4.3.- Análisis metalogenético .....	59

4.3.1.- Las mineralizaciones y su entorno .....	59
4.3.1.1.- Trías Superior .....	59
4.3.1.2.- Cretácico Inferior en Facies Weald .....	59
4.3.1.3.- Cretácico Inferior Marino .....	59
4.3.2.- Análisis de la distribución de la minera- lizaciones .....	61
4.3.2.1.- Distribución y controles de las concentraciones salinas.....	61
4.3.2.2.- Distribución y controles de las mineralizaciones de Zn-Pb.....	63
4.3.2.3.- Distribución y controles de las mineralizaciones de Fe.....	65
5.- MINERIA .....	67
5.1.- Historia y evolución de la Minería .....	67
5.2.- Investigaciones realizadas.....	68
5.2.1.- Investigaciones realizadas por el ITGE (IGME).....	68
5.2.2.- Investigaciones realizadas por Empresas Mineras .....	72
5.2.3.- Investigaciones realizadas en Centros Universitarios .....	76
5.3.- Actividad Minera .....	77
5.3.1.- Zn-Pb.....	77
5.3.2.- Hierro.....	79
5.3.3.- Sal gema.....	79
5.3.4.- Yeso.....	80
5.4.- Características y destinos de las producciones .....	80
6.- BIBLIOGRAFIA .....	93



## 1. LOCALIZACION GEOGRAFICA

La Hoja nº4 (Santander) se encuentra situada en la parte Norte de la Península Ibérica, comprendiendo la franja costera del litoral Cantábrico. La mayor parte de ella corresponde a la provincia de Cantabria aunque en su extremo occidental incluye una muy pequeña parte de la provincia de Asturias.

Desde el punto de vista fisiográfico, la topografía es suave en general, acentuándose levemente en la parte oriental en la que se alcanzan las mayores elevaciones

(Cerro de, 643 m). Hacia el Sur la altitud crece rápidamente, entrándose en un paisaje montañoso (Sierra del Escudo de Cabuérniga). La zona de estudio es pues una franja de terreno costero, con relieve moderado, situada entre la montaña y el mar. Por ello, la totalidad de la red hidrográfica se origina al S de la hoja, la atraviesa con dirección N hacia el mar, donde vierte. La desembocadura de los ríos al mar se hace en pequeñas rías que parcelan una costa ligeramente acantilada.

## 2. ANTECEDENTES

Si bien la intensa y antigua historia minera de la zona, que se remonta a la dominación romana, induce a pensar lo contrario, son relativamente escasos los trabajos accesibles de carácter metalogénico o metalogénico, siendo más frecuentes los informes mineros (a menudo internos) realizados fundamentalmente por empresas mineras o promovidos por el I.T.G.E.

Las primeras citas se remontan a Plinio que, en su Historia Natural, menciona la existencia de hierro y plomo en la región. Posteriormente, se conocen referencias en textos históricos de los siglos XVIII y XIX (I.T.G.E., 1987- Archivo histórico minero), de escritores ilustrados como Jovellanos, que en su Diario (1781) habla de las minas de Pámanes, o posteriormente de declaraciones y recopilaciones de concesiones mineras.

Una primera descripción de la geología y de las

mineralizaciones del área es abordada por Maestre, A. en 1864. Asimismo tiene gran interés el trabajo de Olavarria (1874), que aporta nuevos datos geológicos y mineros sobre la provincia de Santander. Referencias sobre aspectos mineralógicos y descripciones de yacimientos aparecen en obras de carácter general como la de Calderón (1910). Otro trabajo general sobre las mineralizaciones de la Cantábrica, de índole más minera que geológica, es el de Lasala (1903).

A primeros de siglo aparecen los primeros estudios geológicos regionales que sientan las bases del conocimiento geológico de la cuenca Vasco-Cantábrica, debidos a naturalistas franceses como Termier (1905) o Bertrand y Mengaud (1912).

Entre las dos guerras no se producen avances significativos en el terreno geológico, aunque sí aparecen

descripciones de mineralizaciones como las de Udías y Valdáliga por Salazar (1933) o los más generales de Mazarrasa (1930, 1933, 1934) que son un punto de referencia obligado.

En los años 40 y 50 hay que señalar los estudios geológicos de Ciry (1940) que sintetizaría en 1967 el mismo autor, así como los debidos a Almela (1957) y Rios (1948), de tipo geológico-minero, o a Pineda (1957), que representa el primer estudio específico sobre el yacimiento de Reocín.

En la década de los años 60 se producen enormes avances en el conocimiento geológico y metalogénico de la región Cantábrica gracias a los estudios de Rat (tesis doctoral de 1958, 1960) y de Monseur (1959, 1961, 1965, 1967). Los trabajos de Rat, que abordan la cuenca Vasco-Cantábrica como un conjunto, representan un gran avance en la estratigrafía del Cretácico inferior, un análisis de la paleogeografía de estos materiales y un enfoque evolutivo de la cuenca, todo ello con un particular énfasis en el Complejo Urgoniano (tan ligado a la metalogénia de la zona) que él mismo contribuyó a definir. La obra de Monseur marca asimismo un punto de inflexión en cuanto que aborda el estudio de la mineralización más significativa y representativa (Reocín) con un enfoque moderno y metalogénico, estudiando la mineralización y su relación con el medio geológico, o más concretamente, con la cuenca sedimentaria en la que se halla.

El conocimiento de la cuenca Vasco-Cantábrica y de su evolución mejora en los años siguientes con las aportaciones de Ramírez del Pozo (1969, 1971, 1972) en el aspecto bioestratigráfico, y de Pascal (1974, 1976, 1984), cuya tesis sobre los sistemas biosedimentarios urgonianos (1984) representa una referencia obligada para el estudio de esta unidad. Igualmente importantes son los trabajos de Pujalte (1974, 1981, 1982, 1983,

1989) sobre la estratigrafía y paleogeografía del Wealdense Cantábrico, y los de García Mondéjar (1975, 1977, 1979, 1981, 1982, 1983, 1985, 1986, 1987, 1990) centrados en la estratigrafía y paleogeografía del Complejo Urgoniano en la cuenca santanderina, conducen al conocimiento que de este área se tiene en la actualidad. En paralelo a estos estudios, hay que mencionar los Mapas Geológicos a escala 1/50.000 (MAGNA) relativos a la cuenca en su conjunto, que el I.T.G.E. ha venido publicando desde 1970 y que reflejan la evolución de su conocimiento. A partir de esta cartografía 1/50.000 se ha elaborado la base geológica de este mapa metalogénico.

Desde el punto de vista metalogénico hay que señalar la publicación por el IGME, en 1972, del Mapa Metalogénico a escala 1/200.000, que significa el primer estudio global de la zona y que es el antecedente directo del presente trabajo. En la década de los años 80 varios trabajos abordan el análisis metalogénico de algún tipo de mineralización o de agrupaciones de mineralizaciones estudiando sus controles y su génesis. Al trabajo más descriptivo y general de Sánchez (1980), suceden los de Vadala (1981), el primero en proponer un origen de relleno kárstico para las mineralizaciones de Zn-Pb, de Bustillo et al. (1985), de Barbanson (1987), de Rohou (1986) centrado en los yacimientos de hierro kársticos. Hay que citar también, aunque están más centrados en yacimientos del País Vasco, los trabajos de investigadores de la Universidad de Bilbao sobre las mineralizaciones de Zn-Pb (Herrero, 1989) y de hierro (Gil Crespo, 1990-1991).

Finalmente, y en cuanto que significan síntesis recientes de gran utilidad, hay que mencionar el Mapa Geológico-Minero de Cantabria a escala 1/100.000 (I.T.G.E., 1990) y el Mapa geológico del País Vasco a escala 1/200.000 (EVE, I.T.G.E., 1991).

### 3. MARCO GEOLOGICO

#### 3.1. INTRODUCCION

En el marco de la hoja de Santander pueden distinguirse **dos dominios geológicos** muy diferentes y con una representación muy desigual :

- el **dominio del Macizo Asturiano**, constituido por materiales paleozoicos afectados por la deformación hercínica, que aflora en zonas reducidas del extremo occidental de la hoja. Forma parte del Macizo Hercínico Ibérico y de su zona Cantábrica (Julivert, 1971).

- la **Cuenca Vasco-Cantábrica** que ocupa la mayor parte de la superficie de la hoja.

Esta cuenca Mesozoica-Terciaria, cuya evolución está íntimamente ligada a los procesos de rotación de la Península y de apertura del Golfo de Vizcaya, se apoya al Oeste en los terrenos paleozoicos del Macizo Asturiano, limita al Este con los sedimentos paleozoicos y las intrusiones graníticas de la cadena pirenaica (Macizo de Cinco Villas), estando al SO controlada por el gran accidente tectónico que constituye la falla de Ventaniella y, al Sur, por el macizo paleozoico de la Sierra de la Demanda. La cuenca Vasco-Cantábrica, que incluye sedimentos permotriásicos, jurásicos, cretácicos y terciarios, se caracteriza por un gran desarrollo de la sedimentación cretácica. Figura nº 1.

A lo largo de la evolución de esta gran cuenca, durante el cretácico, se produjo la individualización de dos cuencas más restringidas, la Cantábrica o de Santander, limitada al Oeste por el Macizo Asturiano ( o la falla de Llanes ) y al Este por la estructura de Laredo-Ramales, y la Vasca en la parte oriental.

A escala regional, la zona está situada entre un dominio occidental con sello estructural hercínico, y un dominio oriental con sello estructural pirenaico, resultando su estructuración actual de la orogenia alpina.

### 3.2.- ESTRATIGRAFIA

#### 3.2.1.- PALEOZOICO

Los materiales paleozoicos únicamente se presentan en el extremo occidental de la hoja, constituyendo una estrecha banda O-E que forma la estribación oriental de la C. Cantábrica en esta zona.

##### 3.2.1.1.- Ordovícico

Aparece representado solamente en la parte occidental de la provincia de Cantabria (zona de Pechón).

Está formado fundamentalmente por cuarcitas, en su mayor parte ortocuarcitas, que en la zona de Pechón se presentan cabalgando sobre distintos términos del Cretácico y Terciario. En general son de tonos blanquecinos, ocasionalmente rosados en la base, existiendo a veces intercalaciones de pizarras y niveles delgados carbonosos. Contiene huellas de *Scolithus*. Las potencias reconocidas son del orden de los 550 metros.

##### 3.2.1.2.- Carbonífero

Está representado, al igual que los materiales ordovícicos, al Oeste de la provincia, y fundamentalmente en los Picos de Europa, fuera de la hoja, donde se presenta de una forma masiva. Inmediatamente al Sur de esta hoja los materiales del Namuriense inferior y medio se adentran hacia el Este aflorando a lo largo de la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga.

En la zona de Pechón el Carbonífero presenta en su base un nivel de 12 m. de potencia de pizarras satinadas negras y lidadas, (Pizarras de Vegamián). A continuación se encuentra la caliza griotte, formación constituida por un tramo basal de calizas rojas nodulosas, con radiolaritas, y un tramo superior de calizas tableadas de grano fino, con tonalidades grises y rosáceas, con un espesor medio del conjunto de 10-15 m. La edad de estos dos tramos es Tournaisiense-Viseense.

Por encima de la caliza griotte carbonífera aparece una potente sucesión calcárea subdividida por Maas en dos formaciones, la inferior o formación de Caliza de Montaña y la superior o formación Picos de Europa,

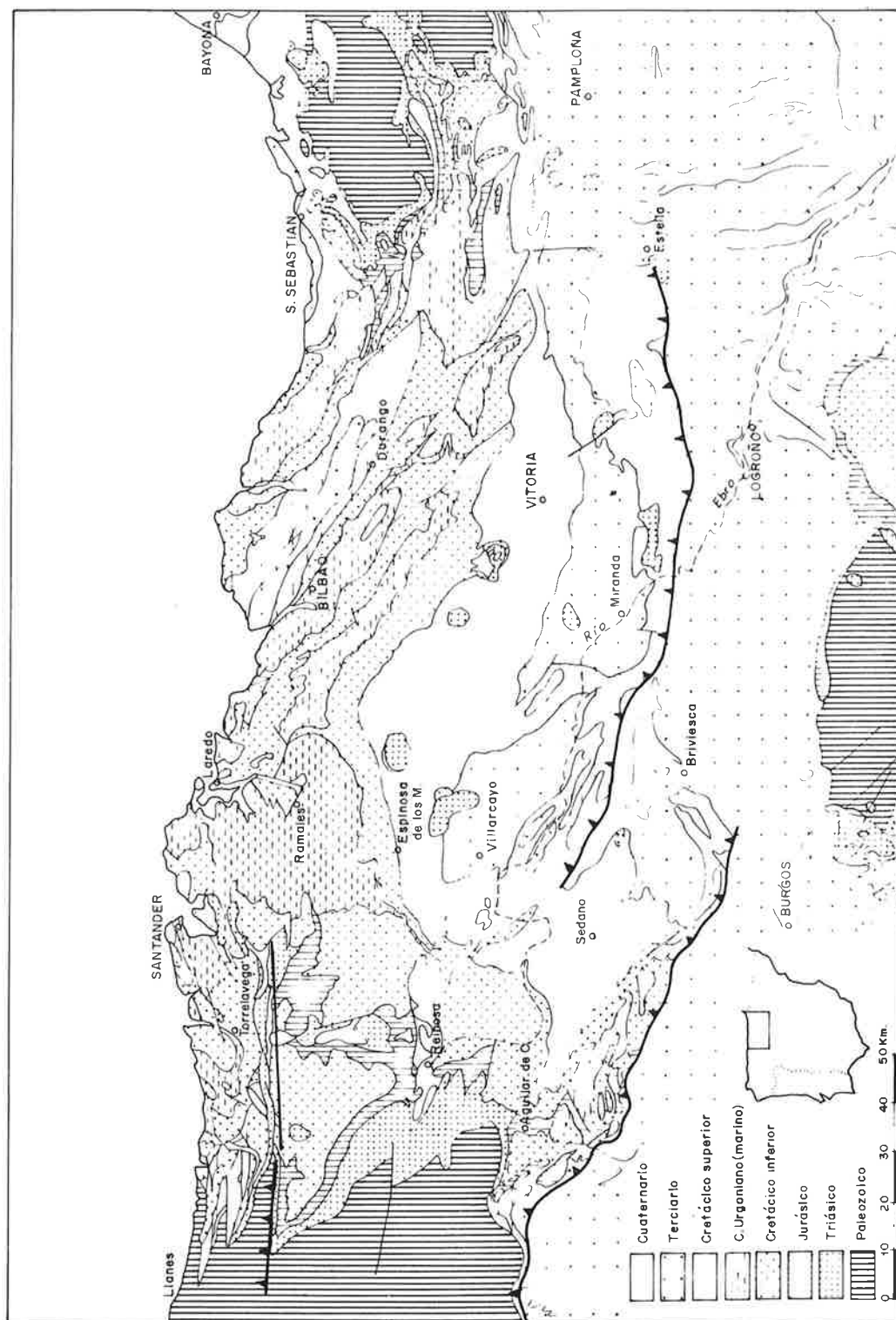


Fig. 1. Esquema geológico de la Cuenca Vasco-Cantábrica, según EVE-ITGE (1991).

diferenciables por la presencia de bandeado en la parte baja de la fm. Picos de Europa. La Caliza de Montaña es un conjunto de calizas masivas, recrystalizadas, de tonos grises y oscuros, algo dolomíticas en algunos tramos, y con laminación paralela en otras (300 m.). La formación Picos de Europa está constituida por calizas arcillosas, calizas oscuras fétidas y calizas pararrécifales y lumauélicas alternantes, dando un marcado aspecto bandeado (130 m.).

La edad de este conjunto carbonatado comprende desde Namuriense A a Westfaliense B-D, representando la Caliza de Montaña el Namuriense A-Westfaliense A inferior.

### 3.2.1.3.- Pérmico

Si bien no llega a aflorar dentro de esta hoja, se hace mención aquí por cuanto se encuentra inmediatamente al Sur, formando los primeros depósitos sedimentarios que se establecen sobre el Paleozoico en el Escudo de Cabuérniga, y por su relación con la metalogénia regional. Su separación respecto a los materiales del Buntsandstein se hace difícil debido a la identidad de facies y a ser ambas series azoicas.

Apoyándose discordantemente sobre los materiales carboníferos, el tramo basal de la Serie está formado por arcillas margosas, limolíticas, y arenosas de grano fino con intercalaciones brechoides poco potentes. La presencia de carbonatos, cloritas y pirita señala unas condiciones de deposición reductoras. Se encuentran asimismo conglomerados (pudingas) cementadas en la base y rocas volcánicas interestratificadas. El conjunto tiene una potencia del orden de 250 m., siendo frecuentes los cambios laterales de facies y las texturas lenticulares.

### 3.2.2.- MESOZOICO

#### 3.2.2.1.- Triás

Aparece representado en afloramientos de menores dimensiones, recubiertos en gran parte por sedimentos cuaternarios, como en las bahías de Santander y Santoña; estos afloramientos se ven favorecidos en ocasiones por la presencia de fallas, apareciendo, en zonas, de forma diapírica.

La serie aflorante más compleja es la que aparece sobre el Pérmico en la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga, al Sur de la hoja, estando representada en el resto de los afloramientos solamente la facies Keuper.

Pueden distinguirse **dos unidades**, una **inferior** de naturaleza detrítica con facies rojas continentales, y una **superior** compuesta por arcillas y evaporitas (facies Keuper) en afloramientos generalmente relacionados con fallas y estructuras diapíricas. Contienen a menudo domos o diapiros salinos, que ocasionalmente pueden intruir a la pila de sedimentos cretácicos y terciarios, y

que desempeñan un importante papel en la metalogénia de la zona.

El **Buntsandstein** comienza por un conjunto de areniscas y conglomerados seguidos por una potente serie de areniscas rojas blanquecinas, de grano medio-fino, presentándose en capas no superiores al metro de potencia, azoicas y con estructuras de estratificación cruzada. El cemento es de óxidos de hierro, y en ocasiones de siderita.

Lateralmente, el Bunt va haciéndose más arenoso y potente hacia el Este, oscilando los espesores observados entre 250 y 600 m.

La presencia de **Keuper** está prácticamente generalizada en todos los afloramientos triásicos de la zona. Debido a la ausencia regional de sedimentos carbonatados referibles al Muschelkalk, se incluye parcialmente dentro del Keuper la parte superior de aquél.

Está constituido por arcillas plásticas abigarradas con intercalaciones de yesos, existiendo formaciones salinas no visibles en superficie (p.ej. Polanco, en explotación). En la parte central aparecen ofitas dentro del Keuper, normalmente alteradas y correspondiendo a basaltos con textura ofítica.

#### 3.2.2.2.- Jurásico

Frente al carácter terrígeno de los materiales infra y suprayacentes, y con la transición de los términos finales del Triásico (Rethiense), los sedimentos del Jurásico inferior (Lias) y medio (Dogger y Malm inferior) se individualizan constituyendo un conjunto potente, de naturaleza carbonatada (calizas y margas) en facies marina, conocido como **Jurásico Marino** (ITGE, 1990). Las condiciones de sedimentación marina se imponen en la casi totalidad de la cuenca como consecuencia de la transgresión marina que tuvo lugar en el Lías inferior hasta la regresión del Malm inferior. Las condiciones de estabilidad tectónica en este ambiente transgresivo conducen al desarrollo de plataformas carbonatadas en el Lías. En general puede reconocerse (ITGE, 1990) sobre un tramo dolomítico basal (Rethiense-Hettangiense) un tramo calizo (Sinemuriense inf.-medio), un tramo margoso con margas y lutitas negras (Sinemuriense sup.-Toarciense) y un tramo superior (Bajociense-Callovioense) de calizas con intercalaciones de margas.

El paso de condiciones de sedimentación someras a neríticas está controlado por accidentes E-O. Puede hablarse de una estructuración incipiente de la cuenca en dirección E-O durante el Jurásico inferior, actuando la Franja del Escudo de Cabuérniga como un umbral con un surco al Sur, desarrollándose facies someras al N y más neríticas al S.

En el Jurásico superior se pasa, por medio de una discordancia, a una serie esencialmente terrígena.



El Jurásico marino tiene características bastante uniformes en toda la región. Al igual que el Pérmico y el Trías, aparece representado fundamentalmente bordeando el denominado "Entrante de Cabuérniga". Se observa, igualmente, en la parte noroccidental de la Franja Cabalgante del Besaya y en la zona tectonizada del Toranzo, así como en pequeñas manchas localizadas normalmente en el entorno de zonas diapíricas (Polanco, Obregón, Santander, La Marina de Cudeyo, Ría de Solía), y otros afloramientos como en las zonas de Ampuero y Santoña.

En el entrante de Cabuérniga puede observarse la serie estratigráfica completa, presentando una gran uniformidad en facies y espesores. Comienza por un tramo basal azoico, que se puede dividir en cuatro niveles litológicos cuyos espesores y desarrollos pueden variar de unas zonas a otras y que corresponden al Lías inferior. De muro a techo comprende:

- Serie calcáreo dolomítica, que señala la transición entre el medio de depósito restringido del Keuper y los materiales netamente marinos del Jurásico, con carnioles y aspecto sacaroideo y cavernoso. Su espesor oscila, según las zonas, entre 20 y 60 metros.

- Serie de calizas microcristalinas, bandeadas, en tramos dolomíticos, negras y con abundante materia orgánica, con un espesor que puede variar entre 5 y 100 metros. Ocasionalmente se presenta asfalto en pequeñas fisuras. La fauna es del Hettangiense Inferior.

- Serie de brechas calcáreo dolomíticas, con nódulos margosos, cavernosas, azoicas y con espesores que oscilan entre 80 y 120 m.

- Serie de calizas microcristalinas, estratificadas en bancos gruesos (30-80 m.), negras, fétidas y con manchas de asfalto impregnando fisuras, presentando restos de gasterópodos lamelibranquios y ostrácodos.

- Alternancia monótona de calizas arcillosas y márgas, con espesores que oscilan entre 120 y 320 metros y con abundancia de ostrácodos, moluscos, lamelibranquios, gasterópodos, braquiópodos, y ammonites en menor cantidad. Este tramo está datado como Lías superior.

La fauna de Ammonites sirve para delimitar el comienzo del Dogger, que se caracteriza por una alternancia de calizas y márgas, predominando las primeras. Su espesor en el borde occidental de la Cuenca Cantábrica es del orden de 300-400 metros.

Los tramos superiores del Jurásico marino faltan en el sector al N del Escudo de Cabuérniga al haber sido erosionados.

### 3.2.2.3.- **Complejo Purbeck-Weald - ( Jurásico terminal - Barremiense).**

Bajo la denominación de Complejo Purbeck-Weald se incluye, en la cuenca vasco-cantábrica un potente conjunto de sedimentos, de facies generalmente continental, que aparecen discordantes sobre el Jurásico marino y abarcan edades desde el Jurásico superior al Cretácico inferior pre-Aptiense. Dentro de este conjunto se distinguían sedimentos en facies Purbeck y sedimentos en facies Weald, cuya separación o distinción se realizaba siguiendo las ideas de CIRY (1940) o RAMIREZ DEL POZO (1969). La diferenciación del Purbeck y del Weald mediante criterios litológicos, salvo en los casos donde se hace mediante discordancia angular, es a menudo difícil de realizar.

Esta serie mayoritariamente terrígena ha sido estudiada por Pujalte (1981) que distingue en ella dos grandes grupos sedimentarios separados por una discordancia, el **Grupo Cabuérniga y el Grupo Pas**, así como las formaciones terrígenas basales del Urganiano (ciclo U1 de García Mondejar, 1990) difícilmente diferenciables del Grupo Pas a escala cartográfica. Este conjunto es aproximadamente equivalente al Complejo Purbeck-Weald.

El **Grupo Cabuérniga** (Portlandiense Superior-Berriasiense) muestra una gran variedad litológica y de potencias, con espesores que disminuyen progresivamente hacia el Norte (Fig. nº 2). Compuesto por lutitas rojas, areniscas y conglomerados de ambiente fluvial en la parte S de la cuenca, pasa hacia el N a estar formado por tres tramos: un conglomerado basal, una alternancia de calizas arenosas y areniscas con fauna de aguas salobres, y un tramo superior con areniscas, areniscas calcáreas y lutitas con fauna de ambientes restringidos. Esta unidad no existe al N del Escudo de Cabuérniga, situándose el Grupo Pas directamente sobre el Jurásico Marino.

El **Grupo Pas** (Valanginiense-Barremiense) consta de dos formaciones:

- La **Formación Bárcena Mayor** a muro, cuyo límite inferior es una discordancia, compuesto por conglomerados, areniscas y lutitas. Su potencia, con un máximo de 600 m, disminuye de S a N.

- La **Formación Vega de Pas**, compuesta por lutitas rojas y niveles de areniscas canaliformes que pasan lateralmente hacia el NE a lutitas negras con fauna de agua dulce. Su potencia máxima es de unos 1000 m. Está ampliamente representado en la zona de estudio.

En general, puede decirse que durante el Wealdense la fracturación controla tanto el espesor de las acumulaciones detríticas como la distribución de las facies sedimentarias introduciéndose a escala regional una polaridad SW-NE en la cuenca. Una de las estructuras más activas es la del Escudo de Cabuérniga al N de la

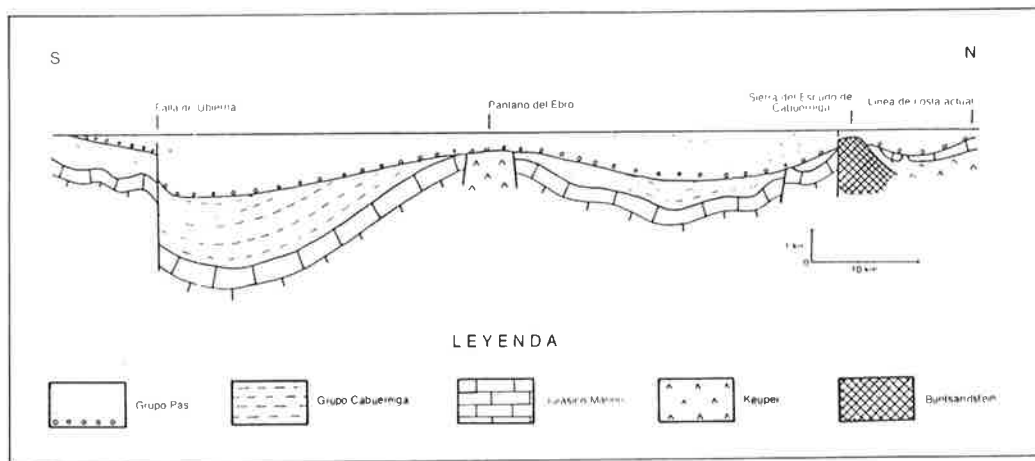


Fig. 2. Corte restituido que muestra las relaciones del Grupo Cabuérniga y el Grupo Pas entre si y con el substrato (PUJANTE 1984).

cual las formaciones wealdenses alcanzan una potencia de unos 600 m mientras que al S sobrepasan los 1500 m.

En el ámbito de la Hoja destacan los afloramientos existentes en el entrante de Cabuérniga y en el área Este del entrante mesoterciario costero, apareciendo también en la parte oriental de la provincia siguiendo los núcleos anticlinales existentes al Este de la Ría de Colindres (Fig. nº 3).

En el "Entrante de Cabuérniga" y en la "Franja tectonizada del Toranzo y Puerto del Escudo" la serie se inicia con areniscas de grano grueso, microconglomeráticos en la base, masiva y formando crestones. Sobre ellas aparece un tramo de arcillas hojosas, negras, y paquetes de areniscas calcáreas con intercalaciones lumaquéllicas (formadas por Unios y Paludinas). Le sigue una alternancia de areniscas, limolitas y lutitas normalmente azoicas. Las areniscas basales, que constituyen más del 60% de la serie, están

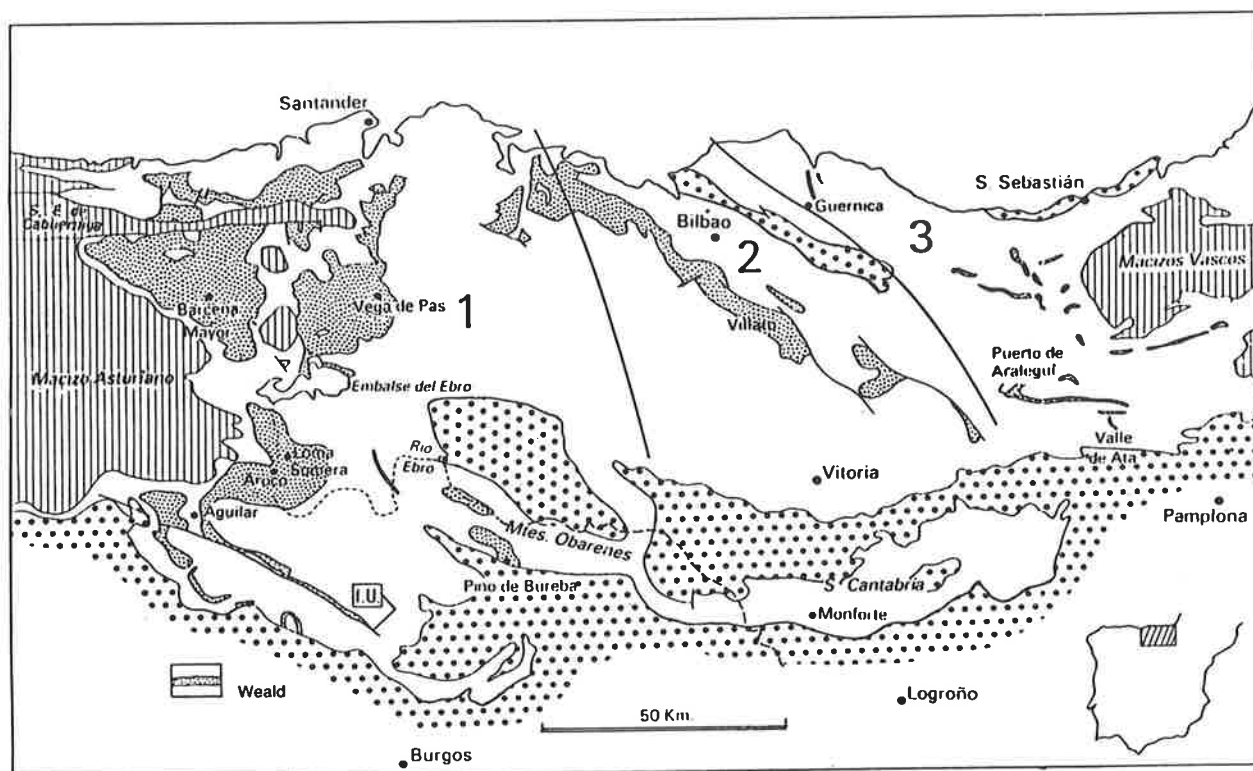


Fig. 3. Afloramientos wealdenses de la Región Vasco Cantábrica y dominios principales.  
1= Dominio Peri-Asturiano; 2=Anticlinorio de Bilbao; 3=Anticlinorio norte zona de Aralar, según ITGE (1990)

formadas fundamentalmente por granos de cuarzo, siendo frecuente encontrar estratificación cruzada y ripple-marks.

En el Entrante de Cabuérniga, el techo de la facies está erosionado no llegando al Aptiense, a diferencia de la zona tectonizada del Toranzo donde existen depósitos aptienses encima de la Facies Weald.

Los afloramientos existentes en el Entrante Mesoterciario Costero presentan diferentes litología, siendo aquí la serie de limos, arcillas limolíticas y algunas pequeñas capas de areniscas. El espesor en esta zona se aproxima a los 640 metros, disminuyendo su potencia hacia el Oeste al levantarse el umbral del "Entrante de Cabuérniga", en donde la potencia máxima se aproxima a los 1.000 m.

### 3.2.2.4.- Cretácico Inferior Marino

#### 3.2.2.4.1.- Aspectos generales a escala de la cuenca.

El Complejo Urganiano fue definido por Rat (1959) como un conjunto sedimentario marino extremadamente potente que comprende, como carácter específico **calizas con Toucasia y Polyconites**. Siempre según Rat, el término "**Urganiano**" es aplicable a un tipo de facies determinado definido por calizas masivas, con diferentes aspectos y microfacies pero con una ausencia generalizada de componentes terrígenos, presencia de cemento calcítico y organismos constructores de arrecifes, fuerte recrystalización, y rudistas como biofacies más importante. Según esto, el Complejo Urganiano sería el conjunto de materiales marinos limitados a muro por las formaciones detríticas de aguas salobres y dulces en facies Weald y a techo por un complejo o conjunto areniscoso (C. Supraurgoniano), siendo las calizas con Rudistas el nivel más característico de este episodio. Más adelante, García Mondéjar (1979) define el Complejo Urganiano como el conjunto de megaciclos del Cretácico Inferior Vasco-Cantábrico en

los que aparecen calizas con carácter urgoniano.

El Complejo Urganiano es de edad Aptiense inferior (Bedouliense) a Albiense medio-superior (García-Mondéjar et al., 1978). Este conjunto puede llegar a alcanzar en la cuenca potencias superiores a los 4000 m. Los afloramientos urgonianos se distribuyen sobre todo en la parte N de la cuenca. Contiene mayoritariamente litologías carbonatadas, aunque con frecuentes intercalaciones terrígenas. Las calizas con rudistas forman masas potentes con poca continuidad lateral, distribuyéndose en altos paleogeográficos. En los bordes de plataformas o bancos calizos, sobre todo en el Albiense, los carbonatos forman construcciones de tipo "mud mound", y en las zonas de transición a surcos paleogeográficos (zonas de talud) se encuentran brechas y depósitos resedimentados, que pasan lateralmente a depósitos de margas negras en las cuencas. Los ambientes sedimentarios en los que se produce la sedimentación urgoniana son variados, distinguiéndose medios fluviales, deltaicos, costeros, de plataforma terrígena o carbonatada, arrecifales, de talud, y cuencas intraplataforma.

Los estudios de García-Mondéjar y Pujalte (1977), García-Mondéjar (1979), Pascal (1982, 1983, 1984), García-Mondéjar (1990) han mostrado el carácter cíclico de la sedimentación urgoniana. Esta organización cíclica, que se manifiesta en superficies de inconformidad y en alternancias de formaciones terrígenas y carbonatadas, puede estar relacionada con pulsos tectónicos repetidos en la cuenca. El Complejo Urganiano puede pues explicarse como el resultado del encadenamiento en el tiempo de cuatro secuencias, separadas por discontinuidades, que corresponden a cuatro fases de la evolución del margen estable cantábrico.

Se han distinguido (García-Mondéjar, op.cit.) en un esquema válido para la generalidad de la Cuenca Vasco-Cantábrica, cuatro ciclos (U1 a U4) o secuencias deposicionales (Fig. nº 4), cada uno de los cuales consta

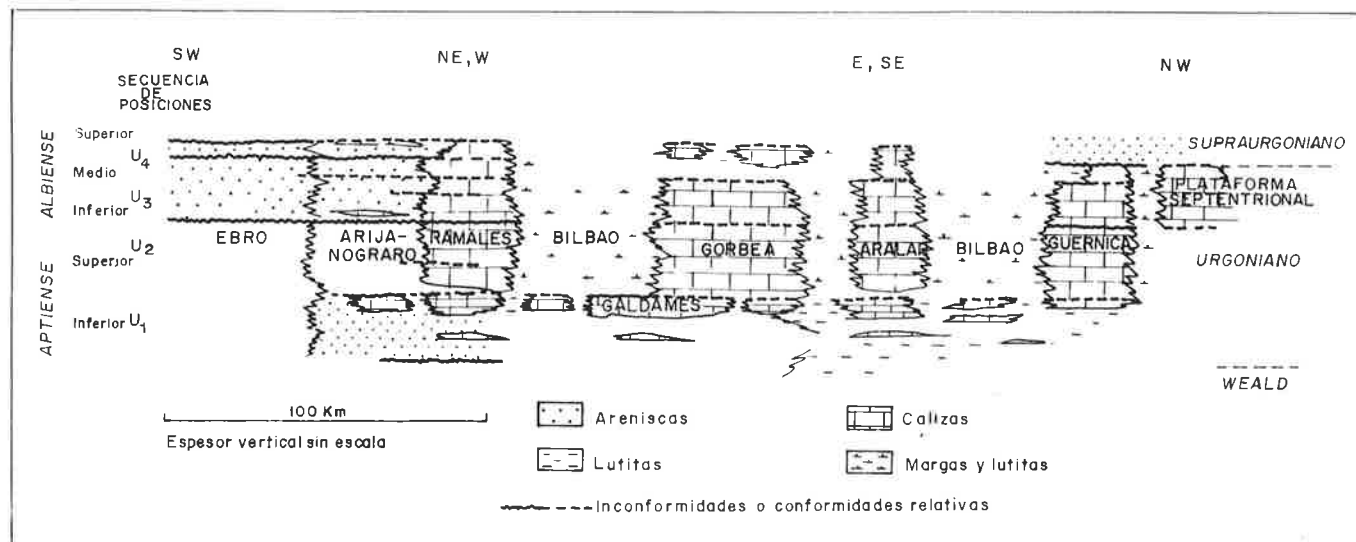


Fig. 4. Sección esquemática del Complejo Urganiano Vasco Cantábrico mostrando la organización general en plataformas y cuencas. (según García Mondéjar, 1990).

de una unidad inferior terrígena (a veces continental) que pasa a una unidad superior terrígena o carbonatada marina, marcando el tránsito de un episodio regresivo a otro transgresivo. El techo de cada ciclo, coincidente con una caída del nivel del mar y el paso a una situación de regresión, puede mostrar superficies de erosión. Eventualmente pueden observarse fenómenos de karstificación y de dolomitización.

La distribución paleogeográfica de las unidades del Complejo Urganiano (según García Mondéjar, 1990) está sintetizada en la figura nº 5.

**La primera secuencia urgoniana, U1** (Aptiense inferior a medio, Bedouliense), representada mayoritariamente por una sedimentación fundamentalmente terrígena en medios que, desde el S y SO al N y NE, pasan de continentales a marinos, se produce en condiciones de baja actividad tectónica en la cuenca. La parte superior de esta secuencia, ya en condiciones regresivas, es carbonatada, desarrollándose amplias plataformas o rampas carbonatadas como la de Galdames (País Vasco), salvo en surcos como los de Santa Gadea-Mercadillo, Silio y Sinclinatorio de Vizcaya en los que la sedimentación es de cuenca más profunda, con lutitas y margas.

Durante la **segunda secuencia urgoniana, U2** (Aptiense superior a Albiense basal, Gargasiense-Clansayense), se produce una cierta actividad tectónica en la cuenca que se traduce en un comienzo de compartimentación y en una reducción de las áreas de las plataformas. En la base de esta unidad aparecen en diversas áreas areniscas y lutitas subsecuentes a los procesos erosivos mencionados mientras que en los altos paleogeográficos con menor subsidencia continúa la sedimentación de carbonatos. Así, llegan a desarrollarse plataformas carbonatadas en estas zonas de baja subsidencia relativa (Ramales, Gorbea, Aralar, Guernica), mientras que en las cuencas intraplataforma se produce una sedimentación margosa y en las zonas de transición en los bordes de plataforma se construyen "mud mounds" o "reef mounds". Las zonas de transición entre plataformas y cuencas tienen poca pendiente pudiendo considerarse como rampas carbonatadas. Existen, durante la deposición de la secuencia U2, tres surcos principales (Silió-Soba, Vitoria y Sinclinatorio de Bilbao) controlados posiblemente por fallas profundas NO-SE y NE-SO, en los que se acumulan sedimentos detríticos procedentes de los relieves existentes al S y SE de la cuenca (Silió y Vitoria) y sedimentos margosos (Sinclinatorio).

Este dispositivo explica los frecuentes cambios laterales de facies, pasándose de margas de cuenca a calizas arcillosas o calcarenitas y calizas con rudistas.

**La tercera secuencia urgoniana, U3** (Albiense inferior a medio), se caracteriza por una intensificación de la actividad tectónica y, como consecuencia, por una acentuación de la estructuración en damero del fondo

de la cuenca y del juego relativo de los bloques y por una fuerte subsidencia diferencial de éstos. Asimismo, se acentúa la **diferenciación paleogeográfica de la cuenca** al manifestarse más intensamente estos procesos de estructuración en altos y surcos en su **parte oriental o vasca** (al E de la flexión del Río Miera). En las zonas E y S continúan los aportes terrígenos procedentes de los Macizos paleozoicos emergidos (Asturiano, del Ebro y de la Demanda), en ambientes fluviales, deltaicos y costeros, mientras que en el N, la presencia de abanicos deltaicos terrígenos de procedencia N indican la existencia de un macizo paleozoico septentrional levantado. En la zona oriental, la compartimentación de la cuenca y el aumento de los relieves relativos y de la subsidencia diferencial por rejuego de fracturas de zócalo conduce al desarrollo de grandes acumulaciones de carbonatos en plataformas insulares y apilamientos de estructuras de tipo mud mound y reef mound en las zonas de borde. Destaca la plataforma de Ramales en la que se registran acumulaciones de hasta 2000 m, graduando a los surcos de Santillana, Santa Gadea y Silio que se rellenan con terrígenos procedentes del Macizo Asturiano. En la zona más oriental, las plataformas de Guernica, Aralar y Gorbea están bordeadas por los surcos del Sinclinatorio-Huici, Echegarate, Bermeo y otros menores con dirección NNE-SSO en los que tiene lugar sedimentación margosa, y el surco de Vitoria con relleno detrítico.

Durante el depósito de la **cuarta secuencia urgoniana U4** (Albiense medio terminal a Albiense Superior basal), la actividad tectónica produce una elevación del continente y una activación de los procesos de erosión, al mismo tiempo que sigue una subsidencia generalizada en la mayor parte de la cuenca. Ello se traduce en un predominio de la sedimentación terrígena. En la fase transgresiva que siguió a la brusca caída del nivel del mar que marca el límite inferior de esta secuencia se reinició la sedimentación en algunas plataformas carbonatadas limitadas. En el O de la cuenca, se depositaron margas en cuencas y áreas de plataforma después de la etapa de sedimentación detrítica, continuando después la progradación y crecimiento de las plataformas carbonatadas (sobre todo en la de Ramales). En la parte E de la cuenca se produjo deposición de carbonatos en la plataforma de Aralar y se formaron algunos otros bancos de calizas, desapareciendo las plataformas de Gorbea y Guernica. Los materiales arenosos deltaicos (delta de Valmaseda), cuyas áreas fuente han estado al S, SE y NE (Macizo paleozoico septentrional), rellenan parcialmente el antiguo surco del Sinclinatorio pasando lateralmente hacia el NE a margas negras en el surco de Flysch Negro, que no es sino resultado del ensanchamiento del primitivo surco del Sinclinatorio en un proceso extensional NE-SW.

Un nuevo pulso tectónico a finales del Albiense, que se traduce en una discordancia angular al SO, supone la invasión de la cuenca por materiales terrígenos y la inhibición, ya definitiva, de la sedimentación carbona-



Como ya se ha indicado y puede deducirse de los párrafos anteriores la principal característica del Complejo Urganiano es su gran variedad litológica con frecuentes cambios laterales de facies, a veces muy bruscos. Siguiendo este criterio, se pueden diferenciar diversos sectores de la cuenca, en los cuales hay una

estratigrafía bastante similar aunque muestran grandes diferencias de unos a otros. En la mitad occidental o santanderina de la cuenca se han distinguido cuatro sectores (I.T.G.E., 1990) cuya distribución de afloramientos viene representada en la figura nº 6, de los cuales sólo los dos últimos están representados en el marco de la Hoja :



**- Sector Meridional (Pantano del Ebro-Polientes).**

El Complejo Urgoniano se caracteriza en este sector por su litología mayoritariamente terrígena y la existencia de numerosas discordancias internas entre sus diferentes unidades litoestratigráficas.

**- Sector Central (Valle del Besaya).**

En este sector el Complejo Urgoniano presenta espesores reducidos en comparación con los de otras áreas. En él no se ha depositado la secuencia U1, reconociéndose tres unidades, las **areniscas de Silió**, constituida por areniscas de depósito fluvial con intercalaciones de calizas de plataforma marina, las **calizas de Tarriba**, que reposando discordantemente sobre las anteriores, constan de margas y calcarenitas arenosas seguidas por calizas masivas con intercalaciones de calizas arenosas, y las **areniscas de Campo** formadas por areniscas con intercalaciones de margas arenosas. García-Mondéjar y Pujalte(1976) señalan la importancia de la tectónica sinsedimentaria en este sector, el cual constituyó un área elevada durante el Aptiense. Asimismo resaltan la importancia de fallas y estructuras N-S, en relación con accidentes de zócalo de la misma dirección, separando una zona en alto sujeta a erosión al O, de otra deprimida, con sedimentación, al E.

**- Sector Septentrional**

**- Sector Oriental (Río Miera-Castro Urdiales)**

**3.2.2.4.2.- El Complejo Urgoniano en el marco de la Hoja.**

A tenor de lo anteriormente dicho, dentro de los afloramientos correspondientes al Cretácico inferior de la Hoja, se pueden delimitar dos zonas claramente diferenciadas: una en la parte occidental (Sector Septentrional), donde la tectónica sinsedimentaria no se traduce más que en variaciones de potencia, y otra en la oriental (Sector Oriental), donde la tectónica determina una gran variabilidad de facies y espesores. Ambas están separadas por la estructura N-S denominada Flexura del Río Miera (Rat, 1959).

**3.2.2.4.2.1.- Sector Septentrional.**

Los afloramientos que se presentan en la Hoja lo hacen al N de la falla de Cabuérniga. Aquí, el Complejo Urgoniano tiene una potencia reducida y una gran constancia de facies (I.T.G.E., 1990). A diferencia de otros sectores, en los cuales la tectónica sinsedimentaria fue muy activa, ejerciendo un control los accidentes tectónicos sobre los registros sedimentarios, en éste hay que resaltar la uniformidad de facies y potencias, reconociéndose únicamente la influencia de la actividad diapírica sobre la sedimentación en zonas localizadas.

El Complejo Urgoniano está representado por las siguientes unidades estratigráficas :

**a) Aptiense inferior(Bedouliense)**, que está constituido en este área por tres formaciones:

- **Formación Caranceja**, que se asigna al Bedouliense inferior, compuesta por areniscas, lutitas y margas con orbitolinas y calizas bioclásticas, grises, estratificadas en capas de 0,5 a 1,5 metros. Tiene una potencia de 40 m.

- **Formación Calizas de San Esteban** (Bedouliense medio), está definida por calcarenitas y calizas biostrómicamente grises estratificadas en capas de 1 a 2 metros, conteniendo Orbitolinopsis praesimplex (SCHROED), Paleorbitolina lenticularis (BLUM) y Rudistas (Toucasia), que localmente pueden presentarse dolomitizadas. El espesor en los afloramientos reconocidos oscila entre 85 y 75 metros.

- **Formación Cuchía**, (Bedouliense superior) que debido a su carácter incoherente se presenta en gran parte cubierta. Está definida en su parte inferior por arenas y areniscas de medios marinos someros con restos carbonosos e intercalaciones en su parte superior de calizas arcillosas, alternando con margas grises oscuras; aparecen macrofósiles como exóginas, ammonites, braquiópodos y microfauna constituida por lagénidos y ostrácodos. Su potencia máxima es 100 m.

b) La **Formación Reocín** de edad Aptiense medio-superior (Gargasiense-Clansayense), aparece definida por un potente tramo de margocalizas y margas con ostreidos en su base, y calcarenitas y calizas con rudistas y corales, constituyendo frecuentes montículos arrecifales, generalmente masivas. Se presentan, en algunos niveles, estratificadas en bancos de 1 a 2 metros. El espesor en los afloramientos observados oscila entre 100 y 400 metros. La sedimentación muestra un claro control por la halocinesis de los materiales del Keuper disminuyendo la potencia de esta formación sobre los diapiros y aumentando lejos de éstos, aún cuando las facies son similares.

Presenta importantes fenómenos de dolomitización secundaria, con distribución estratiforme en su parte central (Miembro Novales). Este tramo es el portador de casi todas las mineralizaciones Pb-Zn de la provincia.

En el área más occidental se agrupan los tramos anteriormente descritos en una **única unidad compresiva aptiense** de calizas y calcarenitas.

c) La **serie albiense** viene definida en la mayor parte de la zona por dos unidades :

- Una unidad inferior, la **Formación Las Peñasas**, de edad Albiense inferior-medio, dominada por un

conjunto de terrígenos constituido por arcillas, limos, areniscas con restos carbonosos y azufre, de facies fluviales que hacia arriba pasan gradualmente a mareales. Tiene un espesor en los afloramientos observados que oscila entre 45 y 200 metros.

-Una unidad superior, la **Formación Barcenaciones**, de edad Albiense medio-superior, compuesta por calcarenitas nodulosas en la base y calizas microcristalinas grises, estratificadas en bancos y con abundante glauconita en los tramos altos. Tiene como fauna más característica *Neorbitolínopsis conulus* (H. DOUV) y *Orbitolina* (M) *Texana* (ROEMER). La potencia en los afloramientos observados oscila entre 30 y 60 metros.

#### 3.2.2.4.2.2.- Sector Oriental (Río Miera-Castro Urdiales)

En este sector, separado del anterior por el accidente de zócalo N-S de Río Miera, la sedimentación urgoniana se ha visto controlada por una determinante actividad tectónica y ello se traduce en una gran variedad de facies y de potencias, aunque éstas suelen ser sensiblemente mayores que en el caso anterior. El Complejo Urgoniano está caracterizado por las múltiples imbricaciones de la caliza de Rudistas con las formaciones terrígenas y margo arenosas.

Pueden distinguirse en este área las siguientes unidades (I.T.G.E., 1990):

- **Formación San Roque de Riomiera** (Bedouliense medio-superior). Está constituido por un término inferior de transición marina-continental y de litología variada (lutitas, areniscas, margas y calizas), sobre el que se dispone un nivel de calizas con rudistas y corales. Aflora en las áreas de Entrambasaguas, Arredondo y Ramales.

- **Formación Calizas de Ramales** (Bedouliense medio-Albiense medio). Es un potente tramo masivo de calizas micríticas y calcarenitas, localmente dolomitizadas, y conteniendo rudistas, corales, briozoarios, etc., con un espesor de 680 metros. Muestra cambios laterales muy bruscos con otras unidades, sobre todo con las que contienen facies de cuenca. Por la microfauna que contiene este tramo, se le asigna una edad Albiense medio en el techo.

- **Facies de cuenca** (Gargasiense-Albiense Superior). En esta unidad se agrupan las facies margosas y margo-calizas que se depositaron en cuencas o surcos entre paleoaltos con sedimentación carbonatada. Incluyen a la **Formación Meruelo, (Albiense superior), que aflora en la proximidad del Cabo de Ajo**, y consta de 100 m de margas grises y calizas con ostreidos y orbitolinas, y a una unidad de calizas arcillosas con espículas

En conjunto, como se ha dicho, el C.U. presenta en este sector una gran variedad de facies, lo que obliga a

diferenciar unidades cronoestratigráficas distintas según las áreas paleogeográficas, estando representado en gran parte de la zona oriental de Cantabria. La serie completa tiene un espesor aproximado de unos 800 metros.

El tramo inferior está formado por calcarenitas bioclásticas grises, algo dolomitizadas, bien estratificadas y con la presencia de toucasias, corales, gasterópodos y briozoarios, con una potencia de unos 90 metros. Le sigue un tramo de margas compactas con intercalaciones de calizas arcillosas y calcarenitas, con la presencia de grandes ostreidos (*Exogyra aquila* D'ORB y *Paleorbitolina lenticularis* BLUM) y con una potencia de unos 30 metros.

Continúa la serie con un potente tramo de calizas y calcarenitas masivas, localmente dolomitizadas, y conteniendo rudistas, corales, briozoarios, etc., con un espesor de 680 metros. Por la microfauna que contiene a este tercer tramo se le asigna una edad Albiense medio en el techo.

En el área de Peña Cabarga la serie urgoniana está representada por un tramo inferior de calizas, fuertemente dolomitizado en su zona basal, donde son frecuente las mineralizaciones de Fe. La serie continúa con calcarenitas microcristalinas con abundantes secciones de *Toucasia*, *Paleorbitolina lenticularis* y *Orbitolinopsis simplex*. Sigue un nivel dolomítico con intercalaciones de calizas arcillosas, terminando la serie con un conjunto de calizas microcristalinas grises-oscurecidas, estratificadas en bancos, apareciendo en la parte alta con aspecto brechoideo y con secciones de *Pseudotoucasia Santanderensis*. La serie descrita presenta una potencia del orden de los 650 metros.

#### 3.2.2.5.- Complejo Supraurgoniano

El término de Complejo Supraurgoniano, propuesto por Rat (1959) se aplica, en la región Vasco-Cantábrica, al potente conjunto de materiales terrígenos (conglomerados, areniscas, lutitas con alguna intercalación carbonatada) intercalado entre el Complejo Urgoniano y los primeros depósitos de calizas o margocalizas del Cretácico Superior.

A finales del Albiense, se producen movimientos tectónicos que causan el rejuvenecimiento del relieve en el continente y el aporte masivo de materiales detríticos a la cuenca, como consecuencia del cual se reduce y finalmente desaparece la sedimentación carbonatada de plataforma de estilo urgoniano. Al mismo tiempo se acentúa el hundimiento de la parte externa de ésta sin que la sedimentación pueda compensar la subsidencia generalizada. Estos fenómenos conducen a un nuevo modelo de subsidencia y a una reorganización de los dispositivos paleogeográficos. Así, al SO existía una zona poco subsidente en la que se produjo sedimentación fluvial, pasándose gradualmente hacia el NE a otra



zona más subsidente en la que se acumularon sedimentos en facies deltaica. Más al NE se pasaba bruscamente de unas condiciones de aguas someras a otras de aguas profundas (falla de Bilbao), predominando en esta zona la subsidencia sobre la sedimentación.

Si bien no está presente en el ámbito de la Hoja la **Formación Utrillas** (arenas con matriz escasa, a veces conglomeráticas, en facies fluvial), que aparece más al S, el Complejo Supraurgoniano está representado por dos formaciones:

- **Formación Valmaseda**: Aflora en la zona oriental en el área del Cabo de Ajo. Está constituida por una alternancia de areniscas y lutitas negras, con restos vegetales, de facies deltaica. Contiene, sobre todo al N, algunas finas intercalaciones de calizas con orbitolinas y margas. Al S pasa lateralmente a la Formación Utrillas. Su potencia es de unos 750 m en la zona de Ajo.

- **Formación Bielva**. Aflora al N de la Sierra del Escudo de Cabuerniga. Es una unidad esencialmente terrígena depositada en medios de plataforma interna a abierta, de grano fino, en la que se puede distinguir tres miembros que se presentan interdigitados, uno de areniscas y arcillas limolíticas, otro discontinuo de calizas con orbitolinas y otro compuesto por limos y arcillas. Su potencia es de 250 m en el área de Santillana.

En la zona de Peña Cabarga, aparece el conjunto supraurgoniano definido por calizas arcillosas y margas calcáreas, irregularmente distribuidas; hacia arriba, la serie se hace más detrítica, pasando a arcillas limolíticas con intercalaciones de sílex y terminando con areniscas de grano fino estratificadas en capas onduladas, con cantos blandos de arcillas negras. El espesor medio de la serie en esta zona es de 220 metros.

En la zona de la Ría de Colindres, el Complejo Supraurgoniano presenta una facies predominantemente margosa y calcáreo-arcillosa en la parte Este de la ría, mientras que al Oeste la facies es arenosa y limolítica. La serie en la zona Este presenta en su base una alternancia de calizas y margas calcáreas grises, pasando hacia arriba a una serie monótona de margas calcáreas o calizas arcillosas cuya potencia no sobrepasa los 200 metros.

La facies arenosa que se extiende al Oeste de la Ría de Colindres está representada por areniscas micáceas, amarillentas, hojosas, con intercalaciones de arcillas grises, preferentemente en la base.

### 3.2.2.6.- Cretácico Superior

Tras el episodio esencialmente detrítico que dio lugar al Complejo Supraurgoniano se vuelve a reanudar, con carácter general para casi toda la cuenca, la **sedimentación carbonatada marina**. Según las áreas pueden encontrarse sucesiones muy diferentes. Uno de los sectores representativos lo constituyen los aflora-

mientos situados al N de la falla de Cabuerniga. En la superficie de la Hoja aparecen afloramientos importantes en la zona anticlinal del Río Nansa, el sinclinal de Santillana-San Román y la zona Este de Santander, en los que predominan las margas depositadas en ambiente de plataforma abierta.

En la zona sinclinal de Santillana-San Román la serie del Cretácico Superior viene definida por las siguientes unidades:

#### - Formación Altamira (Cenomaniense medio-superior):

El Cenomaniense medio-superior, en los flancos del sinclinal de Santillana, viene representado por calcarenitas beigeas con rudistas y orbitolinas, con intercalaciones margosas, estratificadas en capas de 0,5 metros aproximadamente. El espesor varía de unos sitios a otros, disminuyendo de O a E.

#### - Formación de Margas y Calizas del Sardinero (Turonense-Coniaciense):

Aflora en toda el área del sinclinal de Santillana-San Román, estando definida por una serie monótona de alternancias de margas hojosas grises y calizas arcillosas, que en la base contienen glauconita. Contienen fauna pelágica como ammonites, belemnites, inoceramus, junto a Herdbergella paradubia (SIGAL), Globotruncana helvética (BOLLI), que datan a la serie como Turoniense. En la parte superior aparecen Globotruncana laparenti coronata (BOLLI) y Globotruncana angusticarinata, que caracterizan al Coniaciense. El espesor de la unidad varía de O a E, pudiendo llegar hasta los 900 m (flanco Norte del Sinclinal de San Román). Esta unidad se depositó en un medio de plataforma externa.

#### - Santoniense y Campaniense Inferior Medio:

Está caracterizado por una serie monótona de margas hojosas alternando con calizas y limolitas, que en la parte alta dominan sobre las margas. Los dos tercios inferiores de la serie contienen abundantes Micraster que los datan como Santoniense, mientras que, en la parte superior, las calizas arcillosas dominantes contienen además de Micraster, Echinocorys vulgaris (BREYN) y secciones de Globotruncana alf. elevata (BROTZ) que caracterizan al Campaniense inferior. El espesor del conjunto es de unos 230 metros (en el flanco Norte del anticlinal de San Román) aumentando considerablemente hacia el Este.

#### - Formación Cabo de Lata (Campaniense Superior-Maastrichtiense):

Aflora en los alrededores de San Román y Liencres, estando constituido por calcarenitas y calizas arenosas, datadas por su microfauna. Su tramo superior está frecuentemente dolomitizado. El espesor de esta for-

Urdiales, etc.

### 3.3.- SINTESIS TECTONICA

Las deformaciones tectónicas existentes en la zona son el resultado de la actuación de los ciclos orogénicos hercínico y alpino en la parte occidental de la provincia, mientras que en el resto es fundamentalmente el ciclo alpino el responsable en el modelado tectónico de la región.

#### 3.3.1.- CICLO HERCINICO.

##### 3.3.1.1.- Las estructuras hercínicas.

La Zona Cantábrica, en la que están incluidos los afloramientos del Macizo Asturiano que aparecen en el extremo occidental de la Hoja, se caracteriza por una deformación desarrollada en condiciones relativamente superficiales, siendo las estructuras de tipo tangencial como cabalgamientos y pliegues asociados las más importantes. En conjunto, la Unidad de Picos de Europa es un sistema de escamas imbricadas en un gran despegue o cabalgamiento basal de bajo ángulo, cuyo sentido de avance es N-S (I.T.G.E., 1990). Los movimientos hercínicos responsables de las primeras deformaciones de los materiales paleozoicos, forman pliegues y cabalgamientos con orientación general Este-Oeste. Los pliegues son, sin embargo, más bien escasos a escala cartográfica, aunque puede citarse la sinforma en cuyo núcleo aparece la Formación Picos de Europa en el Entrante de Cabuérniga.

En la "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga" la tectónica hercínica viene definida por el cabalgamiento de la cuarcita ordovícica sobre materiales carboníferos, originando fallas inversas dentro de los tramos carbonatados del Namuriense-Westfaliense, con direcciones ENE-OSO. Estos accidentes corresponderían a la denominada Fase Astúrica, dentro de la orogénesis hercínica.

##### 3.3.1.2.- Las estructuras tardihercínicas.

Especial interés tiene el análisis de la fracturación hercínica o tardihercínica que se observa, tanto en los materiales paleozoicos del Dominio asturiano como en el basamento de la Cuenca Vasco-Cantábrica. Esta última puede deducirse por los efectos que su reactivación, durante la distensión mesozoica o en tiempos posteriores, ha tenido en los espesores y distribución de facies sedimentarias, alineaciones diapíricas, actividad magmática o distribución de estilos estructurales en la cobertera. Estas fallas jugaron un papel esencial en la distribución y geometría de las cuencas mesozoicas.

La fase de fracturación tardihercínica que tuvo lugar en la Península en el Estefaniense y Pérmico produjo un conjunto de fallas o estructuras de deformación frágil que, esquemáticamente, se pueden agrupar en los siguientes sistemas (Julivert et al., 1971) :

- Fallas E-W, sinestrales, desarrolladas en el Estefaniense y con rejuego vertical posterior (Falla de Cabuérniga).

- Fallas NO-SE y ONO-ESE, dextrales, desarrolladas en el Pérmico como la falla de Ventaniella. Asociadas a éstas aparece un sistema de fallas NE-SO, en general con menor extensión.

- Fallas N-S, dextrales y con posterior rejuego vertical posterior.

El momento en que se crearon algunas de estas grandes discontinuidades del zócalo es difícil de establecer, porque probablemente aprovecharon estructuras anteriores, más antiguas. Estas estructuras pudieron reactivarse, en fases sucesivas del ciclo alpino, y en formas diferentes en función de su orientación con respecto a la del elipsoide de esfuerzos en ese área en cada momento.

Las pautas de fracturación no son homogéneas para toda la región considerada. En el Dominio del Macizo Asturiano (Unidad de Picos de Europa), predominan las estructuras de dirección ONO-ESE. En la parte occidental de la cuenca Vasco-Cantábrica aparecen accidentes de direcciones E-O (Falla de Cabuérniga), OSO-ENE (Santillana), N-S, con hundimiento del bloque oriental y NO-SE. En la zona oriental de la cuenca predominan las fallas NO-SE y NE-SO.

Los principales accidentes derivados de la fase frágil tardihercínica y cuya reactivación posterior, en diversos momentos del ciclo alpino, han sido determinantes para la evolución de la cuenca, son los siguientes (ver fig. nº 7) :

- Escudo de Cabuérniga (E-O)

Sobre esta estructura y en su parte oriental se depositan en el Urgoniano potentes espesores de carbonatos, mientras que inmediatamente al S limita un surco (Silio-Soba) en el que se acumulan terrígenos y lutitas negras.

- Franja diapírica de Reinosa (E-O)

- Treceño-San Vicente (N-S).

Marca un alto paleogeográfico en la zona de San Vicente de La Barquera.

- Cabezón de la Sal-Novales-Punta Calderón.

Coincide con un aumento de las potencias del C.U hacia el E. Está delineado por los apuntamientos diapíricos de Punta Calderón y del S de Cabezón de la Sal, el anticlinal de Novales, y la zona tectonizada de Udias.

- Puente Arce (SO-NE).

Accidente jalonado por los diapiros de Polanco.

- Río Besaya-Miengo (N-S).

Señalado por los diapiros de Miengo y Torrelavega, por la zona tectonizada de Besaya y afloramientos

mación en el flanco Norte del Sinclinal de San Román es de 50 metros, aumentando en dirección E-NE y alcanzando los 150 m.

### 3.2.3.- TERCIARIO

En la provincia de Cantabria, el Terciario se halla presente en dos zonas reducidas, una situada en la parte central, en los sinclinales de San Román y Cubas-Agüera, y la otra, al Oeste, en la cuenca de San Vicente de La Barquera. Debe destacarse que esta última incluye la única representación de Oligoceno marino en el Norte de España.

En la zona de San Román aparecen materiales del **Paleoceno** y **Eoceno** inferior apoyándose discordantemente sobre el Cretácico superior. Se inicia la serie por depósitos dolomíticos microcristalinos, asignados al Daniense tanto por las edades del infra y suprayacente como por la microfacies. El resto de la serie del Paleoceno se halla constituido por calizas arenosas y areniscas con abundantes rodóceas.

El **Eoceno** se halla representado por calizas arenosas y areniscas calcáreas con nummulites, habiéndose datado los materiales más altos como cuisienses.

La serie de Cubas-Agüera es similar a la descrita para San Román, si bien la diferenciación de niveles es inexistente, dada la alternancia de los materiales constituyentes.

En la cuenca de San Vicente únicamente se hallan representados el Eoceno y Oligoceno, faltando el Paleoceno. La asociación faunística presente en los términos inferiores permite su atribución al Ilerdiense. Se inicia la serie con una alternancia de niveles de calcarenitas y arenas calcáreas y algunos términos conglomeráticos, con alveolinas y nummulites. Se pasa después a calcarenitas con abundancia de assilinas, y posteriormente a margas limolíticas y arenosas, areniscas y conglomerados que lateralmente pasan a calizas arrecifales, en el Eoceno superior.

El **Oligoceno** se halla constituido por arcillas y areniscas calcáreas, que lateralmente pueden pasar a calizas biohémicas, de colores rojizos en la parte inferior y grises en la superior, con abundancia de Nummulitidos y Lepidocylínidos, así como de microforaminíferos.

### 3.2.4.- CUARTENARIO

Aflora generalmente en forma de manchas aisladas, con características muy diversas y generalmente con poco espesor.

#### 3.2.4.1.- Pleistoceno

**Terrazas:** Aparecen en los valles de los ríos, constituidas normalmente por bolos, cantos de cuarzo y cuarcita, englobados dentro de una matriz arenosa, pudiéndose diferenciar varios niveles de escarpes según las alturas

que presentan con respecto al nivel actual de los ríos. Así, en las áreas de los ríos Saja, Pas y Besaya se diferencian cuatro niveles situados a 80, 40, 20 y 3 metros sobre el nivel actual; destacan asimismo las terrazas correspondientes a los valles de los ríos Nansa, Pisueña, Calera, Carranza y ría de Cubas.

**Depósitos de rasas marinas:** Afloran en los alrededores de las rías de Tina Mayor y Menor, disponiéndose sobre las cuarcitas ordovícicas superficies de arrasamiento muy planas, situadas a 200 metros sobre el nivel del mar, con depósitos muy poco potentes de gravas y arenas.

#### 3.2.4.2.- Holoceno

**Playas:** Están constituidas por arenas silíceas muy finas, con abundantes fragmentos de conchas. Destacan las playas de San Vicente, Merón, La Terra, Suances, Valdearenas, Ajo, Isla, Berria, Santoña, Laredo, Oriñón y Castro Urdiales. En el caso de la playa de Laredo, se trata de una flecha litoral construida por interacción de las corrientes marinas y de la ría de Colindres.

**Aluviones:** Formados por depósitos de bolos y gravas heterogéneas, normalmente con una matriz arenarillosa, en la que es frecuente la materia orgánica. Destacan los existentes en los ríos Nansa, Gangarilla, Pas, Besaya, Saja, Miera, Asón, Carranza, Calera y Agüera.

**Coluviones:** Son frecuentes dadas las laderas de fuertes pendientes y la naturaleza incoherentes de los materiales dominantes. Destacan los existentes en los alrededores de Lamadrid, Pechón y Torrelavega.

**Marismas:** Son materiales de granulometría muy finas, arcillas, limos y fangos, frecuentemente saturados de agua y con abundante materia orgánica. Destacan los de las rías de Tina Mayor, Tina Menor, San Vicente, La Rabia, Suances, Santander, Cubas, Ajo, zona de Isla, Colindres y Santoña.

**Dunas:** Se forman por acumulación eólica de arenas transportadas desde las playas hacia el interior, caracterizándose por su gran inestabilidad y movilidad. Existen en las proximidades de las playas citadas en anteriores apartados.

**Cubetas de descalcificación:** Están constituidas por arcillas arenosas rojizas que rellenan el fondo de depresiones kársticas de tipo polje, dolinas, etc.. Están originadas por la alteración química de calizas, margas y dolomías. Destacan las de los alrededores de Comillas, Revilla de Camargo, Penedo, Caborredondo, Hazas del Cesto, Entrambasaguas, Omoño y Liendo.

**Sedimentos antrópicos:** Están representados por acumulaciones de materiales de desecho procedentes de minas, terrenos ganados al mar, etc.. Destacan las zonas de las bahías de Santander, Reocín, Castro



N-S de Trias. El bloque E está hundido, y en él la acumulación de detríticos es más notable.

- Flexión del Río Miera (N-S).

Este accidente señala un cambio importante de las direcciones tectónicas (NO-SE en la zona oriental o vasca, NE-SO en la zona occidental o santanderina) y de la paleogeografía urgoniana (Plataformas más o menos continuas al O, discontinuas al E).

- Laredo-Ramales (N-S).

Marca otro escalón con hundimiento de cuenca al E.

- Alineación de diapiros alaveses (NO-SE).

- Alineación de diapiros navarros (NE-SO).

- Sistema de Fallas de Bilbao (NO-SE).

La reactivación de las fallas NO-SE, y en menor medida de las NE-SO es la causa de la intensa compartimentación de la cuenca vasca.

### 3.3.2.- EL CICLO ALPINO.

La evolución estructural de la Cuenca Vasco-Cantábrica durante el ciclo alpino se estructura en dos grandes periodos de diferente carácter geodinámico :

- Una **etapa distensiva**, de edad mesozoica, relacionada con la apertura del Golfo de Vizcaya, en la que la región se encuentra en un ámbito de divergencia de placas, con creación de cuencas en las que se acumuló una potente serie sedimentaria.

En esta larga etapa distensiva, cuya duración es de unos 200 millones de años, se distinguen varias fases.

Se inicia en el Pérmico, y continúa durante el Triásico, la apertura de un sistema de cuencas distensivas abiertas hacia el E, controladas por fracturas E-O, en las que se depositan sedimentos terrígenos. A esta fase "pre-rift" sigue un episodio de tranquilidad en la cuenca, coincidente con la sedimentación marina jurásica en una plataforma estable poco profunda con escasa subsidencia, que fosiliza el dispositivo paleogeográfico anterior.

A finales del Jurásico (Kimmeridgiense), esta situación se interrumpe con un proceso de somerización de la plataforma jurásica, emersión de los bordes (Macizo Asturiano, Macizo del Ebro), erosión, aportes terrígenos y sedimentación discordante, en relación con la fase de "**rifting**" de apertura del Golfo de Vizcaya. La reactivación de fracturas del zócalo E-O (Cabuerniga) y NO-SE ante los esfuerzos extensionales N-S o NNE-SSO que actuaron en la fase de "rifting", conduce a la formación de una cuenca marginal que se rellena con terrígenos.

En el Valanginiense se inicia una **etapa transformante** explicada por el movimiento sinistro de la Falla Norepirenaica, que produciría (Riaza-Molina, 1984) en la Cuenca Vasco-Cantábrica, por reactivación de acciden-

tes de zócalo de dirección NO-SE a ONO-ESE, una serie de surcos subsidentes paralelos que se colmatarían hasta el Barremiense con la sedimentación en facies Weald (Surco del Sinclinal de Bilbao).

En el **Aptiense** se inicia una **etapa de expansión oceánica**, de **separación continental y adelgazamiento de corteza**, ampliándose los bordes de la cuenca, y como consecuencia produciéndose una transgresión marina importante. El control de la sedimentación urgoniana se efectúa por fracturas E-O, y en menor medida por las N-S, en la cuenca santanderina, mientras que en la vasca se acentúa la compartimentación y subsidencia de la cuenca a favor de estructuras NO-SE.

- Una **etapa compresiva** más corta (Eoceno-Mioceno) en la que se produce la convergencia de las placas de Iberia y Europa y que origina las estructuras actuales por la deformación de la pila sedimentaria y, eventualmente, del zócalo.

El ciclo alpino aparece definido en sus primeros movimientos por el subciclo paleoalpino, representado por los impulsos de las **fases neociméricas**, caracterizadas regionalmente por la erosión sedimentaria entre el Calloviense y Portalandiense, la aparición de discordancia erosiva entre las facies Weald y Purbeck, así como entre ésta y el Jurásico marino. En toda la Cuenca Cantábrica las fases neociméricas tienen más repercusiones paleogeográficas que tectónicas, no manifestándose en la creación de estructuras importantes de plegamiento, salvo en los movimientos de las masas halocinéticas del Keuper.

Las fases neoalpinas son las generadoras del plegamiento fundamental, dando origen a alineaciones con orientación preferente ENE-OSO, que en determinadas zonas son reactivaciones de las estructuras hercínicas, mientras que en las zonas central y oriental de la cuenca son NO-SE.

Asimismo, existen **movimientos intrawealdicos, intra-aptienses y albienses** que tienen su posible origen en la inestabilidad de las masas salinas triásicas, dando lugar a umbrales y surcos móviles y produciendo cambios bruscos de litofacies y potencias durante toda la sedimentación mesoterciaria.

Del conocimiento regional se deduce que antes de la sedimentación del Oligoceno se realizó la inyección final de Keuper diapírico, bajo esfuerzos de compresión que originan pliegues y fracturas con dirección Este-Oeste dominante, que corresponden a la fase Pirenaica (y posiblemente a las Sávica y Estáirica). Se produce durante las fases neoalpinas un despegue a partir del nivel plástico del Keuper, penetrando éste diapíricamente en la serie sedimentaria suprayacente, dando lugar a estructuras de fracturación radial y circular en la cobertera. Este tipo de estructuras son

indicadoras en la zona de una influencia diapírica (ej. zona de Ajo).

### 3.3.3.- PRINCIPALES ESTRUCTURAS

En el conjunto de la cuenca existen dos dominios diferentes por sus características estructurales, el occidental con directrices O-E y el oriental, de direcciones NO-SE, separadas por una zona central de transición (Fig. nº 8).

#### 3.3.3.1.- Area Occidental

De Oeste a Este, las estructuras más importantes son:

- 1) Zona plegada del Río Nansa.
- 2) Zona tectonizada de San Vicente de la Barquera-Lamadrid.
- 3) Zona Plegada de Comillas-Udías.
- 4) Anticlinal de Cabo Redondo.
- 5) Sinclinal de Santillana-San Román.
- 6) Area sinclinal de Escobedo.
- 7) Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga.

##### 1) Zona plegada del Río Nansa:

Se caracteriza por la presencia de amplios pliegues Este-Oeste. Los anticlinales principales son survergentes, y tiene su flanco meridional roto por fallas cabalgantes de gran ángulo.

Siendo ésta una zona de borde de cuenca, la cobertera es muy poco espesa y el nivel de despegue regional (Trías) es casi inexistente. Ello hace que en las fases alpinas de plegamiento se creen amplias estructuras de reactivación de los accidentes de zócalo que afectan a la serie suprayacente.

##### 2) Zona tectonizada de San Vicente de La Barquera-Lamadrid:

Existe un predominio de los cabalgamientos de bajo ángulo. La disposición estructural es compleja, ajustándose a una forma radial a partir de una zona de ápice diapírico que se situaría en la ría de San Vicente de La Barquera.

##### 3) Zona plegada de Comillas-Udías:

Definida por estructuras muy suaves con pliegues y fallas de dirección O-E, observándose también alineaciones SO-NE. La presencia del Keuper y el gran espesor que alcanza la facies Weald, son los causantes del despegue de la cobertera con respecto al zócalo, y de la amortiguación de la tectónica salina, respectivamente.

##### 4) Anticlinal de Caborredondo:

De dirección OSO-ENE, es ligeramente norvergente, con núcleo desarrollado sobre sedimentos bedoulienses en

el que aflora, de forma diapírica, el Keuper y la facies Weald mediante fallas inversas. Ello hace que se encuentre fuertemente tectonizado, con inversión local de la serie.

##### 5) Sinclinal de Santillana-San Román:

En una gran estructura dispuesta en dirección SO-NE, con mayor desarrollo del flanco Norte, lo que le confiere una disposición asimétrica; esto puede ser debido a una cierta movilidad sinsedimentaria con desplazamiento de la subsidencia hacia el Norte.

Hacia el Nordeste, este sinclinal presenta una fracturación importante, de direcciones OSO-ENE y N-S, pasando a tener fuertes buzamientos en los flancos, y teniendo el núcleo ocupado por materiales terciarios.

##### 6) Area sinclinal de Escobedo:

Constituye un área de tendencia sinclinal, sin eje definido si bien tiene una tendencia a ser NO-SE, existiendo una red de fracturación en el núcleo y alcanzando potencias considerables el Aptiense. Paleogeográficamente, podría corresponder a una cubeta situada entre los umbrales móviles que darían lugar a los diapiros de Polanco, Parbayón y Santander.

7) Si bien no se incluye en el ámbito de esta hoja, debe citarse la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga, macizo constituido por materiales ordovícicos (escasos), carboníferos y pérmicos cabalgando sobre depósitos mesozoicos (triásicos, jurásicos y wealdicos). Es un anticlinal volcado y fallado, vergente al Sur, con el flanco meridional hundido respecto al septentrional.

Los empujes comprensivos que lo han generado se han producido según la dirección N-S, iniciado probablemente en la orogénesis hercínica y rejuvenecidos en las fases neociméricas y, posteriormente, en las austricas.

Durante el Mesozoico la Franja Cabalgante ha actuado como umbral móvil.

La tectónica halocinética del Keuper se manifiesta en superficie por la formación de diapiros de diferentes dimensiones, constituidos por un núcleo plástico, que puede aflorar o no, y un entorno de fracturación distensiva en los materiales post-triásicos. Se tienen así los diapiros de San Vicente de La Barquera, Comillas, Treceño, Puerto Calderón, Miengo, Polanco, Renedo, Parbayón, Obregón, Santander, Ría de Sobía, Penagos, Marina de Cudeyo y Solares, con Keuper aflorante, y el de Igollo sin aflorar.

#### 3.3.3.2.- Area Central

Viene definida por un importante cambio en las direcciones estructurales, que pasan a hacerse NO-SE, conforme con el conjunto plegado de Vizcaya situado al Este.

Geological map of the Sierra de Guadalupe region in Mexico. The map shows various geological features and zones, including the 'ZONA DE RIO MARSA', 'FRANJA - CABALGANTE - DEL ESCUDO DE CABUENIGA', 'ZONA DE CASTRO URDIALES', and 'ZONA CENTRAL - CABALGAMIENTOS'. The map includes a legend for 'LEYENDA' with symbols for 'ANTICLINAL', 'SINCLINAL', 'CABALGAMIENTO', 'FALLA', 'PALEOZOICO', and 'DIAPIRO'. A scale bar and a north arrow are present.

**Fig. 8. Esquema estructural**

La parte central (Cabo de Ajo), que sirve de separación a los dos ámbitos de direcciones de plegamiento, presenta una mayor complejidad tectónica. A través de los datos de sondeos petrolíferos se conoce la existencia de varios mantos superpuestos despegados al nivel del Trías, llegando a encontrarse la serie invertida (sondeo "Castro Urdiales 1").

Con las debidas reservas, por insuficiencia de datos, puede suponerse en este área, o inmediatamente al Norte, la existencia de una zona fuertemente subsidente, que produciría un basculamiento del fondo de la cuenca. El aumento de la presión litostática, unido al incremento de pendiente, haría entrar en movimiento a los materiales plásticos del Keuper, nivel basal de la sedimentación, lo que produciría deslizamientos y cabalgamientos hacia el Norte. De hecho, en el Cretácico superior las facies existentes son profundas, lo que indicaría una zona de fuerte subsidencia. En estas condiciones, y dada la movilidad del Trías, se produciría una deslizamiento gravitacional con anterioridad incluso a la etapa de halocinésis general de la cuenca.

### 3.3.3.3.- Area Oriental

El área oriental comienza a partir de la línea de debilidad de Colindres, de dirección NO-SE, que corresponde a una falla inversa en relación con el empuje diapírico del Keuper aprovechando una zona de debilidad preexistente. Al O de la esta línea, las direcciones estructurales continúan siendo SO-NE.

Inmediatamente al E de esta fractura se encuentra el gran área diapírica de Santoña-Laredo, ocupando una amplia extensión y afectando con fallas a los materiales suprayacentes.

A partir de aquí el Trías no llega a aflorar, presentándose las estructuras, en general, con gran continuidad y menor complejidad. Sin embargo, la actividad diapírica en profundidad ha sido intensa. Las principales estructuras son:

- Anticlinal Colindres-Alto de Guriezo, amplía estructura de dirección NO-SE y flancos suaves, afectada aún parcialmente por el diapiro de Santoña.
- Falla Laredo-La Peña, de dirección NO-SE y gran desarrollo lateral.
- Anticlinal Liendo-Nocina, con dirección variable de NO-SE a O-E, estructura suave que tiene el flanco Sur parcialmente cortado por la falla de Laredo-La Peña.
- Región de Castro Urdiales, de complejidad tectónica mayor que las anteriores, presentando pliegues y fracturas de direcciones variables.

## 3.4.- SINTESIS PALEOGEOGRAFICA E HISTORIA GEOLOGICA

Los sedimentos más antiguos, correspondientes al Cámbrico inferior y medio, sólo aparecen representados en el Macizo Asturiano dentro del Dominio de los Picos de Europa, al Oeste de esta hoja, integrados por una serie carbonatada de plataforma que comprende dolomías primarias y calizas arrecifales. Posteriormente, hubo un levantamiento de la zona dando lugar al depósito de areniscas y lutitas de facies cercanas a la costa.

Los **sedimentos ordovícicos**, con escasos afloramientos salvo en el Macizo Asturiano, están formados por cuarcitas y areniscas cuarcíticas blancas. La falta de materiales de parte del Ordovícico, Silúrico y Devónico podría estar en relación con las fases caledonianas póstumas y/o primeras hercínicas.

La **sedimentación carbonífera**, representada fundamentalmente (aparte del Macizo Asturiano) en el área anticlinal de Prellezo, y en la "Franja Cabalgante del Escudo Cabuérniga", está formada por depósitos marinos de facies nerítica. Los sedimentos del Viseiense superior y Namuriense se depositaron en una amplia cuenca que se extendía desde Asturias al Este, cubriendo la actual Franja Cabalgante. El medio de deposición de estos sedimentos varía desde facies neríticas o de plataforma hasta niveles de mayor profundidad.

La mayor parte de los depósitos Westfalienses son de facies arrecifales (biohermales y biostrómic), con algunos episodios, a techo, de pizarras y areniscas, salvo en el dominio de Asturias donde el Westfaliense presenta una facies de tipo parálico, en las que el relleno por aportes terrígenos se interrumpe intermitentemente por el avance marino, depositándose cuñas o intercalaciones de calizas marinas entre los sedimentos detrítico-terrígenos. Existe, por tanto, un paso lateral de las facies parálicas (normales en el Westfaliense inferior asturiano) a las facies arrecifales.

La **cuenca mesozoica**, que se iba configurando desde el final de la tectónica hercínica hasta la transgresión triásica, no alcanzó una peneplanización completa, razón por la cual los **sedimentos posthercánicos (pérmicos)**, y en parte los del Buntsandstein, se depositaron en las zonas deprimidas, siendo cubiertos posteriormente por la transgresión del **Keuper arcilloso-evaporítico**, que se deposita simultáneamente con la efusión de ofitas en las parte orientales de la "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga", así como en las zonas de Santander y Laredo. En la zona de Río Nansa existe un alto paleogeográfico con falta de depósito de los sedimentos triásicos.

Después de la deposición del Trías se produce un pequeño hundimiento del fondo de la cuenca, aprovechado por el mar para invadir la región y depositar las series de calizas y dolomías del **Liásico inferior**.



Durante el **Lías superior y Dogger** debió de existir en la zona costera una sedimentación marina, con espesores menores y facies más someras que en las áreas situadas al Sur de la "Franja Cabalgante de Escudo de Cabuérniga". Esta debió experimentar movimientos de ascenso, formando un umbral en el que prácticamente no se depositaron sedimentos en tanto, al Sur de él, es espesor del Jurásico marino alcanza 800-900 metros.

Normalmente, en toda la región faltan los sedimentos correspondientes al Oxfordiense-Kimmeridgiense como consecuencia de las **fases neociméricas**, produciéndose una retirada brusca del mar.

Durante el **Portlandiense y Cretácico más inferior** (Facies Purbeck), la región costera (situada al Norte de la "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga") debió de constituir un umbral, posiblemente emergido, siendo la Franja Cabalgante el borde Norte de la cuenca de sedimentación. En este umbral no sólo no se depositó la Facies Purbeck, sino que se produjo una fuerte erosión del Jurásico Marino.

Los **sedimentos de la facies Weald** presentan poco espesor en la zona costera (en el anticlinal del Río Nansa no sobrepasa los 50 metros), mientras que al Sur de la "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga" llega a alcanzar los 1.500 metros. Durante esta época, el Macizo Asturiano y la Meseta Castellana debieron de sufrir un rejuvenecimiento y erosión activa, coincidiendo con un clima mucho más lluvioso, aumentando los aportes de agua dulce del continente y haciendo descender la salinidad, lo que explica la ausencia casi total de fauna. A medida que se depositaba la potente serie detrítico-terrágena de facies Weald se iba produciendo la colmatación gradual de la cuenca. En la zona costera, las facies son terrígenas finas en la zona occidental, donde dominan las arcillas, haciéndose más gruesas en la mitad oriental. Esta distribución de facies está relacionada con la existencia de un fuente escarpe en la parte occidental de la "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga" que permitiría el depósito de los sedimentos más finos, mientras que los terrígenos gruesos quedarían represados y relegados al Sur y Este de dicha Franja.

Posterior al rejuvenecimiento y erosión del Macizo Asturiano tiene lugar, al **comienzo del Aptiense**, una disminución del aporte detrítico-terrágeno, permitiendo la entrada del mar en una amplia plataforma en la que pueden desarrollarse los organismos constructores de arrecifes, produciendo una sedimentación calcárea que se continúa hasta el Cenomaniense inferior. Los arrecifes se desarrollan en una cuenca marina de tipo nerítico e epicontinental, con profundidades que oscilan entre 30 y 50 metros; el carácter micrítico de la mayor parte de las calizas arrecifales indica un índice de energía del medio bajo. Los fenómenos de dolomitización y recristalización son muy frecuentes en toda la región, estando íntimamente ligados a las

mineralizaciones existentes.

Regionalmente, los **espesores y las facies durante la sedimentación del Aptiense son muy variables**, debido a encontrarse en una cuenca inestable con surcos y umbrales móviles relacionados con áreas diapíricas activas; así, existen grandes diferencias entre las facies de la zona diapírica de la Bahía de Santander y el diapiro de la Bahía de Santoña, donde la distribución de las arrecifes, tanto en sentido horizontal como vertical, cambia bruscamente por la llegada de importantes aportes terrígenos. Existen áreas subsidentes en las zonas de Novales, Escobedo, Solórzano y Orión, comportándose como umbrales las áreas de Río Nansa, Casar de Periedo y Bahía de Santander.

Al **comienzo del Albiense** se interrumpe el desarrollo de las facies arrecifales debido a los fuertes aportes de materiales terrígenos, transportando los ríos gran cantidad de arenas y limos, con sedimentación parálisis o ciclotemática y formación de lignitos. **A partir del Albiense medio**, en el área Noroccidental los aportes se realizan intermitentemente y con menor intensidad, dando lugar a la sedimentación de calcarenitas hasta el Albiense superior, donde la cuenca tiene ya un carácter marino normal, aunque la profundidad del medio es pequeña (entre 20 y 40 metros), aumentando paulatinamente según se asciende en la serie y hacia el Este.

En las áreas donde durante el Albiense inferior-medio continuó la sedimentación de calizas arrecifales con facies urgoniana, excepto en la zona de Colindres, durante el Albiense medio-superior se deposita una serie de margas con intercalaciones de calizas arcillosas, que en algunos niveles contienen microfauna planctónica, y por el porcentaje de la misma pueden interpretarse como biofacies nerítica de transición entre las zonas interior y exterior de la plataforma continental, con una profundidad estimada de la cuenca de unos 120 metros.

En resumen, durante el Aptiense y Albiense la cuenca fue relativamente inestable al existir surcos y umbrales responsables de importantes cambios de facies correspondientes a los diferentes medios de sedimentación determinados.

La topografía de la cuenca viene configurada por la existencia de intrusiones salinas activas, alineadas en zonas de fracturación preferentes, así como por diferentes crecimientos de las principales masas urgonianas.

En la zona de Lanestosa-Valmaseda, los aportes terrígenos quedaron represados por el arrecife-barrera de la zona de Río Asón-Ramales observándose un brusco cambio lateral entre las calizas urgonianas y los depósitos de facies "lagoon" de la zona. La subsidencia fue muy importante depositándose en un medio nerítico-litoral, aislado del mar abierto, las potentes series de margas paraurgonianas del Aptiense y Albiense infe-

rior, así como las arcillas del Albiense inferior-medio, con un espesor del orden de 2.000 metros.

Regionalmente, el **Cenomaniense inferior** presenta una sedimentación molásica con desarrollo de ciclotemas, en los que alternan términos de facies marina con otros de carácter continental. Es a partir de la aparición de la Orbitolina cóncava cuando se instaura en la cuenca un régimen marino en el que los aportes del continente son poco importantes. El hiato del techo del Cenomaniense es característico produciéndose una condensación de capas.

Durante el **Turonense, Coniaciense y Santoniense** la cuenca alcanza los máximos de profundidad, depositándose las series de margas y calizas arcillosas en un medio nerítico correspondiente a la zona exterior de la plataforma y eventualmente a la interior, entre unas profundidades aproximadas de 100-180 metros, con un índice energético muy bajo. El Coniaciense es el piso del Cretácico Superior menos profundo, y presenta un carácter regresivo respecto al Turoniense.

Durante el Santoniense superior, y sobre todo en el Campaniense inferior y medio, la cuenca de sedimentación se hizo menos profunda, como consecuencia de **las primeras fases de la orogenia Alpina**, depositándose en la zona noroccidental calizas arcillosas (en tramos dolomitizados) y margas arenosas, siendo los sedimentos hacia el Este semejantes pero con intercalaciones de calcarenitas.

En el **Campaniense superior y Maastrichtiense** las litofacies calcareníticas se presentan intensamente dolomitizadas en el área noroccidental, interpretándose como sedimentos depositados en un medio litoral o nerítico, mientras que en la zona central tienen carácter nerítico. En cambio, el Maastrichtiense aflorante en la parte oriental, de litofacies margo-caliza, presenta una microfauna muy rica en foraminíferos planctónicos, que debe interpretarse como depósitos de la zona exterior de la plataforma, con batimetría próxima a los 200 metros. En resumen, la profundidad de la cuenca aumenta hacia las regiones orientales.

La influencia del continente es bien patente a lo largo de todo el **Paleoceno y Eoceno Inferior**, en los que

hubo importantes aportes detríticos a la cuenca, produciéndose depósitos de carácter nerítico y, muy localmente, lacustres o salobres.

El **Paleoceno** comienza con sedimentos dolomíticos o microdolomíticos que por la microfacies y la fauna deben corresponder a un medio lacustre-salobre. El Paleoceno superior es de facies marina, litoral, con microfósiles que indican profundidades muy pequeñas, en tanto en el área central los sedimentos del Paleoceno Superior son de facies nerítica a litoral.

En el **Eoceno inferior (Ilerdiense)** predominan las biofacies neríticas, con profundidades del medio que aumentan hacia las regiones orientales, haciendo también mayores las potencias de los niveles hacia el Este, aunque con grandes variaciones entre puntos relativamente cercanos.

Los sedimentos del **Eoceno medio-superior y Oligoceno** se depositaron en ambiente marino, de facies normalmente nerítica en la mayor parte de la zona costera. Durante el Priaboniense (Eoceno superior) se produjo la inyección de Keuper en las series sedimentarias anteriores, dando lugar a una cuenca de fondo inestable en la que localmente existirían condiciones favorables para el desarrollo de biohermos (zonas altas), los cuales, dada la inestabilidad existente, se destruirían rápidamente pasando a facies biostrómic (conglomerados) depositadas en un medio de elevado índice energético. En el Oligoceno continuaron las mismas condiciones de sedimentación con menor desarrollo de los arrecifes.

Durante el **Mioceno** la zona Sur fue un umbral prácticamente sin sedimentación y de carácter continental. En este período tuvieron lugar las **principales fases de la Orogenia Alpina**, que fueron las responsables de la estructuración actual y la erosión de gran parte de los materiales más antiguos.

En el **Plioceno**, es posible que tuviesen lugar algunos arrasamientos parciales o retoques de la superficie de erosión indicada. El encajamiento de la red fluvial, con la formación de terrazas, durante el Pleistoceno, dio lugar a la fisonomía morfológica actual.

## 4.- METALOGENIA

Se utiliza el término **metalotecto** para definir todo elemento geológico (falla, capa, intrusión, litología, etc.) que se encuentra frecuentemente asociado con los yacimientos minerales, y parece jugar un papel importante para la formación o simple localización, del criadero.

### 4.1.- MARCO METALOGENETICO REGIONAL

#### 4.1.1.- MARCO A ESCALA CONTINENTAL

A **escala continental** la zona de estudio está situada en una de las 8 bandas o cinturones de Zn-Pb, con un control de dirección sublatitudinal y separadas por bandas deprimidas en estos metales, que Routhier (1980) reconoce en el continente europeo por el método ponderal y el de contrastes metálicos (Figura nº 9). El cinturón en el que se encuadra la zona, el cinturón Norpirenaico, se extiende sobre unos 1500 Kms desde el NO de España (Rubiales y mineralizaciones de la caliza de Vegadeo) hasta Yugoslavia. Es de naturaleza **heterocrona** (desde el Cámbrico hasta el Cretácico) y **heterotípica** (mineralizaciones filonianas, sedex, kársticas, etc.).

#### 4.1.2.- MARCO A ESCALA REGIONAL

A **escala regional**, la zona de estudio está situada entre varios distritos con marcada personalidad metalogenética, con los cuales tiene nexos comunes.

##### 4.1.2.1.- Mineralizaciones del Macizo Asturiano.

Al Este, el Macizo Asturiano, y más concretamente sus dos dominios más orientales, las unidades de Pisuerga-Carrión y de Picos de Europa (y la prolongación natural de ésta al E, el Entrante de Cabuérniga), contienen numerosas mineralizaciones polimetálicas con paragénesis variadas de Ba, Zn, Pb, Cu, Hg, y con rasgos tipológicos comunes (Barbanson, 1987., I.T.G.E., 1990):

- La morfología de las mineralizaciones es **filoniana** en la mayoría de las ocasiones, aunque también se presentan en **bolsadas, lentejones estratoides o filones-**

**capa, o cavidades cársticas.**

- La roca encajante es generalmente la **caliza** de Picos de Europa en situación próxima a la superficie de emersión pérmica, o bien las **areniscas** rojas del Pérmico que rellenan las depresiones de la citada superficie de emersión Pérmica.

La proximidad a la inconformidad de la paleosuperficie de emersión pérmica es el principal control o metalotecto de estas mineralizaciones.

- Están **localizadas cerca de las fallas** que, delimitando surcos o depresiones, controlan la sedimentación pérmica.

- Están asociadas a **fenómenos de silicificación** de la roca encajante.

- La asociación sistemática de estas mineralizaciones con fallas que controlan la sedimentación detrítica conduce a atribuirles una **edad pérmica** (Barbanson, 1987).

##### 4.1.2.2.- Mineralizaciones del Macizo Hercínico de Cinco Villas.

Limitando la Cuenca Vasco-Cantábrica al E se halla el Macizo de Cinco Villas, formado por una secuencia flyschoides carbonífera intruida por el granito de Peñas de Aya, que es portador de un distrito de mineralizaciones de Zn, Pb, F, Ba, (Fe). Los rasgos más característicos de éstas son (Pesquera, A. et al., 1982, I.T.G.E., 1984):

- Son mayoritariamente de **morfología filoniana**, aunque también existen algunas de carácter estratoidal (Pesquera et al., 1993).

- Encajan en el granito de Peñas de Aya pero también en el exocontacto y en la serie esquistosa-areniscosa, incluso en zonas alejadas de la influencia granítica. Responden a la tipología general de filones de zócalo.

##### 4.1.2.3.- Mineralizaciones de la Cuenca Vasca.

En la parte oriental de la Cuenca Vasco-Cantábrica, o parte vasca, existen, asimismo, dos importantes conjuntos de mineralizaciones, las de Zn-Pb y las de Fe, en

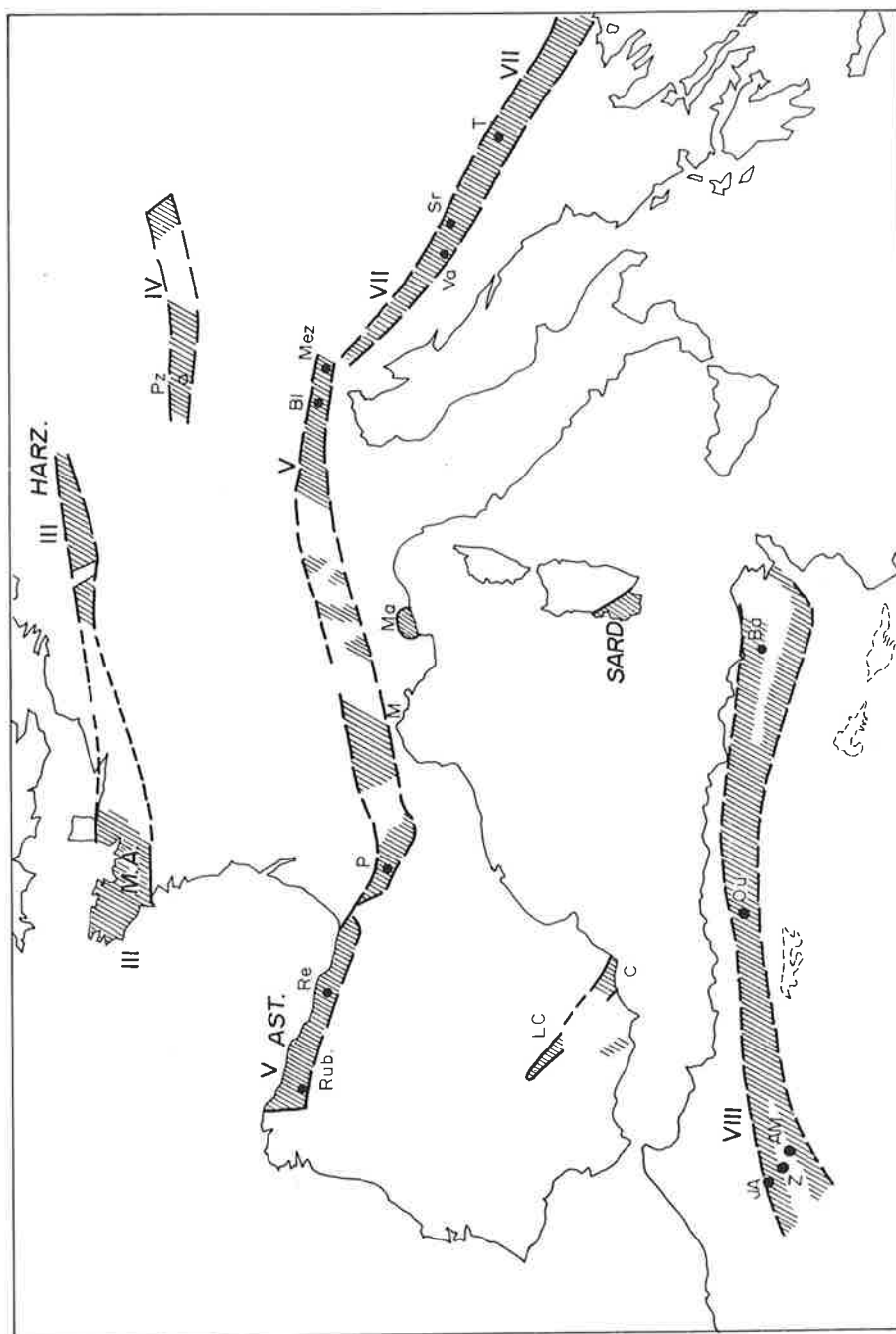


Fig. 9. Esquema de los principales cinturones o dominios metálicos de Pb-Zn. (Fuente : Routhier, 1980).

estrecha relación con las que aparecen en la zona de estudio aunque con algunos rasgos diferenciadores que serán comentados más adelante.

Prescindiendo de algunas que se presentan en materiales del Cretácico superior, la gran mayoría lo hacen en **materiales del Complejo Urgoniano**. Los rasgos esenciales de las de Zn-Pb, analizados en varios estudios, tanto a escala regional (EVE-I.T.G.E., 1991 e I.T.G.E., 198 ) como a escalas más locales (Fernandez, J. et al., 1992., Gómez, J., 1989., Herrero, J.M., 1989 , Boixereu, E. et al., 1992), pueden resumirse así :

- Existe una gran variedad tipológica y morfológica en estas mineralizaciones. La morfología de las concentraciones más importantes es **estratiforme**, aún cuando también son muy frecuentes las mineralizaciones **filonianas, en bolsadas cársticas o las canaliformes**

- Presentan paragénesis simples, en las que destaca la presencia de esfalerita, galena, barita y pirita. En algunas mineralizaciones (fundamentalmente filonianas) aparece fluorita. La marcasita, siderita y calcopirita son accesorias y ocasionales.

- Las mineralizaciones estratiformes, y en menor medida las filonianas, suelen estar asociadas a importantes halos de alteración de las rocas encajantes. Los procesos de alteración , siempre presentes en el caso de las mineralizaciones estratiformes, son los de silicificación y dolomitización (o sideritización, como en el caso de la de Troya).

- En el caso de las mineralizaciones estratiformes se reconocen diversos tipos : **singenéticas** o de tipo **sedex** (Troya, Lanestosa) y **epigenéticas**. Estas últimas pueden ser originadas por **aportes laterales de fluidos** cuencales de las series terrígenas infra y adyacentes, movilizados durante la diagénesis y ser del tipo Mississippi Valley, sensu stricto, como señala Herrero (1989) para algunas mineralizaciones del NO de Vizcaya. También pueden ser debidas a fluidos análogos a los responsables de las mineralizaciones singenéticas, provenientes de zonas más profundas, incluso del basamento paleozoico, canalizados por las fracturas de zócalo con rejuego sinsedimentario que controlan a las plataformas carbonatadas, que rempazan y mineralizan litologías favorables (Fig. nº 10). Un ejemplo de estas mineralizaciones de remplazamiento lo constituye San José de Legorreta.

- Desde el punto de vista paleogeográfico, las mineralizaciones epigenéticas se sitúan en bordes activos de plataformas carbonatadas, mientras que las de tipo sedex lo hacen en zonas de talud en tránsito a cuenca o en sedimentos de cuenca.

- Las mineralizaciones filonianas de Zn-Pb, frecuentes en el Urgoniano (y Supraurgoniano), pueden ser interpretadas, en ocasiones, como removilizaciones alpinas de las estratiformes pero, en otras, existen evidencias

de que constituyen los canales de aporte de éstas.

Las **mineralizaciones de Fe** del distrito de Bilbao encajan en las barras carbonatadas del Complejo Urgoniano, ya sea en las calizas con rudistas del Aptiense (distrito de Bilbao propiamente dicho) o en las calcarenitas del Albiense en la zona más occidental, en el área de Dícido y Hoyo-Covarón (unidades U3 y U6, fig. nº 19). Las morfologías de las mineralizaciones son fundamentalmente estratoides o estratiformes y filonianas. En el caso de las primeras, están constituidas por siderita masiva que ha reemplazado a los carbonatos de la caliza primaria en una secuencia de procesos diagenéticos (Gil Crespo et al., 1985). Las mineralizaciones filonianas, de dirección predominante N 110° a N 140°, presentan una asociación cuarzo-siderita y muestran fenómenos de silicificación generalizada de la roca encajante. En muchas de estas mineralizaciones, el objetivo de explotación lo han constituido los óxidos de hierro (goethita, hematites y limonitas) formados en procesos de alteración supergénica a partir de las mineralizaciones primarias de siderita.

## 4.2.- DESCRIPCION Y SITUACION GEOLOGICA DE LAS MINERALIZACIONES

Si bien el número de indicios y depósitos incluidos dentro del ámbito de la hoja es muy amplio, la variedad de elementos metálicos presentes es muy reducida, encontrándose principalmente, zinc, plomo y hierro. Como minerales industriales se incluyen en esta hoja la sal (cloruro sódico), el trípoli y el yeso.

### 4.2.1.- ZINC-PLOMO-(HIERRO)

Las mineralizaciones de Zn-Pb de la Hoja aparecen fundamentalmente incluidas dentro de materiales carbonatados, en general dolomías del Cretácico inferior. Ocasionalmente, pueden aparecer en materiales jurásicos, dentro de fracturas penetrativas de toda la serie mesozoica.

Dadas las características climáticas de la zona, los indicios mineros en los que la actividad minera cesó hace tiempo son de muy difícil reconocimiento, en general, por hallarse colonizados por la vegetación o inundados. Por ello, las observaciones realizadas en muchos de ellos son escasas o muy superficiales.

La mayor concentración de mineralizaciones se dispone entre San Vicente de La Barquera y el Río Saja, con algún punto aislado hacia el E. Se pueden definir aquí unas áreas en función de la concentración de indicios existentes, con características muy similares de las mineralizaciones.

#### 4.2.1.1.- Zona de Prellezo.

Los indicios más occidentales reseñados se sitúan en la zona de Prellezo, en las inmediaciones del cabalga-

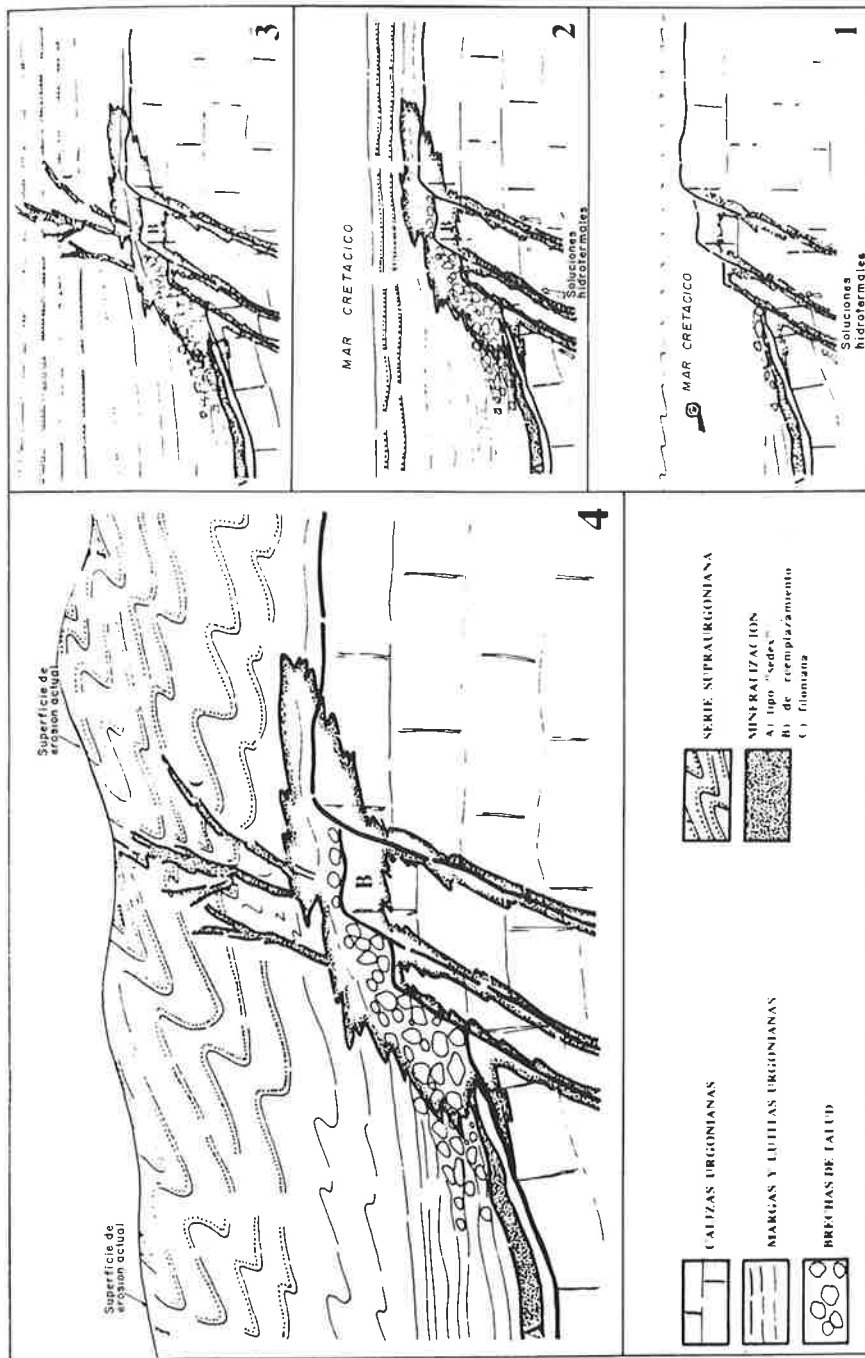


Fig. 10. Modelo genético propuesto para los diversos tipos de mineralización de Pb-Zn reconocidos en la Cuenca Vasco-Cantábrica (EVE-ITGE, 1991).



miento del Ordovícico sobre las calizas aptienses (Gargasiense). Se ha producido en ellas dolomitización secundaria y karstificación, creándose las cavidades que posteriormente han sido colmatadas por la mineralización. Esta, aunque muy irregular y discontinua, muestra una dirección preferente N70°. Una fractura de esta dirección puede haber controlado el desarrollo de la karstificación. La mineralización está constituida por blenda, galena (escasa) y pirita accesoria, y minerales supergénicos de oxidación. (Indicios nºs 2 y 3, Mina Canela).

#### **4.2.1.2.- Zona de Caviedes.**

En la zona tectonizada de San Vicente-Lamadrid, área de fuerte complejidad tectónica, dónde la serie aptiense aflora encajada entre fracturas y cabalgamientos de bajo ángulo, existen dos mineralizaciones de Zn-Pb de morfología irregular encajadas en dolomías (indicios nº4-5). Parecen corresponder a rellenos de cavidades cársticas controladas por la fracturación N 20°-30° y la N 130°. Se observan estructuras bandeadas en la blenda.

#### **4.2.1.3.- Zona de Comillas.**

En el anticlinal de Comillas y en una zona afectada por una intensa fracturación N 110°-120° se agrupan cuatro indicios de Zn-Pb con características comunes (nº6 a 9). Encajan en calizas gargasienses dolomitizadas y tienen una morfología muy irregular, en bolsadas. Se observan planos de falla N 110° con mineralización bandeada de blenda.

#### **4.2.1.4.- Zona de Udías.**

El área de Udías comprende un amplio conjunto de indicios (nºs 10 a 35), en otros tiempos activamente explotados, relacionados por su posición estratigráfica. Las mineralizaciones se extienden en dirección de fallas asociadas al accidente de Cabezón de la Sal-Novales-Punta Calderón.

Se emplazan en las dolomías porosas ferríferas del Gargasiense-Clansayense, unidad que en esta zona se caracteriza por una subsidencia apreciable, siendo el mineral principal blenda y, en menor proporción, galena y calamina, apareciendo ésta última generalmente en áreas superficiales. Aunque algunas de ellas tienen formas muy irregulares, en otras los rellenos han sido controlados por fallas, en general de dirección N 10° a N 60° (N 100° a 140° eventualmente). En estas últimas, la dolomitización (ferrífera) está también controlada por las fallas. Las cavidades mineralizadas alcanzan un desarrollo vertical apreciable en la proximidad de las fracturas. Se observan, en los bordes de las cavidades, texturas coloformes de blenda con dolomita blanca que pueden corresponder a depósitos parietales. En Pozo Madroño, indicio nº30, se han minado bolsadas con desarrollo vertical de hasta 16 m, rellenas por bloques de dolomía cementadas por blenda y dolomita

(Mazarrasa, 1930., Barbanson, 1987).

#### **4.2.1.5.- Zona de Novales.**

El distrito de Novales comprende una serie de minas y afloramientos (nºs 36 a 47), en gran parte ya explotados y abandonados hace tiempo, y otras en las que la explotación ha seguido en forma intermitente hasta la actualidad (Grupo Minero San José, nº36, Grupo Aumento a Porvenir, nº37). Vadala (1981) aporta el dato, para 1979, de un tonelaje del orden de 620.000 Tm con una ley de 7% de Zn y 2% de Pb (Ratio Zn/Pb de 3,5). Barbanson (1987) cifra la importancia de la acumulación de metales en 150.000 Tm de Zn y 4.200 Tm de Pb. ITGE (1986) indica unos recursos de unas 250.000 Tm con 5,32% de Zn y 1,36% de Pb.

Esta agrupación de indicios se sitúa al NNE de la de Udías y en un contexto geológico análogo. Está situada sobre el anticlinal de Novales, en la zona de influencia del accidente regional de Cabezón de la Sal-Punta Calderón, que ha controlado la sedimentación urgoniana (fuerte subsidencia al W, subsidencia moderada al E), y que constituye una zona tectonizada. La potencia del Gargasiense es de unos 350 m en la zona de Novales.

Las mineralizaciones de este distrito tienen características similares, de las que pueden ser representativas las de los indicios nº 36-37, dónde las condiciones de observación son mejores. En estos indicios la morfología es predominantemente filoniana (Figura nº 11). Se observa un campo filoniano, compuesto por varios filones de dirección N 10°-30°, y eventualmente N 100°-140°, que se extiende en una corrida de unos 500 m y una anchura de unos 300m. Las estructuras mineralizadas son, en el detalle, discontinuas o arrosariadas, con potencias métricas, pudiéndose describirlas como **columnas mineralizadas**. En el sentido vertical estas columnas pueden tener unos 40 m de mineralización. Las estructuras encajan en materiales carbonatados gargasienses que están transformados en dolomías ferríferas en todo el ámbito de la mineralización. El encajante de la mineralización filoniana aparece brechificado. En el borde de los filones la mineralización adopta una disposición estratiforme penetrando estas lentejas en forma concordante con la estratificación subhorizontal (dimensiones métricas). Barbanson (1987) asocia estas mineralizaciones estratoides a rellenos de cavidades cársticas por sedimentos internos dolomíticos en los que aparece diseminada la blenda, con rellenos de huecos con dolomita blanca y blenda. En los filones la mineralización se presenta en forma de una brecha con elementos de dolomía ferrífera cementados por dolomita ferrífera blanca y sulfuros. Las texturas coloformes y los sedimentos internos son relativamente poco abundantes. La marcasita y la pirita son raras.

Este conjunto de mineralizaciones pueden considerarse como claramente epigenéticas, habiéndose formado

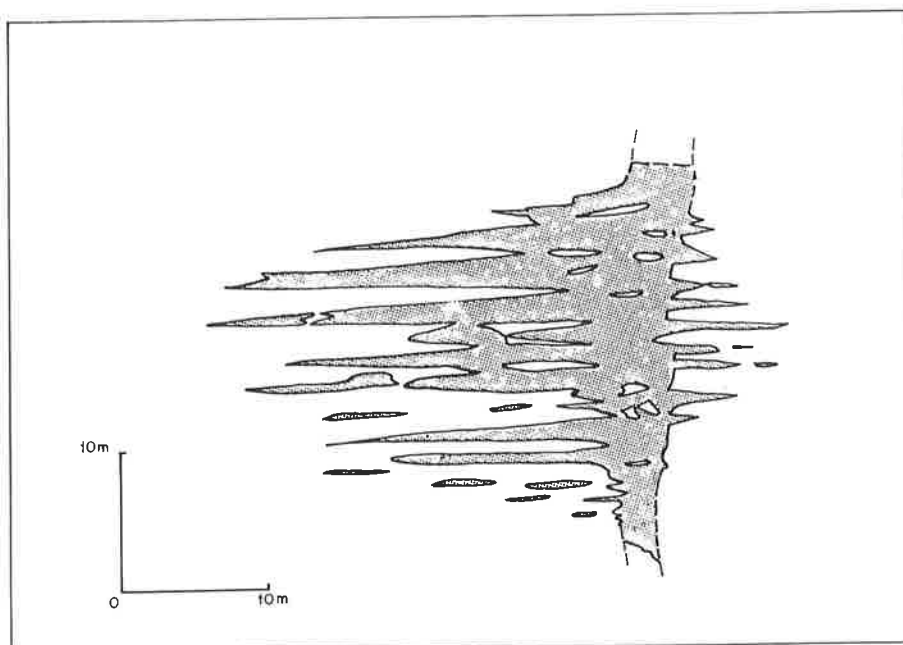


Fig. 11. Esquema del corte de un filón mineralizado de Novales (según Vadala, P. 1981).

con un control tectónico evidente. La tectónica ha actuado sin duda repetidamente, controlando la karstificación y por lo tanto la morfología de las cavidades y brechificando el encajante y agrandando huecos en fases sucesivas. Las cavidades mineralizadas pueden asociarse a filones según direcciones de fractura NNE a NE y NO-SO, apareciendo a veces las dos direcciones en una misma mineralización.

#### 4.2.1.6.- El Yacimiento de Zn-Pb-Fe de Reocín.

El depósito de Reocín (nº 54) es el yacimiento de Zn-Pb más importante de España, y uno de los más importantes de Europa.

Empezó a explotarse en 1856 extrayéndose los carbonatos de su montera de oxidación. Desde entonces ha seguido la explotación tanto a cielo abierto como en minería subterránea, según las circunstancias. En la actualidad la **producción anual**, a la que contribuyen con peso similar las dos explotaciones, es de unos **2 M Tm de todo uno** con un contenido cercano al 7% de Zn. Las **reservas geológicas** se estiman (AZSA, 1991) en 27.800.000 Tm con una ley media de 10,1% de Zn y 1,5% de Pb. Sin embargo la suma de reservas más tonelaje extraído indican un yacimiento con un tonelaje superior a 80 M de Tm o una **concentración del orden de 8 M Tm de Zn y 1.2 M Tm de Pb**.

Por ser el yacimiento tipo de Cantabria, el mejor estudiado, y constituir el objetivo tipo de exploración en este contexto geológico, se profundiza más en su descripción.

#### 4.2.1.6.1.- Entorno geológico.

El yacimiento de Reocín está situado en el flanco Sur del Sinclinal de Santillana, en la zona oriental de la Cuenca Vasco-Cantábrica, al Norte del Escudo de Cabuérniga (Fig. nº12).

En el sector del Sinclinal de Santillana los materiales más antiguos corresponden al Trias en facies Keuper que aparecen en estructuras diapíricas a las que se asocian a veces afloramientos de Lias. Una laguna estratigráfica o una discordancia erosiva explican la ausencia de Jurásico medio y superior en la zona por lo que una potente serie terrígena del Weald se dispone directamente sobre el Lias.

El **Complejo Urganiano** presente en este entorno refleja la estructuración cíclica ya mencionada a la escala de cuenca. Según Seebold et al. (1992), el Aptiense, con una potencia media de 350 m, está representado por una sedimentación rítmica o cíclica de terrígenos (areniscas y margas) y de materiales carbonatados (calizas de plataforma en el Bedouliense y calizas de plataforma y pararecificales con construcciones de tipo "mud mound" en el Gargasiense, ambas localmente dolomitizadas) que forman las dos primeras barras carbonatadas. Esta estructuración rítmica continúa en el Albiense, que comienza con un nuevo episodio terrígeno al que sigue la sedimentación de la tercera barra de calizas (con glauconita) y de la cuarta de calizas arrecificales, separadas por 20 m de terrígenos.



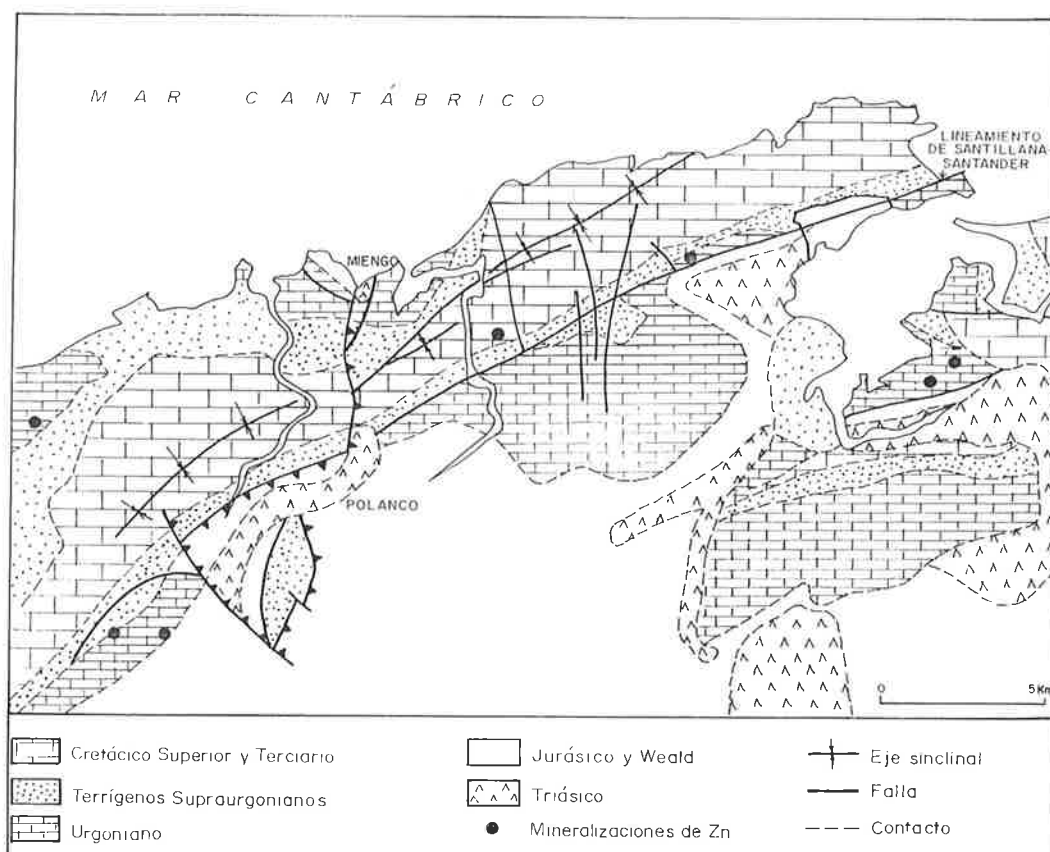


Fig. 12. Esquema geológico del sinclinal de Santillana.

El Cenomanense, que alcanza una potencia de 350 m está constituido por materiales detríticos y contiene algunas intercalaciones carbonatadas a techo. Los materiales más modernos en el Sinclinal de Santillana son los depósitos margosos de edad Turoniense-Senoniense.

La **estructura** de este sector es compleja, pues sus materiales han estado afectados por el rejuego, en varias fases, de fallas tardihercínicas del basamento, que además de controlar la sedimentación pueden determinar algunas estructuras en la cobertera. Durante la orogenia alpina se han desarrollado cabalgamientos y pliegues suaves asociados de dirección NE-SO, quizás inducida por el juego sinistral de la falla de Cabuerña, a diferencia de otras áreas de la cuenca en que tienen orientación NO-SE. El Sinclinal de Santillana es representativo de ese estilo. Los procesos halocinéticos han jugado también un papel importante al controlar la sedimentación pero también al condicionar la existencia de fallas locales y al definir superficies de despegue para las estructuras de cabalgamiento. Además de las fallas NO-SE, que ejercieron un control determinante sobre la sedimentación, hay que considerar por su importancia las NE-SO, en relación con el significativo accidente de zócalo de Santillana de la misma dirección.

#### 4.2.1.6.2.- Descripción geológica del yacimiento.

##### 4.2.1.6.2.1.- Estratigrafía

Una secuencia estratigráfica media o representativa, en el yacimiento, viene representada en la figura nº 13.

Los sedimentos más antiguos, que a nivel regional se sitúan a techo de los detríticos del Weald, son de edad Bedouliense y constituyen un paquete de unos 50-60 m, con calizas nodulosas y calizas micríticas con rudistas, orbitolínidos y corales, en su base, y calizas micríticas con rudistas, corales, y orbitolínidos a techo.

Sobre esta unidad aparecen 50 m de areniscas y margas grises y sobre éstas, un tramo de 40 m de calizas margosas grises y azuladas, con ostreidos (*Exogyra Latissima*), que constituyen la base de la dolomía mineralizada (Formación Reocín). Esta unidad de referencia, que constituye un buen nivel guía, es conocida como la **caliza margosa**.

A techo de la caliza margosa hay un potente unidad carbonatada, dolomitizada en su casi totalidad, de 150-200 m de potencia como media, que contiene, en su tercio inferior, a la mineralización. Su tramo inferior, de unos 8-10 m, es una dolomía gris, masiva, con fantasmas de orbitolinas, la **dolomía de muro**. Ocasional-

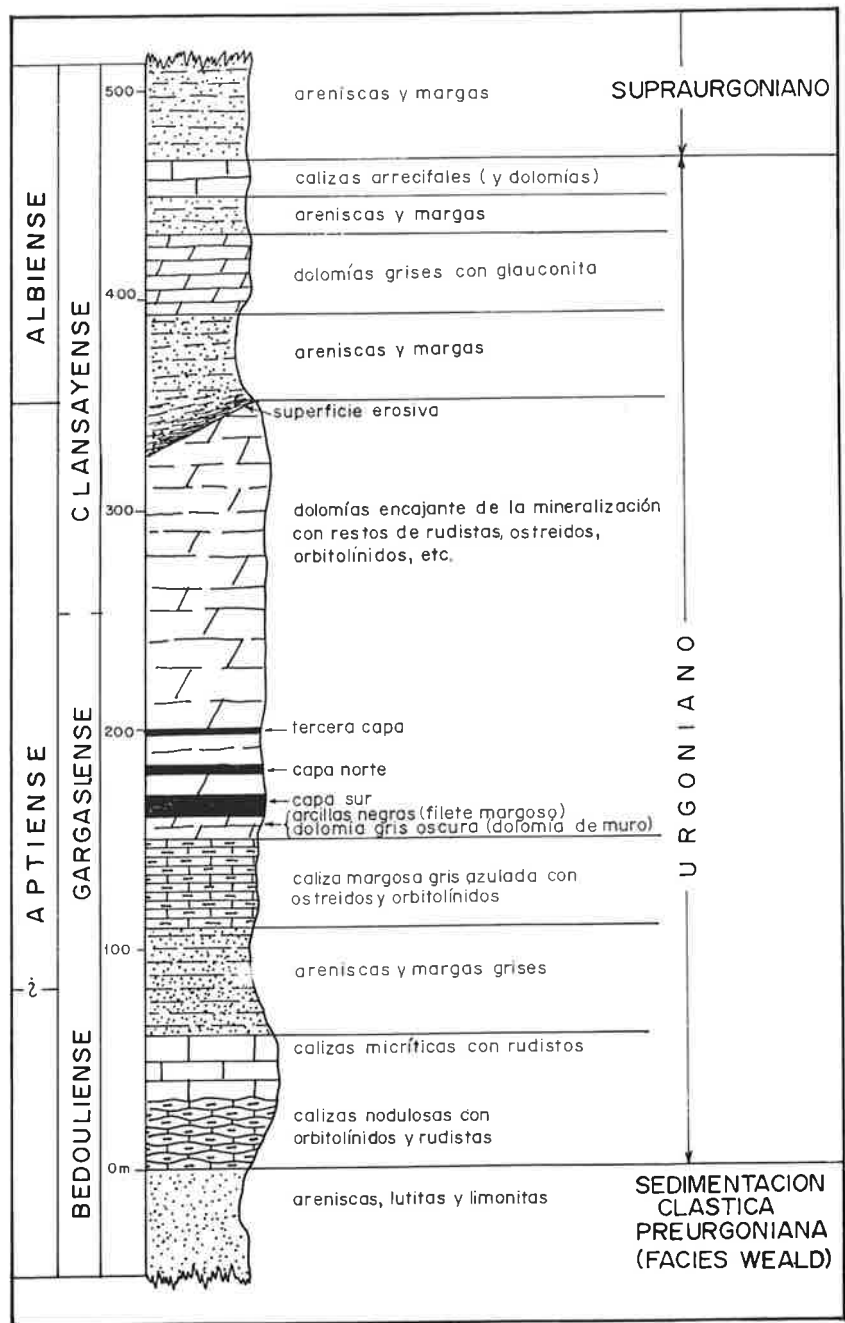


Fig. 13. Columna estratigráfica representativa del sector central del yacimiento de Reocin.

mente (bajo la Capa Sur), aparece sobre la dolomia de muro, e inmediatamente debajo de la mineralización, un fino tramo (algunos cms) de arcillas negras, llamado **filete margoso**. El grueso del paquete dolomítico gargasiense, en cuyos primeros 50 m encaja la mineralización, tiene potencias que varían entre 80 m en la parte Oeste del yacimiento y 220-250 m en la Este, y está constituido por dolomias con facies variadas, en las que se adivinan fantasmas de rudistas, orbitolinas, corales y ostreidos. Se observan dolomias derivadas de "wackestones" de medios de plataforma, de colonias de rudistas o corales con matriz micrítica y de facies arrecifales o de reef mounds. Este tramo, dolomítico en su conjunto, contiene sin embargo algunos núcleos sin dolomitizar que corresponden a materiales de menor porosidad primaria como es el caso de las partes centrales de las construcciones arrecifales.

A techo de este paquete, el tránsito Aptiense-Albiense está marcado por una **discordancia erosiva**. La emersión asociada a esta fase regresiva se manifiesta por la **karstificación** del techo del tramo carbonatado gargasiense-clansayense, y por la deposición discordante de la siguiente unidad. Esta, de 20 m de potencia consta de un paquete de areniscas en su base (10 m) y margas negras con pirita (10 m), con alguna intercalación dolomítica a techo. Sobre ella aparecen 50-60 m de dolomias con glauconita (sobre todo hacia el techo) que se pueden correlacionar con la Formación Barcenaciones. Finalmente, a techo de esta última unidad se sitúa un paquete de areniscas y margas, con dolomias coralígenas a techo (20 m).

Como conclusión cabe destacar que por encima de la caliza margosa existe una secuencia Aptiense-Albiense de 400-450 m en la que los tramos carbonatados están sistemáticamente y casi totalmente dolomitizados. La

distribución de la dolomitización es análoga a todos los niveles, desapareciendo ésta a 2 kms del yacimiento.

#### 4.2.1.6.2.2.- Medio estructural.

El yacimiento se encuentra en el flanco SE del Sinclinal de Santillana, cuyo plano axial es de dirección N 57° en el yacimiento y paralelo al lineamento o zona fallada de Santillana (Fig. nº 14). El buzamiento medio de las capas en el entorno de la mineralización es de 23° al NO.

Existen en el yacimiento, o su entorno inmediato, diversas fracturas o fallas que han jugado un papel importante en la configuración del yacimiento, ya sea controlando su formación, ya sea modificándole o afectándole posteriormente. La fracturación parece ser más densa, como señala Vadala, (1981) en la mitad Este del criadero (Barrendera y Flexión).

Entre estas fallas destacan :

- Fracturas N 60°, relacionadas con el lineamento de Santillana, que se manifiesta asimismo como alineación diapírica, y que parecen ejercer un control sobre la sedimentación urgoniana.

- Fracturas N 110°-120°, que parecen controlar y canalizar en parte la dolomitización ferrífera, que alcanza mayor desarrollo vertical en su proximidad. Controlan asimismo los contenidos en Pb-Zn (Seebold et al., 1992), teniendo las zonas más ricas estas orientaciones. Posteriormente se producen en ellas fenómenos de removilización. Actúan como fallas normales con hundimiento del bloque oriental (Falla de Torrelavega, que hace desaparecer el Urgoniano al E).

- Fallas N 10°-20°. Son más escasas y no tienen gran incidencia.

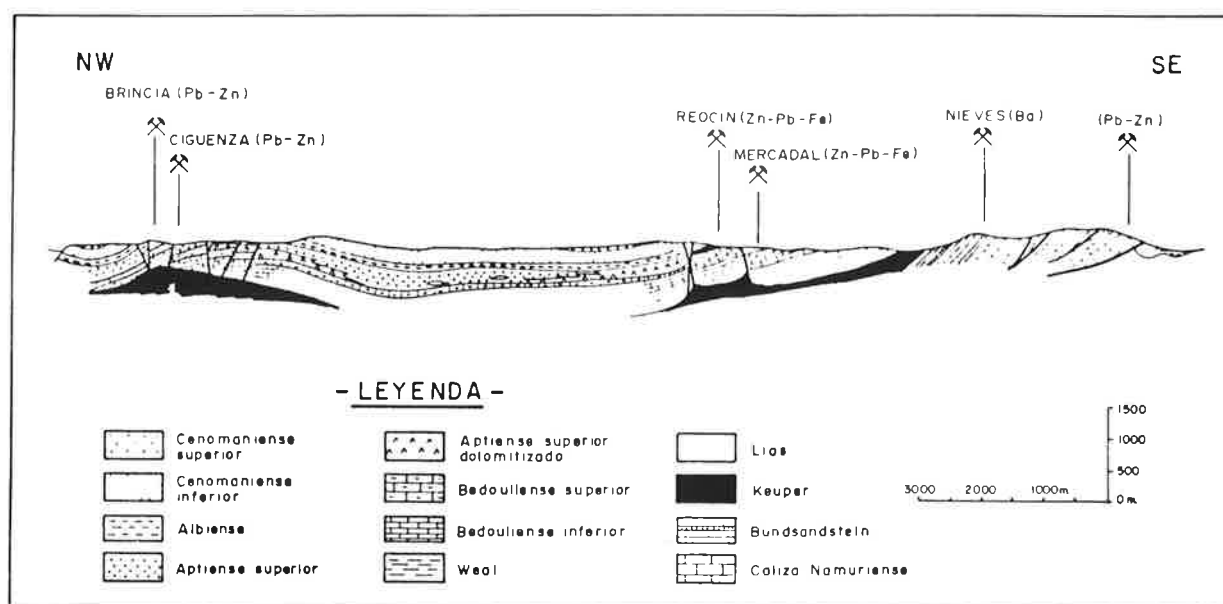


Fig. 14. CORTE DEL SINCLINAL (Vadala et al, 1981)

#### 4.2.1.6.2.3.- Morfología de la mineralización.

El yacimiento de Reocín que, aunque conteniendo zonas o cuerpos de diferentes tipos y con diversas morfologías, puede considerarse en su conjunto o en su mayor parte como **estratiforme**, se extiende en una longitud aproximada de 3.500 m según la dirección N 60°-70° y en 800 m según la pendiente (23° al NO), ocupando una superficie de cerca de 3 Km<sup>2</sup>. La potencia de la mineralización varía entre 2 y 40 m según sectores y está encajada siempre en el tercio inferior de la dolomía Aptiense, aún cuando pueden encontrarse indicios de mineralización en barras carbonatadas superiores. Pueden considerarse dentro del yacimiento de Reocín cuatro sectores de Oeste a Este (figura nº 15) :

-**Zona Oeste** : en ella la mineralización se expresa en una capa, la **Capa Sur**, con una longitud de unos 2000 m y una anchura según el buzamiento de 800 m, y con una potencia que oscila entre los 2 y 6 m. Su morfología es estratiforme y se dispone directamente sobre la dolomía de muro. El contacto está marcado por la aparición de una fina salbanda llamada filete margoso. La

mineralización de esfalerita es masiva, con **estructura mayoritariamente bandeada o laminada**, y muestra interrupciones locales en reef mounds o brechas arrecifales. Se observan estructuras de deformación sinsedimentaria como slumps y figuras de carga.

La ley media en Zn de la Capa Sur varía entre 12% y 25% y la relación blenda/galena es de 8/1 (Seebold et al., 1992), constituyendo la zona más rica del yacimiento. En esta zona el paquete gargasiense se encuentra adelgazado (80 m) y está poco afectado por la tectónica.

-**Zona Centro**, que comprende el afloramiento oxidado explotado inicialmente en la mina, y sobre la cual prosigue la explotación a cielo abierto. Se encuentran aquí cuatro capas mineralizadas, separadas por dolomías biostrómicas, denominadas, de muro a techo, Capa Sur (continuación de la mineralización anterior), Capa Norte (4-6 m de potencia), Tercera Capa (1-6 m) y Cuarta Capa. De abajo hacia arriba las capas mineralizadas tienen cada vez menos desarrollo y son menos ricas y continuas por la presencia de esterilidades. Todas estas

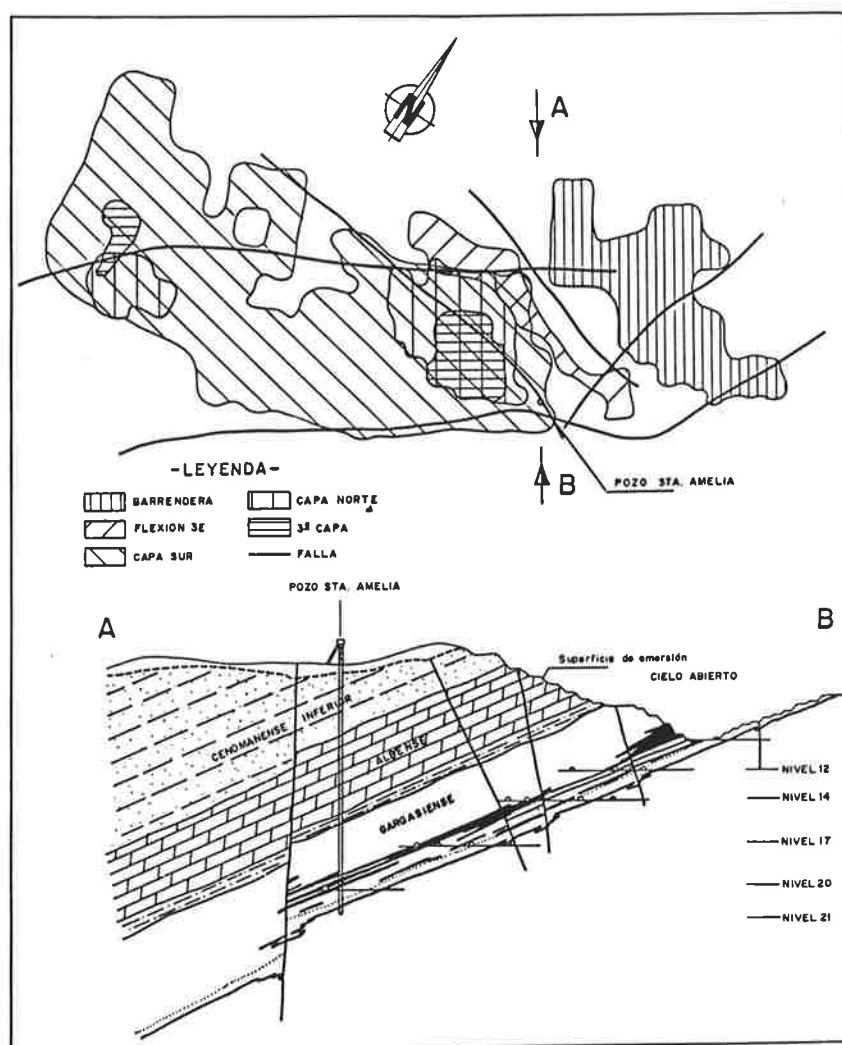


Fig. 15. PLANTA Y SECCION TRANSVERSAL DE LAS MINERALIZACIONES DE REOCIN (Fuente AZSA)

mineralizaciones estratiformes están contenidas en los 50 m inferiores del paquete dolomítico gargasiense, que en esta zona alcanza 120-140 m de potencia. Esta mineralización está limitada al Este por una falla de dirección N 100°-110° (Falla E2) que delimita el borde O de un arrecife estéril. Está más afectada por la tectónica que la zona Oeste. Existen fallas del mismo sistema N 100°-110°, que como la N10 (Seebold et al., 1992), mineralizan la dolomía entre capas, desarrollando lentejones de unas decenas de metros. Estas fallas, que parecen de edad pre-Albiense, pueden haber jugado un papel importante tanto en la mineralización (bandas ricas en esta dirección, mineralización en las propias fallas) como en la dolomitización.

**-Flexión 3E:** es la mayor y más representativa de un tipo de mineralización que se caracteriza por presentarse, a gran escala, de forma discordante con respecto a la estratigrafía. Difiere de las anteriores tanto por su geometría como por su estructura y litología.

Aparece en el límite E de la zona centro y se dispone según una dirección N 100°-110°. Su morfología es bastante irregular siendo muy variables su anchura y potencia. Se extiende a lo largo de 1000 m (N 100°). Su potencia media es de 20 m y su anchura de 45 m. Se presenta a unos 15m de la dolomía de muro. En esta zona, la dolomía gargasiense contiene diversos lentejones mineralizados discontinuos e irregulares, de dimensiones métricas en general, aunque pueden variar entre decamétricas y centimétricas. La presencia de huecos similares, parcialmente rellenos, en la dolomía permite suponer que estos lentejones son cavidades kársticas rellenas por sedimentación clástica interna (arenas, laminaciones de margas y lutitas negras con sulfuros, bloques o fragmentos de dolomía caídos del techo de la cavidad, figuras nº 16-1 y 16-2). La mineralización, esfalerita esencialmente, aparece en diversas formas dentro de los lentejones: en finas laminaciones dentro del sedimento margoso, como nódulos o pisolitos desarrollados en el sedimento, como crecimientos botroidales y costras tapizando fragmentos o bloques de dolomía o paredes de cavidades, o como fragmentos o intraclastos de los anteriores en el sedimento. La estructura interna de estos lentejones es muy variable, variando mucho las proporciones de sus componentes estructurales. Las más ricas desde el punto de vista minero suelen ser las que contienen poco sedimento interno fino y en las que los sulfuros cementan clastos de dolomía o brechas dolomíticas.

**- Barrendera (zona Este):** con características litológicas y mineralógicas distintas a las del resto del yacimiento, aunque presenta algunos rasgos comunes con la mineralización de la Flexión 3E. La serie litológica local (dolomías de distintas facies, con predominio de brechas de borde de arrecife) es distinta a la presente en las otras zonas. Este sector de la mineralización es el más oriental, y tiene, en conjunto una dirección N 110°, al estar limitado al E y O por arrecifes estériles de esta

dirección (Seebold et al., 1992). Coincidiendo con la zona que separa la Flexión 3E y Barrendera (límite E de ésta), existe una falla de dirección N 110°, la E2, que ha controlado posiblemente la sedimentación. En Barrendera, la potencia del paquete gargasiense aumenta sensiblemente alcanzando 240 m en su extremo oriental, reflejo de una rápida subsidencia.

La mineralización se sitúa unos 20 m por encima de la dolomía de muro, y la potencia máxima del conjunto mineralizado es de unos 45 a 60 m con un máximo de 150 m. Consta de una serie de abundantes lentejones, de dimensiones y formas variables, paralelos a la estratificación, apilados a diferentes niveles, y separados por dolomía oquerosa. Entre los lentejones, la dolomía está atravesada por venillas y filoncillos con relleno de ankerita y sulfuros, blenda y pirita mayoritariamente (Barbanson, 1987). Estos no cortan a los lentejones de mineral.

La estructura interna de los cuerpos mineralizados es compleja. Algunos de ellos, en general los de los niveles más inferiores, están total o casi totalmente formados por blenda masiva laminada, a menudo con rasgos de deformaciones sinsedimentarias. Los de los niveles superiores muestran más estructuras brechoides, con fragmentos o clastos de dolomía oquerosa, ankerita, de esfalerita laminada, cementados por esfalerita coloforme o botroidal, dolomita blanca o incluso calcita tardía. En éstos, la pirita es más abundante. Muchos lentejones muestran caracteres mixtos, apareciendo entonces siempre las estructuras laminadas en la base de los lentejones.

#### 4.2.1.6.2.4.- La dolomitización.

En el yacimiento de Reocín, como en todas las mineralizaciones de Zn-Pb encajadas en los materiales carbonatados urgonianos de la Cuenca Vasco-Cantábrica, existe una estrecha relación entre mineralización y procesos de dolomitización: la casi totalidad de ellas se albergan en dolomías. Sin embargo, y ello se ve bien en el yacimiento de Reocín, los procesos de dolomitización son complejos, plurifásicos y plurifaciales, y sus relaciones con el proceso mineralizador no siempre están establecidas.

En el yacimiento de Reocín y su entorno inmediato, han sido dolomitizados todos los tramos carbonatados del Aptiense, del Albiense, e incluso, localmente, los del Cenomaniense inferior. Este rasgo se manifiesta en un entorno de unos 2 Kms al rededor del yacimiento.

Al menos tres fases de dolomitización han afectado a los materiales carbonatados urgonianos:

**- La primera fase de dolomitización**, o dolomitización "regional", con desarrollo marcadamente estratiforme, está controlada por la estratificación. Su desarrollo horizontal supera ampliamente al horizontal. En la base de las unidades dolomitizadas, el contacto entre dolo-

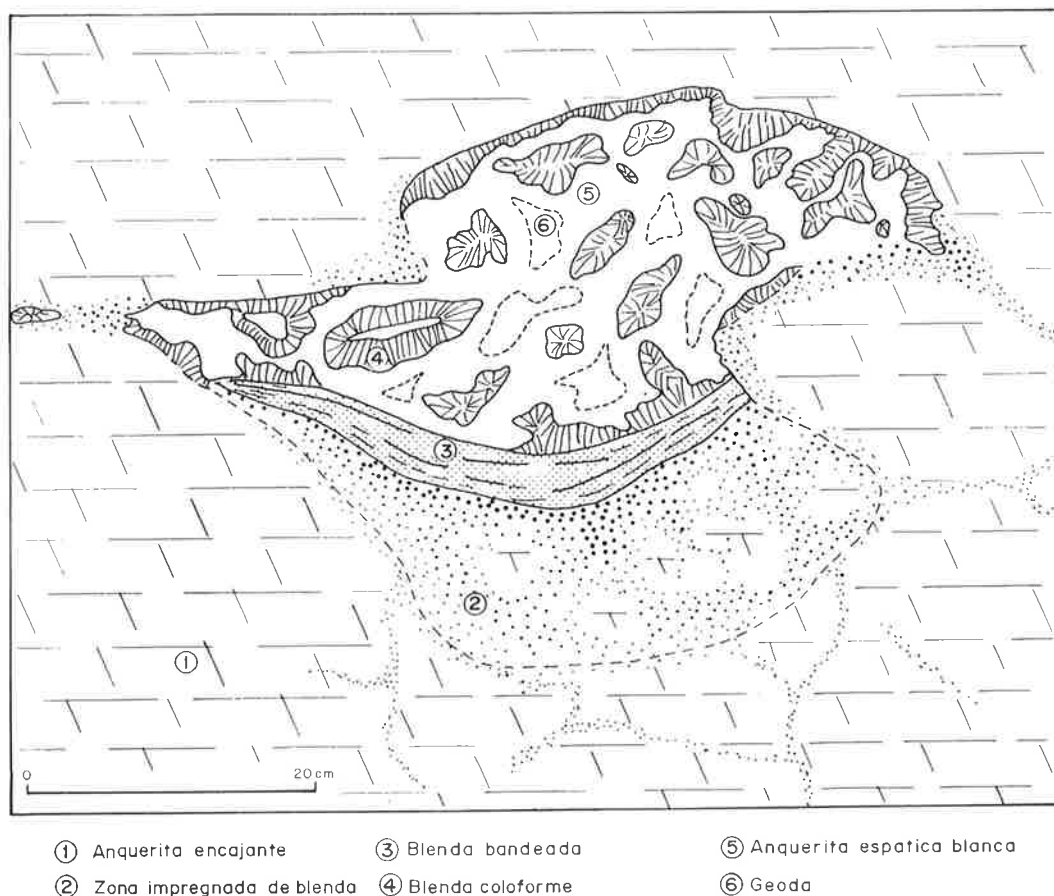


Fig. 16-1. Cavity decimétrica de disolución en la cantera, según Vadala , 1982

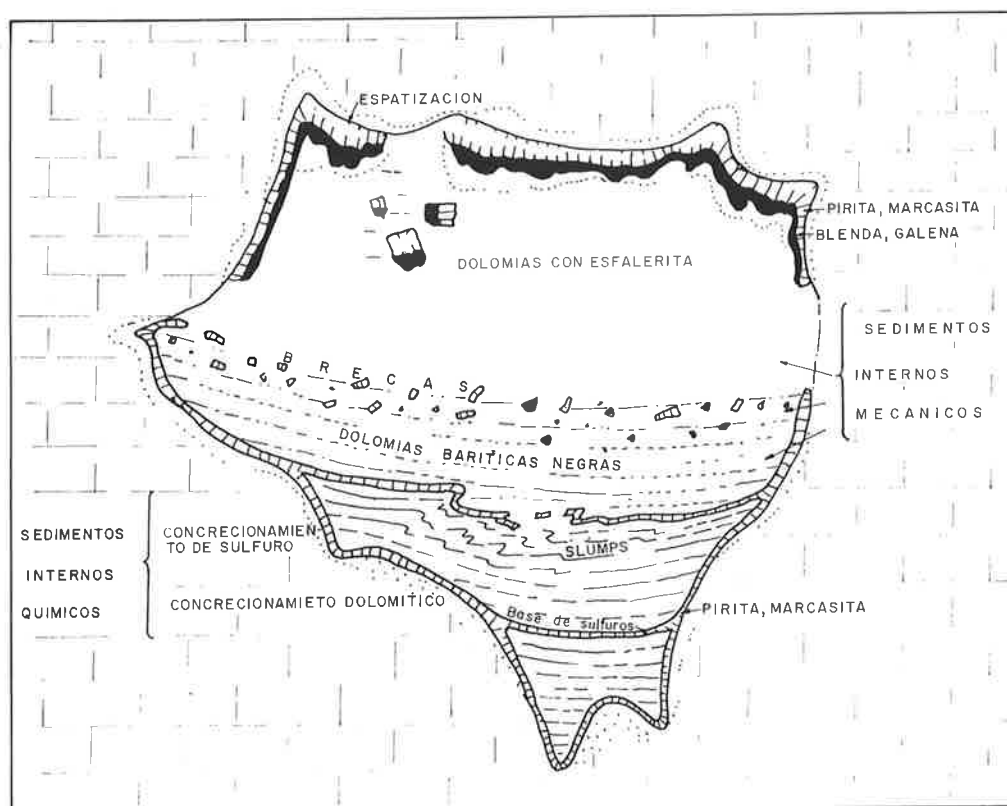


Fig. 16-2. Esquema ilustrando las modalidades de relleno de una cavidad cárstica ideal. (LAGNY, 1979)

mias y calizas es brusco y coincidente con planos de estratificación, mientras que a techo el límite es más difuso y lateralmente muy irregular. Este proceso, que conserva las estructuras y los fósiles, es el que afecta a la caliza margosa transformándola en la dolomía de muro. Esta primera fase de dolomitización regional, probablemente diagenética temprana, podría haberse producido según el modelo de mezcla de aguas salobres y dulces, dada la situación de Reocín en un paleorelieve y la evidencia de una emersión al final del Aptiense (Vadala, 1981). En contraposición con la fase siguiente, se caracteriza por una elevada relación Mg/Fe (Dolomita no ferrosa).

- **La segunda fase de dolomitización** tiene un alcance más restringido y es secante con respecto al desarrollo estratográfico de la anterior. Su desarrollo vertical puede ser tan importante como el horizontal. Parece estar controlada, a gran escala por fallas (N 110°), más que por planos de estratificación.

La dolomía "regional" es remplazada por una dolomía más ferrífera, constituida por dolomita ferrosa (ferrodolomita a ankerita). En este proceso se disuelven y desaparecen los fósiles, adquiriendo en zonas la dolomía ferrosa resultante un aspecto oqueroso y, como consecuencia, una mayor porosidad secundaria. Esta dolomitización respeta a los constructores arrecifales (biohermos) que, como se ha señalado, constituyen esterilidades en el yacimiento.

En Reocín, la ankeritización afecta a los niveles carbonatados de la serie aptiense, de la albiense e incluso del Cenomaniense inferior (Fig. nº 17). Como señala Vadala (1981), la presencia de ankerita por encima de la paleosuperficie aptiense indica que este proceso sería posterior a la emersión correspondiente mientras que la dolomitización regional sería sincrónica con ella. Ello podría también explicarse por la existencia de varios pulsos en el proceso, independientemente de su origen, como parece apoyar el hecho de que se observen, en Barrendera o en la Flexión, bloques de dolomía ferrosa cementados por dolomita ferrosa o ankerita.

- Una tercera fase de dolomitización se presenta con un desarrollo mucho más localizado. La dolomita (dolomita blanca) no es ferrosa, y aparece rellenando huecos y pequeñas fisuras.

#### 4.2.1.6.2.5.- Aspectos mineralógicos y geoquímicos.

Los minerales primarios que constituyen la paragénesis son: blenda (predominante), galena, pirita, marcasita, melnikovita, wurtzita, ankerita, dolomita y calcita. Una peculiaridad de este yacimiento con respecto a otras mineralizaciones del entorno (las situadas al Oeste de ella) es la abundancia de pirita y marcasita.

La **blenda** es el mineral más abundante de la mineralización (relación media blenda/galena = 8) y se presenta de diversas formas, correspondiendo tanto a depó-

sitos de precipitación química como de carácter mecánico.

- Depósitos de carácter químico:

- Blenda masiva.

- Blenda laminada o bandeada (Schalenblende), en finas alternancias de blenda clara y oscura (según su contenido en hierro), con estructuras de deformación sinsedimentaria. Fundamentalmente en las capas de la zona Oeste y Centro del yacimiento.

- Blenda coloforme: depósitos rítmicos de blenda que recubren los elementos bréichicos y las fisuras abiertas, con textura microcoloforme generalmente, constituyendo una sucesión de bandas de blenda de crecimiento centrífugo. En inclusiones puede hallarse presente galena esquelética o intersticial radial.

- Blenda de sustitución o remplazamiento, que impregna localmente a la roca ankeritizada. Los fenómenos de remplazamiento, aunque no son extensivos sí son significativos.

- Depósitos de carácter mecánico:

- Rellenando antiguas cavidades de disolución, total o parcialmente, pueden encontrarse depósitos de ankeritas blendosas, finamente estratificadas, con granoclasificación y estructuras de deformación sinsedimentaria. Otras veces el relleno es de arcillas, con o sin mineral, constituidas por illita, caolinita y cuarzo detrítico.

- Depósitos mixtos:

- Al Oeste de la mina se observa la asociación de depósitos mecánicos y químicos en una facies mixta que podría haber adquirido sus características durante la sedimentación y la diagénesis del mineral.

La **Galena** se encuentra asociada a la blenda, en texturas esqueléticas o en espina de pescado en el núcleo de estructuras botrioidales o coloformes. Suele ser más abundante y masiva en la proximidad de fracturas. La **marcasita**, en agregados fibroradiados o en cresta de gallo, es común, y se concentra en zonas de fractura o en las partes superiores de los cuerpos mineralizados.

La **ganga** que acompaña a los minerales metálicos está constituida mayoritariamente por dolomita (ferrosa y no ferrosa), y calcita tardía, con hábito en diente de perro, rellenando tardíamente fisuras y cavidades.

Como señala Barbanson (1987), la secuencia paragenética puede descomponerse en dos estadios:

- un estadio precoz con blenda y galena, en el cual el hierro se localiza en el carbonato (dolomita ferrosa) y la blenda.

- un estadio más tardío con dolomita, en el cual el hierro



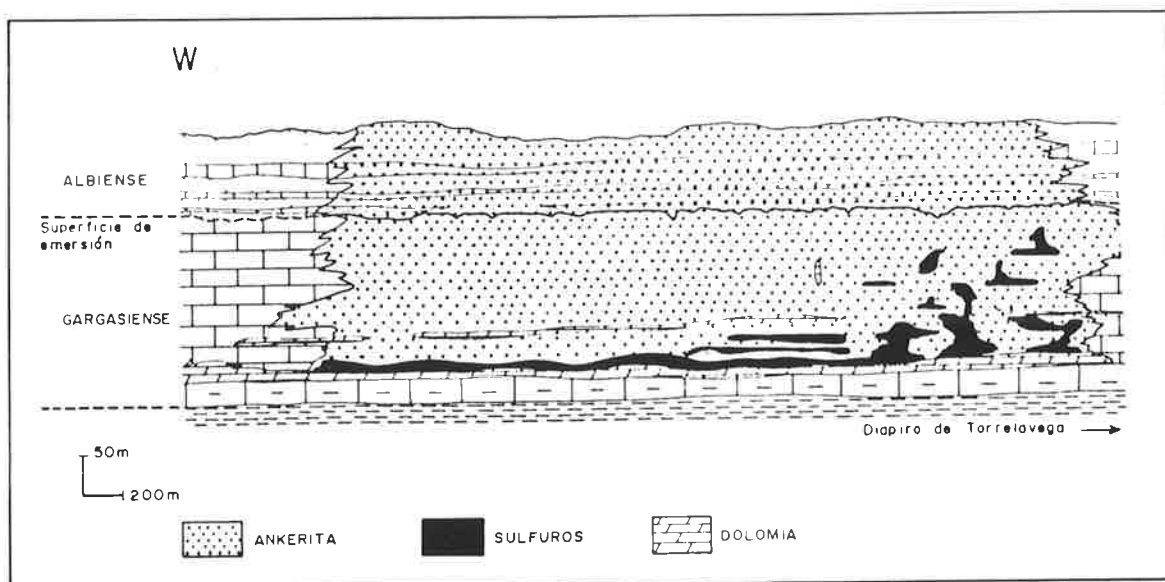


Fig. 17. ESQUEMA ACTUAL DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA ANKERITA Y MINERALIZACIÓN DE REOCÍN EN SECCIÓN VERTICAL (Vadala et al, 1981)

se manifiesta en la marcasita.

En las zonas más superficiales se encuentran **minerales supergénicos**, derivados de los primarios, cuya concentración fué el primer motivo de explotación en el siglo pasado.

Los más frecuentes son la smithsonita, goethita, lepidocrocita, hemimorfita, cerusita, melanterita, habiendo sido citados también hidrocincita, cincita, epsomita y yeso.

Desde el punto de vista geoquímico, además de los elementos mayoritarios, **C, Mg, Ca, Fe, Zn, Pb**, un análisis medio de la mineralización en conjunto muestra los siguientes contenidos (en ppm) en elementos traza (Seebold et al., 1992):

Mn	792	Cd	208
Co	24	In	37
Ni	35	Sn	2,6
Cu	3.6	Sb	5,8
As	406	Ba	0
Mo	19	Hg	0
Ag	0.9	Tl	0
Bi	0		

Destacan los significativos contenidos en Cd e In, y los muy bajos (no se detectan) en Hg, Ba, Tl, Ag y Bi.

Un análisis medio (elementos traza) de la blenda es el siguiente (Seebold et al., 1992):

Mn	320 ppm	Ag	5 ppm
Cd	650 "	Cu	50 "
Hg	0 "	Ge	53 "

El contenido de hierro en la blenda es muy variable, oscilando entre 0.5% y 10% (Vadala, 1981).

La relación Zn/Pb, que para el conjunto del yacimiento tiene un valor medio de 6.75/1 varía, sin embargo, sensiblemente según los sectores del yacimiento (Vadala, 1981). En el sector Oeste, la capa Sur tiene Zn/Pb = 3.85 enriqueciéndose en Pb hacia su terminación occidental donde el mineral predominante es la galena. En el sector Centro, las tres capas, capa Sur, capa Norte y Tercera capa tienen respectivamente ratios Zn/Pb de 14, 10 y 4.5, observándose la misma evolución hacia el Oeste dentro del sector. En el sector Este, el ratio es de 10. Parece pues observarse un enriquecimiento en Pb de las mineralizaciones hacia el Oeste.

#### 4.2.1.6.2.6.- Génesis

Las características de los yacimientos de zinc-plomo presentes en el área de Comillas-Reocín, así como la importancia de las mineralizaciones hacen que, a lo largo del tiempo, se hayan planteado diversas teorías acerca de la génesis de las mineralizaciones. La peculiaridad y las especiales condiciones de la mina de Reocín hacen que la práctica totalidad de los estudios se refieran a dicho yacimiento. Clásicamente se admitía un origen hidrotermal para la mineralización, tanto para la primaria de sulfuros como para las monteras de carbonatos procedentes de la alteración supergénica de aquéllos. Es a partir de 1960 cuando se reactiva la investigación sobre la génesis de estos yacimientos, con los trabajos de MONSEUR (1961, 65, 67). Para este autor existen diferentes elementos a favor o en contra de las distintas posibilidades genéticas, aunque se decanta por un origen sedimentario para Reocín y las mineralizaciones de la región.



En 1980, Sanchez retoma la idea del singenetismo y establece una hipótesis en la cual durante el Gargasiense, e incluso algo antes, se iniciaron una serie de movimientos isostáticos que afectaron también a la cobertera, tal vez amortiguados o acelerados por una especie de pseudoisostasia producido por los terrenos plásticos del Keuper. Esto se traducía en que el banco arrecifal gargasiense habría sufrido fenómenos de subsidencia, que se manifestaban por una serie de flexiones que condicionaban la creación de cuencas parciales enmarcadas por pequeñas fallas complejas; estas pequeñas cuencas flexadas tenían una anchura de 20 a 50 m. y se alargaban en rosario, a veces en miles de metros. El azufre, necesario para la formación de sulfuros, procedería de la reducción de sulfatos dentro de la cuenca o bien de aguas sulfúricas procedentes del Keuper-Jurásico, en tanto que el Zn, Pb, Fe y elementos menores podrían proceder de la meteorización de las rocas del entorno.

Vadala et al. (1981), basándose en la hipótesis sugerida en 1979 por él mismo, establecen un modelo genético basado en la integración de factores y elementos de observación. En el plano petrográfico, la mayor parte de las microtexturas observadas sugiere la intervención de factores sedimentarios; por comparación con otras zonas, se constata que estos caracteres son los de una sedimentación subterránea, que se inscribe en el esquema de circulaciones paleokársticas. Así, en la zona de Barrendera, los fenómenos de fracturación, de hundimiento, de disolución y de depósito se suceden de manera repetida.

Tanto la textura del mineral como la presencia local de bloques caídos del techo en el sedimento mineralizado, con litificación, no permiten contemplar la hipótesis de un depósito superficial. El problema de la estabilidad mecánica, en el momento de su formación, de tales cavidades de relleno estratiforme queda planteado, pudiendo suponerse sistemas de funcionamiento diferentes de los de los karsts conocidos actualmente (disolución y relleno prácticamente contemporáneos o incluso sobrepresiones locales en las soluciones).

Bajo el aspecto paleogeográfico, estos autores han mostrado la existencia en Reocín, y a escala regional, de una paleosuperficie, con frecuentes procesos de erosión, de edad Aptiense superior a Albiense inferior, lo que incita a clasificar el yacimiento como **formado bajo discordancia**. Esta emersión puede interpretarse, a escala local, como un reflejo de los movimientos diapíricos, pudiendo relacionarse con ella la formación del paleokarst en que se emplaza la mineralización. De hecho, la mineralización se ha emplazado probablemente en el Albiense, a muy baja temperatura.

En un plano más general, se sugiere que el diapirismo ha jugado un papel importante en el emplazamiento y la historia de estos yacimientos. En esta perspectiva, incluso si la posición actual del diapiro de Torrelavega es

diferente de la que ocupaba en el Albiense, se debe señalar la evolución de Este a Oeste de las características de las cavidades mineralizadas según su distanciamiento con relación al diapiro.

En lo que respecta al mecanismo de depósito de la mineralización, en el estado actual de conocimiento, la hipótesis de mezcla de salmueras metalíferas y sulfatadas de origen profundo con infiltraciones superficiales ricas en materia orgánica parece la más satisfactoria. El posible origen de las soluciones mineralizantes y de metales podría hallarse en las salmueras asociadas al Keuper diapírico.

BUSTILLO (1984) realiza un estudio textural de las mineralizaciones, llegando a hacer similares consideraciones a las establecidas en 1979 y posteriormente ratificadas por VADALA et al. en 1981. Del estudio de la diferentes texturas descritas concluye:

- Se puede considerar que la precipitación de la mena tuvo lugar en espacios abiertos. Esta afirmación se respalda en observaciones a gran escala que indican que la mineralización se dispone a favor de grandes huecos y asociada, en general, a una importante porosidad.
- Las soluciones a partir de las cuales precipitaron las mineralizaciones probablemente fueron coloidales o metacoloidales.
- La secuencia paragenética para la mineralización primaria sería: dolomita encajante-blenda-pirita marcasita-dolomita blanca. Esta secuencia puede verse complicada por procesos ulteriores (recristalización, removilización) que acarreen una reordenación mineral.
- Las texturas presentes son semejantes a las observadas en los yacimientos tipo "Mississippi Valley", aún existiendo importantes diferencias entre unas y otras.

La discusión sobre la génesis del yacimiento de Reocín (con sus implicaciones a escala regional) se ha centrado en la polémica singenetismo-epigenetismo. En el amplio espectro que cubre el **tipo "mineralizaciones de Zn-Pb encajadas en rocas carbonatadas"** (Limestone-Lead-Zinc association de Stanton, 1972) se reconocen dos polos, las mineralizaciones del tipo sedimentario exhalativo o Sedex y las del tipo Mississippi Valley. La descripción y análisis comparativo de sus modelos, en estudios recientes de Sangster (1990) y de Lydon (1990), lleva a la conclusión de que existen muchos solapes y convergencias de sus características principales, lo que hace a menudo difícil identificar a una mineralización como de uno u otro tipo. Así, las dimensiones y leyes, los ratios Zn/Pb, la mineralogía, la signatura geoquímica, la signatura isotópica, las características de los fluidos mineralizadores, muestran muchas similitudes, lo que les invalida, en general, como criterios útiles. Según Lydon, las mayores diferencias se hallarían en sus parámetros físicos como morfología,

texturas y medio geológico. Las mineralizaciones de tipo M.V. presentan normalmente texturas de remplazamiento o de relleno de huecos o espacios abiertos, mientras que las de tipo sedex muestran estructuras y texturas propias de la sedimentación (y texturas de remplazamiento en litologías favorables cuando los fluidos no alcanzan la cuenca). En cuanto al medio, las mineralizaciones de tipo singenético (sedex) se ubicarían preferentemente en bordes de cuenca, en medios de talud, mientras que los del tipo M.V. (s.l.) se localizarían en medios de plataforma. Sin embargo, Sangster señala que existe un amplio solape en los medios geológicos de estos dos tipos, y que en algunos distritos pueden presentarse a poca distancia yacimientos representativos de ambos.

La magnitud del yacimiento de Reocín, su heterogeneidad y complejidad, dificultan una síntesis coherente de los datos para establecer hipótesis genéticas. Así, se han sucedido interpretaciones que se apoyan preferentemente en determinados rasgos o zonas del yacimiento pero que no lo explican en su totalidad.

En la actualidad, algunas de las observaciones sobre la estructura del yacimiento y su medio, que pueden servir de base para una interpretación global, son las siguientes:

- Está demostrada la existencia de una discordancia supra-aptiense en relación con una fase de emersión y de karstificación, con desarrollo de cavidades de disolución interconectadas en mayor o menor medida. Se trata de **un yacimiento bajo discordancia**.

- La mineralización tiene un control litológico. Está albergada por dolomías, siendo mucho más estrecha la relación con las dolomías ankeríticas que forman su envolvente más próxima. La ankeritización, cuyo desarrollo es vertical y controlado por fallas, es, al menos en su fase inicial y en lo que respecta a la parte oriental del yacimiento, anterior a la mineralización (bloques de dolomía ankerítica cementados por blenda). La mineralización no afecta a los biohermos arrecifales (esterilidades) que tampoco han sido dolomitizados.

- Existe una importante subsidencia diferencial en el yacimiento durante la sedimentación aptiense probablemente debida a la halocinesis diapírica que se manifiesta en el rejuego sinsedimentario de fallas. Así, la potencia de la barra Gargasiense portadora de la mineralización varía desde 80 m, en el sector Oeste, a 120-140 m en la Flexión y a 240 m en el sector de Barrendera. Como señalan Seebold et al. (1992), el stock metal contenido en cada área es muy similar lo que indicaría una relación entre la subsidencia de la cuenca y el aporte mineral. Asimismo se observa un aumento de la actividad tectónica, con mayor papel de las fallas, de Oeste a Este.

- Hay un marcado control estructural, sobre todo de las fallas de dirección N 110°, tanto en la mineralización como en la dolomitización ankerítica. Las direcciones de enriquecimiento coinciden con esta dirección, que asimismo parece separar sectores con distinta morfología y ejercer un control sinsedimentario.

- La mineralización en la mitad O del yacimiento es estratiforme. Tiene estructura bandeada y presenta rasgos de deformación sinsedimentaria (slumpings, estructuras de colapso, de carga).

- En la mitad E del yacimiento se observan rasgos inequívocos de **relleno de cavidades**. La blenda aparece con texturas coloformes, en costras tapizando bloques caídos de dolomía o como costras parietales de las propias cavidades. También se presenta como parte de la sedimentación interna en los huecos, en estructuras bandeadas con sedimentos autóctonos o alóctonos (arenas, materia orgánica). El origen de las cavidades puede ser kárstico, habida cuenta de la **emersión y karstificación post-Aptiense**. Sin embargo, la existencia de cavidades casi en la base del paquete Gargasiense y la presencia de bloques o fragmentos dolomitizados en ellas sugiere que en la creación de algunas de ellas o su mayor desarrollo ha jugado un papel importante el propio proceso de dolomitización ferrífera. Esta se traduce en una disminución de volumen y en un gran aumento de porosidad por creación de huecos en los que podrían, incluso, formarse brechas de colapso. La porosidad así creada ha podido, a su vez, favorecer el avance de la karstificación cuando las condiciones paleogeográficas lo han permitido.

Estos rasgos llevan a considerar que uno de los principales problemas lo constituye la mineralización en capas o estratiforme de la mitad occidental. Parece evidente su carácter estratiforme y sedimentario, aunque ello no excluye la posibilidad de una sedimentación interna cárstica (Vadala, 1981). Se pone en entredicho (Barbanson, 1987) la posibilidad de huecos kársticos de la morfología y dimensiones de la capa Sur, aún cuando se apele a mecanismos simultáneos de creación de cavidad y de relleno.

- La edad de la mineralización, así como la de la dolomitización asociada son difíciles de establecer con precisión, sobre todo teniendo en cuenta que los procesos involucrados han actuado muy posiblemente en varios pulsos o fases. La edad de los materiales afectados por las fallas a través de las cuales se han verificado los aportes de fluidos responsables de la dolomitización ferrífera y de la mineralización (hasta Albiense Superior e incluso Cenomaniense Inferior), y los últimos vestigios de éstas, hacen suponer que el proceso mineralizador tuvo lugar, o al menos duró hasta finales del Albiense.

Los rasgos analizados conducen a pensar (Seebold et al., 1992) en la existencia de procesos superpuestos con mayor o menor desarrollo según zonas, en los que una primera etapa de mineralización controlada por aportes de fluidos por fallas y por la propia sedimentación, sería seguida por una karstificación y una redistribución de la mineralización.

#### **4.2.1.7.- Zona entre el Río Saja y el accidente de Río Miera.**

Al E del Río Saja se pierde la alta densidad de mineralizaciones y únicamente se presentan éstas de forma aislada.

En Puente Arce, al NE de Reocín, y situada sobre el accidente lineamentario de Santillana-Santander, delimitado por una alineación diapírica, se encuentra una mineralización (indicio nº 51) estratiforme emplazada a techo de las dolomías aptienses. Fue explotada para el aprovechamiento de la chirtera (Fe) desarrollada en superficie por la oxidación supergénica. La presencia de calamina en las antiguas explotaciones de hierro de la montera impulsó la búsqueda de la mineralización primaria, que podía observarse en uno de los frentes de la corta.

La mena está constituida principalmente por marcasita y pirita, blenda, y galena en cantidades accesorias. El mineral se dispone concordante con la estratificación, apareciendo la blenda englobada entre dos mineralizaciones de pirita y marcasita, a modo de sandwich, formando una masa lenticular con pendiente prácticamente igual a la de las capas. Forma un lentejón de unos 2 m de potencia con una corrida de unos 60 m. No se conoce la existencia de otros lentejones en profundidad.

También en el Sinclinal de Santillana, hay que mencionar una mineralización de Zn-Pb-Fe no aflorante (nº97, Vispieres) descubierta e identificada por sondeos a finales de los años 80 por AZSA (Fernández et al., 1987). Esta mineralización que puede ser de cierta importancia, se encuentra en el núcleo del Sinclinal, bajo 450-500 m de materiales del Cenomaniense y Senoniense. Parte de ella es de **morfología estratiforme**, y encaja en las calizas dolomitizadas del **Albiense**, aunque también existen capas en el **Aptiense Superior**. Sin embargo también aparecen **cuerpos de extensión vertical** del estilo de los de Novales. Estos cuerpos parecen estar controlados por fracturas N 100°-120° y por otras N 60°, tal y como ocurre también en las mineralizaciones de la zona de Novales y Udías. Las formas de presentación del mineral son análogas a las de las otras mineralizaciones del Sinclinal de Santillana.

#### **4.2.1.8.- Zona al E del accidente de Río Miera.**

A partir de este accidente de dirección NS la serie urgoniana, que era portadora en su tramo gargasiense de todas las mineralizaciones de Zn-Pb, se presenta con

características muy diferentes. En esta zona el número de indicios de Zn-Pb es muy reducido, y no siempre se presentan en esa unidad.

En La Cavada (nº 91, mina Very Good) se presenta una mineralización de blenda sin galena, lo que constituye una excepción dentro de la provincia. Arma en las calizas gargasienses dolomitizadas. En la zona mineralizada se ha sobreimpuesto un proceso de dolomitización ferrífera que alcanza en la vertical a la barra de margas y margocalizas del Albiense inferior. La zona está afectada por dos fallas NO-SE, con rejuego alpino, que parecen controlar los procesos de dolomitización secundaria.

La mena, como se ha indicado, es fundamentalmente blenda, de tipo acaramelado, observándose solo traslúcida en los bordes o esquirlas; en conjunto es muy oscura, casi negra (marmatita), con brillo submético y presentándose dentro del yacimiento tanto con morfología estratiforme, dentro de las dolomías, como en disposición vertical asociada a las fracturas NO-SE. Existen varios lentejones estratoides, con dimensiones métricas a decamétricas y potencias centimétricas a métricas, y con textura brechoide.

En el extremo oriental de la hoja se localizan dos indicios aislados de escaso interés. En el área de Ampuero, (nºs. 102-103) se encuentran dos indicios de Zn-Pb dentro de las facies Weald en contacto por fractura con materiales calcodolomíticos del Lías; los condicionantes genéticos no se pueden establecer debido a los malos afloramientos, aunque probablemente guarden relación con la falla de Colindres. Próximos a Castro Urdiales hay dos indicios (Nºs 110-111) de plomo, en calizas arcillosas albienses no dolomitizadas, ligados a fracturas N 110°. Son filoncillos centimétricos con relleno de calcita y galena.

#### **4.2.2.- HIERRO**

En el área de la hoja, se encuentran numerosas manifestaciones de mineralizaciones de hierro, algunas de ellas explotadas hasta la década de los años 80. La mayor parte de ellas son mineralizaciones de tipo "chirtera", desarrolladas en todos los casos sobre las dolomías urgonianas (aptienses). Distinguiremos unas contadas mineralizaciones, en la parte oriental de la hoja, también encajadas en el Urgoniano, que responden al modelo de las mineralizaciones del Sinclinal de Bilbao y que lógicamente tienen una significación importante. Finalmente, y con menor incidencia, hay que señalar algunas concentraciones de hierro localizadas en el Wealdiense y el Cenomaniense.

##### **4.2.2.1.- Mineralizaciones de tipo "chirtera" en el Aptiense.**

Bajo el nombre de mineralizaciones de Fe de tipo chirtera se denominan a veces en la cuenca Vasco-Cantábrica mineralizaciones diferentes, tanto desde el

punto de vista genético como descriptivo. Así, en el distrito de Bilbao suelen denominarse de esta forma mineralizaciones de óxidos de Fe supergénicas, derivadas en general de sideritas, in situ o resedimentadas, tras un corto transporte, en huecos o depresiones kársticas. A este grupo habría que asociar, como veremos, algunas concentraciones claramente supergénicas en el marco de la hoja, producidas a partir de mineralizaciones de Zn-Pb-Fe o de Fe infrayacentes (apartados 4.2.2.2.1. y 4.2.2.2.2.). Las mineralizaciones de Fe en chirteras propiamente dichas tienen un carácter diferente que se describe a continuación.

Estas mineralizaciones tienen unas características comunes que han sido analizadas por diversos autores y más específicamente por Rohou et al. (1986) y Barbanson (1987), y de las cuales son representativos los yacimientos que explotan las minas de Orconera (nº 61 a 76).

Las mineralizaciones están constituidas por nódulos de óxidos de hierro o "chirtas", englobados en la ganga arcillosa que colmata los paleokarsts ruñiformes desarrollados en las formaciones carbonatadas urgonianas, en general del Aptiense superior (Gargasiense-Clansayense). En términos generales, se han sugerido dos orígenes para estos rellenos:

- Productos residuales de la alteración de rocas carbonatadas con sulfuros diseminados (Terra Rossa o Arcillas de descalcificación). Serían depósitos prácticamente in situ. Se formarían a partir de dolomías ferrosas con enriquecimientos en sulfuros, pirita y marcasita fundamentalmente (protoyacimiento), según las ideas de Vadala (1981).

- Relleno de un karst con materiales en gran parte alóctonos y neoformación, en ellos, de nódulos de sulfuros (Rohou, 1986).

Los materiales encajantes en los que se desarrollan los karsts son las calizas y dolomías urgonianas. Generalmente lo hacen en las dolomías, que se karstifican más fácilmente que las calizas por su mayor porosidad (esparitas frente a micritas) y por su mayor fracturación (Rohou et al., 1986). Sin embargo, en algún caso como en Camargo (nº 56) parte de la mineralización encaja en calizas.

Además de por la litología la karstificación está controlada por el sistema de fracturación, alcanzando las cavidades mayor extensión vertical y longitudinal a favor de fracturas.

La mineralización en su conjunto es el relleno del karst, que está constituido por una masa de arcillas, nódulos de óxidos de hierro o "chirtas" y bloques o "bolos" de roca carbonatada encajante. Sus componentes son los siguientes:

- **Los minerales de hierro, óxidos y sulfuros**, que se

manifiestan en dos formas distintas, **los nódulos o chirtas** y los **bloques encostrados**, que constituyen **componentes de precipitación química**.

Los nódulos o chirtas, con dimensiones que oscilan entre algunos mm y los 20-30 cm, tienen un color negro, brillo metálico y formas arriñonadas. Pueden llegar a constituir un 30% del relleno. Están constituidos por hematites, goethita, lepidocrocita, marcasita y/o pirita en proporciones variables. Proceden (Rohou et al., 1986) de la alteración, por oxidación, de marcasita (o pirita), siendo la secuencia del proceso marcasita o pirita-hematites-lepidocrocita y/o goethita, por lo que es frecuente encontrar nódulos con un núcleo relicto de marcasita con coronas de óxidos e hidróxidos de hierro. Estos nódulos muestran a veces formas redondeadas y superficies pulidas, indicativas de un cierto transporte, aunque este rasgo no es general. Posiblemente haya que considerar removilización ocasional de nódulos en zonas específicas.

Los bloques encostrados son elementos, de dimensiones métricas, de marcasita y óxidos de hierro en forma de costras e impregnaciones sobre material carbonatado. Pueden tener dimensiones métricas y presentan un aspecto oqueroso, con estructuras en boxwork, debido a la lixiviación de los carbonatos y a la propia oxidación de los sulfuros. Suelen concentrarse en la parte inferior del Karst.

De los cuatro niveles que estructuran al karst en la vertical (figura nº 18, Rohou et al., 1986), las leyes en Fe son mayores en el nivel inferior, decreciendo hacia los niveles superiores.

- Los componentes que acompañan a la mineralización y que constituyen su ganga y la mayor parte del relleno kárstico son **componentes de origen detrítico**: las arcillas rojas y los bolos o bloques caídos.

Las arcillas rojas, fundamentalmente illitas, caolinitas y cloritas que deben la tonalidad rojiza a los hidróxidos de hierro que las impregnan, son, en su mayor parte, probablemente alóctonas y no resultantes de procesos de descalcificación. Así parecen indicarlo, por una parte, el volumen de arcillas, que no guarda relación con el que le correspondería por descalcificación, y por otra su naturaleza (presencia de cloritas), que señala su procedencia de los materiales vecinos supraurgonianos y triásicos (Rohou et al., 1986).

Los **bolos** son fragmentos de la roca carbonatada encajante, de dimensiones métricas, que aparecen flotando en la matriz arcillosa. Su forma de presentarse corrobora la simultaneidad del relleno arcilloso y de la corrosión kárstica.

Para explicar el proceso de relleno en su conjunto, Rohou et al. (1986), proponen una elevación del nivel de base de la zona saturada que provoca el cierre del sistema kárstico y su colmatación. Esta se produciría en

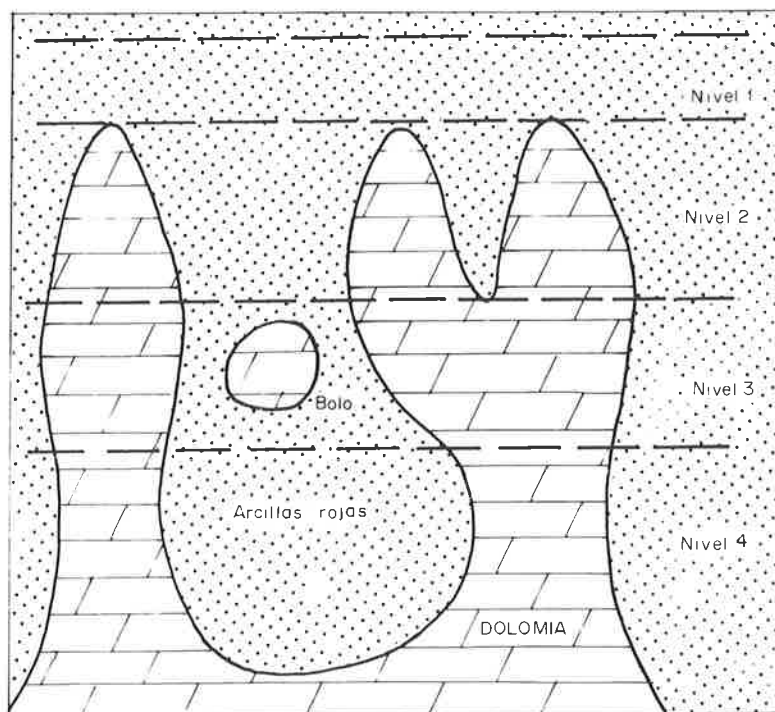


Fig. 18. Diferentes niveles de karst mineralizado (según Landín Saenz en Rohou, 1986).

un medio confinado en el cual existirían las condiciones reductoras necesarias para la precipitación de los sulfuros. Los mismos autores proponen como edad del relleno kárstico el intervalo Mioceno-periodo interglaciar Riss-Würm.

El yacimiento más próximo a Santander es el de Camargo (nº 56), explotado a cielo abierto durante muchos años (desde 1948 por Nueva Montaña Quijano) y actualmente inactivo por práctico agotamiento de las reservas. En una extensión del orden de 2 Km<sup>2</sup>, las dolomías del Aptiense Superior se presentan, en superficie, fuertemente karstificadas, proceso favorecido en parte por zonas de diaclasación y fracturación. La mineralización es muy similar a la de Orconera. El todo uno tenía una ley de 17 % de Fe, produciéndose un concentrado con 50-51 % de Fe. La producción en los últimos años era de unas 60.000 T de mineral.

De características similares son los yacimientos que forman las minas de Orconera, situados en el área de Cabárceno, Somarriba y Peña Cabarga. (Números 61 a 76). Hasta finales de los años 80 en explotación a cielo abierto, los depósitos corresponden asimismo a concentraciones producidas en el fondo de formas de disolución kársticas, acumulándose nódulos de goethita, hematites, lepidocrocita, limonita y pirita englobados en una ganga arcillosa.

El agotamiento de estos yacimientos procede del hecho de llegarse a la limpieza total del relleno kárstico.

Las mineralizaciones más orientales son las del El Bosque y Entrambasaguas, agotadas hace tiempo. En todos los casos de explotación, el resultado final de la misma es un relieve ruiforme con formas residuales de dolomías (nºs. 77 a 89).

Las mineralizaciones más occidentales de este tipo, desarrolladas sobre dolomías ferríferas, aparecen en el entorno de la falla de Puente Arce (nº 52-53, Minas de La Unquera y de Liejo) que fueron trabajadas a principios de siglo.

Las **hipótesis genéticas** expresadas anteriormente para estas mineralizaciones contrastan con las de algunos autores concretos (Vadala, 1981) y ciertas ideas generalizadas sobre ellas, que les atribuyen asimismo un origen supergénico por oxidación a partir de yacimientos primarios de Zn-Pb o Zn-Pb-Fe más profundos. Vadala extrapola estas conclusiones a partir de relaciones observadas en la zona de Puente Arce y de Camargo, y se apoya en los contenidos "anómalos" en Zn y Pb de las de tipo chirtera (contenidos de hasta 1240 ppm de Zn y 250 ppm de Pb en los rellenos arcillosos de Revilla de Camargo). Si bien es cierto que al E del sinclinal de Santillana las mineralizaciones de Zn-Pb son progresivamente más ricas en sulfuros de Fe, y que éstos pueden ser más abundantes en la parte superior de cada una de ellas, la estructura de las chirteras no corresponde a una concentración de Fe por simple oxidación de una protomineralización inferior. Hay rasgos de un retrabajamiento y neoformación de minerales en un



sistema kárstico más moderno. Ello no excluye, sino al contrario, la posibilidad de que las concentraciones kársticas se hayan producido, en parte, a partir de unas fases oxidadas detríticas procedentes de mineralizaciones oxidadas y sobre todo por neoformaciones a partir de un medio acuoso rico en hierro.

**4.2.2.2.- Mineralizaciones de hierro en el Albiense.**

**4.2.2.2.1.-Mineralizaciones de siderita y óxidos de hierro.**

En el extremo E de la hoja se pasa a un contexto geológico y mineralógico distinto a los anteriores, entrándose dentro del área de influencia de las condiciones paleogeográficas imperantes en el dominio del sinclinal de Vizcaya. Se presentan aquí una mineralizaciones que constituyen las últimas manifestaciones, por el Oeste, del tipo de depósito de Bilbao, con un fondo siderítico y fuerte oxidación en superficie.

Gil Crespo (1991), en su clasificación tipológica de las mineralizaciones de hierro cuadro I del Anticlinal de Bilbao, expresada en el cuadro, utiliza como primer

criterio la **mineralogía predominante** (óxidos e hidróxidos vs carbonatos) y como segundo criterio las **relaciones con el encajante**. Las mineralizaciones carbonatadas se diferencian en dos grupos en función de su encajante, como tipo Dícido (calcarenitas del Albiense inferior) y como tipo Gallarta (calizas de plataforma del Gargasiense inferior).

La Mina Dícido (nº 113) situada en el extremo oriental de la hoja es pues una mineralización tipo del importante distrito de Fe del anticlinal de Bilbao, mientras que no existen en ella mineralizaciones representativas del otro subtipo(tipo Gallarta). La serie urgoniana (Fig. nº 19), en la que se reconocen 8 unidades litoestratigráficas (Ortega, 1985) en el entorno del Anticlinorio de Bilbao, tiene en la zona de Dícido unos 1000-1100 m de potencia, faltando la unidad U1, y mostrando grandes variaciones de potencia con respecto a áreas próximas (Gallarta, 2600 m). Las mineralizaciones de Dícido se sitúan en la unidad U6. Esta unidad, con una gran continuidad y un espesor de 50-70 m está constituida por calcarenitas (grainstones-packstones o biosparitas,

CRITERIOS DE CLASIFICACIÓN			EJEMPLOS
MINERALOGICOS	REL. CON EL ENCAJANTE	MORFOLOGICOS	
OXI-HIDROXIDOS (Min. secundaria de zonas externas)	GOETITA (predominante)		Dícido (zona superior) La Arboleda y la Reineta
	HEMATITES (predominante)		Zonas masivas de Alen
	HEMATITES-GOETHITA + ARCILLAS		Restos en la Arboleda y Bilbao
CARBONATOS (Min. primaria de zonas profundas)	ENCALCARENITAS		Dícido (Zona inferior) y Hoyo-Covarón
	EN CALIZAS MASIVAS DE PLATAFORMA (Gargasiense inferior)	MASIVAS  EN FRACTURAS	Gallarta, Bilbao. Sopuerta Galdanes. Algunas zonas de Somorrostro

Tipologías de las mineralizaciones de hierro del Anticlinal de Bilbao, con los ejemplos más característicos de cada una de ellas. (Gil Crespo, P.P- 1991)

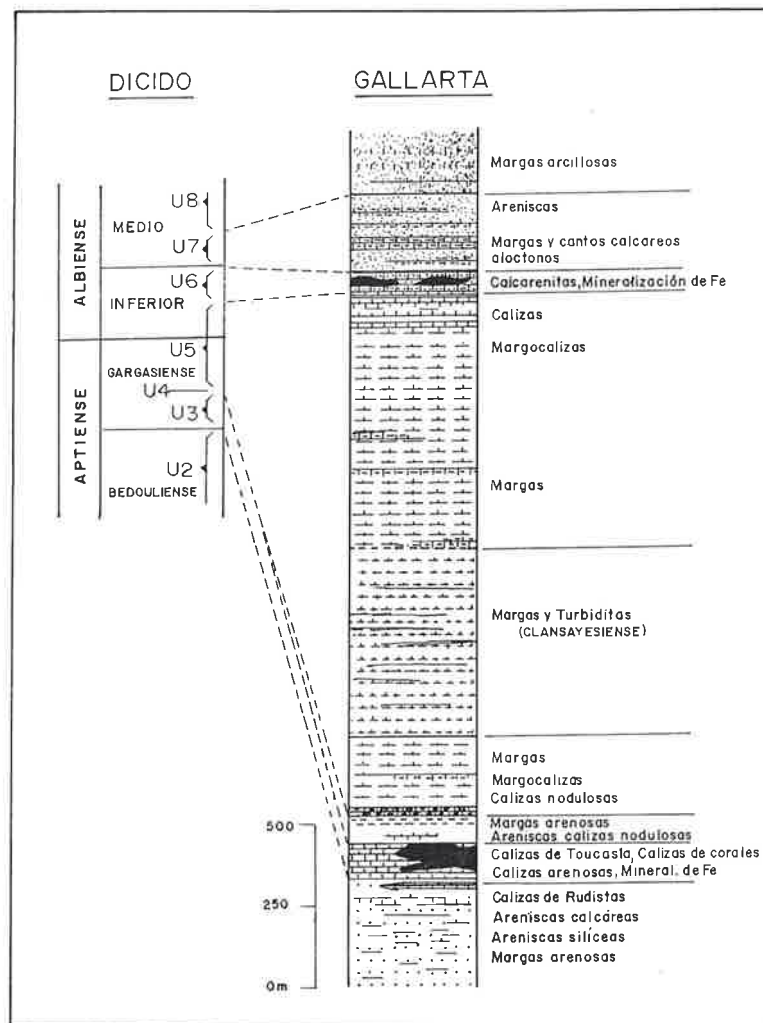


Fig 19. Columna estratigráfica para el flanco norte del anticlinal de Bilbao. (Gil Crespo, 1999, a partir de los datos de Ortega, 1983; Ortega y Reina, 1985; Gil et al., 1990).

en el sentido de Folk) cementadas por esparita. Su edad probable es Albiense inferior. La mineralización de Dícido se sitúa en el flanco oriental del sinclinal de Sámano, cuyo plano axial en la zona tiene dirección N 170°, y al Oeste de la zona tectonizada de Saltacaballos, caracterizada por la presencia de fallas de dirección NS (Fig. nº 20).

La mineralización tiene una **morfología estratiforme**, masiva, siendo algo discontinua a lo largo de 4 kms de afloramiento, con dirección N170° y buzamiento 60°-80° al O.

En zonas, la mineralización ocupa toda la potencia del paquete de calcarenitas (hasta 80 m), aunque su potencia media es de unos 50 m. En la **parte más superficial** del yacimiento (hasta 200-300 m) se encuentra la **zona oxidada** de la mineralización, formada por alteración supergénica favorecida por la fracturación, desarrollada a partir de la mineralización primaria y constituida por goethita, fundamentalmente, y restos de siderita, lepidocrocita, hematites, pirolusita, cuarzo y, accidentalmente, sulfuros (pirita, marcasita, calcopitita). Por debajo de ella se pasa a la **mineralización primaria carbonatada**, que, en su núcleo, está formada por **siderita masiva y ankerita**, frecuentemente en cristales con estructura zonada. Las zonaciones más completas presentan un núcleo de dolomita, varias envolturas de ankerita, cada vez más ricas en hierro, y, finalmente, siderita. Son minerales accesorios el cuar-

zo, micas y sulfuros (pirita y marcasita). En su tránsito hacia la calcarenita encajante, esta facies nuclear de la mineralización pasa a términos más ankeríticos, con frecuentes estructuras rítmicas (ritmitas).

La hipótesis genética propuesta por Gil et al. (1990) se traduce en una secuencia de remplazamientos metasomáticos de la calcarenita ligados a la diagénesis seguidos por una fase de alteración y enriquecimiento supergénico. En una fase temprana de la diagénesis, y como consecuencia de una emersión de la barra calcarenítica, se produciría una dolomitización por mezcla de aguas freáticas y salobres, con aumento de los contenidos en Fe (ankerización). En una fase más tardía del proceso diagenético, tendría lugar, a partir de líquidos cada vez más ricos en Fe, un remplazamiento por siderita masiva. Finalmente, y mucho más tarde, tras el plegamiento y fracturación de estos materiales, la parte superior del yacimiento sufre un proceso supergénico de oxidación.

La explotación del yacimiento de Dícido, tanto en forma subterránea como a cielo abierto, se ha centrado hasta su cierre, en 1986, fundamentalmente en su zona de óxidos, habiéndose extraído en total unos 11 M de Tm. La información recogida (Agruminsa) señala unas reservas (1984) de unos 2 M Tm con un contenido en Fe de 40%.

Del mismo tipo de la mineralización de Dícido, y en un

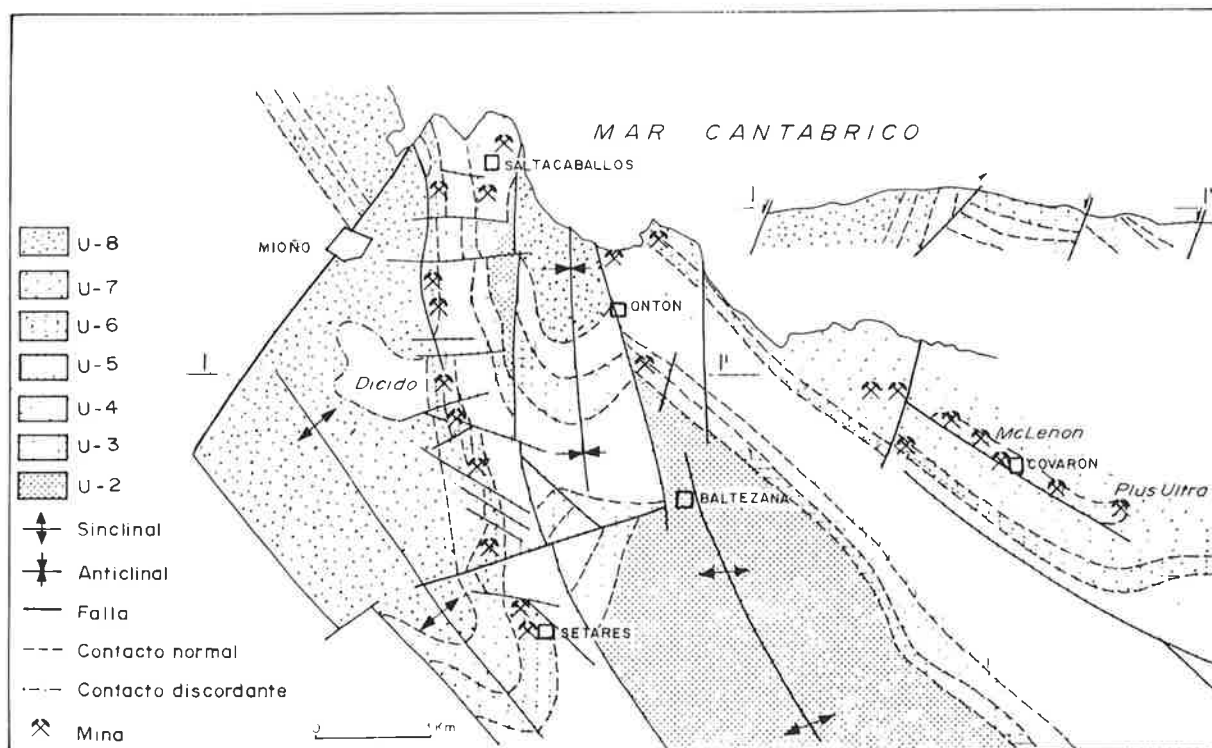


Fig. 20. Esquema cartográfico del sector de Dícido y Hoyo Covarón, (a partir de datos de IGME, 1973 y Gil et al., 1990 a), en Gil Crespo, PP (1991).



contexto análogo, hay que mencionar los indicios mineros de Mioño (nº 112) y de Cotoilino (nº 109).

#### 4.2.2.2.- Mineralizaciones supergénicas de óxidos e hidróxidos de hierro.

Entre los asomos diapíricos de Santander y Parbayón se localizan dos indicios de concentraciones ferruginosas (nºs 59 y 60, La Nueva Mina y Rescatada), con difíciles condiciones de observación, que arman en calcarenitas albienses y en arenas del Albiense-Cenomaniense Inferior. Están constituidos por masas, con estructura nodular, de goethita, oligisto, pirita, limonita y **smithsonita**.

Las dificultades de observación no ha permitido definir su evolución hacia cotas inferiores, pero la abundancia de calamina (smithsonita) y la propia apariencia de la mineralización hacen sospechar que, a semejanza de lo que ocurre en Puente Arce (nº51), la concentración de óxidos de hierro corresponda a las monteras ferruginosas de unas protomineralizaciones de Zn-Pb ricas en sulfuros de hierro encajadas en una barra dolomítica albiense, alteradas supergénicamente.

Se podría considerar un tipo general de concentraciones supergénicas de hierro en el Complejo Urgoniano, formadas por óxidos e hidróxidos de hierro, constituidas por la oxidación superficial de proto-mineralizaciones de Zn-Pb-Fe ricas en pirita y/o marcasita, tanto en el Aptiense (ej. Puente Arce) como en el Albiense, o de Fe (yacimientos sideríticos tipo Bilbao, por ejemplo Dícido).

#### 4.2.2.3.- Otras mineralizaciones de hierro.

De manera dispersa, dentro de la hoja se encuentran indicios de mineralizaciones de hierro, con hematites, goethita, limonita, etc., en zonas de oxidación y concentración superficial, así como oligisto micáceo asociado a zonas de diaclasación y fracturación. Estos se encuentran fundamentalmente en el Weald y en el Cenomaniense.

En la zona de Guriezo se encuentran algunos indicios mineros de principios de siglo (nºs 104 a 107), con escasas condiciones de observación, situados sobre materiales detríticos (areniscas, limos y arcillas) del Weald. Tienen analogías con otras mineralizaciones de Fe existentes en los materiales detríticos del Weald de la cuenca de Reinosa, al S de la hoja. Consisten en diseminaciones de nódulos de goethita y limonita, con algo de pirita, en los sedimentos arenosos, pudiendo estar estas concentraciones controladas por fracturas. Se supone que estas concentraciones de óxidos de Fe se han formado por precipitación a partir de la fase acuosa que circula por los horizontes permeables, inducida por cambios de Eh-pH.

Cerca del diapiro de Miengo, en el Cenomaniense inferior, se encuentra un indicio (nº50, Mina de Miengo)

de hematites, diseminada en areniscas, en una zona fuertemente tectonizada.

#### 4.2.3.- CLORURO SODICO

En Cantabria se conocen de antiguo manifestaciones salinas de halita que, allí donde la sal afloraba, han sido objeto de aprovechamiento minero. Concretamente los diapiros de Cabezón de la Sal (inmediatamente al S del límite inferior de la hoja) y de Polanco son las áreas en las que la sal se muestra en superficie, y que por lo tanto han sido y son actualmente motivo de explotación. Hay que señalar, también al S de esta hoja, la existencia, en Helgueras, de un indicio de silvinita (CIK), sustancia estrechamente relacionada con la halita.

Las concentraciones salinas de halita están genéticamente relacionadas con el Trias, y más concretamente con las facies evaporíticas del Keuper. Dentro del Keuper cántabro pueden distinguirse, a grandes rasgos, tres tramos (IGME, 1985) :

- Tramo inferior : con terrígenos, yesos, halita y carbonatos.
- Tramo medio : terrígenos finos, sulfatos y carbonatos, brechas carbonatadas.
- Tramo superior : terrígenos finos a medios con cuarzós bipiramidados, brechas dolomíticas y yesos.

En esta región y durante el Keuper, en una situación de margen continental estable la sedimentación se ha producido en un **medio marino restringido**. Se han depositado desde terrígenos a facies cloruradas. Los terrígenos, **lutitas versicolores o abigarradas**, son asimilables a sedimentos depositados en llanuras fluviales distales (de inundación) en conexión con llanuras mareales terrígenas, en condiciones de gran evaporación y en aguas hipersalinas (rellenos de porosidad por carbonatos y sulfatos). Los **carbonatos, asociados a sulfatos** (yesos secundarios pseudomorfo de anhidrita), se han depositado en un medio marino somero, supramareal a intermareal rico en sulfatos, con procesos de colapsación, brechificación y desecación. Los **sedimentos sulfatados (yesos)** se encuentran interstratificados con lutitas y horizontes carbonatados y a menudo están brechificados (brechas de yesos); se les supone formados en un medio de llanuras de fangos en aguas hipersalinas y en ambientes de "sabkha costera". Los **cloruros** se depositarían en áreas restringidas, en pequeñas cubetas con secuencias de "salina" a partir de salmueras ricas en Na y pobres en K.

Lógicamente, los indicios o depósitos de esta sustancia se localizan allí donde los materiales del Keuper han extruido a la cobertera a favor de determinados accidentes o estructuras, alcanzando la superficie o situándose cerca de ella, es decir en estructuras diapíricas producidas por la propia actividad halocinética de los materiales salinos. Las concentraciones de sal gema que se presentan en los diapiros suelen estar muy

tectonizadas, apareciendo la sal en forma masiva o interestratificada con yesos y arcillas.

De todos los afloramientos de Keuper incluídos en la hoja, el de Polanco (nº 55) es el más conocido por la actividad extractiva que en él se realiza. El yacimiento se sitúa en el diapiro de Polanco, emplazado en la intersección de dos anticlinales, los de Barreda-Soña-Orejo y de Miengo-Rodil. A otra escala, se sitúa en la intersección del accidente cizallante Santillana-Santander (N60º) y de la fractura NS que controla asimismo la extrusión del diapiro de Miengo. Tiene una superficie de afloramiento de unos 2,8 Km<sup>2</sup>.

La serie consta de tres términos de techo a muro, uno lutítico sulfatado, otro de sulfatos-carbonatos y en la base uno clorurado con carbonatos. Dada la tectonización del Keuper existen repeticiones a las que no son ajenas probables migraciones de la halita. El techo de unidad salina, aunque muy irregular, se sitúa a 450-500 m de profundidad, encontrándose varios tramos de halita con más de 200 m de potencia. El muro del depósito salino no se conoce con exactitud, existiendo sondeos que alcanzaron profundidades de 1.600 m. (en las zonas de borde), sin tener la certeza de haber dejado el Keuper salino. MITOSA (Solvay), empresa explotadora del yacimiento, ha definido unas reservas del orden de los 140 MTm de mineral con un contenido medio de 70% de NaCl. La explotación, con una producción, en los últimos años, cercana a 1,5 MTm anual, se efectúa por vía húmeda (disolución de la sal in situ, mediante inyección de agua por sondeos de reconocimiento, disolución y recuperación o extracción de salmueras, y la consiguiente creación de grandes cámaras).

#### 4.2.4.- YESO

Como se ha visto anteriormente existe una estrecha relación entre las formaciones salinas cloruradas y las yesíferas producidas en los medios evaporíticos del Keuper. Dentro del Keuper se encuentran algunos

afloramientos con concentraciones de yeso asociado con margas y arcillas rojizas, así como pequeños asomos salinos. Por ello las facies sulfatadas pueden separarse en dos grupos:

- Capas yesíferas, con potencias métricas y contenidos variables de anhidrita, y estructuras laminadas. Este tipo suele ser el de más interés minero.
- Yesos en niveles de lutitas versicolores, con estructura nodulosa. Los contenidos en yeso son inferiores a los encontrados en las anteriores, los que les confiere un menor interés.

Las condiciones mineralógicas y dimensiones de los afloramientos hace que algunas explotaciones que antaño se efectuaron en ellas se hayan abandonado salvo la existente en el área de Parbayón (Mina El Cueto, nº 57), dentro del área diapírica de Solla, donde se realizan eventualmente pequeñas extracciones, en minería subterránea, de yeso masivo laminado entre lutitas versicolores y carbonatos. En Gajano, en el área diapírica de Marina de Cudeyo se explotaban, hasta hace unos diez años, yesos laminados en minería a cielo abierto y luego subterránea (Mina Matilde, nº 78).

#### 4.2.5.- TRIPOLI

Los únicos yacimientos conocidos se encuentran en el área de Castro Urdiales y corresponden a enriquecimientos supergénicos a partir de calizas silíceas (calizas con espículas). Es necesaria, por tanto, la concurrencia de dos factores: presencia de niveles de calizas silíceas y situación favorable para una incidencia importante de los procesos de alteración.

En cuanto al primero de ellos, son frecuentes los niveles ricos en nódulos o bandas de chert propios de las facies de back reef, localizados en el tránsito de las calizas de facies urgoniana a las calizas margosas datadas como del Albiense medio-superior (Fig. nº21).

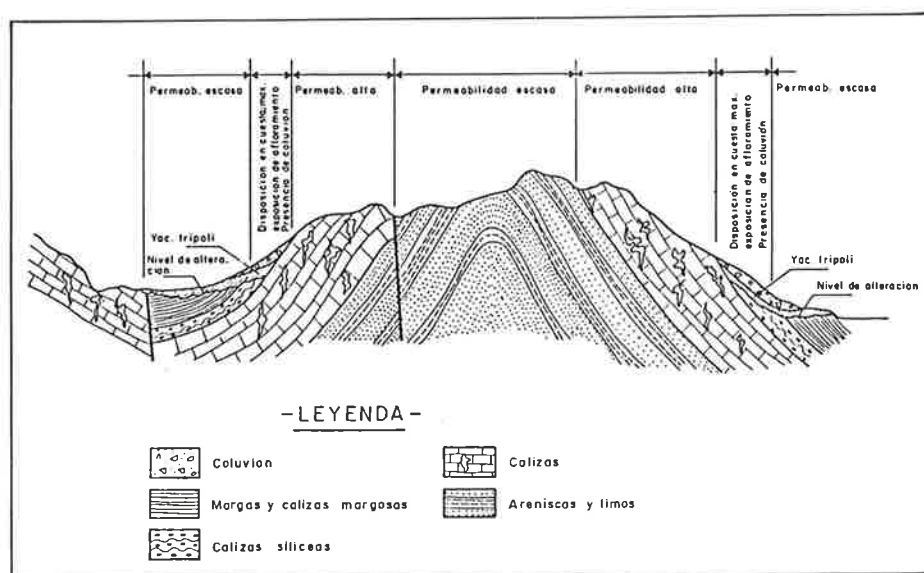


Fig. 21. CONTEXTO GEOLÓGICO DE LOS YACIMIENTOS DE TRIPOLI EN EL ÁREA DE CASTRO URDIALES.

La incidencia de los procesos de alteración se ve favorecida por la estructura general antiformal y el contraste litológico (calizas-margas), quedando una disposición en cuesta con desarrollo de coluviones. Las concentraciones de espículas en materiales arcillosos residuales suelen presentarse en depresiones kársticas.

De los indicios localizados en el área de Mioño, sólo uno (nº 117) mantiene una explotación intermitente. Los indicios de Sangazo y Orna (nºs 116 y 118) corresponden a explotaciones inactivas en los últimos años. El trípoli existente en estas mineralizaciones es susceptible de uso como abrasivo, invalidando su coloración una aplicación en usos que requieren un cierto grado de blancura, como los de carga mineral inerte, cerámica etc..

#### **4.2.6.- OTROS RECURSOS MINERALES.**

Aunque no son objeto de este estudio, hay que mencio-

nar que en el ámbito de esta hoja existen otros recursos minerales, algunos de los cuales son explotados en la actualidad (ITGE, 1990). Entre éstos destacan las arcillas wealdenses, extraídas para su uso en cerámica (Revilla de Camargo), las arcillas de la Formación Las Peñas (Albiense Inferior-Medio), del Cenomaniense inferior y del Terciario para su empleo en tejas. Las rocas carbonatadas del Cretácico inferior son objeto de explotación en diversos puntos. Las calizas del Complejo Urganiano se explotan para áridos mientras que las dolomías de esta misma unidad se extraen para su uso en la industria siderúrgica y en la fabricación de vidrio y material refractario. Hay que citar la explotación de Montehano, que con más de 200.000 t/año de dolomía es la mayor productora de Cantabria. Finalmente, hay que citar pequeñas explotaciones de ofitas (Laredo) en relación con asomos diapíricos de Keuper.

### 4.3.- ANALISIS METALOGENETICO

#### 4.3.1.- LAS MINERALIZACIONES Y SU ENTORNO LITOESTRATIGRAFICO

La asociación en la escala cronoestratigráfica de las diferentes mineralizaciones existentes viene condicionada por las características genéticas de éstas. En el caso concreto de la cuenca mesozoica cantábrica, el conjunto de las mineralizaciones presentes tiene un marcado carácter estratoligado, y a menudo estratiforme, si bien genéticamente pueden corresponder a procesos singenéticos o epigenéticos.

Se recoge aquí una relación ordenada de más antigua a más reciente de series y pisos, con descripción de las mineralizaciones que contienen en el ámbito de la hoja.

##### 4.3.1.1.- *Trias Superior*

Aparece representado en la hoja en facies Keuper, y está constituido fundamentalmente por lutitas abigarradas plásticas con yesos intercalados y formaciones salinas, no visibles en superficie.

El carácter evaporítico de los materiales hace que puedan formarse concentraciones, principalmente salinas, por efecto diapírico, con cúpulas extrusivas de gran amplitud. Así, el diapiro de Polanco es una de las mayores acumulaciones de cloruro sódico de la región, realizándose actualmente la explotación por medio de cámaras disolución.

Localmente, y con mucha menor entidad, se encuentran masas yesíferas, ocasionalmente como montera residual de disolución de áreas diapíricas, siendo su interés muy reducido.

##### 4.3.1.2.- *Cretácico Inferior en Facies Weald*

Constituido por materiales comprendidos entre el Valanginiense Superior, Hauteriviense y Barremiense, está formado por areniscas de grano grueso, arcillas hojosas negras y paquetes de areniscas calcáreas con intercalaciones lumaquéllicas.

Desde el punto de vista metalogenético presenta un interés reducido, conteniendo algunos indicios de concentraciones de hierro, en general de poca importancia, y en menor proporción, de plomo-zinc. Estas últimas, como es el caso de la de Ampuero, son removilizaciones en relación con fracturas. El mayor interés potencial de estos materiales sería el determinado por la posibilidad de existencia de depósitos de lignitos, ya que sus facies son, a priori, favorables. Sin embargo no se han reseñado indicios de esta sustancia en el marco de la hoja.

##### 4.3.1.3.- *Cretácico Inferior Marino*

Las facies urgonianas de esta unidad son las que tienen la mayor importancia metalogenética en lo que respecta a la hoja e incluso a la escala regional de la Cuenca

Vasco-Cantábrica, destacando los tramos carbonatados correspondientes al Gargasiense-Clansayense (Aptiense medio - superior) como los receptores de la mayoría de las mineralizaciones de plomo-zinc y hierro de la zona, aunque estas también pueden albergarse en las barras carbonatadas Albienses.

Como señala Barbanson (1987), las formaciones del Complejo Urgoniano tienen un estilo sedimentológico particular caracterizado por el desarrollo de grandes plataformas carbonatadas. Este estilo contrasta claramente con el estilo al que sucede en el tiempo, el wealdense, de facies detríticas acumuladas en grandes surcos, y con el del Cretácico superior, posterior a él, de facies marinas monótonas en amplias plataformas que pasan lateralmente a flyschs. Como ya se ha visto la sedimentación de los materiales urgonianos está muy controlada por la tectónica sinsedimentaria, lo que determina una paleogeografía contrastada, pudiéndose diferenciar en el ámbito de la hoja dos dominios diferentes cuyo límite está definido por la Flexura del Río Miera :

- Dominio Cántabro o septentrional, en el que, aunque ha habido una compartimentación de la cuenca como en el dominio oriental, ésta ha sido menor, y la subsidencia ha sido más moderada. La potencia del C.U. (y de sus plataformas carbonatadas) es, por ello, más reducida que en aquel. Existe constancia de facies, con una estructuración vertical en cuatro barras carbonatadas en todo el dominio, manifestándose únicamente la tectónica sinsedimentaria y la actividad diapírica en apreciables y bruscas diferencias de espesor (Fig. nº22). Así pueden señalarse (Barbanson, 1987) un paleorelieve sobre la falla de Treceño-San Vicente, una zona de mayor subsidencia (espesores mayores) sobre el sinclinal de Comillas, un área de subsidencia media en el anticlinal de Novalés, un área más subsidente al E de Novalés, un aumento de subsidencia hacia el E en el mismo yacimiento de Reocín, un paleorelieve en la zona de Santander.

- Dominio oriental o Vasco, en el que la tectónica sinsedimentaria ha sido mucho más activa y la subsidencia diferencial más importante, alcanzándose mayores espesores. Ello se traduce también por la variabilidad de facies. Las plataformas carbonatadas no tienen la continuidad de las anteriores, y la dinámica de la sedimentación en plataformas más restringidas y menos resguardadas se traduce en la mayor frecuencia de construcciones arrecifales en los bordes de plataforma.

Estas diferencias tan sensibles entre estos dominios paleogeográficos coinciden, como veremos a continuación, con un carácter y estilo diferente de las mineralizaciones que en ellos aparecen.



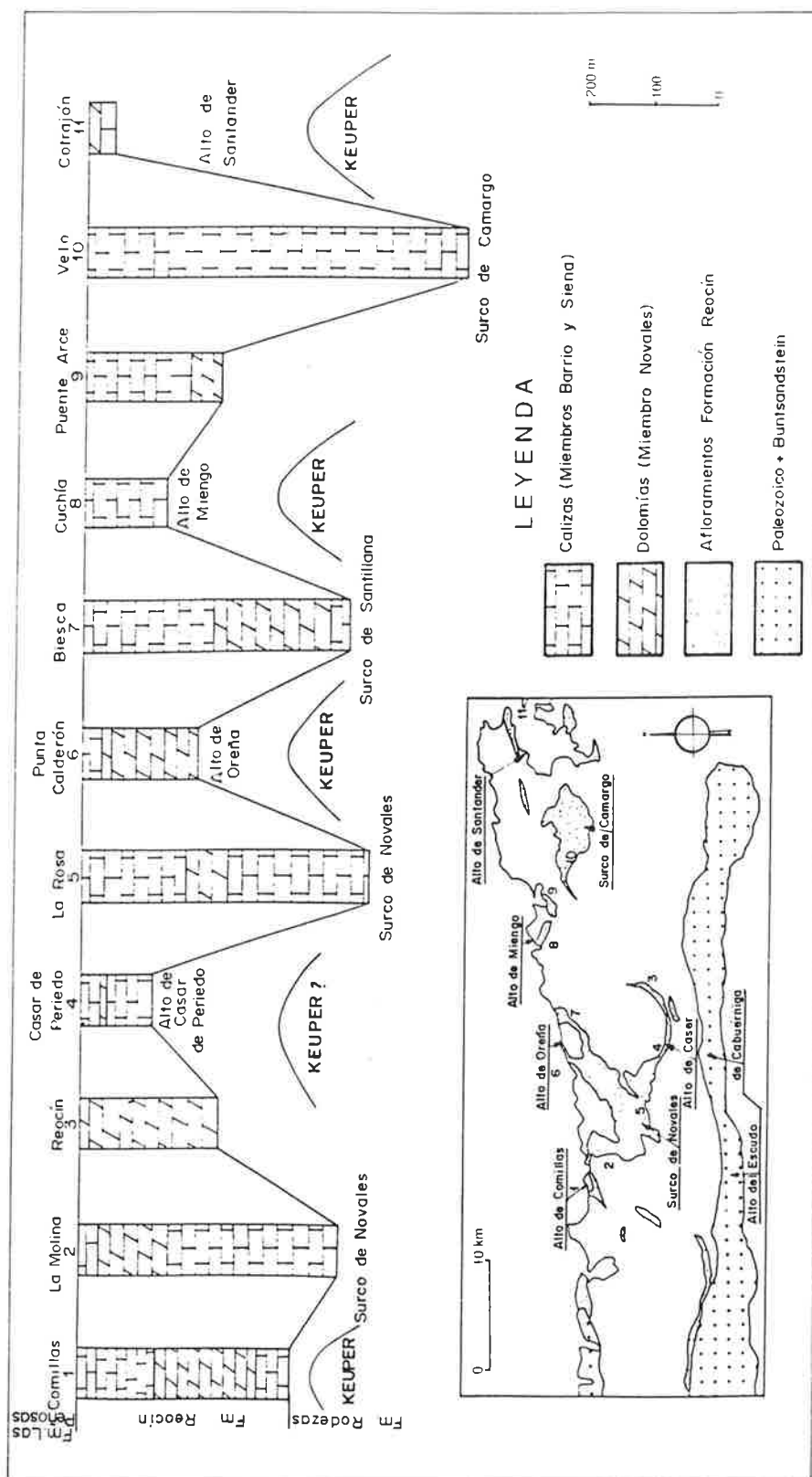


Fig. 22. Variaciones de potencia y litología de la Formación Reocin mostrando el efecto de la actividad diapírica sinsedimentaria del Keuper. El mapa refleja la localización de las series y los paleoaltos y surcos inducidos por los diapiros (HINES, 1985).

#### 4.3.2.- ANALISIS DE LA DISTRIBUCION DE LAS MINERALIZACIONES. METALOTECTOS A DIVERSAS ESCALAS.

Aún cuando las unidades litoestratigráficas con las cuales se relacionan las mineralizaciones más significativas existentes en la hoja tienen una amplia representación dentro de ella (Keuper, C.U.), la distribución de éstas a la escala regional no es homogénea, localizándose preferentemente en determinados sectores o zonas lo que lleva a pensar en la existencia de unos controles o metalotectos de escala regional.

Las concentraciones de NaCl (considerando algunas de la zona meridional, hoja nº 11-Reinosa) se agrupan en los diapiros de la zona central de la hoja, mientras que los diapiros restantes no contienen indicios de esta substancia. Parece adivinarse una tendencia parecida, aunque más difusa, con las de yeso.

Asímismo, puede apreciarse cómo hay una marcada zonalidad de Oeste a Este en la distribución de las mineralizaciones de Zn-Pb. Estas se localizan en la mitad occidental de la hoja (al E de la flexura del Río Miera), con la excepción de la de Very Good (nº91) en la zona del citado accidente, y vuelven a aparecer en su extremo oriental, anunciando a los yacimientos de Zn-Pb del País Vasco.

Las mineralizaciones de Fe del tipo chirteras aparecen en la parte central de la hoja, sobre todo en la zona entre los accidentes N-S de Santander y del Río Miera. Las de Fe siderítico, del tipo Bilbao lo hacen en el extremo oriental y están en continuidad con este importante distrito.

Las concentraciones silíceas de tripoli, estrechamente relacionadas con determinadas facies urgonianas, se localizan en una agrupación en el extremo oriental de la hoja.

##### 4.3.2.1.- Distribución y controles de las concentraciones salinas.

Como ya se ha visto, en el Keuper la cuenca marino-costera cántabra se ajusta a un modelo de lagoon muy somero y asimétrico. Las zonas emergidas de Asturias y Palencia aportan terrígenos que hacia el N y NE son cada vez más finos mientras aumenta progresivamente la salinidad y se depositan los sulfatos, después los sulfatos con carbonatos y luego los cloruros. Este esquema de cuenca aparece representado en la figura nº 23. El I.G.M.E. (1985), en un estudio sobre el potencial de sales en Cantabria, y a partir de los rasgos litológicos y sedimentológicos de los afloramientos de Keuper de dicha región, procede a la reconstrucción paleogeográfica de la cuenca, con el fin de delimitar distintas zonas que correspondan a diferentes subambientes o medios de depósito, que asimismo están reflejadas en la figura nº 23. Estos subambientes son los siguientes:

- I.- Dominio lutítico o terrígeno situado en la periferia occidental de la cuenca. Corresponde a llanura de fango con influencia marina.

- II.- Dominio en que la llanura de fango o lutítica se enriquece en sulfatos, en cristales aislados en la lutita. También suele haber Jacintos de Compostela diseminados (fase silicea). En situación más interior aparecen los depósitos de sulfatos masivos (yesos macrocristalinos o seleníticos que pasan a yesos secundarios) que forman capas de yeso.

- III.- Dominio con facies precursoras de la sal : llanura fangosa rica en sulfatos, yesos macro y micro cristalinos, a los que se añaden anhidrita y carbonatos. Este depósito de lutitas, yesos y carbonatos responde al modelo de "sabkha" contiguo a las lagunas salinas en que se depositan los cloruros.

- IV y IV'. - En este dominio, el dominio salino con halita, se diferencian IV (área de Cabezón-Polanco) donde se ha constatado la presencia de sal y IV' (Sur de la bahía de Santander) donde no se ha reconocido la presencia de sal, pero sí rasgos de proximidad a ambientes salinos(carbonatos brechificados, anhidrita etc.).

En esta delimitación paleogeográfica de subambientes se ha distinguido pues una secuencia de facies marinas restringidas : llanura lutítica, llanura lutítica rica en sulfatos, facies sulfatadas de llanura, facies de sabkha con sulfatos y carbonatos, y facies de laguna salina con sulfatos y halita masiva. Su disposición paleogeográfica es concéntrica, siendo la salina la más interna (área de Cabezón de la Sal- Polanco- Renedo).

Además de la **delimitación de ambientes favorables** un segundo factor de importancia para el hallazgo de concentraciones salinas lo constituye el **diapirismo**. En el Keuper de los dominios I, V, y parte del II, con ausencia de sal, no se han producido movilizaciónes, mientras que en los dominios III y IV (IV') la plasticidad de los materiales, más salinos, ha permitido una mayor extrusividad o diapirismo ante la solicitud de los esfuerzos tectónicos. Desde fines del Jurásico la tectónica compresiva tangencial movilizó al Keuper salino, que posteriormente en fases distensivas se localizó en fallas distensivas o en núcleos anticlinales, a los que en ocasiones llegó a perforar. Los diapiros aparecen siempre, en esta región, a favor de discontinuidades de dirección NE-SO o N-S o en estructuras anticlinales y en relación con una cobertera fácil de perforar, como es el Weald detrítico, en general, poco potente.

En conclusión, las **concentraciones salinas de halita**, profundas o extruidas, tienen un **control paleogeográfico**, las zonas internas de la cuenca (subambientes IV y IV'). Las concentraciones migradas o ligadas al diapirismo aparecen en accidentes N-S o NE-SO o en anticlinales de la misma dirección, que constituyen su **control estructural**, y suelen estar asociadas

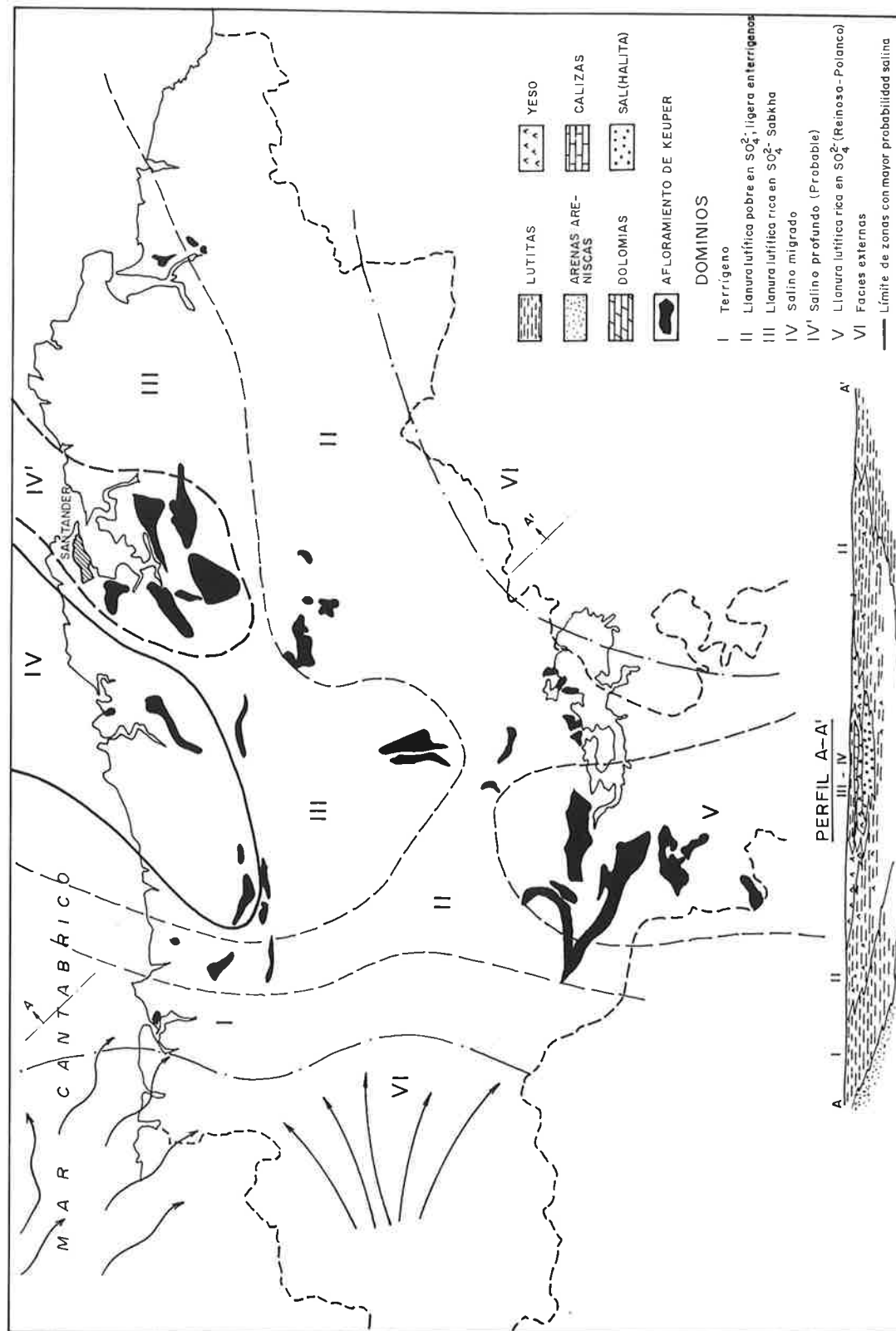


Fig. 23. Delimitación paleogeográfica de los subambientes salinos del Keuper (IGME, 1985)

a recubrimientos de Weald poco potentes.

Los controles de las **concentraciones de yeso** son los mismos que los de las de halita, aunque desde un criterio paleogeográfico las zonas o ambientes favorables son más externos (zonas IV' y III), que es donde aparecen los indicios conocidos de yeso (nºs 99-100 asociados al afloramiento de Keuper de San Julián, nº 57 al de Parbayón y nº 78 al de Gajano).

#### **4.3.2.2.- Distribución y controles de las mineralizaciones de Zn-Pb.**

En un apartado anterior se ha mencionado la zonalidad en la hoja (y en la cuenca) de las mineralizaciones de Zn-Pb y de Fe ligadas al Complejo Urganiano. Las de Zn-Pb se localizan fundamentalmente en la mitad occidental de la hoja, al este del accidente del Río Miera, coincidiendo con un estilo sedimentológico del C.U. y con un dominio paleogeográfico diferenciado dentro de la cuenca. Dentro de este dominio las mineralizaciones de Zn-Pb no tienen una distribución homogénea o aleatoria, sino que se presentan concentrados en agrupaciones de indicios. Estas **áreas o campos mineralizados** que constituyen el **distrito santanderino de Zn-Pb** son los siguientes :

- **Area de Prellezo**, en la que manifiesta un control estructural de las mineralizaciones (fractura N 60°).

- **Area de Caviedes**, en la zona tectonizada de San Vicente-Lamadrid, en un bloque de caliza aptiense con rudistas limitado por fallas N 40°. Las mineralizaciones parecen estar controladas por fracturas N 110° y N 30° existiendo una probable influencia diapírica en la estructura del área.

- **Area del anticlinal de Comillas**, con pliegues apretados de dirección E-O y fracturas N 100° a N 120° con hundimientos de los bloques meridionales. Estas fracturas parecen controlar el desarrollo de las cavidades mineralizadas.

Al S se halla la importante falla de Ruiloba. Mineralizaciones nºs 6 a 9.

- **Area de Udias** (indicios nºs 10 a 35). Se sitúa sobre el accidente regional de Cabezón de la Sal-Navales-Punta Calderón. Este área se caracteriza por su complejidad tectónica. Destacan las fallas de dirección N 70°, con juego de desgarre, como la de Peña Castillo, que en algunas zonas parecen controlar la dolomitización. Juegos de fallas radiales señalan una probable influencia diapírica. Las mineralizaciones están controladas, en general, por fracturas N 60° a N 30° o N 110°. Algunos de los indicios se sitúan en la fosa limitada con las fallas de Toporias (N 30°), donde el Aptiense aparece hundido. En todo el área el Gargasiense presenta espesores considerables.

- **Area de Navales** (indicios nºs 36 a 47). En prolongación del área anterior hacia el NE, se sitúa

también sobre el gran accidente Cabezón de la Sal-Punta Calderón y sobre el anticlinal de Navales. Es una zona muy tectonizada, con una fracturación principal N 10° a N 40°-50°, y direcciones menos frecuentes N 100°-120°. En general, en la zona mineralizada los espesores del Gargasiense son considerables (del orden de 350 m). Las mineralizaciones ocupan espacios controlados por la fracturación N 10°-40°.

- **Area del Sinclinal de Santillana**. En este área no existe la densidad de mineralizaciones que se encontraba en las anteriores aunque representan concentraciones mayores (entre las que incluir la de Mercadal situada en la misma estructura aunque fuera de la hoja). Los rasgos del área ya han sido descritos, pero cabe resaltar su relación con el lineamiento de Santillana (N 60°) y la importancia del diapirismo y de la tectónica asociada a él.

- **Area de Cudeyo**. Es una zona compleja desde el punto de vista tectónico, afectada por el diapiro de Marina de Cudeyo, con desarrollo de fallas inversas E-O y de fallas con desplazamiento horizontal dextrógiro y direcciones NO-SE. Las mineralizaciones están directamente controladas por fracturas N 60° a N 80°.

- **Area de La Cavada** (Mineralización Very Good y Apolonia, nº91). En el área de influencia del diapiro de Solares, esta zona muestra una gran densidad de fracturas de dirección N 100° a 120°.

Los principales rasgos observados sobre las mineralizaciones de Pb-Zn y su distribución, y como consecuencia, de sus metalotectos, son los siguientes :

- Todas las mineralizaciones de Zn-Pb (salvo dos pequeños indicios ligados a fracturas en el extremo oriental) están ubicadas en las barras carbonatadas del Complejo Urganiano, en la mitad occidental de la hoja. La casi totalidad lo hace en las calizas con rudistas del Gargasiense o Gargasiense-Clansayense (ciclo U2), aunque en algunos casos aparecen en calizas del Bedouliense (nº 19) o del Albiense (Vispieres). A veces, como en este último caso, o incluso en Reocín (aunque de forma testimonial), la mineralización puede aparecer en dos niveles (Gargasiense y Albiense). Puede decirse, por ello, que son mineralizaciones estratoligadas. Existen pues para ellas un **metalotecto litoestratigráfico y un metalotecto regional paleogeográfico**.

- Las mineralizaciones se concentran en agrupaciones cuyos controles parecen ser estructurales. Se sitúan en áreas que se caracterizan, como se ha visto anteriormente, por una fuerte tectonización. Se hallan, en general, en el dominio de influencia de accidentes o lineamientos tectónicos de importancia regional, que han controlado la localización de diapiros y en cierta



manera la sedimentación durante el Aptiense-Albiense. Existe una relación espacial evidente entre áreas mineralizadas y domos o diapiros de Keuper, que han actuado como paleorelieves e influido en el registro sedimentario (espesores).

- Las mineralizaciones responden, en general, a un tipo morfológico común, el de rellenos de cavidades kársticas, en el que pueden definirse dos subtipos que a menudo aparecen asociados (figura nº 24) :

- en cavidades irregulares o bolsadas desarrolladas por karstificación y que, en función de un control tectónico claro (fracturas N 10° en Novales, por ej.), pueden graduar a cavidades con fuerte desarrollo vertical o columnar y con desarrollo longitudinal irregular o arrosariado (morfología secante o filoniana s.l.). La estructura interna suele ser predominantemente brechoide, con elementos de la roca de caja (dolomía ferrífera) cementados por blenda, galena, marcasita (según zonas), dolomita ferrífera. Son frecuentes las estructuras coloformes y en escarapela. En algunas de estas cavidades, sin embargo, pueden observarse estructuras bandeadas producidas por sedimentación interna.

- en "capas" o lentejones estratoides, a grandes rasgos concordantes con la estratificación. Algunos de estos lentejones se presentan adosados o unidos a cuerpos "filonianos" de desarrollo vertical. En algunos otros casos constituyen el tipo de la mineralización principal. Algunos de ellos tienen estructura brechoide, análoga a la ya descrita. Sin embargo, estas capas, con disposición concordante o pseudoconcordante, alcanzan, como en el caso de Reocín, un gran desarrollo planar, y tienen una estructura bandeada a la que se superponen otras estructuras sedimentarias.

En el análisis que realiza Lagny (1976) de las morfologías de las cavidades kársticas mineralizadas, en función del contexto estructural y paleogeográfico, se diferencian las redes kársticas en zócalos plegados bajo coberteras discordantes (con neto predominio de las formas verticales) de aquellas en coberteras epicontinentales interrumpidas por episodios de emersión (redes kársticas con predominio de cavidades paralelas a la estratificación). Este último es el medio paleogeográfico en el que se desarrollaron las cavidades de la zona, en el que, en general, se cumple el predominio de las cavidades subconcordantes. Sin embargo, en zonas concretas, sin duda por un control tectónico sobrepuesto, se desarrolla también el otro tipo de cavidades. La preponderancia de una u otra morfología puede estar condicionada por la mayor o menor efectividad e intensidad de la actividad tectónica pre y sin-mineralización.

Como señala Barbanson (1987), una posible explica-

ción de porqué la dolomitización ferrífera se desarrolla en el núcleo de áreas ya dolomitizadas la puede aportar el diferente comportamiento de las calizas y dolomías bajo las solitudes tectónicas. Las dolomías se comportan más frágilmente y concentran discontinuidades con respecto a las calizas, estableciéndose una mayor permeabilidad y una apertura preferencial de cavidades, con la consiguiente circulación de disoluciones que tienden a incrementar el proceso de karstificación.

- Las mineralizaciones de Zn-Pb de la zona se encuentran **siempre en dolomías**. Esta relación mineralización-procesos de dolomitización existe en los yacimientos del tipo Mississippi Valley (Brown, 1970) pero es también frecuente en los Sedex. En las mineralizaciones cántabras los procesos de dolomitización son complejos y polifásicos, conduciendo a envolventes concéntricas de dolomías. Las etapas de dolomitización son:

- Una **dolomitización regional**, con desarrollo preferentemente horizontal, de aspecto concordante, que prepara a la roca para las transformaciones posteriores. Se invoca para esta etapa un origen tardidiagenético por mezcla de aguas, que implica un proceso paralelo de somerización (Bustillo et al., 1986).

- Una dolomitización con enriquecimiento en hierro o **dolomitización ferrífera** (formación de dolomita ferrífera o ferrodolomita), que se produce a partir de la anterior, pero con un desarrollo más restringido y con una tendencia secante con respecto a la estratificación. Suele estar **controlada por fallas** y muestra una íntima relación con la mineralización a la que envuelve.

- Simultáneamente a la precipitación de los minerales sulfurados de la mineralización, cristaliza una dolomita ferrífera blanca que constituye la ganga de aquella.

La aureola de dolomitización ferrífera de las mineralizaciones, claramente epigenética y controlada por fallas N 100°-120° (o N 60°) afecta, a veces, no solamente a las rocas carbonatadas aptienses sino a las superiores de edad Albiense. Así como las dolomías constituyen un metalotecto litológico regional, las dolomías ferríferas son un metalotecto local o directo importante (Fig. nº 25).

- Desde un punto de vista paragenético y geoquímico, las mineralizaciones estudiadas son relativamente simples y homogéneas, sin que puedan significarse zonalidades muy netas. Los rasgos más llamativos son los siguientes:

- La paragénesis metálica es simple: esfalerita, galena, marcasita, pirita.

- Ausencia generalizada de barita y fluorita, aunque la barita sea un componente típico de las

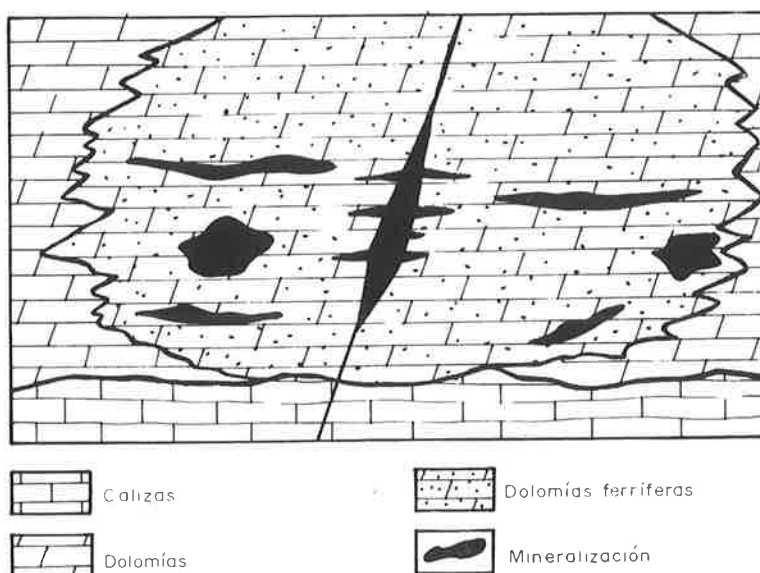


Fig. 24. Esquema de los distintos tipos morfológicos de mineralización

concentraciones del Macizo Asturiano y la fluorita sea un constituyente frecuente de las de algunos distritos de la cuenca vasca.

- Las relaciones Zn/Pb, aunque comprendidas en una franja reativamente estrecha son variables de un yacimiento a otro e incluso de una parte a otra de un mismo yacimiento. Puede apreciarse, sin embargo, en términos muy generales, **un aumento de la relación Zn/Pb del Oeste hacia el Este.**

Es más neta la zonación respecto de los contenidos en Fe, tanto expresados mineralógicamente como marcasita y pirita, como por sus contenidos en las dolomías ferríferas. **Las mineralizaciones se enriquecen en Fe hacia el E,** destacando las mineralizaciones del Sinclinal de Santillana por sus altos contenidos en marcasita y pirita.

A guisa de conclusión, son asumibles algunas ideas expresadas por Barbanson (1984) que establecen una relación funcional entre dolomitización regional, dolomitización ferrífera y mineralización. La particular paleogeografía de las calizas urgonianas en el sector Septentrional, en rampas carbonatadas con pequeña inclinación y con relieves poco acentuados, permite la submersión o emersión de amplias superficies como respuesta a pequeños movimientos negativos o positivos. Las cavidades kársticas, también controladas por la tectónica, evolucionarían en función de las condiciones hidroquímicas e hidrodinámicas de superficie. Estas condiciones serían también dependientes de la tectónica, que induciría los movimientos positivos o negativos y la influencia relativa de las disoluciones presentes (mayor o menor influencia de las disoluciones continentales o salinas). A una primera fase, en la que se

produciría la dolomitización diagenética, seguiría otra, en los sectores mineralizados, a **favor de movimientos positivos**, con rejuegos de fracturas y el consiguiente **desarrollo** del karst, establecimiento de condiciones **reductoras** (posibilidad de **reducción** de  $SO_4^{2-}$ ), en la que tendría lugar el metasomatismo ferrífero y la precipitación de sulfuros a partir de las salmueras canalizadas por las fallas. En una tercera fase, y como consecuencia de movimientos negativos, aumentaría la influencia de las aguas marinas, con la inhibición de la precipitación de sulfuros, y se produciría una acumulación de terrígenos sobre la superficie karstificada. El reinicio de un nuevo ciclo supone el desarrollo de una nueva plataforma sedimentaria sobre los terrígenos y una nueva secuencia de movimientos positivos y negativos, en los que los movimientos tectónicos locales afectan a mineralizaciones ya formadas. Ello se traduce en una brechificación de las mineralizaciones anteriores y una cementación de los fragmentos por nuevos sulfuros.

#### 4.3.2.3.- Distribución y controles de las mineralizaciones de Fe.

Las mineralizaciones de Fe, en las que se pueden diferenciar cuatro tipologías diferentes (mineralizaciones en chirteras en dolomías del Gargasiense, mineralizaciones de siderita en calcarenitas del Albiense, mineralizaciones supergénicas en el Urganiano y concentraciones de hidróxidos en materiales detríticos del Weald), se distribuyen en la mitad oriental de la Hoja. Todas estas mineralizaciones parecen tener unos controles litoestratigráficos y estructurales análogos a los de las mineralizaciones de Pb-Zn. En el caso de las de tipo chirtera, con una distribución muy concreta y restringida (alineación E-O prolongándose en el sierra de Peña

Cabarga), habría que añadir el metalotecto físico y paleogeográfico que representa el karst mineralizado.

En términos generales, el Fe y el Pb-Zn parecen mostrar, en lo referente a la distribución de sus concentraciones, una relación excluyente (salvo excepciones). Teniendo un control litoestratigráfico y estructural análogos (por lo menos las de Zn-Pb y una gran parte de las de hierro), su control paleogeográfico es diferente. Una convergencia entre ellas puede encontrarse en las concentraciones supergénicas de Fe formadas en las zonas superiores (monteras ferruginosas) de mineralizaciones de Zn-Pb más ricas en pirita y marcasita (zona más oriental

del distrito de Zn-Pb, en el Sinclinal de Santillana y al S de Santander). Por ello habría que recurrir, para explicar esta **macrozonalidad en los yacimientos**, por otra parte cronológica y genéticamente relacionados, a una variación geoquímica regional de las disoluciones mineralizantes, reflejo posiblemente de **heterogeneidades geoquímicas en el basamento** (y la cuenca) de dónde proceden. Esta hipótesis puede reforzarse por el hecho del enriquecimiento gradual en Fe de las mineralizaciones de Zn-Pb hacia el E, y de la presencia, siquiera accesoria, de minerales de Zn o Pb en algunas de las de Fe.

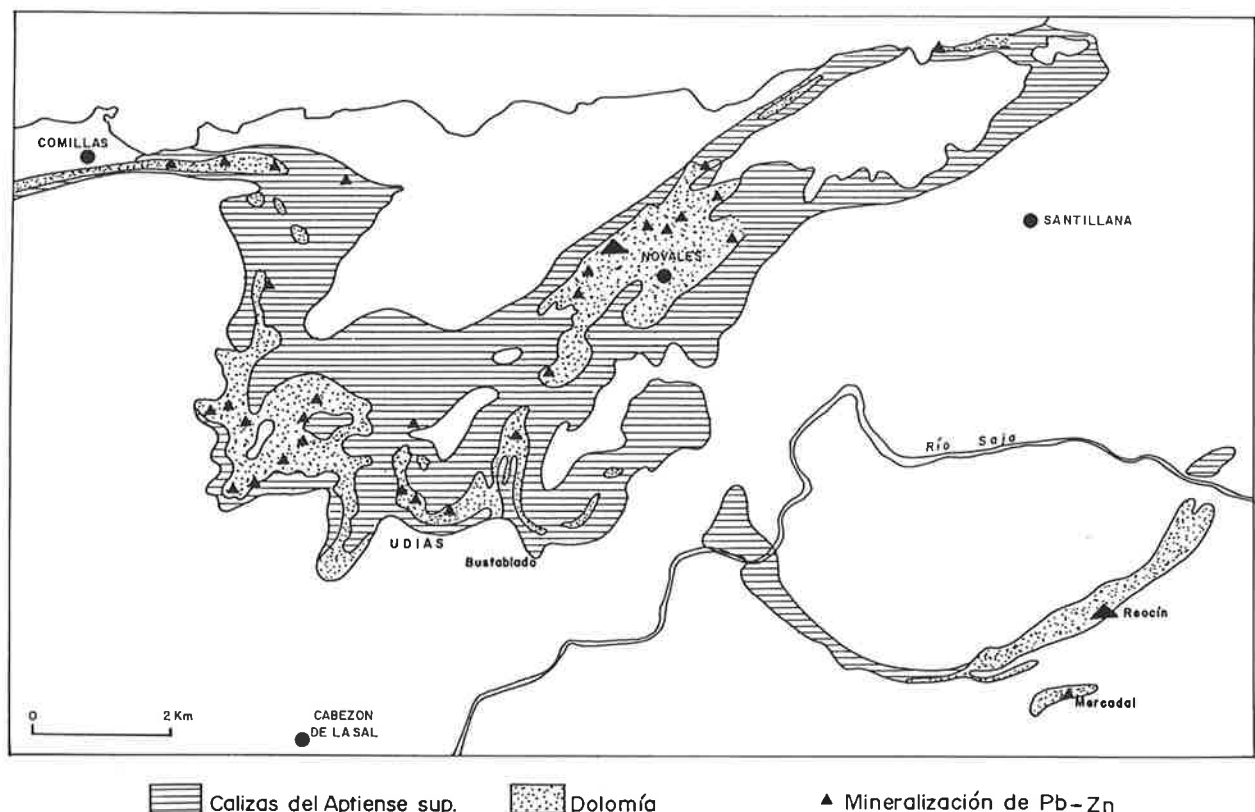


Fig. 25. Cartografía de las zonas dolomitizadas (dolomías y ankeritas) del Aptiense Superior (según Vadala, 1981).

## **5.- MINERIA**

### **5.1.- HISTORIA Y EVOLUCION DE LA MINERIA**

No es posible precisar en que época comenzó en Cantabria la edad de los metales, pero sí parece cierto que los pueblos prerromanos ya utilizaban los metales a pequeña escala, beneficiando las monteras mineras.

La primera referencia bibliográfica histórica sobre la ejecución de trabajos mineros, dentro del ámbito territorial de esta hoja, corresponde a la época romana (Plinio: Historia Natural), en la que se cita la existencia de menas de hierro y de plomo. Las referencias de época romana se han visto confirmadas por el hallazgo de objetos de esa época (monedas, candiles de barro) en labores antiguas descubiertas al desarrollarse la minería en la época moderna, tanto en Reocín como en Udías.

Asimismo JOVELLANOS en sus Diarios (1791) cita el hallazgo de labores mineras, mazos y picos que le parecían romanos en la mina de hierro de Pámanes.

Dado el desconocimiento que tenían los romanos sobre la obtención y empleo de zinc, y la dificultad de obtención del plomo, no existe un conocimiento exacto del empleo que daban a las menas extraídas, siendo posible que conociesen la obtención de latón, a partir de las calaminas y de los minerales de cobre que podían extraer dentro de la región en Soto de Espinilla (Reinosa) o en la zona de Cangas de Onís (Asturias).

No se conservan referencias ni del período visigodo ni de la Baja Edad Media, limitándose, posiblemente, las labores en esta época a pequeñas extracciones de carácter doméstico.

Posteriormente, se sabe de la existencia de varias ferrerías en Cantabria de las que se desconocen sus características.

En el siglo XVII se instalaron los hornos de La Cavada y Liérganes, en los que se trataban minerales provenien-

tes, entre otros, de Cabárceno y Pámanes. Estas instalaciones estuvieron trabajando hasta finales del siglo XVIII en que empezó su decadencia, debido principalmente a la ausencia de un combustible adecuado.

A mediados del siglo XIX comenzó la época moderna de la minería en Cantabria, empezando las labores en las principales minas de Pb-Zn y relanzándose la minería del hierro.

Hacia 1851 o 1852 se comenzaron a explotar los minerales de Pb-Zn en Comillas, por su proximidad a la costa. En 1859 ya estaban en explotación o reconocidas prácticamente todas las minas de calamina, contando Reocín con 1.500 trabajadores, y la de Comillas-Udías con 850. Las principales sociedades explotadoras eran la Real Compañía Asturiana de Minas y Fundiciones de Santander.

En estos años, Cantabria se convirtió en el principal suministrador de mineral de zinc a Europa, siendo la más importante, con diferencia, la mina de Reocín. De ahí que, en 1885, la Real Compañía Asturiana de Minas hubiese absorbido a las demás empresas, siendo esta Compañía la principal explotadora de este mineral en Cantabria hasta la crisis de finales de la década de 1970, en que pasó (1981) la titularidad de las concesiones a la sociedad Asturiana del Zinc, S.A. (AZSA), actual explotadora.

La explotación de la mina de Reocín comenzó en 1853, beneficiándose las calaminas de la montera, cuya riqueza en zinc, después de calcinadas, era del 50%. Durante 70 años se continuó el laboreo de esta montera, hasta que al disminuir su riqueza se planteó la necesidad de explotar los sulfuros, para lo cual se realizaron los primeros ensayos de concentración por flotación en la planta de Torres, en 1919, con resultados positivos, por lo que se realizó una intensa campaña de investigación y se pasó a su explotación. Las labores se realizaron a cielo abierto y subterráneas hasta 1943, en que se paralizaron las primeras. En 1965, al producirse el hundimiento de las explotaciones de interior, se reabrieron las de exterior, las cuales tuvieron en 1976 una fuerte intensificación al reconocerse nuevas e importantes reservas. En la actualidad se realizan labores de

interior y exterior.

Durante todo este período, además de en la mina principal de Reocín, Real Compañía Asturiana de Minas realizó labores de investigación y laboreo en otras zonas: Comillas-Udías, Novales, etc., siendo una de las principales empresas productoras de zinc a nivel mundial.

En la segunda mitad del siglo XIX tuvo lugar un importante resurgimiento de la minería del hierro en Cantabria. Así, en 1886 la producción fue de 147.620 Tm., la tercera en importancia después de Vizcaya y Málaga. Los principales criaderos estaban situados en las zonas de Saltacaballos, Cabarga-Solares y Camargo.

Con la introducción y mejora de los sistemas de tratamiento de las menas, a principios del siglo XX, se impulsó la extracción de minerales de hierro y así, en 1911, había en Cantabria 67 minas activas con una producción de 1.329.803 Tm.; debido a una crisis del mercado se pasó a 29 minas, en 1925, con una producción de 675.573 Tm.

En las décadas de los años cuarenta a los sesenta se produjo el cierre de casi todas las minas: Entrambasaguas, El Bosque, Puente Arce y la mayor parte de las de Peña Cabarga. Este declinar de la actividad continuó hasta la actualidad, en que ya no hay minería extractiva de minerales de hierro, habiendo sido las últimas minas operativas las de Dícido y Orconera de la Compañía Agruminsa, S.A., cerradas en la década de los 80.

En Cantabria hay varias salinas que han sido objeto de explotación desde la época romana, quedando dentro de la hoja de Santander la zona de Treceño, objeto de labores en los siglos pasados y en la actualidad inactivas, y Polanco, donde actualmente extrae sal gema la Sociedad Minas de Torrelavega, S.A. (MITOSA). La zona de Polanco fue puesta en explotación, después de un período de investigación, en 1908. Desde esa fecha ha abastecido, sin interrupción, a la fábrica de productos químicos que la sociedad Solvay Cía. posee en Barreda.

También cabe señalar la existencia de varias turberas, hoy en día sin actividad, pero que en otras épocas fueron explotadas, como son las de Torrelavega, donde en 1875 se sacaron 3.000 Tm., Suances y Polanco.

## 5.2.- INVESTIGACIONES REALIZADAS

El interés despertado desde antiguo por el potencial de los yacimientos de Zn-Pb dentro de Cantabria ha llevado a una elevada actividad investigadora por parte de las empresas privadas. Esta, sin duda alguna, es mucho más diversa que la desarrollada por el Instituto Geológico y Minero de España y Universidades, ya que viene condicionada por la estructura de los derechos

mineros existentes. Por su parte, la actividad del IGME se ha centrado fundamentalmente, en los aspectos de infraestructura y síntesis relativos a ámbitos más amplios que la propia hoja.

### 5.2.1.- INVESTIGACIONES REALIZADAS POR EL ITGE (IGME)

#### - 1.967. Plan de investigaciones mineras para 1968-1971. (ref.10.116).

Se establecen los planes nacionales del Hierro y del Plomo y minerales paramagnéticos, con objeto de poder cubrir las necesidades de las industrias siderometalúrgicas nacionales y reducir la dependencia del exterior.

Dentro de cada plan se analiza la distribución de los yacimientos en España, y se establecen una serie de anteproyectos con el fin de ampliar las zonas de investigación.

#### - 1.967. Investigación mineras. Permisos de investigación Sinarcas sales de Santander. Estudios de sales para Norton Ibérica, S.A. (ref. 10.546). Hace también referencia a otras regiones.

En este documento existen una serie de informes sobre las denuncias y permisos de investigación de sal común en diversas provincias, entre ellas Santander.

	<u>SUSTANCIA</u>	<u>GEOLOGIA</u>	<u>SUPERFICIE</u>	<u>INTERES</u> <u>DE DENUNCIA</u>
VARGAS	CINa	1:50.000	124 Ha.	m.I.
LA HERMOSA	CINa	1:50.000	2.586 Ha.	m.I.
TRECEÑO	CINa	1:40.000	735 Ha.	m.I.
LAREDO	CINa	1:50.000	540 Ha.	m.I.
SAN JULIAN	CINa	1:50.000	24 Ha.	m.I.

m.I. = menor interés; M.I. = Muy interesante

Contiene, además informes sobre antecedentes y rasgos geológicos generales de interés para la ejecución de denuncias mineras previas de cada una de las provincias.

#### - 1.968. Investigación de sal común (ref. 10.550).

Hace referencia a varias denuncias en Santander. Existe también una relación de yacimientos salinos, siendo las más importantes las explotaciones de Polanco.

#### - 1.970. Plomo y Zinc del Norte (ref. 10.065).

ZONA 1.- Comprende la parte noroccidental de la provincia de Santander. (650 Km2).

ZONA 2.- Comprende la parte Norte de Palencia, occidental de Santander y extremo oriental de Oviedo (1.500 Km2).

ZONA 3.- Comprende el borde oriental de Lugo y el extremo suroccidental de la de Oviedo (1.000 Km 2).

La zona más importante es la primera, descendiendo en importancia hacia el Oeste.

**- 1.970. Anteproyecto de investigación de minerales de hierro en las provincias de Oviedo-Santander. (ref. 10.068).**

Señala para Santander tres zonas importantes de mineralizaciones de óxidos de hierro:

- Zona de Mercadal
- Zona de Camargo
- Zona de Peña Cabarga

La primera está situada inmediatamente al Sur de Reocín, en el municipio de Cartes (fuera del ámbito de la hoja); la segunda está situada en unos 10 Km. al Suroeste de Santander, en los municipios de Camargo y Astillero; la tercera a unos 10 Km. al Sur de Santander, en los términos de Villaescusa y Piélagos. Las mineralizaciones de Peña Cabarga se prolongan más hacia el Este, a los municipios de Liérganes, Solares, etc., donde han existido explotaciones de la Sociedad Metalúrgica Duro Felguera.

Las tres zonas mencionadas pertenecen al mismo tipo de yacimientos. Se trata de rellenos de cavidades kársticas en rocas carbonatadas, principalmente dolomías, con materiales arcillosos y diferentes clases de óxidos de hierro. El mineral se encuentra cerca de la superficie, y es producto de la oxidación de sulfuros de hierro, que aparecen a mayor profundidad. Su explotación se realizaba a cielo abierto.

**- 1.971. Mapa Metalogenético E.1:200.000, hoja nº 4 (Santander).**

Estos mapas suponen una representación gráfica, sobre una síntesis de la cartografía geológica existente en aquel momento, de toda la información acerca de los indicios mineros y yacimientos. Puesto que, tanto la base geológica, como la información sobre yacimientos ha sido posteriormente mejorada con amplitud, se tenía prevista para el IV P.D.E.S. la realización de una nueva edición del Mapa Metalogenético a escala 1:200.000.

Consta de Hoja y Memoria y ésta a su vez, consta de los siguientes capítulos:

- Introducción.
- Objetivos y fundamentos.
- Características fundamentales del Mapa:
- Fichero de indicios.
- Simbología:

- Fondo geológico.
- Yacimientos minerales e indicios.
- Metalotectos.
- Codificación.
- Bibliografía.

**- 1.975. La minería de Hierro en España. Su utilización óptima para el abastecimiento de la Siderurgia Nacional. (ref. 00.404, 00.405, 00.406 y 00.407).**

El trabajo se presenta en cuatro tomos formando una unidad aunque en el servicio de documentación del IGME figuran con el número de documentos distintos.

El objetivo consistía en conseguir acoplar la producción y el consumo nacional mediante una "distribución óptima", con el fin de reducir el volumen de importaciones de mineral.

Se plantea la solución de un problema de distribución, decidiendo plasmar el mercado nacional de hierro en un modelo de programación lineal, formándose varias hipótesis de optimización según diferentes puntos de vista e intereses del análisis, y del resultado de las diferentes distribuciones obtenidas, de la aplicación del modelo, se ha derivado una serie de conclusiones que van a permitir la elaboración de una política de abastecimiento.

Se estudian las mineralizaciones de las distintas zonas de producción de España y su distribución en el consumo.

Dentro de la provincia de Santander destaca AGRUMINSA como principal distribuidor.

**- 1.975.- Programa sectorial de investigación de minerales de Hierro. Subsector I. Vizcaya-Santander. Estimación de las reservas minerales en Vizcaya. Informe final años 1.973/1.975. (ref. 10.100).**

Publicado en las colección-informe con el título "Estimación de las reservas minerales en Vizcaya". El objetivo del estudio fue localizar y definir las posibles reservas.

De las zonas que en este proyecto fueron seleccionadas, una de ellas (Dícido), está íntegramente situada en la provincia de Santander, estando otra (Hoyo Covaron) ubicada en su mayor parte también en Santander. El resto de las zonas se sitúan en las provincias de Vizcaya y Alava.

**- 1.978. Proyecto de elaboración de la infraestructura necesaria para el estudio metalogenético de depósitos de Pb-Zn de la provincia de Santander (Sin referencia).**

Este proyecto incluye un estudio específico de las

mineralizaciones de Zn-Pb (Santander) dentro de las hojas 33-34-35-36-57-58-59-60, así como la realización de un fichero de indicios exhaustivo dentro de la zona.

**- 1.979. Síntesis de las investigaciones geológico-mineras del hierro realizadas por el IGME. (ref. 00.569).**

El trabajo viene repartido en dos partes. En la primera las mineralizaciones de hierro y dentro de este apartado, en el tipo Bilbao, está comprendida la zona Vizcaya-Santander.

En la misma se hace una división en subsectores.

La provincia de Santander pertenece al Subsector Vizcaya-Santander, y de éste se hace un estudio que comprende:

- Introducción
- Metalogenia de los yacimientos
- Investigación realizada por el IGME en el Subsector I.
- Síntesis de los trabajos realizados por el IGME en el Subsector I.
- Conclusiones
- Relación de los trabajos realizados por el IGME en este Subsector y Ordenación cronológicas.

**- 1.980. Síntesis de las investigaciones geológico-mineras realizadas por el IGME en Cantabria.**

El estudio ha sido realizado dentro del proyecto "Valoración técnica de los estudios contenidos en los Fondos Documentales del IGME, relativos a la Cornisa Cantábrica y León".

El objetivo principal es la creación de un sistema, o modelo de tratamiento, de la documentación generada por los proyectos realizados por el IGME en esta zona de la "Cornisa Cantábrica".

También se pretende dar una visión global de las investigaciones, de diversa naturaleza, realizadas por este Organismo a lo largo y ancho de la región. Finalmente, trata de cumplimentar, en la parte que le corresponde, la base informativa y Documental recomendada en el apartado 8.2.1.4., del PLAN NACIONAL DE ABASTECIMIENTO DE MATERIAS PRIMAS MINERALES (no energéticas) (1.979-1.987).

La metodología que se ha seguido en el estudio es:

- 1) Análisis de la documentación existente en los archivos del IGME, perteneciente a la región objeto del estudio.
- 2) Recopilación de estos documentos y posterior

clasificación de los mismos, según su tipología.

- 3) Síntesis esquematizada de la información consultada, de manera que resulten claros todos los datos que puedan presentar interés (cuadros, tablas, etc.).
- 4) Resumen de las áreas estudiadas en la región, mediante la confección de mapas, gráficos, etc.

**- 1.980. Análisis de la labor realizada en Asturias y Cantabria desde 1969 y estudio de posibilidades futuras.**

En este trabajo se incluye la previsión de actividades del IGME en Asturias y Cantabria para 1.980, en base a los conocimientos existentes por los estudios realizados con anterioridad y las principales posibilidades de actuación fuera del Instituto.

**- 1.981. Síntesis de la investigación de lignitos.**

Se realiza una selección de áreas por la presencia de facies favorables o indicios. La provincia de Cantabria queda incluida en la zona Subcantábrica, junto con Palencia, Burgos, Logroño, Alava, Vizcaya, Guipúzcoa y Navarra.

Dentro de Cantabria, incluida total o parcialmente, se señalan las siguiente áreas:

- Alceda-Quintanilla-Villacarriedo.
- San Vicente de León-Saja-Quintanilla.
- Sierra del Escudo.
- Cabezón de la Sal.
- Las Rozas.
- La Población.
- Santoña-Oreña.
- Abanillas.

En el juicio crítico sobre las posibilidades ligníferas de las distintas áreas destacan dos de ellas, Las Rozas y La Población, que fueron objeto de estudio posterior.

**- 1.982. Inventario, con cobertura gráfica, de los trabajos realizados en las provincias de Santander, Burgos, Vizcaya, Guipúzcoa y Alava de sustancias no energéticas.**

Este proyecto hace referencia a las provincias de Santander, Burgos, Vizcaya, Guipúzcoa y Alava, sobre las que el IGME ha desarrollado cantidad de trabajos, abarcando un amplio abanico de actividades que van desde la geología pura y la minería, hasta la geotecnia y rocas industriales.

Tiene como objetivo básico mostrar, mediante técnicas

de información gráfica, el grado de cobertura y de conocimiento adquirido en la zona vasco-cantábrica, a través de los trabajos realizados por el INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA.

El resultado final ha sido la elaboración de una Atlas temático que reúne toda la información existente sobre los trabajos realizados por el IGME en materia de Geología, Minería, (sustancias no energéticas) y Geotecnia en las cinco provincias citadas.

#### **- 1.985. Proyecto para la evaluación de las posibilidades mineras de Cantabria.**

Este proyecto recoge y analiza la información geológico-minera existente relativa a Cantabria, estableciendo, para el grado de conocimiento existente, las actuaciones a desarrollar por el IGME encaminadas a potenciar sus posibilidades mineras. Quedan fuera del alcance del proyecto la mayoría de las denominadas rocas industriales.

#### **-1.985. Exploración de baritas en Asturias y Cantabria.**

El objetivo principal de este estudio era la determinación y delimitación de las zonas con indicios de barita, definiéndolas desde el punto de vista geológico-minero, y la caracterización total del mineral en base a su adecuado aprovechamiento industrial.

Estos objetivos se pretendían conseguir efectuando los siguientes trabajos en dos fases consecutivas:

A) Fase de exploración y selección de zonas.

B) Estudio y definición de las zonas con mayor interés.

En la primera fase se seleccionaron las zonas que "a priori" presentaban mayor entidad en función de los datos extraídos de la documentación analizada, de la caracterización de las muestras tomadas y de la valoración previa de los indicios investigados.

En la fase segunda, una vez definidas las zonas de interés se procedió al estudio de las mismas mediante cartografía, a escala 1:25.000, complementada con la toma de nuevas muestras y los análisis tecnológicos y de caracterización adecuados que confirmaron y definieron las zonas con verdadera entidad. Enlazada, y formando parte de ésta, se contemplaba una fase final donde se reseñaban las áreas prioritarias para futuras actuaciones, reflejando todos estos factores en un capítulo de resúmenes y conclusiones.

#### **- 1.985. Potencial básico de sales y silvinita en Cantabria**

Se pretendía con la ejecución de este proyecto, la delimitación de una serie de zonas que reúnan las necesarias condiciones geológico-mineras para constituir la base de una posterior investigación de estos

materiales salinos a una mayor escala.

Para su consecución, habían de cubrirse una serie de fases o etapas, cuyos objetivos eran:

-Realización de un detallado inventario de todas las manifestaciones salinas conocidas en Cantabria, así como el conocimiento de su situación administrativa.

-Estudio de estas zonas inventariadas para, una vez conocidas, realizar una selección de aquellas que presentaran mejores condiciones geológico-mineras.

-Definición y delimitación de estas zonas de más interés para ser estudiadas con mayor profundidad en posteriores proyectos a una escala de 1:25.000

#### **- 1.985. Proyecto para el estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos minerales del Urgoniano de Cantabria, en el área Torrelavega-Santander.**

Este proyecto pretende recoger y analizar la información geológico-minera existente, relativa a los yacimientos minerales incluidos en los sedimentos calcáreos Urgonianos del Área Torrelavega-Santander, como punto de partida para la ejecución posterior de una cartografía de facies sedimentarias a la escala 1:10.000, levantamiento de columnas estratigráficas de detalle y estudio sedimentológico de muestras, de manera que todo ello permita la realización de un análisis sedimentológico de la zona objeto del proyecto, y el consecuente establecimiento de un modelo sedimentario, que permita llegar a concretar los sectores aptos para la ubicación de mineralizaciones metálicas de interés, así como la extrapolación del mencionado modelo a otras áreas calcáreas urgonianas de Cantabria.

#### **- 1990. Estudio sedimentológico aplicado a los yacimientos del Urgoniano de Cantabria. Área de Ampuero.**

En él se profundiza en el contexto sedimentológico y paleogeográfico de los materiales Urgonianos en el entorno de mineralizaciones de Zn-Pb. Este proyecto se ha centrado en un área restringida en la zona de Ampuero.

#### **- 1990. Prospección Minera en las zonas de Marina de Cudeyo- Medio Cudeyo, Prellezo, Nansa-Cabezón y Comillas (Cantabria).**

En zonas seleccionadas a partir de los estudios sedimentológicos anteriores, el I.T.G.E. ha desarrollado actividades más detalladas y aplicadas, dirigidas a definir objetivos de prospección. En ellos se han efectuado trabajos de geología estructural y sedimentología detallada (98 km<sup>2</sup> de cartografía de facies sedimentarias a escala 1/10.000 y levantamiento de 700 m de columnas sedimentológicas).



Se han desarrollado prospecciones geoquímicas en redes de drenaje en zonas seleccionadas (265 muestras) y perfiles de geoquímica de suelos (348 muestras) sobre anomalías de redes de drenaje o metalotectos sedimentológicos o estructurales definidos en la fase anterior.

#### **- 1993-94. Investigación Minera en la Reserva "Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo".**

Se está desarrollando actualmente una campaña de investigación en el área de Marina de Cudeyo-Medio Cudeyo, considerada de interés a partir de los estudios anteriores.

Se están efectuando trabajos de geofísica (82 estaciones de gravimetría, 6,5 km de perfiles de P. Inducida) y de geoquímica (390 muestras de suelos en una malla de 75x25 m). Está prevista la realización de sondeos en las anomalías definidas con esas técnicas.

#### **5.2.2.- INVESTIGACIONES REALIZADAS POR EMPRESAS MINERAS**

1.- GRUPO REAL COMPAÑIA ASTURIANA, S.A./ ASTURIANA DEL ZINC, S.A.

##### **- Proyecto: P.I. Canela (nº 16.129).**

Situado en los alrededores del pueblo de Prellezo, del término municipal de Val de San Vicente, ocupando una superficie de 565 Has. En la zona existen dos pozos antiguos, sobre mineralizaciones de blenda, galena, pirita y marcasita.

A partir de 1972 se intensificó el interés investigador sobre este Permiso, en base a las mineralizaciones existentes, teniendo como objetivo la determinación del potencial minero existente para Zn-Pb.

Los primeros trabajos de investigación fueron realizados por Asturiana de Zinc, S.A., y consistieron en:

- Cartografía geológica 1:50.000 sobre la zona de afloramientos y labores.
- Geoquímica de suelos para Zn y Pb.
- Desmuestre en roza sobre los afloramientos y las labores.
- Sondeos de reconocimiento con testificación continua en un total de 3.

##### **- Proyecto: Ruiloba-Carmen**

Constituido por dos concesiones mineras (Ruiloba nº 15.657, Mª del Carmen nº 16.021), con una superficie total de 646 Has., y situado entre las localidades de Comillas y Ruiloba.

La zona fue objeto de explotación de calaminas, blenda y galena a finales del siglo pasado y principios del actual, concentrándose la mayor parte de los trabajos en las proximidades de la primera de las poblaciones citadas.

Las mineralizaciones se encuentran dentro de las dolomías gargasienses, asociadas a fracturas.

Por parte de la Real Compañía Asturiana de Minas (R.C.A.) se realizaron varios trabajos de investigación de 1969-70, consistentes en:

-Cartografía geológica 1:5.000 sobre una superficie aproximada de 2.700 Has.

-Geoquímica de suelos sobre la zona ocupada por las dolomías, en una extensión de 3.000 m. de longitud (O-E) y 250 m. de ancho; recogida de un total de 660 muestras en malla de 50 m. de lado, para análisis de Zn y Pb.I

-Sobre las anomalías detectadas por geoquímica se programó una campaña de sondeos de reconocimiento, que comprendió un total de 12 perforaciones con testigo, continuo con 1.221 m. de longitud.

Los resultados obtenidos fueron erráticos, y no permitieron establecer ninguna conclusión.

##### **- Proyecto: Udías-Navales**

Esta zona se halla cubierta por un conjunto de concesiones mineras situadas sobre una amplia zona dolomítica. Si bien, desde el punto de vista minero, se determinan dos conjuntos de labores, esta separación no puede establecerse respecto a las mineralizaciones por lo que la investigación realizada, escalonada y progresiva en el tiempo y el espacio, formó parte de un proyecto único.

La zona fue objeto de actividad explotadora en distintas épocas, inicialmente para calaminas y galena y, más tarde, para blenda junto con las anteriores. Hacia 1.930 se paralizaron los trabajos, y posteriormente (1.956) comenzó por parte de R.C.A. un reconocimiento con vistas a la posible puesta en explotación del yacimiento.

Los trabajos realizados en las sucesivas fases fueron:

-Cartografía geológica a diferentes escalas:

-1:25.000 de la zona comprendida entre Santillana del Mar-Reocín-Comillas.

-1:10.000, sobre unas 8.500 Has., cubriendo la terminación occidental de la zona plegada de Santillana del Mar hasta el límite con la zona diapírica de San Vicente de la Barquera.

-1:4.000 de las calizas y dolomías gargasienses de la zona de Udías. Cartografía minera.

-Levantamiento geológico-mineros de las antiguas labores de explotación.

-Reconocimiento mediante sondeos tanto sobre mineralizaciones ya evidenciadas como sobre zonas vírgenes, con realización de 258 sondeos de exterior, de testigo continuo, tanto verticales como inclinados, con un total de perforación del orden de 22.000 m.

Con posterioridad a los trabajos reseñados, y al haberse puesto en explotación que 1.969 la zona de Novales, las investigaciones que se realizan son esporádicas y dirigidas fundamentalmente a orientar la explotación.

#### - Proyecto: Ubiarco

En esta zona, ocupada por concesiones de R.C.A., existían antiguas labores mineras sobre masas de blenda y, en menor proporción galena. Al disponerse de la cartografía reseñada en el proyecto anterior, que cubría a escala 1:25.000 este área, y con base en los datos recogidos de las labores mineras, la investigación directa realizada se limitó a una prospección geoquímica de suelos para Zn en la superficie ocupada por las dolomías gargasienses, con un total de 230 muestras.

#### - Proyecto: Reocín

Más que tratarse de un proyecto único, por tratarse de una mina de explotación debe hablarse de una dinámica de investigación en el tiempo, tanto para aumentar las reservas útiles del depósito como para aumentar los volúmenes susceptibles de ser extraídos.

Desde el punto de vista de investigación geológica cabe citar:

- Cartografía geológica a varias escalas, tanto de interior como de exterior.
- Sondeos de reconocimiento, con un total de 333 de exterior y 1.140 de interior.
- Estudios metalogénicos de la mineralización.

En cuanto a investigación minera, para permitir un mejor aprovechamiento del depósito, en los últimos años se ha realizado:

- Estudio geotécnico para definición de un método de relleno de ir a la explotación integral.
- Estudio geoestadístico de la nueva explotación a cielo abierto con definición de corta óptima y secuencias de arranque.

Los proyectos reseñados comprenden un volumen elevado de testificaciones, pruebas, etc. cuya enumeración sería excesivamente prolija.

#### - Proyecto: Puente Arce

Comprende un conjunto de concesiones, con una superficie total de 2.899 Has., al que se le da el nombre de Puente Arce por ser ésta la localidad más importante.

En esta zona se habían realizado explotaciones sobre un depósito residual de oxidación de hierro, situado sobre dolomías aptienses, con ligeros indicios de blenda en zonas no alteradas.

Por parte de S.M. PICO DE EUROPA se iniciaron en 1.964 trabajos de investigación con objeto de recono-

cer la presencia de sulfuros en profundidad. Las labores realizadas consistieron en:

- Cartografía fotogeológica 1:12.000, sobre una superficie aproximada de 3.500 Has.
- Desmuestres en rozas en las zonas de afloramiento.
- Campaña de sondeos, en varias fases, con realización de 31 perforaciones de testificación y una longitud total de 11.444 m.

Paralizados los trabajos en 1.970, volvieron a reanudarse en 1.974 en que se realizó un nuevo levantamiento de cartografía geológica 1:10.000 sobre unas 5.300 Has. aproximadamente.

Posteriormente, en 1.976, se optó por la aplicación de métodos geoelectrónicos que permitiesen evidenciar la posible continuidad de la mineralización; con este objeto, se reperforó un sondeo hasta mineral, situándose en éste un electrodo y haciéndose perfiles de cargabilidad. Los resultados no fueron muy favorables, parándose nuevamente la actividad.

#### - Proyecto: Very Good

Localizado dentro de la concesión minera del mismo nombre, nº 15.990, con un total de 150 has., y situado en los términos municipales de Riotuerto y Entrambasaguas.

En la zona se realizaron trabajos de extracción, con aprovechamiento de blenda, hasta el año 1.930. Posteriormente, a partir de 1.965, la empresa Asturiana de Zinc, S.A. ejecutó trabajos de exploración en la zona con el fin de reconocer en profundidad las mineralizaciones puestas de manifiesto en las labores antiguas.

Previamente se realizaron trabajos de cartografía geológica, simultaneando posteriormente los trabajos de exploración y preparación del yacimiento.

Los trabajos realizados en las distintas fases fueron.

- Cartografía geológica a diferentes escalas
- 1:10.000 de gran parte de la concesión y zonas limítrofes.
- 1:2.000 de la zona de labores antiguas y afloramientos dolomíticos.
- Levantamiento geológico-minero E.1:500, de las antiguas labores de explotación.
- Reconocimiento mediante sondeos de la zona, con un total de 11 de exterior y 43 de interior, con profundidades que oscilan entre 134 y 300 metros, los primeros, y entre 20 y 45 los de interior, realizándose un total de perforación del orden de 3.520 m.
- Labores mineras de interior para la preparación del yacimiento.
- 1 Pozo de 60 metros.

- 1 Socavón general, con un total de 480 metros.
- 10 Travías entre 20 y 50 metros.
- 2 Pocillos verticales.
- Una pequeña rampa interior con una sobreguía de 80 m.

Los reconocimientos realizados mostraron metalizaciones muy irregulares y erráticas, con una potencia y ley, de difícil extracción.

A partir de 1.975 se suspendieron los trabajos en la zona.

Desde 1.981, después de la absorción de REAL COMPAÑIA ASTURIANA, S.A., por ASTURIANA DE ZINC, S.A., esta empresa ha realizado en sus Concesiones y Permisos de Investigación los siguientes trabajos:

#### - **Mina de Reocín**

Al hacerse cargo A.Z.S.A. de Reocín, dio un impulso a la investigación de la mina tanto desde el interior como el exterior, con un aumento de reservas estimadas que permiten alargar la vida de la mina en unos 20 años.

Los principales trabajos realizados en Reocín y su entorno son:

- Cartografía E.1.000 de la mina.
- Geofísica: I.P. y P.M. del entorno y afloramiento.
- 61.442 metros de sondeos de interior.
- 38.837 metros de sondeos de exterior.

#### - **Sinclinal de Santillana**

Los trabajos que se han llevado a cabo y se están llevando en el Sinclinal de Santillana, que en su conjunto incluye los grupos de Concesiones y Permisos de Investigación de La Florida, Udías, Novales, Reocín, P.I. María Teresa y Maruja, son:

##### - Geoquímica

- Geoquímica de suelos

Se han realizado 197 perfiles con toma de muestras cada 25 m., y total de 3.699 muestras recogidas, en distintas zonas de la región.

- Geoquímica de escape

Se han realizado 21 perfiles con un total de 1.160 muestras recogidas.

##### - Geofísica

Aunque la resistividad de la blenda no resulta apta para los métodos geoelectricos, se pensó que la pirita y marcasita presentes en la mineralización podrían proporcionar un conductor suficiente para la aplicación de estos métodos.

Se han ensayado:

- Calicatas eléctricas: 11 perfiles con un total de 9.500 m.

- Polarización inducida (con dominio de tiempos y midiendo 8 canales): 20 perfiles con un total de 20.000 m.

- Electromagnetismo (sistema CRONE): 14 perfiles con 11.000 m., y cobertera de bucles en 22 Km<sup>2</sup>.

Los resultados obtenidos han sido negativos en cuanto a la viabilidad o resolución del método, como era de esperar.

##### - Gravimetría

El conocimiento actual por parte de AZSA del depósito de Reocín ha llevado a definir para la mineralización controles de naturaleza estructural y tectónica, que se añaden a los litológicos y estratigráficos. Estos nuevos controles alteran el consumo gravífico local y justificaron la campaña gravimétrica. No se pretendió, pues, la búsqueda directa de la mineralización ya que si bien se cumple la "condición necesaria", representada por el contraste de densidades existente entre mena y roca encajante, "condiciones de suficiencia", son adversas, tanto por la geometría del depósito, como por la profundidad de su emplazamiento.

Se midieron 489 estaciones gravimétricas distribuidas irregularmente por todo el Sinclinal, desde Mercadal al Sur, hasta el Mar Cantábrico al Norte y entre Polanco al Este y Fresneda al Oeste, siguiendo carreteras y los principales caminos, con una densidad media del orden de 5 estaciones/Km<sup>2</sup>H. Con este ensayo se comprobó la importancia de las fallas como control estructural de las mineralizaciones y la posibilidad de su determinación gravimétrica, realizándose un segundo ensayo gravimétrico con un total de 687 estaciones en malla rectangular de 50x100 m. La localización gravimétrica de las fallas junto con los resultados de la geoquímica de escape fijaron los criterios para seleccionar las áreas a sondear.

##### - Sondeos

Como conclusión a todo lo anterior A.Z.S.A. realizó una campaña de sondeos allí donde los métodos indirectos señalaron alguna anomalía.

AZSA realizó 43 sondeos con más de 27000 m de testigo, que condujeron al hallazgo y definición de una mineralización de Zn-Pb a 550 m de profundidad en el centro del Sinclinal de Santillana (Fernandez, F. et al., 1988).

## 2. EXPLORACION MINERA INTERNACIONAL. ESPAÑA. (EXMINESA)

### - **Proyecto: P.I. M<sup>o</sup> del Pilar**

Exminesa estableció un Permiso de Investigación en la parte Norte de la provincia de Cantabria cubriendo

toda la zona costera hasta la altura del Escudo de Cabuérniga. (P.I. M<sup>a</sup> del Pilar). En él se realizó una exploración general de acuerdo con los siguientes pasos:

- 1.- Síntesis de la cartografía existente a 1:50.000.
- 2.- A la misma escala, y con carácter general, diferenciación del tramo Aptiense-Albiense.
- 3.- Geoquímica estratégica en redes de drenaje. Las anomalías resultan claramente atribuibles a tramos dolomíticos, situándose sobre ellos o muy próximos en general.
- 4.- Cartografía de detalle, escala 1:5.000, de las zonas consideradas interesantes.
- 5.- Realización de mallas de suelos sobre zonas previamente anómalas. Se tomaron un total de 18.100 muestras, que se analizaron para Cu, Pb y Zn. Presentan anomalías hasta de 1.000 p.p.m. para Pb y 3.000 p.p.m. para Zn, sobre fondos de 100 y 200 p.p.m. respectivamente.
- 6.- Sondeos. Se realizaron 17 sondeos con un equipo portátil tipo Winkie con un total de 586 m. perforados. Se interceptaron zonas de indicios, pero con una recuperación muy baja y se abandona el sistema.

Posteriormente, se realizaron 23 sondeos con recuperación continua de testigo, con equipos convencionales y un total de 5.314 m. de perforados.

Al finalizar esta fase, la compañía mantuvo el interés en 5 zonas concretas, identificadas por la localidad más próxima: Helgueras, Caviades (P.I. Rubiales), Cobreces, Solares y Trucios.

#### - Proyecto: P.I. Canela (nº 16.129).

Posteriormente a los trabajos realizados a partir de 1.972 por A.Z.S.A. (ver Grupo R.C.A), Charter Exploration, S.A. (C.E.S.A.) realizó asimismo reconocimientos en esta zona, que comprendieron los siguientes trabajos:

- Cartografía geológica a escala 1:2.000 de una superficie aproximada de 110 Has., de las zonas en que se encuentran las mineralizaciones.
- Geoquímica de suelos, en líneas transversales a las direcciones de los cabalgamientos, con un total de 1.397 muestras.
- Desmuestres en roza sobre las labores de los viejos pozos, recogiendo un total de 117 muestras de anchura normalizada de 1 m. Análisis de Pb, Zn y Cu.
- Sondeos de reconocimiento, realizándose 4 perforaciones en la zona Este de labores y 5 en la zona Oeste. Longitud total perforada de 1.788,45

m.

Una vez finalizados estos trabajos, C.E.S.A. paralizó sus investigaciones en este área.

#### - Proyecto: P.I. Beatriz 2ª (nº 16.186)

Los trabajos realizados por C.E.S.A. entre 1.976 y 1.978 dentro del permiso fueron:

- Geoquímica: 1.882 muestras de suelos y 276 de drenaje.
- Desmuestra: 63 muestras de rocas.
- Sondeos: 13 sondeos con un total de 2.061,40 m. y 1454 muestras de testigo.

Investigación realizada para encontrar posibles depósitos explotables de galena-blenda-pirita y marcasita.

3. RIOTINTO, S.A.

#### - Proyecto: P.I. San Pedro

Situado en los alrededores de Santa Cruz de Bezana, con una superficie de 715 Has. Dentro de su perímetro queda incluido el enlace de las dolomías aptienses entre Puente Arce y la antigua mina de Cajo (Peña Castillo).

En 1.976 RIOTINTO, S.A. arrendó este Permiso, planificando una investigación para reconocer la posible existencia de mineralizaciones de sulfuros en las dolomías en profundidad. Los trabajos se desarrollaron durante 1.976 y 77, y consistieron en:

- Cartografía geológica 1:50.000 sobre unas 1.500 Has. de superficie.
- Análisis estratigráfico y paleogeográfico de las calizas y dolomías aptenses.
- Geoquímica de suelos para Zn y Pb, realizándose 18 perfiles transversales con espaciado de 100 m., y muestras cada 10 ó 20 m. Esta geoquímica se realizó en dos fases: una primera superficial o de poca profundidad, y una segunda con barrenas hasta el horizonte C del suelo, ya que en los términos superiores (A,B) el lavado de Zn hacía que sólo apareciesen anomalías de 2º orden.
- Campaña de sondeos de reconocimiento a través de la serie estratigráfica, realizándose 6 perforaciones con testigo continuo con un total de 2.659 m., resultando positivos dos de ellos con mineralizaciones en blenda.

Con posterioridad a estos trabajos se han realizado ningún tipo de actividad investigadora en el área.

4. AGRUMINSA

#### - Proyecto: Dícido

Dentro del Programa Sectorial de Investigación de Minerales de Hierro, Estimación de Reservas Minerales de Vizcaya, realizado por el IGME durante los años 1973-75, se incluyó el área de Dícido por ser ésta el

depósito más occidental de aquella cuenca.

Los trabajos realizados en dicho Programa han sido:

- Cartografía geológica 1:5.000, de una superficie de 1.157,69 Has.

- Un sondeo de reconocimiento sobre la serie estratigráfica.

Por tratarse de una mina activa privada, no se hicieron más investigaciones por considerarse que esta tarea debía ser realizada por la empresa propietaria.

En 1985 se comenzó una campaña de sondeos mecánicos de investigación, para localizar y delimitar las masas mineralizadas.

#### **- Proyecto: Orconera**

Comprende la zona de concesiones para mineral de hierro del mismo nombre, que es objeto de explotación desde el siglo pasado.

El depósito residual de óxidos de hierro, situado sobre dolomías karstificadas próximas a zonas diapíricas, es conocido en toda su extensión. El agotamiento, hacia 1974, de las grandes aperturas mineralizadas, base de la producción desde el origen de las explotaciones, determinó la necesidad de acometer una investigación para ampliar el campo de explotación. En este sentido, AGRUMINSA acometió de 1974 a 1976 un amplio programa, que comprendió:

- Cartografía geológica 1:5.000

- Prospección geofísica mediante sondeos eléctricos verticales.

- Sondeos de reconocimiento, con ejecución de 140 perforaciones y longitud total de 10.500 m.

Los objetivos previstos de ampliar la zona explotable dentro de las concesiones parecían inicialmente cumplirse a la vista de los resultados de los sondeos. No obstante, se comprobó en la explotación subsiguiente que los sondeos habían sido "guiados" dentro de simas y pozos del Karst, no confirmándose las expectativas favorables.

#### **5. SOLVAY**

##### **- Proyecto: Polanco**

La sociedad SOLVAY efectuó, a partir de 1.903, diversos reconocimientos sobre el terreno, así como calicatas y sondeos que le permitieron establecer la configuración del yacimiento en contexto geológico. Dichas calicatas y sondeos de reconocimiento se realizaron sobre las concesiones y demasías correspondientes limítrofes al afloramiento triásico, sobre las que se centra asimismo la explotación.

Los dos primeros sondeos de reconocimiento realizados, Winter I y Winter II, lo fueron en 1.903, y constitu-

yeron la confirmación de la presencia de sal explotable en el yacimiento en estudio.

Nuevas campañas de sondeos fueron realizadas en 1.913-16 y 1.926-27. Por último, en 1.966-67 se realizaron otros tres sondeos de reconocimiento en zonas afectadas por antiguos hundimientos.

A partir de 1.967 se vienen ejecutando unos 2 sondeos de preexplotación por año.

Fuera del área de Polanco no ha habido investigación motivado por la falta de interés en la ampliación de reservas.

#### **6. OUTOKUMPU.**

##### **- Proyecto: P.I. Ajo.**

La Empresa OUTOKUMPU inició en octubre de 1992 un proyecto de exploración en el P.I. Ajo cuya duración se prevé hasta finales de 1994.

Se han realizado o están previstas las siguientes actividades:

- Cartografía 1/10.000

- Geoquímica de suelos (Cu, Pb, Zn y multielemental en zonas restringidas) en malla 400x20 m.

- Gravimetría estructural.

- Métodos electromagnéticos para definir posibles conductores (pirita).

La metodología de exploración es similar a la seguida en Irlanda (mineralización de Tarna).

Asimismo se van a iniciar por parte de OUTOKUMPU actividades de exploración, a una vía similar, en los P.I. La Cavada, Matienzo y Camargo.

#### **5.2.3.- INVESTIGACIONES REALIZADAS EN CENTROS UNIVERSITARIOS**

Los yacimientos de Zn-Pb de Cantabria y más concretamente el de Reocín, han sido objeto de atención en múltiples trabajos de carácter científico, siendo los realizados a partir de 1960 los que profundizan más en la génesis de la mineralización.

- Contribution a l'étude sédimentologique et génétique du gisement plombo-zincifère de Reocín (Espagne) (MONSEUR, 1965).

La presencia de un amplio número de mineralizaciones de Zn-Pb, con morfología variada pero de tendencia estratiforme, dentro de la provincia de Cantabria y las nuevas ideas sobre sinogenetismo y epigenetismo en metalogenia llevan a este autor a reconsiderar el modelo genético de la región.

En base a los sectores o yacimientos de Reocín, Udías y La Florida, principalmente del primero, la sistemática de trabajo seguida consistió en:

-Análisis sedimentológico de las calizas y definición de las condiciones del medio de sedimentación.

-Estudio de las mineralizaciones asociadas a los diferentes horizontes litológicos.

Se utilizaron técnicas de detalle, tales como determinación del contenido en materia orgánica, minerales arcillosos, contenido de Sr en las dolomías, análisis petrográficas, determinación de temperatura de formación de las blendas, etc..

Los resultados obtenidos inducen al autor a suponer un origen sedimentario singenético por las mineralizaciones de Zn-Pb de Cantabria.

- Le gîte de ZnS-PbS á ganque ankéritique de Reocín (Santander. Espagne). Tectonique diapirique, phénomènes karstiques et minéralisations (VADALA. P. 1981)

Teniendo como base de partida los estudios anteriores y planteándose una revisión de la génesis del yacimiento dentro del ámbito de los nuevos conocimientos metalogénicos, procedió a un estudio sistemático de la mineralización. Para ello se realizó:

-Estudio litoestratigráfico regional.

-Análisis estructural y precisión de las zonas diapíricas.

-Revisión paleogeográfica y discusión del papel de los diapiros.

-Estudio de los yacimientos minerales en cuanto a:

- Geometría
- Morfología
- Petrografía
- Mineralogía

- Interpretación genética.

Llega a la conclusión de hallarse ante una mineralización estratiforme constituida en cavidades cársticas, desarrolladas en un encajante dolomítico en condiciones de emersión local en relación con actividad diapírica próxima. Se supone la existencia de sistemas de disolución-relleno de funcionamiento diferentes a los conocidos actualmente en los karst.

- Estudio geológico-minero de Santander, (JOSE BONIFACIO SANCHEZ 1980)

Recoge la labor personal del autor que presenta una documentada síntesis minera de Santander. Su lectura resulta complementaria de los actuales Mapas Metalogénicos.

### 5.3.- ACTIVIDAD MINERA

Las sustancias en explotación, dentro del ámbito de la

hoja, son: plomo, zinc, y sal gema, existiendo además pequeñas labores de beneficio de trípoli y yeso. El hierro ha estado en explotación hasta épocas muy recientes.

#### 5.3.1.- PLOMO-ZINC.

Desde el cambio de empresa operadora de gran parte de las concesiones situadas en el denominado sinclinal de Santillana, en 1981, y al hacerse cargo de ellas la empresa Asturiana del Zinc, S.A., se experimentó un fuerte incremento, tanto en las labores de investigación como en las de explotación, realizándose inversiones importantes en la modernización de la mina de Reocín. En estos últimos años y en la actualidad, se investigan las mineralizaciones localizadas en varios puntos del sinclinal de Santillana dentro de las dolomías del Gargasiense, y se llevan a cabo labores de explotación en Reocín y hasta hace poco en Novales.

En Reocín se realizan labores de interior y de exterior. El cielo abierto está situado en la zona central del yacimiento, con una forma elíptica de ejes 1.200 m. x 500 m., con una profundidad de 165 m. (1985) habiéndose proyectado llegar a 2.400 m. x 700 m. con una profundidad de 250 m. El laboreo se realiza por el método de bancos inclinados, siendo necesario el empleo de explosivos en un 80%. Dada la pendiente y la irregularidad en leyes del yacimiento, se ha considerado necesaria su discretización en cubos de 5 m. de lado. Ello permite controlar la dilución por debajo del 18%, a pesar de que el buzamiento tiende a aumentarla.

Entre 1977 y 1984 se procedió al desmante de 15.389.937 m<sup>3</sup>. con una producción de 4.784.634 Tm. de mineral, estando previsto en 1985 el desmante de 5.062.242 m<sup>2</sup>. con una producción de 719.750 Tm.

En interior las labores tienen dos campos diferenciados, en los que se aplican métodos de laboreo distintos, dentro de un ámbito de 3.500 m. de longitud por 700 m. según la pendiente (22°). En la zona Oeste, donde se explota la capa Sur, se sigue el método de cámaras ascendentes, de 18 m. de ancho con niveles de 60 m.; es la zona que cuenta con la infraestructura antigua, produciéndose 800 Tm/día con un rendimiento de 25 tm/hombre y una ley del 11 % de Zn, alcanzándose una extracción del 55%. En los últimos años, se realizaron labores de recuperación de pilares antiguos mediante corte y relleno cementado, y aunque está en fase de experimentación se espera llegar a una recuperación del 90%.

En la zona Este se explotan las áreas denominadas Barrendera y Flexión, en las que se encuentran zonas mineralizadas de hasta 40 m. de potencia. Aquí es donde se ha llevado a cabo un diseño completamente nuevo de la explotación, realizándose el sistema de banqueo por tiros largos, formándose grandes cámaras y estando mecanizados todos los trabajos. La perfora-

ción se realiza con jumbos hidráulicos, la carga con autocargadoras L.H.D. y el transporte por camiones de perfil bajo de 35 Tm. En este sector se producen 2.900 Tm/día con rendimientos que van de 30 Tm/hombre en labores de preparación hasta 300 Tm/hombre en las de banqueo. La recuperación es del 75% con una ley del 5,5% de Zinc.

El mineral extraído se lleva a la planta, situada en Torres, donde después de una molienda a 100 mallas, se introduce en los circuitos de flotación de galena, blenda y pirita. La capacidad media es de 3.000 Tm/día de preconcentrado, obteniéndose 30 Tm/día de galena del 70% de plomo, 450 Tm de blenda del 56% de Zinc y 100 Tm. de pirita del 47% de azufre.

La producción de todo-uno en los últimos años fue:

Año	Explotación interior	Explotación a cielo abierto
1.980	360.366 Tm.	640.362 Tm
1.981	414.053 "	539.292 "
1.982	495.399 "	502.247 "
1.983	510.203 "	575.500 "
1.984	642.195 "	761.527 "
1.987	19.750 "	751.750 "
1.986	802.144 "	721.126 "
1.988	867.585 "	772.414 "
1.989	824.100 "	922.500 "

La ley media del todo-uno es de aproximadamente 7,5% Zn y 1% de Pb. Por tipos de explotación es la siguiente :

Año	Explotación interior		Explotación a cielo abierto	
	% Zn	% Pb	%Zn	% Pb
1988	7,10	0,86	5,08	0,69
1989	7,83	0,81	4,50	0,50

La producción de concentrados ha sido la siguiente en los últimos años :

	Concentrado Zn	Concentrado Pb	Concentrado Pirita
	(60% Zn)	(70% Pb)	(47% S)
1986	143.055 Tm	11.356 Tm	26.270 Tm
1987	150.087 "	11.355 "	12.352 "
1988	156.782 "	10.161 "	3.086 "
1989	158.882 "	9.487 "	-
1990	161.116 "	14.917 "	-

Las **reservas totales** eran en 1986:

#### Interior

Seguras + probables	32.500.000 Tm.
Posibles	6.000.000 Tm.
Zn	10,6%
Pb	1,5%
Fe	9,0%

#### En cielo abierto

Seguras	5.200.000 Tm.
Zn	11,3%
Pb	1,6%

En 1989, las reservas consideradas para el yacimiento eran las siguientes :

Seguras	29,8 Mt	1,69% Pb	11,00% Zn
Probables	9,9 Mt	1,20% Pb	10,29% Zn
Posibles	6,0 Mt	-	-

AZSA calculaba que con los métodos de explotación en vigor, a cielo abierto y en subterráneo estas reservas permitirían la recuperación de 230.000 t de Pb y de 1.600.000 t de Zn.

Las labores de explotación de la **Mina San José en Novales** eran de menor importancia. Dada la irregularidad del yacimiento, las labores de preparación servían a su vez de reconocimiento, explotándose las bolsas prácticamente en su totalidad a partir de rampas que parten de las galerías de reconocimiento. El mineral, con una ley de 8% de Zn y 2,5 de Pb, era tratado en la planta de flotación situada a pie de mina con una capacidad de 130 Tm/día.

La producción en los últimos años fue:

Producto vendible				
Año	Todo-uno	Galena Ley	Blenda Ley	
1.982	31.613 Tm	356 73,70	2.736 56,23	
1.983	32.397 "	451 73,60	3.011 55,60	
1.984	34.803 "	409 75,4	2.896 55,11	
1.986		520 74,42	2.821 59,97	
1.987		595 75,46	2.786 60,69	
1.988		1.649 69,98	2.717 58,18	

Las **reservas estimadas** eran las siguientes:

	Tm	Leyes	
		Pb	Zn
Seguras	55.000	1,25	5,50
Probables	70.000	1,20	4,75
Posibles	100.000		

### 5.3.2.- HIERRO.

Agrupación Minera, S.A., tenía en explotación, dentro del ámbito de esta hoja, las minas denominadas Orconera y Dícido, cuyos minerales eran consumidos en las instalaciones de Altos Hornos de Vizcaya en Baracaldo. Estas dos minas se encuentran en contextos geológicos diferentes, lo que da lugar a distintos métodos de explotación y tratamiento.

En Orconera se explotaban minerales que rellenan los huecos kársticos de las calizas aptienses, lo que dificultaba la ejecución de una estimación de reservas y la planificación de las labores a largo plazo, por lo que éstas se realizaban dependiendo de las perspectivas de cada momento.

El acceso a los huecos kársticos mineralizados se realizaba mediante pequeñas voladuras y la evacuación a las escombreras de las calizas. Luego, mediante palas retro de orugas y camiones, se procedía a la carga y transporte del mineral, con un contenido medio del 28% de Fe a la planta de tratamiento.

En la planta de tratamiento se hacía un desenlodado para eliminar las arcillas, y se separaban dos productos que eran:

-0-8 mm., que se comercializaba directamente.

-8-90 mm. que se trataba en la planta de medios densos para obtener un producto vendible de 8-30 mm.

La producción en los últimos años ha sido:

Año	0-8 mm.		8-30 mm.	
	Tm.	Ley(% Fe)	Tm.	Ley (% Fe)
1.983	99.941	43,08	-	-
1.984	96.446	48,18	28.101	58,02
1.985	123.000	48,9	76.000	57,9

La producción de 1.985 fue anormalmente alta, debido a que durante 1.984 se instaló la nueva planta de tratamiento y había un stock de 200.000 Tm. almacenado para su tratamiento.

En **Dícido** se explotaba un yacimiento de forma lenticular, con un eje de 250 m. y una potencia media de 50 m., irregular, dentro de las calizas aptienses. Se empleaba el método de cámaras hundidas (block caving), extrayéndose un 66,28% de la masa mineralizada de óxidos de hierro hidratados con un contenido del 33,4% de Fe.

El transporte se realizaba mediante camiones hasta la planta de tratamiento situada en la bocamina, donde se realizaba una clasificación, estrío y trituración, con el fin de obtener los siguientes productos:

- Finos menores de 8 mm., que se destinaban a

sinterización.

- 8-50 mm., que se destinaban a horno alto.

- Todo-uno menor de 80 mm., que se llevaba al secadero de Altos Hornos de Vizcaya.

La producción en los últimos años fué la siguiente:

Año	Tm.	Ley
1.983	119.373	33%
1.984	134.500	38,6%

En 1985, debido a dificultades en la puesta a punto de nueva acería de Altos Hornos de Vizcaya, se redujo la producción mineral, siendo ésta de 60.000 Tm.

En esta época se procedió a una campaña de investigación mediante sondeos mecánicos, para localizar y dimensionar las masas mineralizadas.

La evaluación de recursos, en 1.984, era la siguiente:

	Tm.	Ley
Seguras	1.000.000	40%
Posibles	800.000	40%

En 1986 se produjeron todavía en Cantabria 245.051 T de mineral de hierro con una ley de 44,40% de Fe, y en 1988, último año en que hay noticia de producción, ésta fué de 120.270 t con una ley de 50,74%.

### 5.3.3.- SAL GEMA.

En Polanco, y para el abastecimiento de la Planta Química de la Sociedad Solvay y Cía., situada a 2,5 km., la Sociedad Minas de Torrelavega, S.A. extrae sal gema en forma de solución saturada y la transporta por tubería a dicha planta.

La explotación del yacimiento se efectúa por cámaras con disolución controlada, mediante inyección de agua dulce y extracción de sal en forma de salmuera saturada, a través de sondeos previamente perforados hasta alcanzar la formación salina.

La producción está condicionada por las necesidades de la planta química y se ajusta a ellas. La producción, que se sitúa al rededor del 85-90% de la producción nacional, ha sido la siguiente en los últimos años :

Año	Tm
1986	1.465.919
1987	1.512.219
1988	1.646.894
1990	1.697.000



Los recursos evaluados son:

Tm.

R.Seguras	40.000.000
R.Probables	100.000.000
R.Posibles	140.000.000

### 5.3.4.- YESO.

En la localidad de Parbayón, existe una pequeña explotación a cielo abierto, por talud forzado, y subterránea, por el método de huecos y pilares, en la que se extrae yeso. El yeso, después de tratado en un horno rotativo se utiliza en construcción, siendo el de calidad inferior triturado en estado natural para las fábricas de abonos. La producción en 1.984 fue de 6.600 Tm. En la actualidad es de unas 3.400 t/año.

### 5.4.- CARACTERISTICAS Y DESTINOS DE LAS PRODUCCIONES

La empresa Asturiana de Zinc, S.A. obtenía, en su planta de tratamiento de Novales concentrados de blenda y galena, y de estos más pirita en la planta de Torres.

La planta de Torres trata los minerales extraídos en las minas de Reocín, teniendo los concentrados las siguientes características:

	<u>Galena</u>	<u>Blenda</u>	<u>Pirita</u>
Pb	76,90	1,56	1,01
Zn	8,73	54,51	2,01
Fe	1,25	4,56	39,60
S	15,41	31,06	49,13
CaO	0,75	2,61	1,05
MgO	0,28	1,35	0,63
As	0,09	0,08	0,29
Cd	--	0,09	--
RI	0,54	0,33	0,29

En la planta de Novales se trataban los minerales de la mina del mismo nombre, obteniendo concentrados de blenda y galena de las siguientes características:

	<u>Galena</u>	<u>Blenda</u>
Pb	73,60	0,65
Zn	3,61	55,60
Fe	1,40	1,25
S	14,62	28,01
CaO	1,50	4,87
MgO	0,80	2,70
As	0,05	0,04
Cd	--	0,15
RI	0,25	0,23

Los concentrados de blenda se envían a la factoría de San Juan de Nieva (Asturias) para la obtención de zinc electrolítico, transformándose posteriormente en toda una gama de elaborados de distinta aplicación.

Los concentrados de galena se envían a la fundición a La Cruz en Linares (Jaén), para su tratamiento y obtención de plomo metálico.

Los concentrados de pirita se enviaban a la planta de ácido sulfúrico y anhídrido sulfuroso de Hinojedo (Cantabria).

Los **minerales de hierro** se enviaban, en su casi totalidad a las instalaciones de Altos Hornos de Vizcaya en Baracaldo; solo algunas partidas pequeñas eran consumidas en otras plantas.

Los concentrados de hierro obtenidos en las instalaciones de Orconera tenían las siguientes características:

	<u>Fracción</u>	
	0-8 mm.	8-30 mm.
Humedad	11,78	4,93
Fe seco	51,25	57,55
Fe natural	45,21	54,71
SiO <sub>2</sub>	6,22	2,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,91	0,66
CaO	3,20	1,30
MgO	1,40	0,90
S	0,023	0,027
P	0,035	0,027
Pb	0,040	0,060
Cu	0,02	0,002
Zn	0,025	0,010
Na <sub>2</sub> O	0,014	0,010
K <sub>2</sub> O	0,118	0,019

Los concentrados de hierro obtenidos en Dícido tenían las siguientes características:

Fe seco	39,10 %
SiO <sub>2</sub>	10,24 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,10 %
S	0,016 %
P	0,034 %
Pb	0,005 %
Cu	0,007 %
Zn	0,005 %
Alcalis	0,317 %

En cuanto a la producción de **sal gema**, en su totalidad es consumida en las instalaciones de la Compañía SOLVAY en Torrelavega.

Hay además pequeñas producciones de **yeso y trípoli**.

El yeso se dedica a la preparación de abonos y el de mejor calidad es consumido por el sector de la construcción.

El trípoli se emplea en la preparación de abrasivos y en parte se dedica a la exportación.

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERÍSTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO-TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
1	377.85	4800.10	33	Helgueras	Del Llanero	Zn, Pb	Esfalerita, galena, pirita, Calcita, Dolomita	Filoniana	Calizas y dolomías	Aptense Superior (Gargasien-se) (Clansayense)	Complejo Urgoniano	C. Vasco Cantábrica	Alpina		Control Tectónico, Fractura N70	
2	381.475	4804.65	33	Prellezo	Mina Canela	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Dolomita, Calcita	Irregular. Masas irreg. en dolomías estratificadas	Dolomías	*	*	C. Vasco Cantábrica. Dominio del Anticlinal de Prellezo	*		Control tectónico (Planos cabalgamiento ENE)	
3	382.90	4805.10	33	Prellezo	Mina Canda-2	Pb, Zn	Galena, Esfalerita, Dolomita	Irregular	Dolomías	*	*	C. Vasco Cantábrica	*		Bolsadas irregulares en tramos dolomitizados y carstificados	
4	392.20	4799.25	33	Cavedes (Valdaliga)	Mina de Cavedes	Pb, Zn	Galena, Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Dolomita, Calcita	*	*	Aptense Superior	*	Cuenca Vasco-Cantábrica	*		*	
5	392.875	4800.45	33	Cavedes	Rubiales	Pb, Zn, Fe	Galena, Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s) Hematites	*	Dolomías Calizas	*	*	Cuenca Vasco-Cantábrica. Zonada de S. Vicente. La Madrid	*		*	
6	396.70	4804.85	33	Casasola	Mº del Carmen	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Smithsonita (s), Hemimorfita (s)	Estratiforme o estratolite. M.-bandeada	Calcarenitas y dolomías carstificadas	Aptense sup (Gargasien-se) (Clansayense)	*	C. Vasco-Cantábrica. Zona plegada de Cornillas-Udías	*		Afectada por fractura E-W	
7	397.84	4804.85	33	Concha	Mº del Carmen (Orión 1)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s), Hemimorfita (s). Dolomita	Irregular (En bolsadas)	Calcarenitas y dolomías	*	*	*	*			
8	398.46	4804.925	33	Liandres	Mº del Carmen (Orión 2)	Zn	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s), Hemimorfita (s),	Irregular	*	Aptense Superior	*	*	*			
9	399.575	4804.80	33	Sierra	Mº del Carmen (Orión 3)	Zn, Pb	Esfalerita, galena, pirita, Smithsonita (s),hemimorfita (s),limonita (s), dolomita calcita	*	*	*	*	*	*		Asociada a fallas normales de dirección N 120º	

# DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERISTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE							OTRAS CARACTERISTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO-TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS			
	X	Y															
10	398.40	4803.00	33	Ruilobuca	Dos Marias	Zn, Pb	Esfalerita, galena, pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Limonita (s) Dolomita calcitas	Irregular a favor de fractura N 70-80 E	Calcarenita y dolomías	Aptiense sup	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantábrica Zona plegada de Cornillas-Udías	Alpina		Asociada a fractura N70 E		
11	397.725	4801.00	33	Canales	Esmeralda	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Hemimorfita(s), Dolomita, Calcita	Irregular	Calizas con rudistas y dolomías carstificada	*	*	*	*	*			
12	398.175	4801.15	33	Canales	Morillos	Zn, Pb, Fe	Esfalerita, galena, Pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s)	Irregular. Reemplazamiento a partir de fracturas	*	*	*	*	*	*		Asociada a fractura E-O y fracturas secundarias N15-20E	
13	398.30	4800.90	33	Canales	Pepita	Zn, Pb	Esfalerita, galena. Smithsonita (s), Hemimorfita(s) Limonita (s)	Filoniana (Irregular)	Calizas con rudistas y dolomías	*	*	*	*	*		Asociada a fractura N70 y controlada por otras N40 subordinadas	
14	398.85	4800.80	33	Canales	Pozo Plomo	Pb, Zn	Galena, Esfalerita. Amithsonita (s), Hemimorfita (s)	Irregular	*	*	*	*	*	*			
15	397.775	4800.525	33	Canales	Luan	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Limonita (s)	*	Calizas con rudistas calcarenitas y dolomías	*	*	*	*	*		Control tectónico. Intersección de fracturas E-O y N170	
16	397.50	4800.0	33	Canales	San Bartolomé	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s)		Calcarenita	Aptiense (Bedouliense)	*	*	*	*		Control tectónico por falla desgarre N50-60	
17	398.40	4799.90	33	Pumalverde	Magdalena	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s) Hemimorfita (s) Calcita, Dolomita	Irregular. Labores con dirección N50 a control tectónico	Calizas, margas y dolomías	Aptiense sup (Garganienense) (Clansayense)	*	C. Vasco-Cantábrica	*		Control tectónico evidente (N50) Dolomitización y carstificación		
18	398.125	4799.90	33	Pumalverde	Sinforosa	Zn,Pb	Esfalerita, galena, Smithsonita (s), Hemimorfita(s), Limonita (s) Dolomita, Calcita	Irregular	Dolomías Margas Calizas	*	*	*	*	*		Dolomitización	
19	398.425	4799.46	33	Pumalverde	San Roque	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Hemimorfita (s) Calcita, Dolomita	Irregular. Estratoides	Calcarenita y dolomías	Aptiense Inf. (Bedouliense)	*	*	*	*			

### 5.3.2.- HIERRO.

Agrupación Minera, S.A., tenía en explotación, dentro del ámbito de esta hoja, las minas denominadas Orconera y Dícido, cuyos minerales eran consumidos en las instalaciones de Altos Hornos de Vizcaya en Baracaldo. Estas dos minas se encuentran en contextos geológicos diferentes, lo que da lugar a distintos métodos de explotación y tratamiento.

En Orconera se explotaban minerales que rellenan los huecos kársticos de las calizas aptienses, lo que dificultaba la ejecución de una estimación de reservas y la planificación de las labores a largo plazo, por lo que éstas se realizaban dependiendo de las perspectivas de cada momento.

El acceso a los huecos kársticos mineralizados se realizaba mediante pequeñas voladuras y la evacuación a las escombreras de las calizas. Luego, mediante palas retro de orugas y camiones, se procedía a la carga y transporte del mineral, con un contenido medio del 28% de Fe a la planta de tratamiento.

En la planta de tratamiento se hacía un desenlodado para eliminar las arcillas, y se separaban dos productos que eran:

-0-8 mm., que se comercializaba directamente.

-8-90 mm. que se trataba en la planta de medios densos para obtener un producto vendible de 8-30 mm.

La producción en los últimos años ha sido:

Año	0-8 mm.		8-30 mm.	
	Tm.	Ley(% Fe)	Tm.	Ley (% Fe)
1.983	99.941	43,08	-	-
1.984	96.446	48,18	28.101	58,02
1.985	123.000	48,9	76.000	57,9

La producción de 1.985 fue anormalmente alta, debido a que durante 1.984 se instaló la nueva planta de tratamiento y había un stock de 200.000 Tm. almacenado para su tratamiento.

En **Dícido** se explotaba un yacimiento de forma lenticular, con un eje de 250 m. y una potencia media de 50 m., irregular, dentro de las calizas aptienses. Se empleaba el método de cámaras hundidas (block caving), extrayéndose un 66,28% de la masa mineralizada de óxidos de hierro hidratados con un contenido del 33,4% de Fe.

El transporte se realizaba mediante camiones hasta la planta de tratamiento situada en la bocamina, donde se realizaba una clasificación, estrío y trituración, con el fin de obtener los siguientes productos:

- Finos menores de 8 mm., que se destinaban a

sinterización.

- 8-50 mm., que se destinaban a horno alto.

- Todo-uno menor de 80 mm., que se llevaba al secadero de Altos Hornos de Vizcaya.

La producción en los últimos años fué la siguiente:

Año	Tm.	Ley
1.983	119.373	33%
1.984	134.500	38,6%

En 1985, debido a dificultades en la puesta a punto de nueva acería de Altos Hornos de Vizcaya, se redujo la producción mineral, siendo ésta de 60.000 Tm.

En esta época se procedió a una campaña de investigación mediante sondeos mecánicos, para localizar y dimensionar las masas mineralizadas.

La evaluación de recursos, en 1.984, era la siguiente:

	Tm.	Ley
Seguras	1.000.000	40%
Posibles	800.000	40%

En 1986 se produjeron todavía en Cantabria 245.051 T de mineral de hierro con una ley de 44,40% de Fe, y en 1988, último año en que hay noticia de producción, ésta fué de 120.270 t con una ley de 50,74%.

### 5.3.3.- SAL GEMA.

En Polanco, y para el abastecimiento de la Planta Química de la Sociedad Solvay y Cía., situada a 2,5 km., la Sociedad Minas de Torrelavega, S.A. extrae sal gema en forma de solución saturada y la transporta por tubería a dicha planta.

La explotación del yacimiento se efectúa por cámaras con disolución controlada, mediante inyección de agua dulce y extracción de sal en forma de salmuera saturada, a través de sondeos previamente perforados hasta alcanzar la formación salina.

La producción está condicionada por las necesidades de la planta química y se ajusta a ellas. La producción, que se sitúa al rededor del 85-90% de la producción nacional, ha sido la siguiente en los últimos años :

Año	Tm
1986	1.465.919
1987	1.512.219
1988	1.646.894
1990	1.697.000

Los recursos evaluados son:

Tm.

R.Seguras	40.000.000
R.Probables	100.000.000
R.Posibles	140.000.000

### 5.3.4.- YESO.

En la localidad de Parbayón, existe una pequeña explotación a cielo abierto, por talud forzado, y subterránea, por el método de huecos y pilares, en la que se extrae yeso. El yeso, después de tratado en un horno rotativo se utiliza en construcción, siendo el de calidad inferior triturado en estado natural para las fábricas de abonos. La producción en 1.984 fue de 6.600 Tm. En la actualidad es de unas 3.400 t/año.

### 5.4.- CARACTERISTICAS Y DESTINOS DE LAS PRODUCCIONES

La empresa Asturiana de Zinc, S.A. obtenía, en su planta de tratamiento de Novales concentrados de blenda y galena, y de estos más pirita en la planta de Torres.

La planta de Torres trata los minerales extraídos en las minas de Reocín, teniendo los concentrados las siguientes características:

	<u>Galena</u>	<u>Blenda</u>	<u>Pirita</u>
Pb	76,90	1,56	1,01
Zn	8,73	54,51	2,01
Fe	1,25	4,56	39,60
S	15,41	31,06	49,13
CaO	0,75	2,61	1,05
MgO	0,28	1,35	0,63
As	0,09	0,08	0,29
Cd	--	0,09	--
RI	0,54	0,33	0,29

En la planta de Novales se trataban los minerales de la mina del mismo nombre, obteniendo concentrados de blenda y galena de las siguientes características:

	<u>Galena</u>	<u>Blenda</u>
Pb	73,60	0,65
Zn	3,61	55,60
Fe	1,40	1,25
S	14,62	28,01
CaO	1,50	4,87
MgO	0,80	2,70
As	0,05	0,04
Cd	--	0,15
RI	0,25	0,23

Los concentrados de blenda se envían a la factoría de San Juan de Nieva (Asturias) para la obtención de zinc electrolítico, transformándose posteriormente en toda una gama de elaborados de distinta aplicación.

Los concentrados de galena se envían a la fundición a La Cruz en Linares (Jaén), para su tratamiento y obtención de plomo metálico.

Los concentrados de pirita se enviaban a la planta de ácido sulfúrico y anhídrido sulfuroso de Hinojedo (Cantabria).

Los **minerales de hierro** se enviaban, en su casi totalidad a las instalaciones de Altos Hornos de Vizcaya en Baracaldo; solo algunas partidas pequeñas eran consumidas en otras plantas.

Los concentrados de hierro obtenidos en las instalaciones de Orconera tenían las siguientes características:

	<u>Fracción</u>	
	0-8 mm.	8-30 mm.
Humedad	11,78	4,93
Fe seco	51,25	57,55
Fe natural	45,21	54,71
SiO <sub>2</sub>	6,22	2,26
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,91	0,66
CaO	3,20	1,30
MgO	1,40	0,90
S	0,023	0,027
P	0,035	0,027
Pb	0,040	0,060
Cu	0,02	0,002
Zn	0,025	0,010
Na <sub>2</sub> O	0,014	0,010
K <sub>2</sub> O	0,118	0,019

Los concentrados de hierro obtenidos en Dícido tenían las siguientes características:

Fe seco	39,10 %
SiO <sub>2</sub>	10,24 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,10 %
S	0,016 %
P	0,034 %
Pb	0,005 %
Cu	0,007 %
Zn	0,005 %
Alcalis	0,317 %

En cuanto a la producción de **sal gema**, en su totalidad es consumida en las instalaciones de la Compañía SOLVAY en Torrelavega.

Hay además pequeñas producciones de **yeso y trípoli**.

El yeso se dedica a la preparación de abonos y el de mejor calidad es consumido por el sector de la construcción.

El trípoli se emplea en la preparación de abrasivos y en parte se dedica a la exportación.

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERÍSTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
1	377.85	4800.10	33	Helgueras	Del Llanero	Zn, Pb	Esfalerita, galena, pirita, Calcita, Dolomita	Filoniana	Calizas y dolomías	Aptiense Superior (Gargasien-se) (Clansayense)	Complejo Urgoniano	C. Vasco Cantábrica	Alpina		Control Tectónico, Fractura N70	
2	381.475	4804.65	33	Prellezo	Mina Canela	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Dolomita, Calcita	Irregular. Masas irreg. en dolomías estratificadas	Dolomías	*	*	C. Vasco Cantábrica. Dominio del Anticlinal de Prellezo	*		Control tectónico (Planos cabalgamiento ENE)	
3	382.90	4805.10	33	Prellezo	Mina Canda-2	Pb, Zn	Galena, Esfalerita, Dolomita	Irregular	Dolomías	*	*	C. Vasco Cantábrica	*		Bolsadas irregulares en tramos dolomitizados y carstificados	
4	392.20	4799.25	33	Caviedes (Valdaliga)	Mina de Caviedes	Pb, Zn	Galena, Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Dolomita, Calcita	*	*	Aptiense Superior	*	Cuenca Vasco-Cantábrica	*		*	
5	392.875	4800.45	33	Caviedes	Rubiales	Pb, Zn, Fe	Galena, Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s) Hematites	*	Dolomías Calizas	*	*	Cuenca Vasco-Cantábrica. Zonada de S. Vicente. La Madrid	*		*	
6	396.70	4804.85	33	Casasola	Mº del Carmen	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Smithsonita (s), Hemimorfita (s)	Estratiforme o estratolito. M.-bandeada	Calcarenitas y dolomías carstificadas	Aptiense sup (Gargasien-se) (Clansayense)	*	C. Vasco-Cantábrica. Zona plegada de Cornillas-Udías	*		Afectada por fractura E-W	
7	397.84	4804.85	33	Concha	Mº del Carmen (Orión 1)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s), Hemimorfita (s). Dolomita	Irregular (En bolsadas)	Calcarenitas y dolomías	*	*	*	*			
8	398.46	4804.925	33	Liandres	Mº del Carmen (Orión 2)	Zn	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s), Hemimorfita (s),	Irregular	*	Aptiense Superior	*	*	*			
9	399.575	4804.80	33	Sierra	Mº del Carmen (Orión 3)	Zn, Pb	Esfalerita, galena, pirita, Smithsonita (s),hemimorfita (s),limonita (s), dolomita calcita	*	*	*	*	*	*		Asociada a fallas normales de dirección N 120º	

# DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERISTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE							OTRAS CARACTERISTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS			
	X	Y															
10	398.40	4803.00	33	Ruilobuca	Dos Marias	Zn, Pb	Esfalerita, galena, pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Limonita (s) Dolomita calcitas	Irregular a favor de fractura N 70-80 E	Calcarenita y dolomías	Aptiense sup	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantábrica Zona plegada de Cornillas-Udías	Alpina		Asociada a fractura N70 E		
11	397.725	4801.00	33	Canales	Esmeralda	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Hemimorfita(s), Dolomita, Calcita	Irregular	Calizas con rudistas y dolomías carstificada	"	"	"	"				
12	398.175	4801.15	33	Canales	Morillos	Zn, Pb, Fe	Esfalerita, galena, Pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s)	Irregular. Reemplazamiento a partir de fracturas	"	"	"	"	"		Asociada a fractura E-O y fracturas secundarias N15-20E		
13	398.30	4800.90	33	Canales	Pepita	Zn, Pb	Esfalerita, galena. Smithsonita (s), Hemimorfita(s) Limonita (s)	Filoniana (Irregular)	Calizas con rudistas y dolomías	"	"	"	"		Asociada a fractura N70 y controlada por otras N40 subordinadas		
14	398.85	4800.80	33	Canales	Pozo Plomo	Pb, Zn	Galena, Esfalerita, Amithsonita (s), Hemimorfita (s)	Irregular	"	"	"	"	"				
15	397.775	4800.525	33	Canales	Luan	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Limonita (s)	"	Calizas con rudistas calcarenitas y dolomías	"	"	"	"		Control tectónico. Intersección de fracturas E-O y N170		
16	397.50	4800.0	33	Canales	San Bartolomé	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s)		Calcarenita	Aptiense (Bedouliense)	"	"	"		Control tectónico por falla desgarre N50-60		
17	398.40	4799.90	33	Pumalverde	Magdalena	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s) Hemimorfita (s) Calcita, Dolomita	Irregular. Labores con dirección N50 a control tectónico	Calizas, margas y dolomías	Aptiense sup (Garganienense) (Clansayense)	"	C. Vasco-Cantábrica	"		Control tectónico evidente (N50) Dolomitización y carstificación		
18	398.125	4799.90	33	Pumalverde	Sinforosa	Zn,Pb	Esfalerita, galena, Smithsonita (s), Hemimorfita(s), Limonita (s) Dolomita, Calcita	Irregular	Dolomías Margas Calizas	"	"	"	"		Dolomitización		
19	398.425	4799.46	33	Pumalverde	San Roque	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Hemimorfita (s) Calcita, Dolomita	Irregular. Estratoides	Calcarenita y dolomías	Aptiense Inf. (Bedouliense)	"	"	"				



## DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERÍSTICAS
N°	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
20	398.92	4800.36	33	Rodezas	Infresno	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s) Calcita	Irregular	Calizas margas, dolomías	Aptiense sup (Gargasien-se) (Clansayense)	C. Urgoniano	C. Vasco - Cantábrica	Alpina		Bolsadas en tramos dolomitizados y carstificados. Control tectónico N10-35°	
21	399.20	4800.35	33	Rodezas	Elvira (La Ingle-sa)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s) Hemimorfita(s)	"	"	"	"	"	"	"		
22	399.34	4800.65	33	Rodezas	La Minuca	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita(s) Hemimorfita(s) Pírolusita	"	"	"	"	"	"	"		
23	399.39	4801.08	33	Rodezas	La Pluma	Zn, Pb	Esfalerita, Galena. Smithsonita (s)	"	"	"	"	"	"	"		
24	399.48	4801.30	33	Rodezas	Jaerio (Paraje La Cabaña)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita(s)	"	"	"	"	"	"	"		
25	399.75	4800.97	33	Rodezas	Mina Cuelo (Paraje Hoyo de Pilugo)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s)	"	"	"	"	"	"	"		
26	400.15	4801.10	33	Rodezas	El Midiajo (Paraje Hoyo de Pilugo)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s)	"	Calcareni-tas. Margas dolomías	"	"	"	"	"		
27	400.30	4801.35	33	Rodezas	La Falla (Paraje Hoyo de Pilugo)	Pb	Galena, Esfalerita, Smithsonita (s)	"	"	"	"	"	"	"		
28	399.90	4799.65	33	Cobijón	Buenita	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s), Pírolusita ras N30-40°	Irregular (Control tectónico fractu-	"	"	"	"	"	"		
29	400.05	4799.30	33	Toporias	Mina Azul	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Smithsonita (s) Calcita	Irregular	"	"	"	"	"	"		
30	401.25	4801.61	33	Vallozero	Llamusa (Pozo Madroño)	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Smithsonita (s)	Irregular Control tectónico (fracturas N30-40°)	"	"	"	"	"	"		
31	401.70	4802.15	33	Vallozero	Labor 105	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s), Calcita	Irregular	"	"	"	"	"	"		
32	401.65	4801.95	33	Vallozero	Labor77	Zn	Smithsonita (s), Hemimorfita (s) Calcita	Irregular Control tectónico	"	"	"	"	"	"		

DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERISTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERISTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
33	400.425	4800.60	33	Cobijón	Hermosa y En- riqueito	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Smithso- nita (s)	Irregular Control tectónico (N10)	Calcareni- tas, Margas Dolomías	Aptense sup (Gargasense Clansayense)	C. Urgo- niano	C. Vasco- Cantábrica	Alpina		En explotación intermitente los últimos años. Campo filoniano 500m de largo por 300 de ancho. Rela- ción Zn/Pb=4	
34	400.70	4800.15	33	Cobijón	Mina los Llagos (Concesiones Teresa, Juana, Paula)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s), Limonita (s)	Irregular	*	*	*					
35	401.65	4799.85	33	Duña	Mina de Duña (La Rosa)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s)	*	*	*	*					
36	403.80	4804.10	33	Novales	Grupo Minero San José	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s), Hemimorfita (s), Marcasita	Filoniana Control tectónico fractura N-S a N-30. En parte estratiforme	*	*	*					
37	403.30	4803.40	33	Novales	Porvenir	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s), Hemimorfita (s)	Filoniana	*	*	*					Control tectónico por frac- tura N30-E
38	403.25	4802.70	33	Novales	Mina Andrea	Zn, Pb		Filoniana. Irregu- lar N30-E	*	*	*					
39	402.60	4801	33	Novales	Mina de Codo- rros	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s), Calcita	Irregular. Control tectónico (N15)	*	*	*					
40	402.90	4802.175	33	Novales	El Eucaliptal (Hoyo Alto)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena	Filoniana. Control tectónico con fractura N30	*	*	*					
41	404.10	4804.54	34	Biescas	Mina de Bies- cas Ciguenza	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s) Calcita	Irregular	*	*	*					
42	405.040	4804.80	33	Cigüenza	Mina Marga- rita	Zn, Pb	Esfalerita, galena, Smithso- nita (s) Calcita	*	*	*	*					
43	405.51	4805.25	34	Caborredondo	Mina Emilia	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita (s). Calcita	Irregular. Control tectónico	*	*	*					
44	404.74	4804.42	34	Novales	La Rosa	Zn	Smithsonita (s)	Irregular	*	*	*					
45	405.10	4805.35	34	Caborredondo	Mina de Brin- cia (Fortuna)	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithso- nita(s) Calcita, Dolomita	Irregular (Control tectónico E-W)	*	*	*					

CARACTERISTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERISTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO-TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
46	406.06	4805.31	34	Caborredondo	Soberbia	Pb, Zn	Galena, Esfalerita, Smithsonita (s)	Irregular Control tectónico	Calcarenitas y calizas dolomías	Aptiense sup (Gargasiense Clansayense)	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantábrica	Alpina		Zona fuertemente tectonicada. Cerca del diapiro de Miengo  En la montera recursos de más de 2.000 t con 5% de Zn, 0,5-1,5%Pb 15-40% Fe  Masas irreales en tramos dolomíticos cartificados. Mineralización de tipo "Chirtera" en ganga arcillosa en zonas cartificadas.	
47	405.35	4804.31	34	Novales	Mina Cualquier Cosa	Zn	Smithsonita (s) Dolomita	Irregular								
48	408.90	4805.98	34	Arroyo	Mina Arroyo	Zn, Pb	Esfalerita, Galena									
49	408.40	4807.64	34	Colerón	Mina Punta Calderón	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s), Galena, Dolomita, Calcita	Irregular Control tectónico (N35)								
50	418.85	4808.31	34	Barrio de Coranzo (Miengo)	Mina de Miengo	Fe	Hematites, Limonita (s)	Irregular	Areniscas Limolitas, Argilitas	Cenomanien-se inferior						
51	423.84	4807.51	34	Cutios (Renedo)	Mina de Puente Arce (Maruja, Cancica y	Zn, Fe	Esfalerita, Marcasita, Smithsonita (s) Limonita (s) Galena, Calcita, Dolomita	Estratiorme. Estructura bandeada Montera fe-	Calizas, Calcarenitas	Aptiense sup						
52	422.16	4807.10	34	Barrio de Liejo Oruña (Renedo)	Mina la Unquera	Fe	Hematites, Limonita, M. arcillosos, Dolomita, ankerita	Irregular		Aptiense sup (Clansayense Gargasiense)						
53	422.20	4806.72	34	Barrio de Liejo Oruña (Renedo)	Mina de Liejo	Fe	Hematites, Limonita, M. arcillosos, Dolomita, Ankerita									
54	411.54	4799.15	34	Reocin	Mina de Reocin (Elisa, San Roque y otras)	Zn, Pb, Pg	Esfalerita, Galena, pirita, Smithsonita (s), Hemimorfita (s), Marcasita, Helmikovita, Wurtzita, Melanterita(s), Epsonita, Calcita, Dolomita	Estratiforme	Calizas, Calcarenitas, Dolomías	Aptiense sup (Gargasiense Clansayense)		C. Cantábrica. Sindinal de Santillana Lineamiento de Santillana				
55	418.51	4803.75	34	Polanco	Minas de Polanco (Polanquina, Polanco y otras)	Cl, Na										
56	428.50	4805.30	34	Camargo	Minas de Camargo (Desengaño y otras)	Fe	Goethita, pirita, Limonita, Hematites, M. Arcillosos	Irregular	Calizas, Calcarenitas, Dolomías			Cuenca Vasco Cantábrica		Mineralización en "Chirtera". Explotación a cielo abierto		

DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERISTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERISTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
57	428.70	4803.42	34	Porbayón	Cantera Guillermo Cortés	Yeso	Yeso	Irregular. Venillas con yeso	Limos, arcillas y areniscas. Calizas lacustres. Arcillas, Margas y yeso del Keuper	Cretácico inf y Keuper			Alpina		Contacto entre Keuper y Cretácico en facies Weald	
58	431.41	4801.12	35	Cabarnero	Mina de Orconera	Fe	Goethita, Hematites, Pirita, Limonita, M. arcillosos, Lepidocrocita, Dolomita	Irregular	Calizas, calcarenitas, Dolomias	Aptiense sup (Gargasense Clansayense)	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantábrica	*		Mineralización en chirtera. Concentración supergénica	
59	432.61	4807.25	35	Boo (Camargo)	La Nueva Mina y Ocasión	Fe (Zn)	Goethita, Pirita, Oligisto, Limonita, Smithsonita	Desconocida							Mineralización en chirtera.	
60	433.71	4807.70	35	Parayas (Camargo)	Rescatada y Segundo -Resguardo	Fe (Zn)	Goethita, Pirita, Hematites, Limonita, Smithsonita	*	Arenas Limos arcillas Calizas	Albiense		*	*		Mineralización en chirtera. Concentración supergénica	
61	437.26	4808.41	35	Espejal	Mina de Elechas	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Calcita, Dolomita	Irregular	Calcarenitas con rudistas. Dolomias	Aptiense sup	*	C. Vasco-Cantábrica Dominio del diapiro de Cudeyo	*		Control tectónico por falla N65	
62	436.95	4807.21	35	Gajano	Mina Gajano (Garjano, Pontejos, Carmen 2ª)	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s) Dolomita, Calcita	*			*		*		Mineralización en chirtera. Concentración Supergénica en área muy tectonizada	
63	432.20	4804.45	35	Encinas	Mina Moreno	Fe	Hematites, Pirita, Goethita, M. arcillosos, Limonita	*	Calizas con rudistas Dolomias		*	C. Vasco-Cantábrica Dominio del área diapírica del Río Solía	*		Mineralización en chirtera. Concentración Supergénica en área muy tectonizada	
64	432.75	4801.24	35	Cabarceno	Mina San Jorge	Fe	Goethita, Limonita, Hematites Pirita, Dolomita, M. arcillosos	*			*	C. Vasco-Cantábrica	*		Area de influencia del diapiro de Penagos	
65	433.30	4801.38	35	Cabarceno Penagos	Mina Alicia	Fe	Goethita, Hematites, Pirita, Marcasita, Lepidocrocita, M. arcillosos, Dolomita	*	Calizas con rudistas		*	*	*		*	

CARACTERISTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERISTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERISTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
66	433.65	4800.64	35	Penagos	Mina de Penagos	Fe	Goethita, Hematites, M. arcillosos, Limonita, Dolomita	Irregular	Calizas y Calcanitas	Aptiense sup	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantabrico	Alpina		Area de influencia del diapiro de Penagos, muy tectonizada. Mineralización de chirtera.	
67	433.80	4801.05	35	Cabarnero Penagos	El Acebo	Fe	Goethita, Hematites, M. arcillosos, Pirita, Dolomitas	"	Calizas, Calcarenitas, Dolomias	"	"	"	"		"	
68	434.55	4802.05	35	Lierganes Penagos	Mina Mónica	Fe	Goethita, Hematites, Limonita, M. arcillosos, Dolomita	"	Calizas Dolomias	"	"	"	"		"	
69	434.98	4800.89	35	Somarriba	Mina El Sedo	Fe	Hematites, Goethita, Limonita, M. arcillosos, Dolomita	"	Calizas, Calcarenitas, Dolomias	"	"	"	"		"	
70	435.89	4801.12	35	Somarriba	Mina Somarriba	Fe	"	"	"	Aptiense	"	C. Vasco-Cantabrica. Dominio del diapiro de Penagos	"		Mineralización en chirtera. Zona tectonizada entre los diapiros de Penagos y Solares	
71	436.35	4802.06	35	Lierganes	Mina Pepita	Fe	"	"	"		"	C. Vasco-Cantábrica	"		Dominio del diapiro de Solares	
72	436.26	4803.30	35	Lierganes Peña Cabarga	Mina de Valtruguera	Fe	"	"	"	Aptiense inf	"	"	"		"	
73	437.58	4802.12	35	San Vitores	Mina Colorada	Fe	Goethita, Limonita, Hematites, M. arcillosos, Dolomita	"	"	"	"	"	"		"	
74	437.60	4802.95	35	Peña Cabarga	Mina el Prado	Fe	Hematites, Goethita, M. arcillosos, Pirita, Dolomita	"	"	"	"	"	"		"	
75	438.15	4803.04	35	Peña Cabarga	Mina Pinaguera	Fe	Hematites, M. arcillosos, Pirita Dolomita	"	"	"	"	"	"		Zona tectonizada en el área del diapiro de Solares	
76	438.33	4803.81	35	Peña Cabarga	Pinaguera Norte	Fe	"	"	"	"	"	"	"		"	
77	440.205	4804.11	35	Solares	Mina La Viña	Fe	Hematites, Limonita, Goethita, Pirita, M. arcillosos, Dolomita	"	"	Aptiense Albicense inf.	"	"	"		Mineralización de tipo chirterica. Concentración supergenica. Zona tectonizada en el área del diapiro de Solares	





DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE					OTRAS CARACTERÍSTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS	
	X	Y													
88	443.75	4805.50	35	Hoznayos	Término	Fe	Goethita, Limonita, M. arcillosos. Dolomita	Irregular	Calizas y calcarenitas dolomitizadas	Aptiense Albiense inf.	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantábrica Diapiro de Solares	Alpina	Nódulos de óxidos de Fe en una ganga arcillosa rellenando huecos carsticos en dolomias (chirtera)	
89	445.36	4803.90	35	Venta de Mariana (Entrambasaguas)	Mina El Chalet	Fe	Limonita, Pirita, M. arcillosos Hewmatites, Dolomita		"						
90	440.40	4800.20	35	El Calgar (Lierganes)	El Calgar	Fe	Hematites, Limonita	Desconocida	Areniscas ferruginosas y micáceas, Limonitas y argilitas	Cretácico inferior	Wealdense			Nódulos de óxidos de hierro en tramos arenosos. Concentración supergénica	
91	444.66	4799.62	35	La Cavada	Very Good y Apolonia	Zn	Esfalerita, Smithsonita (s), Hemimorfita, Dolomita, Calcita	Irregular	Calcarenitas interc. de limolita Dolomias	Aptiense	C. Urgoniano			Bolsadas irregulares en calizas dolomitizadas. Ley media N10%Zn. Recursos del orden de 100.000t	
92	444.50	4800.42	35	Barrio de Arriba (Entrambasaguas)	Mina Los Llanos	Fe	Hematites, M. arcillosos Limonita	"	Calizas y calcarenitas con interc. margosas Dolomias	Aptiense		C. Vasco-Cantábrica		Mineralización de tipo chirtera	
93	444.82	4807.15	35	Estrada	Mina de Estrada	Fe	Hematites, M. arcillosos, Pirita, Dolomita		"						
94	443.02	4814.92	35	Galizano		Fe	Goethita, Limonita, Pirita		Areniscas ferruginosas y mecaceas	Albiense medio Cenomanense inferior				Diseminación de nódulos de óxidos en tramos menores	
95	453.01	4817.50	35	Bareyo	Mina de Santiago	Fe	Pirita, Goethita, Limonita, M. arcillosos, Dolomita	"	Calizas, Calcarenita Dolomias	Aptiense (Gargasense Clansayense)				Mineralización de tipo chirtera	
96	455.10	4817.15	35	Conillo (Amero)	Coto Aro 1	Fe	Hematites, Limonita	"	Areniscas	Albiense Medio-Cenomanense inferior				Posible relación con fracturación	



DEPOSITOS E INDICIOS MINERALES

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE						OTRAS CARACTERÍSTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO- TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS		
	X	Y														
97	412.200	4804.00	34	Santillana	Víspieres	Zn, Pb, Fe	Esfalerita, Galena, Marcasita, Pirita, Dolomita	Estratiforme y partes filonianas	Dolomias	Aptense (Gargasense y Albiense)	C. Urgoniano	C. Vasco-Cantábrica	Alpina	Control por fracturas N100 120°. Detectada por sondeos (AZSA)		
98	467.24	4806.65	36	Las Cárcavas (Laredo)	La Curva	Fe	Hematites, Limonita, Pirita	Irregular, Diseminadas	Areniscas ferruginosas. Limonitas	Cretácico inferior	Wealdense			Relación con fracturas		
99	469.25	4807.18	36	Villanueva	El Águila (Paraje)	Yeso	Yeso, Antidrita, Sales	Lentejones irregulares entre arcillas	Arcillas	Keuper				Area diapírica de San Julián. Asomo diapírico de materiales del Keuper		
100	469.96	4806.92	36	Villanueva	Playa de San Julián (Paraje)	Yeso										
101	467.405	4802.60	36	Limpias	Los Tojos	Zn, Fe	Esfalerita, Hematites, Smithsonita (s)	Irregular (bolsadas y filoncillos en dolomias)	Dolomias Calizas Areniscas ferruginosas en facies Weald	Lias inferior Cretácico inferior						
102	465.84	4798.80	36	Ampuero	El Pelhoso	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Smithsonita (s)	Irregular (sigue guías tectónicas)	Areniscas ferruginosas	Cretácico inferior				En proximidad de la falla de Colindres		
103	466.31	4798.71	36	Ampuero	El Campo	Zn, Pb	Esfalerita, Galena, Goethita, Hematites		Dolomias y Calizas	Lias				Bolsadas irregulares en dolomias del Lias con guías tectónicas		
104	472.52	4799.75	36	La Magdalena (Guriezo)	El Cruce	Fe	Goethita, Limonita, Pirita	Diseminadas	Areniscas Limonitas	Cretácico inferior				Nódulos de óxidos. Posibles guías tectónicas		
105	472.60	4800.41	36	La Magdalena (Guriezo)	La Magdalena	Fe	Goethita, Limonita, Lepidocrosita, Pirita	Irregular Diseminada								
106	472.45	4801.52	36	Lugarejos (Guriezo)	San Mamés	Fe	Goethita, Limonita, Lepidocrosita									
107	471.50	4800.23	36	Hermita (Guriezo)	Mina del Oro	Fe	Goethita, Limonita, Pirita									

CARACTERÍSTICAS PROPIAS DEL INDICIO O DEPOSITO										CARACTERÍSTICAS DE LA ROCA ENCAJANTE					OTRAS CARACTERÍSTICAS
Nº	COORDENADAS U.T.M.		HOJA 1:50.000	LOCALIDAD	NOMBRE DEL INDICIO O DEPOSITO	SUSTANCIAS	MINERALOGIA	MORFOLOGIA Y ESTRUCTURA	LITOLOGIA	EDAD	UNID. ESTRAT.	DOMINIO GEO-TECTONICO	OROGENIA	ROCAS IGNEAS ASOCIADAS	
	X	Y													
108	481.65	4803.10	36	Castro Urdiales	Mina de Ochra- ran	Zn	Esfalerita,Smithsonita(s),Do- lomita, Calcita	Irregular disemi. segun guias tectónicas	Calizas con rudistas y orbitolinas Dolomias	Aptiense Albiense	C. Urgo- niano	C. Vasco- Cantabrica	Alpina		Mineralización no accesible en la actualidad  No accesible. Por referen- cias, masas irregulares de óxidos en las calizas  Concentración supergénica por disolución y carstifica- ción de las calizas con espículas  Recursos: 30.000 t  Diseminación en relleno ar- cillosos de cavidades cars- tificadas desarrolladas en espículas. Explotación a cie- lo abierto. Reservas:48.000t Comenzó a explotarse en 1982
109	483.325	4802.70	36	Castro Urdiales	Mina de Coto- lino	Fe	Siderita, Calcita, Hematites, Limonita	Estratiforme a lentejones (1-2m de potencia)							
110	483.550	4801.70	36	Castro Urdiales	Minas de Cruz	Pb	Galena, Calcita	Filoniana (poten- cia 5-10 cm) N50							
111	483.40	4800.85	36	Mioño	Minas de Mioño	Fe	Hematites, Limonita	Irregular	Calizas y calizas arcí- llosas con espículas	Albiense					
112															
113	484.60	4800.00	36	Mioño	Minas de Dícido	Fe									Concentración supergénica por disolución y carstifica- ción de las calizas con espículas  Recursos: 30.000 t  Diseminación en relleno ar- cillosos de cavidades cars- tificadas desarrolladas en espículas. Explotación a cie- lo abierto. Reservas:48.000t Comenzó a explotarse en 1982
114	477.35	4805.37	36	Islares	Cruces	Tripoli	Sílice, Carbonatos (calcita y dolomita), M. arcillosos, Limo- nita	Irregular	Calizas y calizas mar- gosas con espículas	Albiense Medio-Sup.	C. Urgo- niano		Alpina		
115	479.02	4805.38	36	Cerdigo	AllendeIagua	Tripoli	Sílice, Carbonatos (calcita, dolomita), M. arcillosos, Li- monita								
116	479.440	4801.45	36	Sangozo	Sangozo	Tripoli									
117	480.46	4800.90	36	Montealegre	Pino	Tripoli									



## 6.- BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, M.J., (1969).- "*Sedimentología y Paleografía del Albense de la Cuenca Cantábrica*". Tesis Doct. Fac. Cinc. Univ. Barcelona.
- ALMELA, A.; RIOS, J. (1957).- "*Estudio geológico-minero de la zona dolomítica de Udías. Santander (Primera parte. Segunda parte)*" Inédito.
- ALVARADO, A. (1929).- "*Yacimientos de Pb, Zn y metalesafines en las provincias de Santander y Palencia*". Bol. Geol. Min. Esp., T. XI, pp 111-132.
- ARCE, B. (1880).- "*Minas de blenda en los Picos de Europa*". Rev.Minera.
- AROSTEGUI, J.; FORTUNE, J.P.; VELASCO, F. (1980).- "*Mineralogía y diagénesis de los carbonatos zonados de los yacimientos de hierro de Bilbao*". Inst. Geol. Min. Esp. Temas Geológicos.
- AZSA (1989).- "*Reocín Mine*". Mining Magazine. August, 1989.
- BARBANSON, L.; TOURAY, J.C.; SAULAS, D. y VADALA, P. (1983).- "*Distribution à différentes échelles et chronologie relative des carbonates de l'Aptien de la province de Santander: relation entre auréole ferrifère et minéralisations Zn-Pb du type Réocin*". Chron. Rech. Min., nº 39-48, 9 figs., 1 tabl.
- BARBANSON, L. (1987).- "*Les minéralisations Zn Pb Ba Hg Cu de socle et couverture carbonatés de la province de Santander (Nord de l'Espagne)*". Thèse d'Etat. Université d'Orléans. p. 292.
- BEALES, F.W. (1975).- "*Precipitation Mechanisms for Mississippi Valley-Type Ore Deposits*". Econ. Geol., vol. 70, nº 5. pp.943-948.
- BERTRAND, L; MENGAUD, L. (1912).- "*Sur la structure des Pyrénées Cantabriques entre Santander et Llanes et leurs relations probables avec les Pyrénées*". Bull. Soc. Geo. France (4 éme serie), V.12, pp.504-505.
- BOGACZ, K.; DZOLYNSKI, S.; HARANCZYK, C. (1970).- "*Ore filled hidrothermal karst features in the triassic rocks of the Cracow-Silesian region*". Acta Geol. Polonica, Vol. XX, nº2.
- BOIXEREU, E., LOCUTURA, J., ROBADOR, A. (1992).- "*La mineralización de Zn-Pb de San José de Legorreta (Guipúzcoa)*". Congreso Español de Geología. Salamanca.
- BROWN, J. (1970).- "*Mississippi Valley type lead-zinc ores*". Mineral. Deposita 5, 103-119 (1970).
- BUSTILLO REVUELTA, M. (1984).- "*Estudio textural de las mineralizaciones Pb-Zn del Cretácico de la provincia de Cantabria*". I Congreso Esp. Geol., t. II, pp. 435-446.
- BUSTILLO REVUELTA, M. (1984).- "*Estudio de los procesos de dolomitización en las dolomías asociadas a las mineralizaciones Pb-Zn de Reocín (Cantabria)*". I. Congreso Esp. Geol., t.I., pp.149-157.
- BUSTILLO, M.; ORDOÑEZ, S. (1980).- "*Posible origen diagenético de los sulfuros sedimentarios en facies carbonáticas (provincia metalogénica de Cantabria)*". Rev. Inst. Invest. Geol. Univ. Barcelona. Vol.34, pp.339-349.
- BUSTILLO, M., ORDOÑEZ, S. (1985).- "*Los yacimientos de Pb-Zn del tipo Reocín en el sector Oeste de Cantabria: estudio comparativo y aspectos genéticos*". Boletín Geológico y Minero. T. XCVI-VI. Año 1985 (626-631).
- CAÑADA, F. (1966).- "*Sobre la génesis de algunos yacimientos de óxidos y carbonatos de hierro*". Not. y Com. Inst. Geo. Min. Esp., nº 87, pp.91-96. Madrid.
- CIRY, R. (1940).- "*Etude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*". Thèse Fac. Sc. París. Bull. Soc. Hist. Nat., t.74, 519 pp. Toulouse.
- CIRY, R. (1967).- "*Evolution paléogéographique et structurale de la région Basco-Cantabrique*". Compte. Rend. Som. Soc. Geo. Fr., fas.9.

- CUETO Y RUI-DIAZ, E. (1928).- "*Orografía y geología tectónica del país Cantabro-Astúrico*". Bol. Inst. Geol. Min. Esp., t.47, nº2. p.9-109.
- DIASSEN, M. (1904).- "*Mines de zinc Santa María y Dos Marías. Soc. des mines de zinc de Ruiloba-Comillas*". Inédito.
- DUCHESNE, J.C. (1962).- "*Contribution à l'étude des oligo-éléments dans la pyrite et la marcassite*". Thèse Univ. de Liège.
- DZULYNSKI, D. y SASS-GUSTKIEWICZ, M. (1977).- "*Comments on the genesis of the Eastern Alpine Zn-Pb Deposits*". Mineral. Deposita, nº 12, pp.219-233.
- ECONOMIC GEOLOGY PUBLISHING CO.- "*Genesis of stratiform lead-zinc-barite-fluorite deposits*". The Economic Geology Publishing Co. Monograph 3, pp. 1-443.
- EVE & ITGE. (1991).- "*Mapa Geológico del País Vasco a escala 1:200.000*".
- FERNANDEZ, F., REINOSO, J., SEEBOLD, I., GOMEZ, F., ESCAYO, M., ALONSO, J.A. (1988).- "*Prospección del Sinclinal de Santillana. Aporte a la prospección de yacimientos profundos de Pb-Zn en rocas carbonatadas*".
- FERNANDEZ, J., FANO, H., OJEMBARRENA, L. (1992).- "*La mineralización de Pb-Zn de Mina Troya*". En Recursos Minerales Españoles. CSIC.
- GARCIA IGLESIAS, J. (1979).- "*La hemimorfita de Reocín*". Com. de las primeras reuniones científicas S.E.M. Vol.1, pp.69-75.
- GARCIA-MONDEJAR, J. & PASCAL, A. (1978). "*Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur les terminaisons calcaires sudoccidentales du système urgonien basco-cantabrique (Espagne du Nord)*". Bull. Soc. Geol. France **20**, pp.189-193.
- GARCIA-MONDEJAR, J. (1979).- "*El Complejo Urgoniano del Sur de Santander*". Tesis Doctoral. Universidad de Bilbao. p.673.
- GARCIA-MONDEJAR, J. (1990).- "*The Aptian-Albian carbonate episode of the Basque-Cantabrian (northern Spain): general characteristics, controls and evolution*". Spec. Publ. int. Ass. Sediment. (1990) **9**, 257-290.
- GARCIA MONDEJAS, J. y PUJALTE, C. (1977).- "*Ciclos sedimentarios mayores del Jurásico Sup-Cretácico Inf. de Santander*". VIII Congr. Nac. de Sedim. Oviedo.
- GIL CRESPO, P.P. (1991).- "*Las mineralizaciones de hierro en el anticlinal de Bilbao: Mineralogía, Geoquímica y Metalogenia*". Tesis Doctoral. Universidad de Bilbao. 343 pgs.
- GIL, P.P., CRESPO, J., HERRERO, J.M., VELASCO, F., CASARES, M. (1990).- "*Mineralizaciones de hierro asociadas a calcarenitas de edad Albiense: Mina de Dícido (Cantabria)*". Boletín Geológico y Minero. Vol. 101-4. Año 1990 (580-592).
- GIL, P.P., VELASCO, F., MARTINEZ, R., CASARES, M. (1992).- "*Yacimientos de carbonatos de hierro de Bilbao*". En Recursos Minerales Españoles. CSIC. pp.585-601.
- GOMEZ, J.J. (1989).- "*La cuenca de Lanestosa (Vizcaya). Distribución de facies en el subsuelo y mineralizaciones de Zn-Pb*". XII Congreso Español de Sedimentología. 1989. Simposios. (Anexos). pp.25-39.
- GOMEZ CEBALLO, G. (1908).- "*Minas de Cartes. Santander*". Estadística Minera.
- GOMEZ DE LLARENA, J. (1927).- "*Las terrazas y rasas litorales de Asturias y Santander*". Bol. Rev. Soc. Esp. Hist. Nat., t.27, p.19-38.
- GONZALEZ DE LLANA, E., (1966).- "*El Plomo en España*". Temas Profesionales. Dir. Gral. Minas y Comb. nº 10, pp.1-200.
- HANDBOOK of Strata Bound and Stratiform Ore Deposits. Vol. 1.- Classification and Historical Studies. Vol.2. Geochemical Studies. Vol.3.- Principles and General Studies on Supergene and Surficial Ore Deposits. Textures and Fabrics. Vol.6 - Cu, Pb, Zn and Ag Deposits. Elsevier Publishing Co.
- HERRERO, J.M. (1989).- "*Las mineralizaciones de Zn, Pb, F en el sector occidental de Vizcaya: Mineralogía, geoquímica y Metalogenia*". Tesis Doctoral. Universidad de Bilbao. 285 pgs.
- HOAGLAND, A.D. (1971).- "*Appalachian strata bound deposits: their essential features, genesis and the exploration problem*". Econ. Geol., nº 66, pp.805-810.
- IGME.- "*Informe sobre los plomos y zinc del Norte*".
- IGME (1971).- "*Mapa geológico de España E.1:200.000. Síntesis de la cartografía existente 4-SANTANDER*".
- IGME (1972).- "*Mapa Metalogenético de España. E.1:1.500.000 Mapa previsor de mineralizaciones de Potasas-Sal Común*".
- IGME (1972).- "*Mapa Metalogenético de España. E.1:1.500.000. Mapa previsor de mineralizaciones de Hierro*".
- IGME (1972).- "*Mapa Metalogenético de España. E.1:500.000. Mapa previsor de mineralizaciones de Plomo-Zinc*".
- IGME (1975).- "*Mapa geológico de España E.1:50.000. 61-BILBAO*".
- IGME (1975).- "*Mapa Metalogenético de España*".

E. 1:200.000. 4-SANTANDER".

IGME (1976).- "Mapa geológico de España E. 1:50.000. 33-COMILLAS; 34-TORRELAVERGA; 35-SANTANDER; 36-CASTRO URDIALES".

IGME (1978).- "Proyecto de elaboración de la infraestructura necesaria para el estudio metalogénico de depósitos de Pb-Zn de la provincia de Santander".

IGME (1985).- "Potencial básico de sales y silvinita en Cantabria". 2 Tomos.

IMINSA (1979).- "Mapa metalogénico de España E. 1:200.000 4(5-1) SANTANDER".

ITGE & DIPUTACION REGIONAL DE CANTABRIA (1990).- "Mapa geológico-minero de Cantabria a escala 1:100.000".

LACASA y MORENO, M. (1903).- "Minas de Mercadal". Rev. Min. y Met., t. 21.

LAGNY, P.; ROUVIER, H. (1976).- "Les gisements Pb-Zn en roches carbonatées sous incorfinité: gisements paléokarstiques ou gisements dans des paléokarts". Mem. Soc. Geol. France, n° 7, p. 57-59.

LASALA, A. (1903).- "La minería de Santander". Rev. Min. y Metalurgia.

LEBEDEV, L.M. (1967).- "Metacolloids in Endogenic Deposits". Plenum. Press, 1 vol. 298 pp. New York.

LYDON, J.W. (1991).- "Models for the generation of metalliferous hydrothermal systems within sedimentary rocks and their applicability to the Irish Carboniferous Zn-Pb deposits". In Geology and genesis of mineral deposits of Ireland. pp. 555-577.

MAESTRE, A. (1864).- "Descripción física y geológica de la provincia de Santander". Junta Gral. Estadística, pp. 1-120.

MANGIN, J.P.; RAT, P. (1960).- "L'évolution post-hercynienne entre Asturias et Aragon (Espagne)". Mem. Soc. Geol. France. Livre Hom. Prof. P. Fallot, pp. 333-350. París.

MANJON, M.; LECHOSA, R. (1982).- "Sedimentología y diagénesis del yacimiento de hierro de Coto Bodovalle (Bilbao)". Trabajos de Geología, n° 12, pp. 107-117. Oviedo.

MARTINEZ GARCIA, E. (1981).- "Tectónica y mineralizaciones pérmicas en la Cordillera Cantábrica Oriental (Nordeste de España)". Cuad. Lab. Geol. Lage, n° 2. II, pp. 263-270.

MAZARRASA, J.M. (1930).- "Estudio de criaderos de Reocín". Bol. Ofic. Min y Met., n° 159.

MAZARRASA, J. (1930).- "Estudio de criaderos minera-

les de la provincia de Santander. Criaderos de Zinc". Bol. Ofic. Min. Met. Com., n° 157. pp. 521-550; n° 158, pp. 571-600; n° 159, pp. 631-651; n° 160, pp. 675-692. Madrid.

MAZARRASA, J.; LUNA, J. (1933).- "Estudio de las sustancias bituminosas de la provincia de Santander (Parbayón)". Cat. Descrip. Criad. Min., t. 1.

MAZARRASA, J.; LUNA, J. (1934).- "Estudio de los criaderos de sal gema de la provincia". Cat. Descrip. Criad. Min., t. 2.

MENGAUD, L. (1920).- "Recherches géologiques dans la région cantabrique". Theses Fac. Scienc. París. pp. 1-374.

MONSEUR, G. (1959).- "Observations sur des gisements metallifères de la région de Torrelavega (Santander)". Bul. Soc. Geol. Belgique, t. 83, n° 6, pp. 209-223.

MONSEUR, G. (1961).- "Etude métallogénique du secteur central du gisement de zinc de Reocin (province de Santander) Espagne". Ann. Soc. Geol. Belgique, t. 85, n° 1, pp. 3-47.

MONSEUR, G. (1965).- "Contribution à l'étude sédimentologique et génétique du gisement plombo-zincifère de Reocin".- Ac. Rev. Sc. Outre-Mer, t. 16, vol. 5, pag. 1-87.

MONSEUR, G. (1967).- "Synthèse des connaissances actuelles sur les gisements stratiformes de Reocin (province de Santander; Espagne)". Econ. Geol. Monograph, 3.

MONSEUR, G. (1980).- "Importance des métalotectes dans quelques gisements métallifères espagnols". Livre Jubilaire en hom. à Calémbert, p. 183-207. Liège.

NARANJO Y GAREA, F. "Criaderos de calamina en la costa de Santander". Rev. Min., t. 6.

NICOLINI, P. (1970).- "Gitologie des concentrations minérales stratiformes". Est. Gauthier-Villars. París.

OLAVARRIA, M. (1874).- "Datos geológicos-mineros recogidos en la provincia de Santander". Bol. Com. Mapa Geol. Esp., t. 15, pp. 251-329. Madrid.

ORTEGA, R.; REINA, F. (1985).- "Investigación sobre la geología y metalogenia del Cretácico inferior de la región minera del Anticlinorio de Bilbao entre el límite occidental con Cantabria y el Río Nervión". Informe privado Agruminsa. pp. 235.

ORTIZ, A. (1970).- "El criadero de Bilbao".- Rev. Ind. Minera, n° 106.

ORTIZ RAMOS, A.; BURKHALTER, J. (1971).- "Contribución al conocimiento de las áreas metalíferas de plomo-zinc". Mem. Cong. Hisp. Luso-Amer. Geol. Econ. Sec. 4ª, t. 1, pp. 73-89.



- PAILLETTE, A. (1855).- "*Estudios químico-mineralógicos sobre la caliza de montaña (caliza metalífera o carbonífera) de Asturias*". Rev. Min., t.VI, pp.289-306.
- PASCAL, A. (1979).- "*Utilisation des éléments en traces dans la caractérisation des paléomilieux sédimentaires urgoniens Basco Cantabriques (Espagne)*". Goedros, Memoire spécial n° 3, pp.331-345. Lyon.
- PERCONIG, E. (1967).- "*Geología estratigráfica de la zona minera de Bilbao*". Industria Minera, n° 105.
- PESQUERA, A., VELASCO, F. (1993).- "*Ore metamorphism in sulphide mineralizations from the Cinco Villas Massif (Western Pyrenees, Spain)*". Economic Geology. Volume 88. Number 2. pp. 266-283.
- PINEDA, F. (1958).- "*Monografía sobre el yacimiento de Reocin*". Inédito.
- RAMIREZ DEL POZO, J. (1971).- "*Bioestratigrafía y microfácies de Jurásico y Cretácico del Norte de España (Región Cantábrica)*". Mem. Inst. Geol. Min. España, t.78, pp.1-357.
- RAT, P. (1958).- "*Les pays crétacés Basco-Cantabriques. Espagne*". Publ. Univ. Dijon, t.18. pp.1-525.
- RAT, P. (1960).- "*Les milieux urgoniens cantabriques*". Bull. Soc. Geol. France (7), t.I, p.378-384. París.
- RIAZA-MOLINA, C. (1984).- "*De la importancia de las fallas N 20° en la creación del Golfo de Vizcaya. Estudio de detalle del Arco Santanderino*". I Congreso Español de Geología.III, 265-278.
- RIOS, J.M. (1947).- "*Diapirismo*". Bol. Inst. Geol. Min. España, t.60, pp.155-232.
- RIOS, J.M. (1948).- "*Estudio geológico de la zona de criaderos de hierro de Vizcaya y Santander*". Dir. Gral. Minas y Com. Temas Profesionales, n° 9, pp.1-48.
- RIOS, J.M. (1949).- "*Nota acerca de la geología cantábrica en la parte de la provincias de Vizcaya y Santander*". Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp., n° 19.
- RIOS, J.M. (1960).- "*Estudio geológico de Reocin*". Inédito.
- RIOS, J.M. (1963).- "*Materiales salinos del suelo español*". Mem. Inst. Geol. Min. Esp., n° 64. Madrid.
- ROBERTS, W.M.B. (1967).- "*Sulphide synthesis and ore genesis*". Mineral Deposita, t.2, pp.188-199.
- ROUTHIER, P. (1980).- "*Où sont les métaux pour l'avenir?. Les provinces métalliques. Essai de métallogénie globale*". Mémoire du B.R.G.M. n°105. SKALL, H. (1975).- "*The Paleoenvironment of the Pine Point Lead-Zinc District*". Econ. Geologie. vol.70, pp.22-47.
- SALAZAR, L. (1933).- "*Memoria geológica de los yacimientos de cinc de Udías, Alfoz de Lloredo y Valdáliga. Santander*". Cat. Desceipt. Criad. Min., t.I.
- SANCHEZ, J.B. (1980).- "*Estudio geológico minero de Santander*".
- SANGSTER, D.F. (1983).- "*Mississippi Valley type deposits : a geological mélange*". International Conference on Mississippi Valley type lead-zinc deposits. University of Missouri. U.S.A. G. (Kisvarsanyi et al. Eds.). pp.7-19.
- SANGSTER, D.F. (1990).- "*Mississippi Valley-type and sedex lead-zinc deposits: a comparative examination*". Transactions of the Institute of Mining and Metallurgy. Vol.99, B21-43.
- SEEBOLD, I., FERNANDEZ, G., REINOSO, J., ALONSO, J., ESCAYO, M., GOMEZ, F. (1992).- "*Yacimientos estratoligados de blenda, galena y marcasita en dolomías. Mina de Reocin (Cantabria)*". En Recursos Minerales Españoles. CSIC. pp.948-967.
- SCHULZ, G. (1846).- "*Vistazo geológico sobre Cantabria*". Bol. Ofic. Minas, t.4, pp.133-144.
- SVERJENSKY, D. (1989).- "*The diverse origins of Mississippi Valley-type Zn-Pb-Ba-F deposits*". Chron. rech. min. n°495, pp. 5-13.
- TERMIER, P. (1905).- "*Sur la structure géologique de la cordillère Cantabrique dans la province de Santander*". C.R. Acad. Sc. París, t.141, pp.920.
- TOURAY, J. (1925).- "*La tectonique de la region de Torrelavega et Cabezón de la Sal (Chaîne Cantabrique)*". Mem.Inst. Geol. IUniv. Louvain, t.3, pp.119-147.
- VADALA, P. (1979).- "*Etude du gisement de Reocin (Santander, Espagne)*". D.E.A. Université d'Orléans. Inédito.
- VADALA, P. (1981).- "*Le gîte de Zns-PbS à ganque ankéritique de Reocin (Santander, Espagne) Tectonique diapirique, phénomènes karstiques et minéralisations*". Thèse de 3eme. cycle Univ. d'Orleans.
- VADALA, P.; TOURAY, J.C.; GARCIA IGLESIAS, J; RUIZ, F. (1981).- "*Nouvelles données sur le gisement de Reocin (Santander, Espagne)*". Chron. Recher. Minière, n°462, pp.43-58.
- VAZQUEZ GUZMAN, F. (1978).- "*Depósitos minerales de España*". Temas Geológico-Mineros, Inst. Geol. Min. España.
- VERDEJO SITGES, J.M. (1961).- "*Geología general y mineralogía de la zona minera de Oreña*". Inédito.
- VOVILLE, G.; COLLET, J.F. (1972).- "*Mine de Reocin. Etude de l'exploitation future*". Inédito.
- WIEDMANN, J. (1960).- "*Contribution à la paléogéographie du Crétacé vascogotique et celtibérique*".



*septentrional (Espagne)*". Mem. Soc. Geol. France. Livre  
Hom. Prof. P.Fallt, pp.351-366. Paris.



### Agradecimientos

Agradecemos la acogida e información dadas para la realización de este estudio, a las empresas mineras de la zona, y en especial a AZSA (Asturiana de Zinc), MITOSA, AGRUMINSA y OUTOKUMPU.

Hay que destacar y agradecer las facilidades concedidas por el Servicio Geográfico del Ejército para disponer de las planchas de la Base Topográfica 1/200.000 sobre la cual se ha realizado el Mapa.

Han colaborado así mismo en este trabajo, con sus ayudas, discusiones o sugerencias, E. Boixereu, E. López-Pamo, F. Tornos y G. Ortiz, todos ellos del I.T.G.E.





Foto 1.- Vista de la corta de Reocín



Foto 2.- Reocín. Zona Barrendera- Blenda cementando fragmentos de dolomía ferrosa

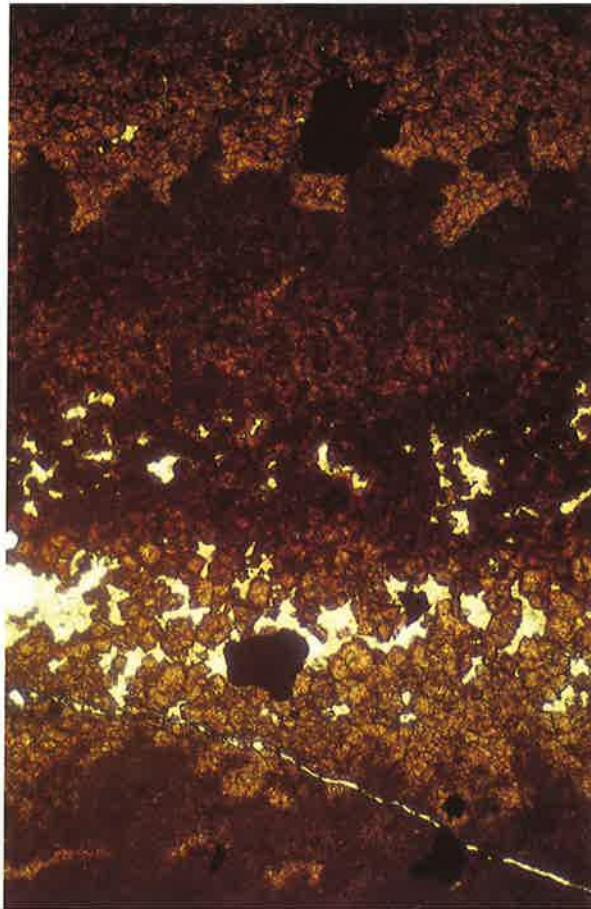


Foto 3.- Fotomicrografía-Mineralización bandeada de la Capa Sur (Reocín). Nícoles paralelos - 100 aumentos



Foto 4.- Mineralización de Novales-Labores mineras





Foto 5.- Mineralización de Novales- Mineral brechoide. Esfalerita en fragmentos y rellenando huecos



Foto 6.- Mina de Fe de Orconera. Aspecto del karst mineralizado.





Foto 7.- Relleno de arcillas y chirtas entre columnas de dolomia-karst de Orconera



Foto 8.- Mina de Orconera. Detalle de nódulos de óxidos de hierro en la matriz arcillosa



