

ESTUDIO SEDIMENTOLOGICO APLICADO
A LOS YACIMIENTOS DEL
URGONIANO DE CANTABRIA
AREA DE AMPUERO

MEMORIA

TOMO I

Madrid, Septiembre 1990

11255

EQUIPO DE TRABAJO

IGME

Francisco Arquer Prendes-Pando

Director del Proyecto
Geólogo

INYPSA

Juan González Lastra

Geólogo

Alfredo García de Domingo

Geólogo

INDICE

1. INTRODUCCION

- 1.1. Justificación del proyecto
- 1.2. Objetivos del proyecto
- 1.3. Zona de estudio
- 1.4. Trabajos realizados
- 1.5. Encuadre geológico
- 1.6. Antecedentes

3. ZONA DE CABO DE AJO

3.1. Litoestratigrafía

- 3.1.1. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Gargasiense-Clansayense) (1)
- 3.1.2. Calizas grises (construcciones de rudistas en bancos)
- 3.1.3. Dolomías (3)
- 3.1.4. Dolomías (4)
- 3.1.5. Calizas (construcciones de rudistas) (5)
- 3.1.6. Calizas tableadas y arenas (construcciones de rudistas y barras) (6)
- 3.1.7. Arenas y arcillas (7)
- 3.1.8. Calizas grises (construcciones de rudistas) (8)
- 3.1.9. Areniscas (9)
- 3.1.10. Arenas y areniscas (10)
- 3.1.11. Cuaternario (11, 12, 13, 14, 15, 16)

3.2. TECTONICA

3.2.1. Descripción de las principales estructuras y fracturas

3.2.1.1. Estructuras de plegamiento

3.2.1.2. Fracturas

3.3. Indicios mineros

4. ZONA DE OMOÑO

4.1. Litoestratigrafía

4.1.1. Calizas (construcciones de rudistas) (1)

4.1.2. Calizas (construcciones y barras) (2)

4.1.3. Arenas y arcillas (3)

4.1.4. Calizas (barras) (4)

4.1.5. Cuaternario (5, 6, 7, 8)

4.2. Tectónica

4.2.1. Descripción de las principales estructuras y fracturas

4.2.1.1. Estructuras

4.2.1.2. Fracturas

5. ZONA DE MATIENZO

5.1. Litoestratigráfica

5.1.1. Limos, arcillas y areniscas (facies Weald) (1)

5.1.2. Areniscas, limos y arcillas (2)

5.1.3. Calizas (construcciones de rudistas) (3)

5.1.4. Areniscas, limos y arcillas (4)

5.1.5. Calizas grises (construcciones de rudistas) (5)

5.1.6. Dolomías (6)

5.1.7. Calizas tableadas y arenas (construcciones de rudistas y barras) (7)

5.1.8. Arenas silíceas (8)

5.1.9. Calizas grises (barras) (9)

5.1.10. Arenas (10)

5.1.11. Calizas marrones (barras) (11)

5.1.12. Cuaternario

5.2.1.2. Fracturas

5.2. Tectónica

5.2.1. Descripción de las principales estructuras y sistemas de fracturas

5.3. Indicios mineros

6. ZONA DE SOBA

6.1. Litoestratigrafía

6.1.1. Areniscas, limolitas y arcillas (facies Weald) (1)

6.1.2. Areniscas y arcillas limolíticas (2)

6.1.3. Calizas grises (barras) (3)

6.1.4. Calizas (construcciones de rudistas) (4)

6.1.5. Calizas tableadas y niveles de arenas (construcciones y barras) (5)

6.1.6. Arcillas, lutitas y margas negras (depósitos de cuenca) (6)

6.1.7. Arcillas, margas, calizas y areniscas (7)

6.1.8. Limolitas, arcillas, margas y calizas (8)

6.1.9. Areniscas, lutitas (depósitos de cuenca) (9)

6.1.10. Cuaternario

6.2. Tectónica

6.2.1. Descripción de los principales sistemas de fracturas

6.2.1.1. Fracturas

7. TELEDETECCION

8. MINERALIZACION
9. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
10. BIBLIOGRAFIA

1. **INTRODUCCION**

1.1. **JUSTIFICACION DEL PROYECTO**

En el presente proyecto se realiza un estudio sedimentológico analítico de los sedimentos carbonatados urgonianos en un área de Cantabria, con el objeto de determinar las relaciones que existen entre las mineralizaciones metálicas (sulfuros de zinc y de plomo) que arman en los sedimentos citados con el ambiente sedimentológico y su posterior evolución diagenética, llegándose a determinar zonas preferenciales en lo que se refiere a las posibilidades de albergar mineralizaciones metálicas.

Este proyecto constituye la continuidad de otros anteriores realizados durante 1.985-1.986 y 1987-1988 en los que se han puesto de manifiesto las relaciones existentes entre ambientes sedimentarios, evolución diagenética y las mineralizaciones de sulfuros de plomo y zinc, y en el que se elabora un método de investigación aplicable a otras áreas del Urganiano de Cantabria.

1.2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Los objetivos de este Proyecto, de acuerdo con el Pliego de Prescripciones Técnicas elaborado por el ITGE, se pueden esquematizar en las siguientes:

- Recoger y analizar la información geológica-minera existente, relativa a los yacimientos minerales incluidos en los sedimentos calcáreos de esta zona de Cantabria.
- Seleccionar, en base a criterios sedimentológicos, las áreas favorables con interés preferente.
- Realización de un estudio sedimentológico de cada área favorable seleccionada que comprende:
 - . Cartografía de facies sedimentarias a escala 1/10.000.
 - . Levantamiento de columnas sedimentológicas de detalle.
 - . Estudio sedimentológico de muestras.
- Establecimiento del modelo sedimentológico que pueda llegar a definir los sectores aptos para futuras investigaciones puntuales de detalle.

1.3. ZONA DE ESTUDIO

La zona objeto de este estudio se encuentra situada, dentro de la Comunidad Autónoma de Cantabria y comprende los afloramientos urgonianos situados en un franja norte-sur de unos 770 Km², cuyos límites se encuentran definidos por las siguientes coordenadas geográficas:

pp	1	3° 42' 00"	43° 11' 00"
	2	3° 42' 00"	43° 30' 00"
	3	3° 38' 00"	43° 30' 00"
	4	3° 38' 00"	43° 31' 00"
	5	3° 32' 00"	43° 31' 00"
	6	3° 32' 00"	43° 30' 00"
	7	3° 26' 00"	43° 30' 00"
	8	3° 26' 00"	43° 14' 20"
	9	3° 27' 00"	43° 14' 20"
	10	3° 27' 00"	43° 13' 20"
	11	3° 26' 00"	43° 13' 20"
	12	3° 26' 00"	43° 08' 00"
	13	3° 30' 00"	43° 08' 00"
	14	3° 30' 00"	43° 11' 00"
	15	3° 42' 00"	43° 11' 00"

Esta zona (Fig. 1.1) se encuentra enclavada dentro de los M.T.N. a escala 1:50.000 nº 35 (Santander), 36 (Castro Urdiales), 59 (Villacarriedo) y 60 (Valmaseda).

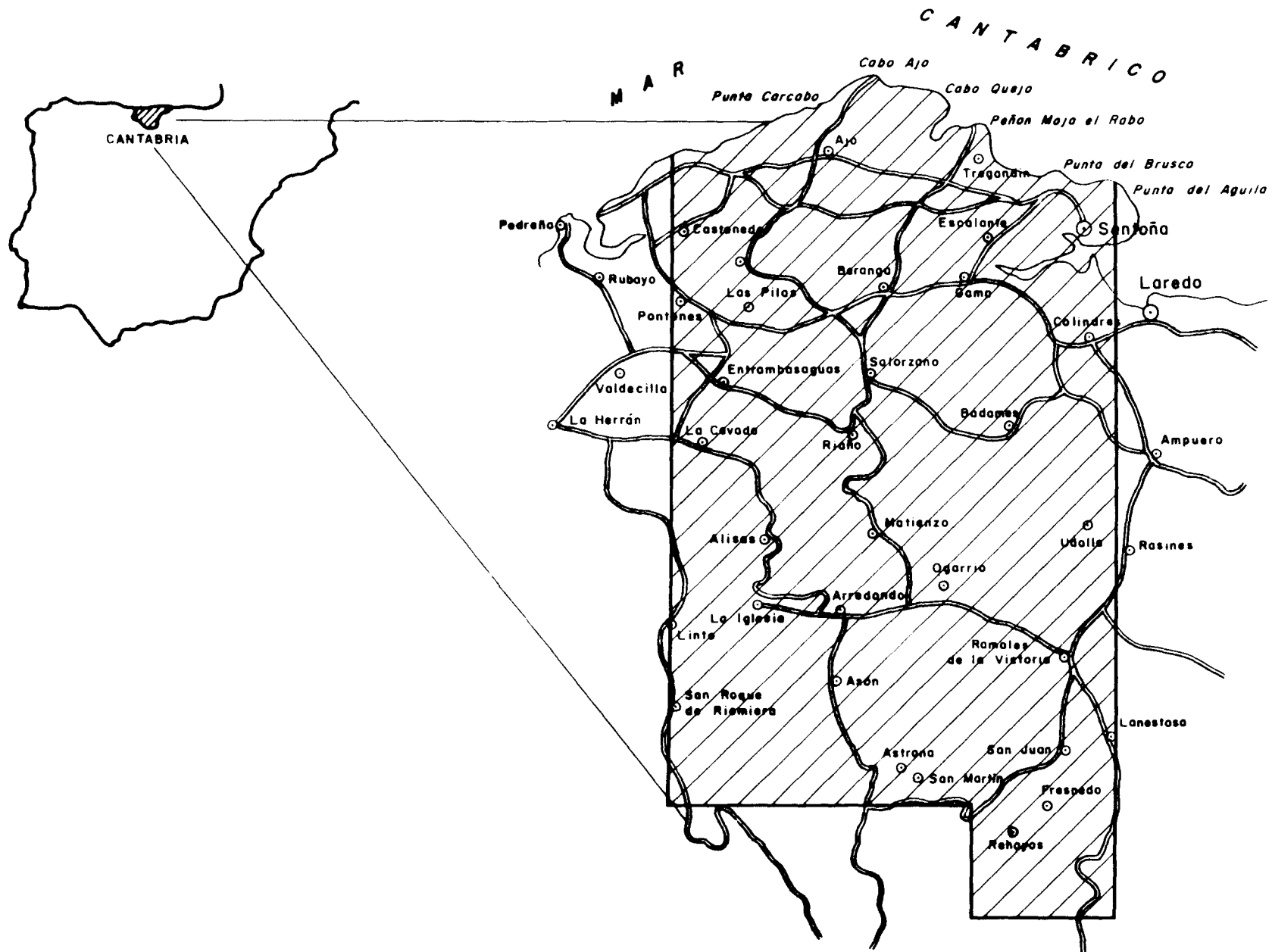


Fig- 1.1 ESQUEMA DE SITUACION DEL AREA ESTUDIADA

1.4. TRABAJOS REALIZADOS

En función del Pliego de Condiciones Técnicas del ITGE, de la Oferta técnica de INYPSA y de las variaciones realizadas durante la ejecución práctica, la investigación ha consistido esencialmente en:

- Recopilación y análisis de los trabajos y documentación existentes.
- Columnas sedimentológicas generales (escala 1:500) 4.820 m.
- Cartografía de facies sedimentarias (escala 1:10.000) 136 Km²
- Columnas sedimentológicas de detalle (escala 1:100 y 1:200) 1.520 m.
- Estudio sedimentológico de muestras 100 muestras
- Estudio mediante teledetección de las zonas que comprende este Proyecto.
- Estudio sedimentológico y reconstrucción paleogeográfica de las zonas incluidas en el Proyecto.

1.5. ENCUADRE GEOLOGICO

Las zonas estudiadas forman parte de la gran cuenca de sedimentación cantábrica, que básicamente constituye el "Dominio Peri-Asturiano", según el esquema de división de FEUILLEE y RAT (1.971).

Esta cuenca, presumiblemente originada en las últimas etapas de la orogenia Hercínica, durante el Pérmico, controla el depósito de sus sedimentos por movimientos diferenciales de las estructuras del basamento Hercínico, originando amplios sectores muy poco deformados, solo afectados por pliegues de gran radio y fallas de pequeño salto.

Esta estructuración primaria de la cuenca, favorece el posterior ascenso diapírico de las masas triásicas, originando pequeños umbrales y surcos, fácilmente detectables con un estudio detallado de facies, que condicionarán la situación de las principales zonas mineralizadas.

Los depósitos más antiguos que afloran en esta zona, son los que constituyen el borde oriental de la Cordillera (Franja cabalgante del Escudo de Cabuérniga), formado por calizas masivas del Namuriense ("caliza de montaña").

Adosados a estos materiales se observan una serie arcillosa, con alternancias de areniscas rojas, con cemento calcítico y conglomerados, con "debris" orgánicos, localmente epigenizados en baritina y de edad Pérmico-Triásico inferior.

El Triásico superior, en Facies Keuper, está caracterizado en esta región por arcillas plásticas y yesos depositados en un ambiente de llanura costera. Estos depósitos evaporíticos son los que han favorecido los posteriores movimientos diapíricos.

El Jurásico que normalmente aflora asociado al Keuper, en los bordes de los diapiros, está formado por dolomías brechoides y calizas arcillosas negras, ricas en materia orgánica.

En el Jurásico superior emergieron grandes masas graníticas, localizadas al sur del área Cantábrica, dando lugar a los depósitos fluvio-deltaicos, del Jurásico superior-Cretácico inferior en Facies Weald. Durante esta etapa ya se han observado pequeñas discordancias locales, que evidencian la existencia de movimientos tectónicos diapíricos.

En el Aptiense-Albiense se depositó en esta zona el "Complejo Urgoniano" y "Supra-Urgoniano", definido por RAT (1.959) y constituido por una alternancia de rocas detríticas y carbonatadas en las que se definen a grandes rasgos cuatro secuencias deposicionales. Las unidades calcáreas están formadas por depósitos de plataforma, fundamentalmente calizas con construcciones de rudistas y corales, en los que existen grandes variaciones de espesor y cambios de facies, incluso acompañadas de emersiones, que producen la eventual dolomitización de estos tramos carbonatados. Estas variaciones son originadas por ascensos diferenciales de las masas triásicas dando lugar a zonas elevadas y deprimidas dentro de la cuenca Urgoniana.

En el Albiense superior se instala en esta zona un régimen litoral, que se traduce en los depósitos de areniscas (Facies Utrillas) y barras litorales con pequeñas construcciones de rudistas y corales.

Posteriormente y durante el Cretácico superior, se instala un régimen marino de plataforma con gran desarrollo de arcillas y calizas.

Es importante destacar la evolución tectónica que ha sufrido este sector, en concreto a partir de la falla de Ramales-Laredo en donde cambia las direcciones estructurales, produciéndose una inflexión en los ejes de los pliegues, pasando de direcciones NW-SE en el sector Vasco a direcciones SW-NE en el sector Cántabro.

Los accidentes N-S, con vergencias hacia el E, son otros de los rasgos característicos de este área.

El área estudiada limitada hacia el este por la falla de Ramales-Laredo, al sur por la prolongación del accidente de la Sierra de Cabuérniga, el cual aparece como un anticlinal vergente hacia el sur y hacia el oeste por la denominada flexura del Río Miera, de dirección meridiana, que explicaría la enorme potencia que adquiere la megasecuencia urgoniana al este de la misma.

En este compartimento limitado por los lineamientos estructurales definidos anteriormente, se han detectado, a partir de sondeos realizados con fines petrolíferos varias repeticiones de series, en concreto del Urgoniano, Supra-Urgoniano y Cretácico superior que determinarían varias unidades alóctonas.

En la zona estudiada existirían posiblemente tres escamas que estarían delimitadas por cabalgamientos de dirección subparalela tendiendo a NE-SO.

1.6. ANTECEDENTES

El estudio bibliográfico se ha planteado como continuación de los efectuados en proyectos anteriores sobre las áreas de Torrelavega-Santander y en la zona de San Vicente de la Barquera y sector Oriental.

Los trabajos más importantes que afectan a las zonas estudiadas, además de los ya mencionados en los informes anteriores son:

- **BRAVO, J.I. (1989)**

Estudia las zonas de La Florida, Novales, Reocin y Santander mediante análisis de muestras por absorción atómica para determinar los ppm de Pb-Zn, tanto en calizas como en dolomías, estableciendo el comportamiento de ambos elementos en dichas litologías. Así mismo, ha estudiado el contenido de estroncio con el fin de establecer los procesos diagenéticos que han afectado a este tipo de materiales.

- **GARCIA MONDEJAR, J. y FERNANDEZ-MENDIOLA, P.A. (1989)**

Han estudiado la evolución plataforma/cuenca, en base a secuencias, y asociaciones de sistemas sedimentarios en materiales de edad Aptiense-Albiense en el valle de Soba, estableciendo las secuencias de Carrinal, Lavin, Valcaba, Camporiaza, Busquermao y La Sia.

- **CAMARA RUPELO (1989)**

Ha estudiado mediante la interpretación de los sondeos de petróleo realizados en Ajo, Liermo, Matienzo, Castro Urdiales, Moncillo y Ancillo I, las importantes superposiciones de materiales del "Complejo Urganiano" que ponen de manifiesto una tectónica de cabalgamientos con una orientación ENE-OSO, produciéndose un acortamiento y traslación de las unidades principales hacia el NO. Estos cabalgamientos representan la prolongación de las estructuras más orientales de la Cuenca Vasco-Cantábrica de dirección NO-SE originándose fallas de dirección dextrogira con componente cabalgante.

2. SELECCION DE ZONAS

2.1. INTRODUCCION

Se ha realizado en esta fase inicial una recopilación de la bibliografía local existente, un reconocimiento geológico general y el levantamiento de varias columnas sedimentológicas de síntesis que permitieran proponer una estratigrafía básica para toda la zona y la elaboración de un esquema paleogeográfico sintético.

Con el fin de seleccionar zonas favorables para su posterior estudio de detalle se han seguido los mismos criterios considerados en anteriores fases de trabajo:

- * Fracturas mineralizantes (con dolomía ferrosa como elemento guía).
- * Condiciones euxínicas y facies asociadas a fracturas con juego sinsedimentario ante la posible existencia de mineralizaciones singenéticas.
- * Porosidades capaces de albergar la mineralización, ya sean de origen primario, barras bioclásticas, etc. o de origen diagenético, dolomitización por mezcla de aguas, lavado por aguas meteóricas (mineralización epigenética).
- * Las únicas fracturas, asociadas a las cuales existen mineralizaciones conocidas, son la franja cabalgante de Ramales con una dirección N-S, y la

falla de Solares que produce mineralizaciones en la Cavada, y tiene una dirección NE-SW. No se descarta la posibilidad de encontrar mineralizaciones en un tercer sistema de fracturas de dirección E-W, en la actualidad cabalgante hacia el S, y que produce numerosas mineralizaciones en zonas más occidentales.

En el sector nororiental se encuentran abundantes facies euxínicas sedimentadas en un surco fuertemente subsidente. Las facies de talud asociado son, sin embargo, de difícil preservación pues pueden haberse removilizado y dispersado por procesos de resedimentación.

En los sectores centrales se han reconocido dolomías por mezcla de aguas. No se han observado sin embargo criterios de emersión aunque pueden encontrarse en fases posteriores.

2.2. CARACTERISTICAS GENERALES DE LA SEDIMENTACION DEL COMPLEJO URGONIANO

La sedimentación del "Complejo Urgoniano" en Cantabria se enmarca en un contexto de plataforma mixta donde alternan entradas de terrígenos de procedencia meridional, con momentos de intensa colonización por rudistas.

Las entradas bruscas de terrígenos se asocian a rupturas sedimentarias que implican regresiones generalizadas con emersiones en zonas marginales o de altos paleogeográficos.

El desarrollo de construcciones de rudistas significa momentos de estabilidad tectónica o de tipo eustático.

El límite inferior del "Complejo Urgoniano" está muy bien definido por los depósitos fluvio-deltaicos de las "facies Weald" de edad Hauteriviense-Barremiense. El desarrollo de facies urgonianas se prolonga en algunas zonas, desde el Aptiense inferior (Bedouliense), hasta el Albiense medio, mientras que en otras, los primeros depósitos Albienses están representados por sedimentos fluviales o deltaicos que constituyen la base del Supraurgoniano.

Se han individualizado cinco grupos deposicionales que están delimitados por discontinuidades sedimentarias en base a cambios paleogeográficos generalizados motivados por regresiones, momentos transgresivos, y movimientos tectónicos o diapíricos.

Los cuatro primeros son de edad Aptiense y corresponden a los propuestos en anteriores fases de trabajo aunque presentan algunas diferencias sedimentológicas.

El quinto, grupo de edad Albiense comprende varias secuencias deposicionales cuyos límites reflejan bajadas bruscas de nivel del mar por cambios puramente eustáticos.

El Grupo I tiene una edad Bedouliense inferior.

Está constituido por depósitos de plataforma interna restringida y construcciones masivas de rudistas a techo. Representa la transgresión sobre las "facies Weald". Aunque no se ha observado en esta zona, este grupo termina con una interrupción sedimentaria con emersiones locales que han sido citadas en fases anteriores para áreas cercanas.

El **Grupo II** de edad Bedouliense medio y superior, está representado exclusivamente por depósitos con influencia deltaica. Se trata de una serie constituida por barras calcareníticas y canales areniscos con predominio de procesos generados por olas y tormentas, que pasan en vertical a depósitos con mayor influencia mareal. El techo está marcado por una interrupción sedimentaria generalizada.

El **Grupo III**, es de edad Gargasiense-Clansayense. Se caracteriza por el desarrollo de potentes construcciones de rudistas que colonizan la plataforma después de una breve fase de relleno. A techo, se desarrollan numerosas

interrupciones sedimentarias y dolomitizaciones locales, Este grupo es potencialmente el de mayor interés minero dado que en las zonas estudiadas en fases anteriores alberga la mayor parte de las mineralizaciones.

El **Grupo IV**, de edad Gargasiense-Clansayense, empieza con una entrada de terrígenos relativamente constante en toda la cuenca. se caracteriza por una alternancia entre barras calcáreas, canales mareales y pequeñas construcciones de rudistas. En algunas áreas culmina con grandes montículos de algas y rudistas. En el sector suroriental se desarrollan facies de plataforma externa que marcan el inicio de la apertura del surco albiense en esta zona.

El **Grupo V**, es de edad Albiense inferior y medio. La compartimentación de la plataforma implica importantes cambios paleogeográficos que se traducen en una marcada variedad de ambientes y facies sedimentarias.

En áreas de plataforma está representado por materiales deltaicos alternando con pequeñas construcciones de rudistas y corales.

El áreas de margen de plataforma se caracteriza por el desarrollo de grandes montículos de algas y rudistas alternando con entradas deltaicas.

En áreas de cuenca (Valle de Soba-Lanestosa) se individualiza como mínimo cinco secuencias deposicionales, separadas por descensos eustáticos bruscos del nivel del mar. Estas secuencias desarrollan en su parte baja turbiditas diluidas, con encajamiento de cursos submarinos tipo "channel levée" y

esporádicamente megabrechas asimiladas a impulsos tectónicos. La parte alta está formada por una alternancia rítmica de calcarenitas y margas con encajamiento de "goullies", y se enmarca en un contexto de plataforma externa.

Además de las transgresiones y regresiones generalizadas, hay que tener en cuenta las fracturas que hayan actuado durante la sedimentación y los movimientos halocinéticos generados por actividad diapírica. Estos dos factores pueden haber producido cambios importantes de espesor y el acuñamiento de algunas unidades en áreas marginales y de altos relativos.

La franja cabalgante de Ramales, y las fallas de Matienzo y Arredondo, que constituyen la prolongación hacia el E del Escudo de Cabuérniga, han tenido juego sinsedimentario y han separado zonas más subsidentes de zonas elevadas.

La única estructura diapírica de la que se tiene constancia que haya actuado durante el Urganiano, es la de Solares. Sin embargo se encuentran otras estructuras diapíricas asociadas a la franja cabalgante de Ramales y en la zona de Ajo aunque de núcleo desconocido.

2.3. CARACTERIZACION POR SECTORES

Se han diferenciado los siguientes sectores en función de las diferencias estratigráficas y estructurales que presentan:

- Sector de Santoña
- Sector de Ramales-Colindres
- Sector de Ajo
- Sector de Solórzano-Puerto de Varas
- Sector de río Asón-Arredondo
- Sector de río Gándara-Lanestosa

Seguidamente se hace una breve descripción de las características generales de cada sector y se examinan someramente los criterios que se han tenido en cuenta para la selección de zonas en las que hacen estudios de detalle.

* Sector de Santoña

Dentro del esquema sintético paleogeográfico, se enmarca en el Sector Oriental. "El Urganiano" está representado por tanto, por una serie predominantemente calcárea, compuesta por construcciones masivas de rudistas. El Aptiense inferior se encuentra muy dolomitizado. Estas dolomías parecen estar asociadas a fractura. Aunque no se tiene noticia de ningún indicio, se considera favorable esta zona por la existencia de dolomías y el emplazamiento del diapiro de Porma. A su vez este sector constituye la prolongación de la fraja cabalgante de Ramales donde se

encuentran abundantes mineralizaciones.

* **Sector de Colindres-Ramales**

Se enclava, dentro del esquema paleogeográfico, en el dominio oriental. El "Complejo Urgoniano" está compuesto en consecuencia por depósitos calcáreos protegidos de las entradas de terrígenos.

Estructuralmente destaca la franja cabalgante de Ramales asociados a la cual se encuentran gran número de indicios. La mineralización está asociada a esta fractura y no tiene, en principio, relación alguna con las facies. No se ha seleccionado esta zona para estudios de detalle, puesto que ya ha sido objeto de estudio en fases anteriores.

* **Sector de Ajo**

La serie Aptiense alcanza una potencia relativamente grande, circunstancia que puede estar de acuerdo con una zona bastante subsidente.

Se ha detectado una importante repetición en la serie. En el sondeo AJO-1 (AUXINI) aparece el Cretácico superior a 3.718 m. bajo materiales del Triásico.

La existencia de dolomías de origen no determinado y la probable presencia de diapiros subaflorescentes, puestos de manifiesto en la zona de Liermo-Omoño y Cajo de Ajo por fracturas radiales y circulares, que han

actuado durante el Aptiense aconsejan una revisión de mayor detalle.

* **Sector de Solórzano-Puerto de las Varas**

Presenta una potente complejidad tectónica que dificulta en gran medida la correlación con los demás sectores.

Estratigráficamente se compone de un Aptiense relativamente potente y un Albiense muy adelgazado.

Este sector ocupa la mayor parte del dominio occidental en el esquema paleogeográfico propuesto, manifiesta en consecuencia una notable influencia de aportes deltaicos más generalizados a finales del Aptiense (Grupos III y IV) y durante el Albiense.

Es muy probable la existencia de un accidente muy importante en profundidad que implique repeticiones en la serie.

La presencia de dolomías estratificadas que indican un origen por mezcla de aguas y la posible actuación de fracturas con juego sinsedimentarios explicarían las diferencias de espesor en las series, constituyen factores que aconsejan seleccionar algunas zonas de este sector para estudios de detalle.

* **Sector de Arredondo-Río Asón**

Presenta una serie Aптиense-Albiense muy completa en la que es posible individualizar claramente los cinco grupos.

El "Complejo Urganiano" alcanza en este sector una gran potencia (alrededor de 4.000 m.), constituyendo por lo tanto un área subsidente. No resulta, por tanto, probable encontrar procesos de emersión que amplien la porosidad primaria. En el Aптиense superior y Albiense se desarrollan grandes montículos de rudistas que delimitan las zonas marginales del surco turbidítico del valle de Soba-Lanestosa. Pueden haberse conservado depósitos de talud y margen arrecifal con una porosidad primaria suficiente para albergar mineralizaciones.

* **Sector de río Gándara-Lanestosa**

Constituye, en el esquema paleogeográfico, la totalidad del dominio suroriental. Presenta un Bedouliense muy adelgazado como consecuencia de la proximidad de la franja cabalgante de Ramales que puede haber tenido un juego sinsedimentario y actuar como una zona marginal elevada.

El Grupo III está representado por construcciones masivas de rudistas y el Grupo IV por facies de plataforma externa claramente asociadas al surco subsidente.

El Albiense está constituido exclusivamente por turbiditas diluidas de

carácter anóxico y facies de plataforma externa.

Esta zona debe seleccionarse puesto que existen varios criterios para considerarla favorable.

La abundancia de turbiditas de carácter euxínico supone un medio favorable para la generación de depósitos singenéticos en los que la mineralización se produce en la interfase agua-sedimento por mezcla de aguas altamente cargadas en sulfídrico propias de fondos euxínicos. Por otra parte la existencia de facies euxínicas resulta indispensable para la preservación de los sulfuros.

Las facies de brechas de talud y de margen de arrecife poseen una porosidad primaria suficiente para albergar mineralizaciones. Las facies de talud, además suelen estar asociadas a fracturas de juego sinsedimentario.

Es difícil, sin embargo, reconocer brechas de talud en este sector. Esta circunstancia puede explicarse por la removilización y posterior resedimentación turbidítica en zonas puramente de cuenca, durante momentos de bajada brusca del nivel del mar. La baja cohesión de los depósitos de talud y los procesos altamente erosivos de las bajadas del nivel del mar hacen dificultosa su preservación.

La proximidad de la franja cabalgante de Ramales produce mineralizaciones en Lanestosa, ya dentro del país vasco, pero muy próximas a la zona de estudio.

2.4. ZONAS SELECCIONADAS

En síntesis las zonas seleccionadas para el estudio de detalle son las siguientes:

- **Zona de Cabo de Ajo.** Dolomías. Zona diapírica de núcleo subaflorante.
- **Zona de Omoño.** Dolomías. Zona diapírica de núcleo no determinado.
- **Zona de Matienzo.** Dolomías por mezcla de aguas. Fracturas de posible juego sinsedimentario.
- **Zona de río Gándara.** Facies euxínicas. Facies de talud y margen de arrecife relictas. Proximidad de mineralizaciones asociadas a la franja cabalgante de Ramales.

3. ZONA DE CABO DE AJO

El área estudiada se encuentra enclavada dentro del M.T.N. a escala 1:50.000, nº 35 (Santander) (Figura 3.1.).

Geológicamente, esta zona, está constituida por la superposición tectónica de dos escamas formadas a partir de materiales en facies Urganianas y Supra-Urganianas. La escama inferior presenta los tramos basales del Gargasiense-Clansayense dolomitizados, mientras que en la escama superior, estos niveles inferiores no han sufrido ningún proceso diagenético.

El tratamiento litoestratigráfico de las dos escamas, se ha efectuado conjuntamente, observándose diferencialmente, sólo un pequeño aumento de espesor de la serie Urganiana en la escama inferior, además de los procesos diagenéticos antes mencionados.

3.1. LITOESTRATIGRAFIA Y SEDIMENTOLOGIA

En este epígrafe se describen las características litológicas y sedimentológicas de cada unidad cartografiada, siguiendo el orden plasmado en la leyenda que acompaña a la cartografía, poniendo especial énfasis a los materiales comprendidos dentro del "Conjunto Urganiano".

En esta zona no afloran los materiales de edad Bedouliense, siendo las calizas del Gargasiense-Clansayense los términos más bajos que pueden observarse.

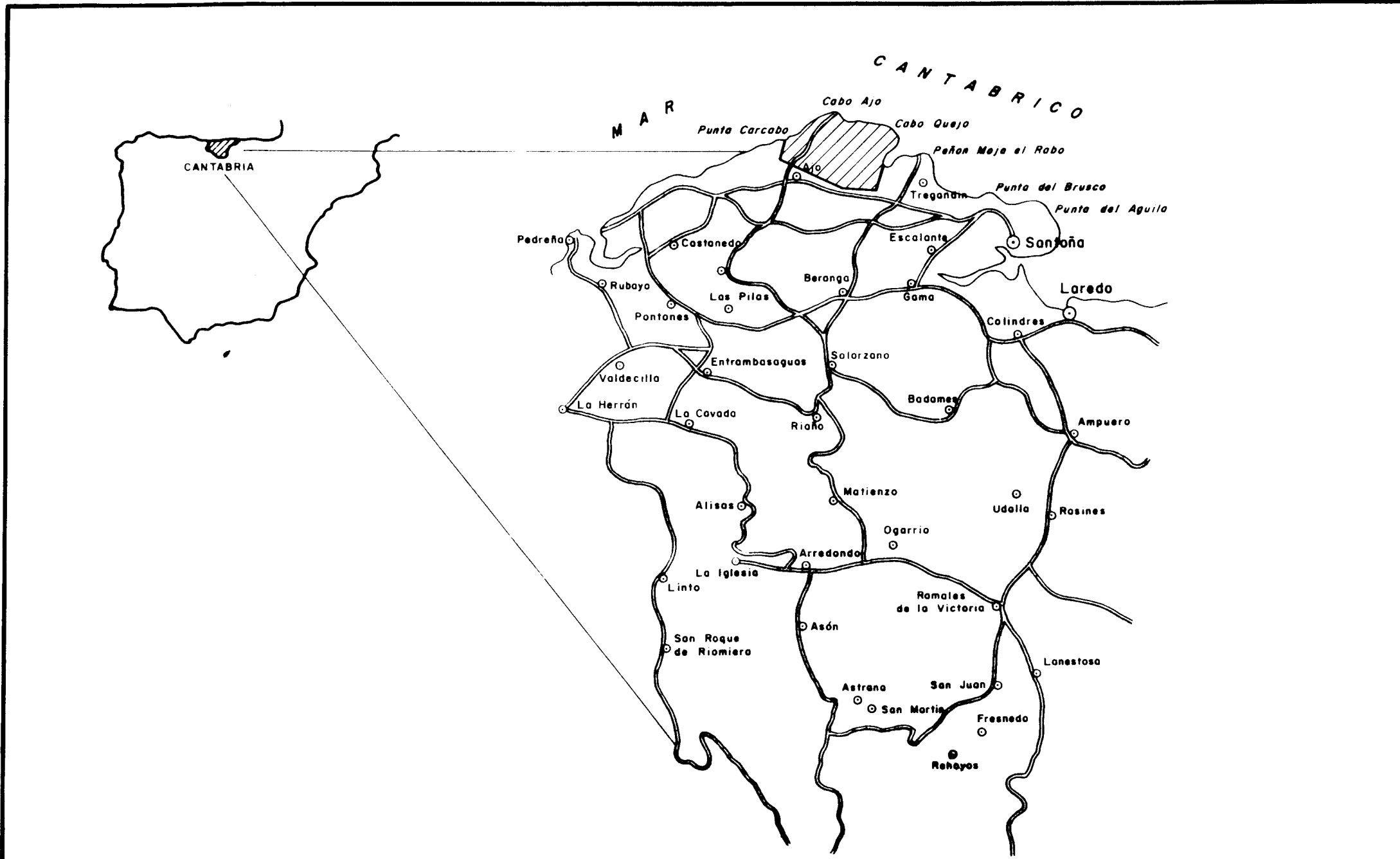


Fig.-3.1 ESQUEMA DE SITUACION DEL AREA ESTUDIADA *zona de Cabo Ajo*

El conjunto se sitúa en facies de plataforma interna con dominio de carbonatos (construcciones de rudistas) en la mitad inferior, y de detríticos (facies deltaicas) en la superior.

3.1.1. Calizas grises (construcciones de rudistas) (Gargasiense-Clansayense)
(1)

Constituyen los tramos basales de la escama superior del conjunto tectónico de Cabo de Ajo.

Sus mejores afloramientos se sitúan en las proximidades de la playa de Berria, próxima a la localidad de Ajo. Su límite inferior está constituido por una superficie de cabalgamiento de dirección NNE-SSO.

Se trata de un conjunto de calizas micríticas (mudstone y wackestone) grises con construcciones de rudistas de distinto tamaño, predominando los de 3-5 cm. de diámetro, aunque en algunos sectores pueden sobrepasar los 10 cm. de longitud. Alternando con estos niveles, se observan algunos tramos de calizas grises (wackestone-packstone), formadas por fragmentos de la bioconstrucción acumulados en las zonas laterales del "mound", cuyo núcleo está constituido por las calizas micríticas con rudistas enteros, descritos anteriormente (Foto 1). Los "mounds" se sitúan en una plataforma estable con buena circulación de agua y alto aporte de nutrientes planctónicos. La parte superior representa condiciones más abierta, con aumento de la energía.

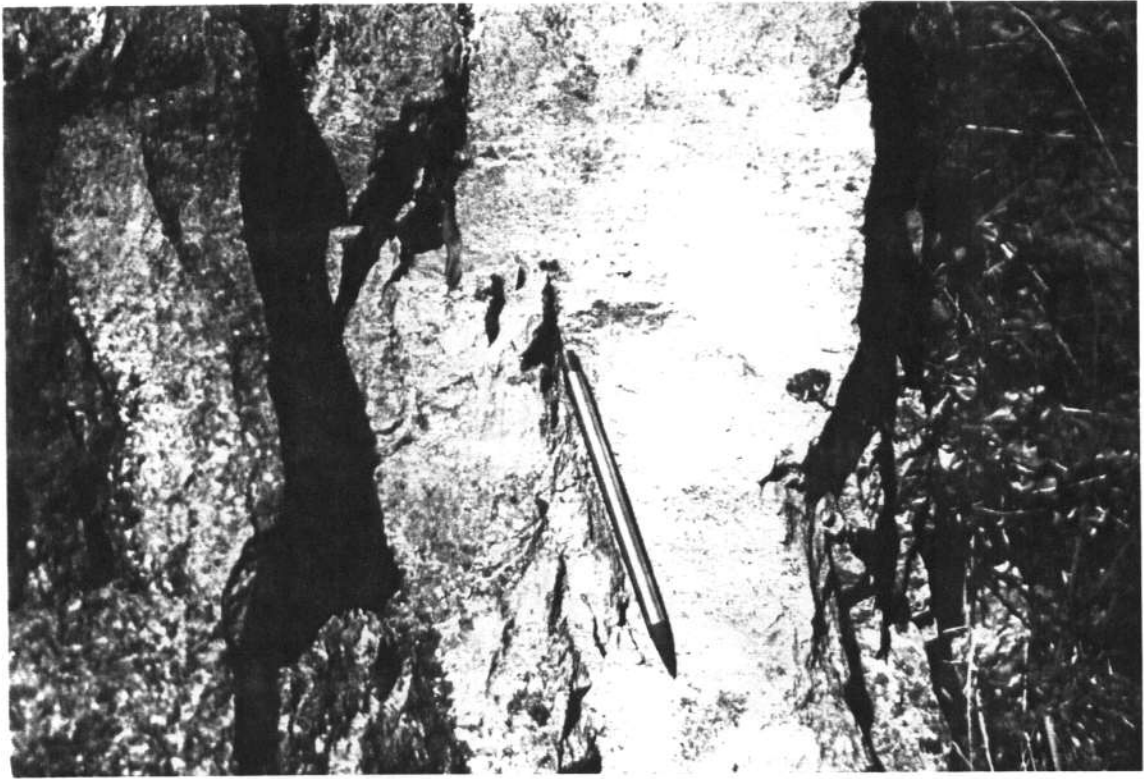


Foto 1. Dolomías en las proximidades de Noja.



Foto 2. Construcciones de rudistas.



Foto 3. Aspecto de la unidad 2 en Isla.



Foto 4. Discordancia intra Gargasiense-Clansayense en Cabo de Ajo.

Tienen un alto contenido faunístico, fundamentalmente de rudistas (*Pseudotoucasia santanderensis*).

Su potencia es variable, ya que su límite inferior es tectónico, no obstante oscila alrededor del centenar de metros.

3.1.2. Calizas grises (construcciones de rudistas en bancos) (2)

Esta unidad aflora en el sector de Cabo de Ajo. El tránsito con el tramo anteriormente descrito se realiza a través de un pequeño "hard ground".

Se trata de un conjunto de calizas grises (mudstone-wackestone) formadas por construcciones de rudistas de distintos tamaños que alternan con niveles de calizas lajosas (wackestone-packstone) y nodulosas con *Orbitolinas* y corales (Foto 3).

Su contenido faunístico es muy alto con *Pseudotoucasia santanderensis*, *Coralarios*, *Everticyclammina greigi*, *Quinqueloculina* sp., *Glomospira* sp., *Ataxopharagmiun* sp., *Marinella* sp., (IGME 1976).

La potencia de este conjunto oscila alrededor de los 250 metros, no observándose ningún acuñaamiento aparente.

Las secuencias observadas representan un equilibrio entre la subsidencia y el crecimiento de las construcciones de rudistas. Las secuencias, de orden decamétrico comienzan por una colonización del fondo por rudistas y

corales, llegando los primeros a ser exclusivos hacia el techo (fase de dominación). El desarrollo de las capas es tabular, sin variaciones laterales de espesor, con colonización total de la plataforma. La desaparición de los rudistas se produce de forma relativamente brusca dando paso a calizas lajosas con laminaciones de corrientes. El progresivo descenso de la velocidad de sedimentación llega a dar calizas nodulosas de tonos rosados, con abundantes señales de sedimentación lenta (sinéresis nodulosidad por escape de fluidos, bioturbación, etc.), la secuencia culmina ocasionalmente en un "firm-ground" poco desarrollado.

3.1.3. Dolomías (3)

Afloran como los tramos anteriores, en la escama superior de Cabo de Ajo. Observándose dos afloramientos de mayor magnitud situados en la desembocadura de la ría de Ajo y al oeste de Punta Cueva Colina, en la costa, muy próximo a la fractura que limita esta unidad estructural superior con la inferior.

Las dolomías son de color blanco, muy cristalinas y heterogranulares, presentando un escaso porcentaje de hierro.

Estas dolomías se han encontrado relacionadas con fracturas de dirección NE-SO y en algunos casos con fracturas de dirección N-S.

El espesor de afloramiento varía mucho, dependiendo de la naturaleza y características tectónicas de la roca encajante, no obstante estos

afloramientos cortan siempre la estratificación.

El único indicio de mineralización que se ha detectado en esta zona, se encuentra incluido dentro de este tipo de dolomías.

3.1.4. Dolomías (4)

Este tramo constituye los tramos basales de la unidad tectónica inferior, aflorando con mayor desarrollo en los alrededores del Cerro del Cincho.

Se trata de un conjunto dolomítico de tonos rojizos y grano grueso. Petrográficamente se trata de dolomías con grandes cristales idiomórficos a subidiomórficos, con ocasionales zonaciones marcadas por óxidos de hierro (Foto 1).

Estas dolomías, suelen presentar restos de fauna generalmente grandes rudistas, muy borrosa que apenas se aprecia por efecto de la fuerte recristalización.

Aunque en esta zona no se aprecia su relación con el resto de las unidades calcáreas debido a la calidad del afloramiento, parece estar incluida dentro de las calizas con construcciones de rudistas que se describen a continuación.

3.1.5. Calizas (construcciones de rudistas) (5)

Aflora en la unidad tectónica inferior, y presenta facies similares a las descritas para la unidad 1 (Foto 2).

Aunque la calidad de afloramiento es muy escasa, ya que se encuentra muy carstificada, parece que existe un ligero aumento del espesor del tramo en este sector, llegando a sobrepasar el centenar de metros.

3.1.6. Calizas tableadas y arenas

Afloran con facies similares en las dos unidades tectónicas que componen esta zona.

El tránsito al tramo infrayacente se realiza mediante una suave discordancia que ha podido ser observada en la unidad tectónica superior, en los acantilados costeros próximos al faro de Ajo (Foto 4).

Este conjunto calcáreo comienza con unos niveles de calizas de aspecto noduloso (wackestone) con escapes de agua. Hacia techo las calizas presentan un aspecto lajoso y noduloso y están formados por "packstone" con "ripples" y zonas de laminación cruzada, a gran y pequeña escala, culminando este conjunto se observa un "hard ground" muy ocasionalmente.

Ocasionalmente, intercalados entre el conjunto calcáreo se observan niveles arenosos y de arcillas limolíticas generalmente muy recubiertos por la

vegetación.

Este tramo presenta un aspecto tableado con gran extensión lateral conteniendo numerosas superficies de interrupción entre los bancos calcáreos.

El tramo representa la sedimentación en una plataforma intena subsidente, con generación de sistemas de barras formados por corrientes de fondo de baja energía, con intervalos de ausencia de depósito por falta de aportes carbonatados. A techo, se produce un largo período sin sedimentación, lo que crea un "hard-ground" ferruginoso de considerable desarrollo, con niveles de condensación de fauna (braquiópodos, corales) y desarrollo de organismos bentónicos perforantes de sustrato duro.

Contiene numerosa fauna: Simplorbitolina manasi, Orbitolina texana texana, Everticyclammina greigi, Patellina subcretacea, Ammobaculites subcretacea, Sabaudia minuta (IGME, 1976) que asignan a esta unidad una edad Gargasiense-Clansayense, incluyendo posiblemente las primeras etapas del Albiense.

Su potencia es de 63 oscila alrededor del centenar de metros de la escama tectónica superior, mientras que en la inferior aumenta en algunas decenas de metros.

3.1.7. Arenas y arcillas (7)

Esta unidad se observa aflorando a techo de las calizas descritas anteriormente que constituyen el "Complejo Urganiano".

El tránsito se realiza mediante un "hard ground" muy desarrollado, con niveles de condensación de fauna, en el que se han recogido gran cantidad de coralarios y braquiópodos (Foto 5).

En general su calidad de afloramiento es mala, no obstante en el corte de la costa, próximo al Faro de Ajo, existe un afloramiento de extraordinaria calidad en el que se han medido 95 m. de espesor.

Litológicamente está formado por arenas y areniscas calcáreas alternando con limos arcillosos de tonos amarillos y pardos, conteniendo abundantes nódulos ferruginosos, hacia techo el conjunto se hace margosos con pasadas centimétricas de calizas. Presentan intercalaciones de calcarenitas (packstone y grainstone) en bancos de 1 m. de espesor con estratificación cruzada y bases canalizadas. En el techo de este tramo se ha observado un "hard ground" ferruginoso muy desarrollado, con abundante bioturbación.

El conjunto es muy fosilífero con Orbilotina texana texana, Ammobaculites parvispira, Haplophragmiun sp, Flabellamina alexanderi, Palmula sp, Patellina subcretacea, Marssonella oxycona, Cytehrella orata, Neocythere vanveeni (IGME; 1976), que asignan a esta unidad una edad Albiense.

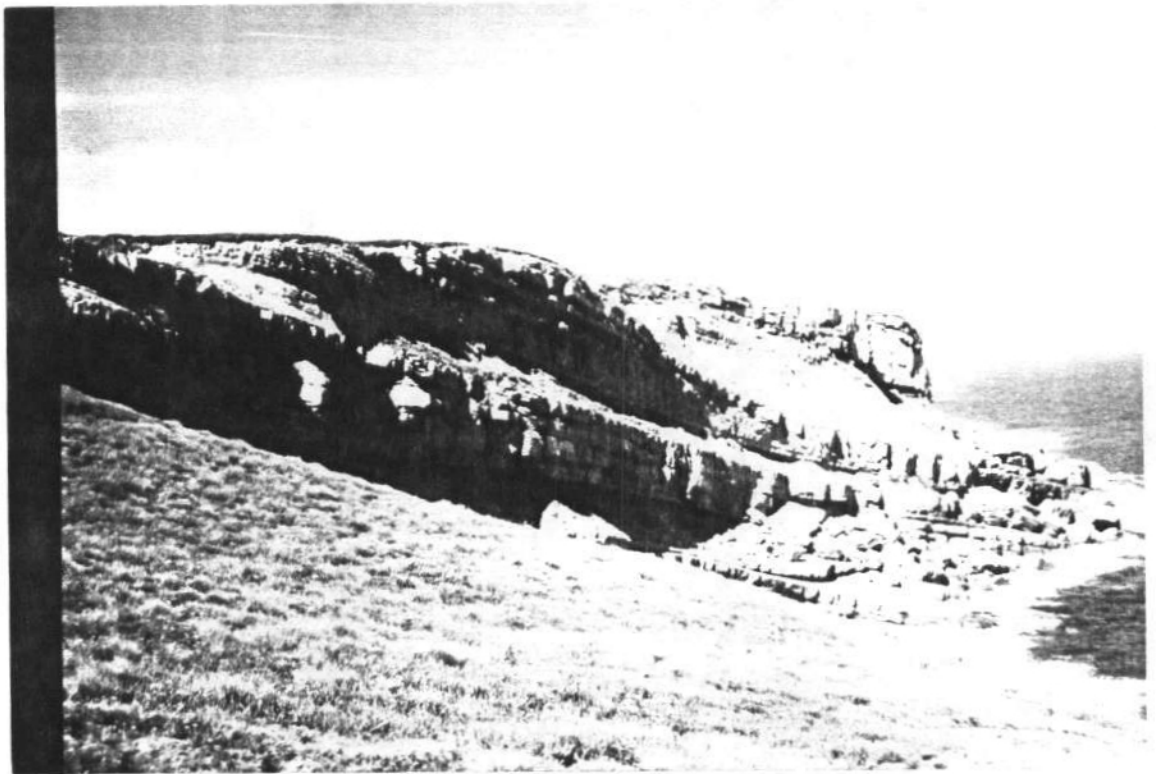


Foto 5. Aspecto de la unidad 7 en Cabo de Ajo.



Foto 6. Estratificación cruzada en la unidad 9.

3.1.8. Calizas grises (construcciones de rudistas) (8)

Este tramo aflora en el sector occidental de Cabo de Ajo, formando parte de la unidad tectónica superior, no habiendo sido observado en la inferior. Se encuentra muy carstificada y sus mejores afloramientos se sitúan próximos a la playa de Cuberris.

Los niveles basales de este conjunto están formados por calizas grises con construcciones de rudistas y corales mientras que los niveles superiores, las calizas presentan un aspecto más noduloso y construcciones de rudistas, corales y alguna de ostreidos de menor tamaño.

La potencia de este conjunto es del orden del centenar de metros conteniendo abundantes restos de: Pseudotoucasia así como Orbitolina texana texana, Neorbitolinopsis conulus, Haplophragmium sp, Tritaxia sp, Quinqueloculina sp (IGME, 1976) que asignan una edad Albiense inferior-medio.

3.1.9. Areniscas (9)

Aflora en la unidad tectónica inferior y constituye un nivel detrítico intercalado entre las arenas y arcillas del tramo 7.

Está formado por areniscas silíceas de tonos amarillentos que se acuñan en las proximidades de Isla (Foto 6 y 7).

La potencia de este nivel es de unos 30 metros, presentando estratificación cruzada tipo "hummocky".



Foto 7. Detalle de la unidad 9.

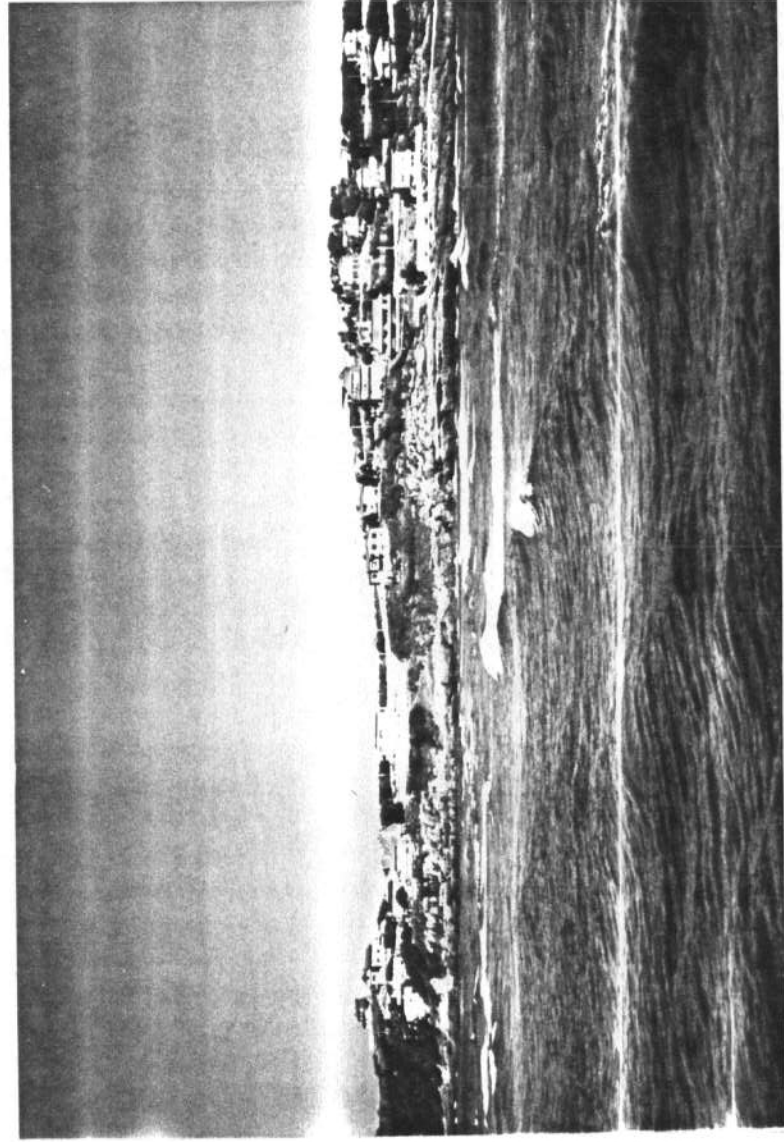


Foto 8. Mina de Santiago.

3.1.10. Arenas y areniscas (10)

Constituyen los niveles superiores de la unidad tectónica inferior. Está formado por un conjunto de arenas y areniscas micaceas de tonos amarillentos que presentan restos carbonosos y ocasionalmente, en los tramos basales pasadas de calcarenitas con abundantes restos fósiles, entre ellos Orbitolina concava gatarica, Neoiraquia convexa, Paratrocholina lenticularis, (IGME 1976).

3.1.11. Cuaternario (11, 12, 13, 14, 15, 16)

Estos depósitos se han agrupado en cuatro grupos, según a sus características genéticas.

- Depósitos de origen cárstico (13)

Están formados por arcillas arenosas rojizas, producto de la alteración de las calizas que forman el sistema cárstico. Se encuentran rellenando el fondo de las dolinas.

- Depósitos de origen fluvial (14)

La red fluvial, en la zona cartografiada, no se encuentra muy definida observándose solamente depósitos de origen poligénico, genéticamente relacionados con procesos de laderas, con retoques fluviales posteriores.

- Depósitos de laderas (11)

Corresponde a pequeños depósitos coluvionares formados por materiales arenosos con cantos, fundamentalmente de calizas, situados al pie de las zonas de máximo relieve.

- Depósitos litorales (12, 15, 16)

Se ha incluido en este epígrafe a los depósitos de marismas (12), desarrolladas en las proximidades de la ría de Ajo y sector de Isla, formados por arcillas, limos y fangos con abundante materia orgánica, los depósitos de playas (15) formados por arenas silíceas finas con abundantes fragmentos de conchas y los depósitos de dunas (16), originados a partir del transporte eólico de las arenas sedimentadas en las zonas de playas.

3.2. TECTONICA

Esta zona se encuentra enclavada dentro de un sector de máxima complejidad tectónica, situándose en los niveles tectónicos más elevados dentro del edificio estructural que conforma este sector.

Próximo a la zona estudiada existe un sondeo profundo con fines petrolíferos que ha cortado al menos tres escamas tectónicas en donde se repiten los materiales del "Complejo Urgoniano" y "Supraurgoniano".

Según CAMARA RUPELO (1988), los cabalgamientos presentan una orientación ENE-OSO, produciéndose el acortamiento y traslación de las unidades principales hacia el NO. Inicialmente y como herencia de accidentes posiblemente tardihercínicos, hay un primitivo relleno de cuencas permotriásicas en una fase de "rifting" precoz, que culmina con la sedimentación del Jurásico inferior y medio en una fase de plataforma estable.

La apertura del Golfo de Vizcaya es equivalente a la principal etapa de "rift", adaptándose la disposición de las cuencas del Cretácico inferior a las direcciones de esta apertura.

A partir del Aptiense-Albiense coincide el inicio de la sedimentación post-rifting y el máximo desarrollo del diapirismo de las evaporitas triásicas que siguen condicionando los espesores de la secuencia supraurgoniana.

Transversalmente a las direcciones de apertura del "rift", existen

varios accidentes característicos de dirección N-S, posiblemente transformantes, que han jugado un papel fundamental en la última fase compresiva. Estos accidentes, a partir del Cretácico superior producen una inversión tectónica, cabalgando los bloques hundidos con las series sin rift más potentes sobre las áreas altas. Así mismo, estas fracturas han condicionado la disposición estructural compresiva posterior.

Aunque este autor considera que el desplazamiento tectónico es hacia el NO, no hay que descartar la posibilidad de que el sentido de este desplazamiento sea totalmente opuesto, es decir hacia el sur, atendiendo fundamentalmente a la cantidad de series monoclinales con buzamiento al norte que encontramos en esta región.

En esta zona se han reconocido pequeños movimientos, asimilables a los prolegómenos de la "fase Austrica", de edad intra-apitiense, que en esta zona da lugar a una ligera discordancia, visible en los acantilados del Faro de Ajo.

3.2.1. Descripción de las principales estructuras y fracturas

3.2.1.1. Estructuras de plegamiento

Anticlinal de Isla. Se trata de un anticlinal muy suave de dirección NE-SO, cuyo eje se encuentra fuera de la zona estudiada, habiéndose estudiado sólo el flanco norte de dicha estructura. En el núcleo de dicho anticlinal afloran las calizas y dolomías del Gargasiense-Clansayense. El flanco norte se encuentra cabalgado por la serie monoclinal de Cabo de Ajo.

3.2.1.2. Fracturas

Por lo que respecta a los sistemas de fracturas se han detectado fundamentalmente tres sistemas:

- Cabalgamiento NNE-SSO. Pone en contacto materiales del Gargasiense-Clansayense con sedimentos del Albiense-Cenomaniense, y un salto del orden de 450 m.
- Fracturas de dirección NNE-SSO. Se trata de un cortejo de fallas que surcan la zona estudiada y en algunas ocasiones cortan el cabalgamiento antes descrito. Este sistema produce, algunas zonas dolomíticas en las proximidades de la desembocadura de la ría de Ajo.
- Fracturas de dirección SSE-NNO. La más importante es la denominada falla de Ajo que delimita el cabalgamiento por el sur. A esta falla se le ha asignado un posible origen, relacionado con la inyección de masas diapíricas en profundidad. Según el estudio realizado, la traza de esta fractura es muy rectilínea y en ella termina el cabalgamiento antes citado.
- Existen pequeñas fracturas de dirección meridiana y pequeño rango de magnitud.

3.3. INDICIOS MINEROS

En esta zona existe un indicio minero, explotado antiguamente, situado en la margen izquierda de la ría de Ajo, muy próximo a su desembocadura (Foto 8).

Este yacimiento se encuentra actualmente muy modificado, ya que se ha construido una urbanización en sus proximidades. Las especies minerales más importantes presentes en este yacimiento son Blenda, Pirita, Marcasita. Se extiende en una longitud aproximada de 50 metros en dirección NNE-SSO y un espesor de 10 metros, armando sobre dolomías blancas con escaso porcentaje de hierro que cortan la estratificación, encontrándose relacionadas con fracturas de dirección NNE-SSO.

4. ZONA DE OMOÑO

Aunque en esta zona no existen indicios mineros de Pb-Zn, se ha considerado que puede tener interés respecto a este tipo de mineralizaciones, ya que aunque la mayor parte de los materiales calcáreos del Aptiense que afloran, pertenecen al Clansayense, en el núcleo del anticlinal se han observado indicios de dolomías que pueden pertenecer al Aptiense superior, y más concretamente a la interrupción intra-Gargasiense, existiendo además una red de fracturación con tendencia radial que permite intuir un posible control diapírico de la estructura.

Esta zona se encuentra incluida dentro del MTN nº 35 (Santander) (Figura 4.1). Geológicamente constituye un anticlinal muy suave de dirección NE-SO cuyo núcleo no aflora, al encontrarse erosionado y relleno por materiales cuaternarios (Foto 9).

4.1. LITOESTRATIGRAFIA

Se describen a continuación las características litológicas de los distintos tramos cartográficos siguiendo el orden expresado en la leyenda.

4.1.1. Calizas (construcciones de rudistas) (1)

Afloran en el flanco sur del anticlinal, en una franja de dirección E-O y con una calidad de afloramiento muy deficiente. Se trata de calizas grises (mudstone y wackestone) que forman construcciones de rudistas de diversos tamaños, normalmente de unos 5 cm. de sección (Foto 10).

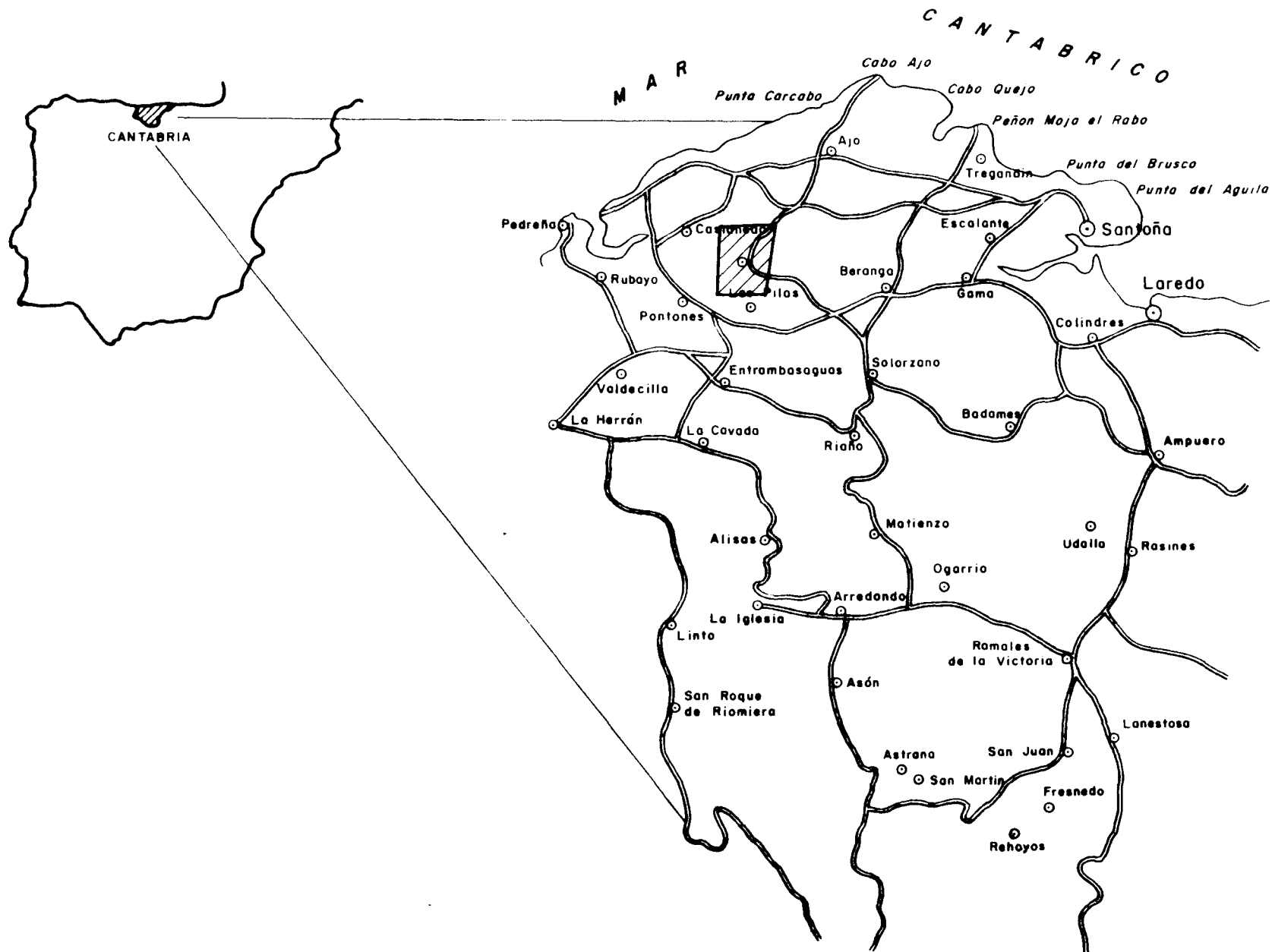


Fig- 4.1 ESQUEMA DE SITUACION DEL AREA ESTUDIADA

7 de 4 de 2010

Incluidos en este tramo cartográfico y no representados debido a su escaso afloramiento se han observado dolomías cristalinas blancas, cuyo origen no ha sido posible determinar.

4.1.2. Calizas (construcciones y barras) (2)

Se trata de un conjunto de calizas grises de aspecto tableado y gran continuidad lateral. En la base de esta serie predominan las calizas grises (wackestone y packstone) en capas de unos 50 centímetros a 1 metro de espesor, que contienen construcciones de rudistas de diverso tamaño, tanto grandes como pequeños, con abundantes "orbitolinas" y "miliólidos". A techo de estas capas, las calizas adquieren un aspecto lajoso, en las que es posible distinguir gran cantidad de ripples (Foto 11).

A techo de la serie predominan las calizas grises (packstone y grainstone) en capas de 0,3 a 0,5 metros con abundantes "orbitolinas" y "miliólidos". Estos tramos superiores presentan ripples y laminación cruzada y su aspecto general es noduloso y lajoso.

El ambiente sedimentario corresponde a una plataforma abierta, bien oxigenada, con circulación no restringida.

Así mismo se han observado en algunos sectores recristalizaciones de calcita y pequeños enclaves de dolomías blancas cristalinas relacionadas, posiblemente con la fracturación que afecta a esta zona.



Foto 9. Depresión de Omoño.

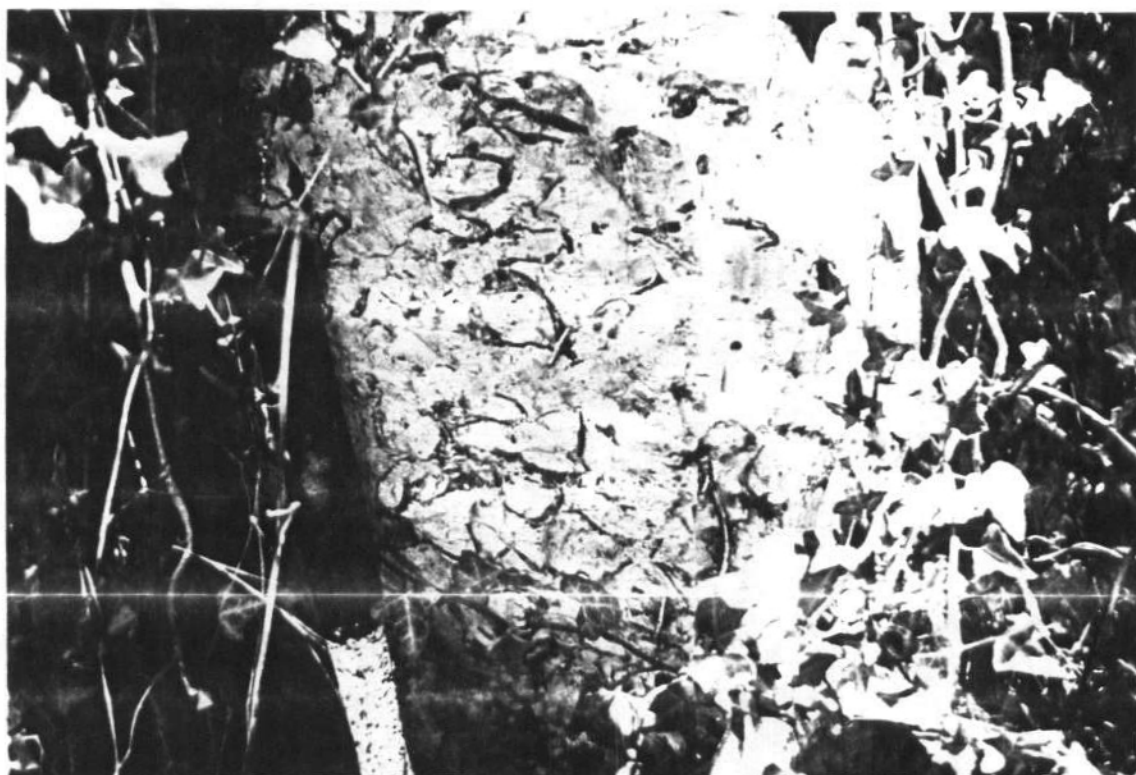


Foto 10. Construcciones de rudistas de la unidad 1.

El tránsito con la unidad infrayacente de calizas con construcciones de rudistas, no es visible, aunque parece que existen unos niveles dolomíticos, relacionados con este tránsito, que pueden significar la interrupción intra-Gargasiense.

Intercalados en este conjunto se han observado pequeñas pasadas de arenas y arcillas limolíticas, con numerosas superficies de interrupción entre los bancos calcáreos.

La potencia total de este conjunto es del orden de 150 metros.

4.1.3. Arenas y arcillas (3)

Estos niveles constituyen los tramos superiores de la serie que se observa en esta zona.

El tránsito con la unidad calcárea infrayacente se realiza mediante un "hard ground" ferruginoso.

Litológicamente está formado por un conjunto detrítico de arenas y areniscas micáceas y arcillas limolíticas pardo-amarillentas. Aunque la calidad de los afloramientos es escasa, se ha observado gran abundancia de laminaciones cruzadas paralelas, ripples y moldes de "orbitolinas".

La potencia de este tramo es difícil de calcular, no obstante según el IGME (1976) alcanza unos 600 m.

4.1.4. Calizas (barras) (4)

Intercaladas entre los tramos anteriores detríticos, se ha observado un conjunto de calizas (wackestone, packstone) de tonos oscuros, dispuestas en bancos de 1 a 2 metros de espesor (Foto 12), y una potencia máxima de unos 70 metros, que se acúan hacia el oeste, hasta prácticamente desaparecer.

Su contenido faunístico es muy amplio, conteniendo: Orbitolina concava qatarica, Orbitolina concava concava, Orbitolina conica, Paratrocholina lenticularis, Cuneolina pavonia, Haplophragmiun sp, que datan el techo de esta unidad como Cenomaniense inferior.

4.1.5. Cuaternario (5, 6, 7, 8)

Estos depósitos se han agrupado en tres grupos, según sus características genéticas:

- Depósitos de origen cárstico (5)

Formados por arcillas de descalcificación, provenientes de la alteración química de calizas, rellenando zonas carstificadas. Están formados por arcillas arenosas rojizas con restos calcáreos no alterados químicamente.

- Depósitos de laderas (6)

Se incluyen en este grupo los depósitos coluvionares formados por bloques

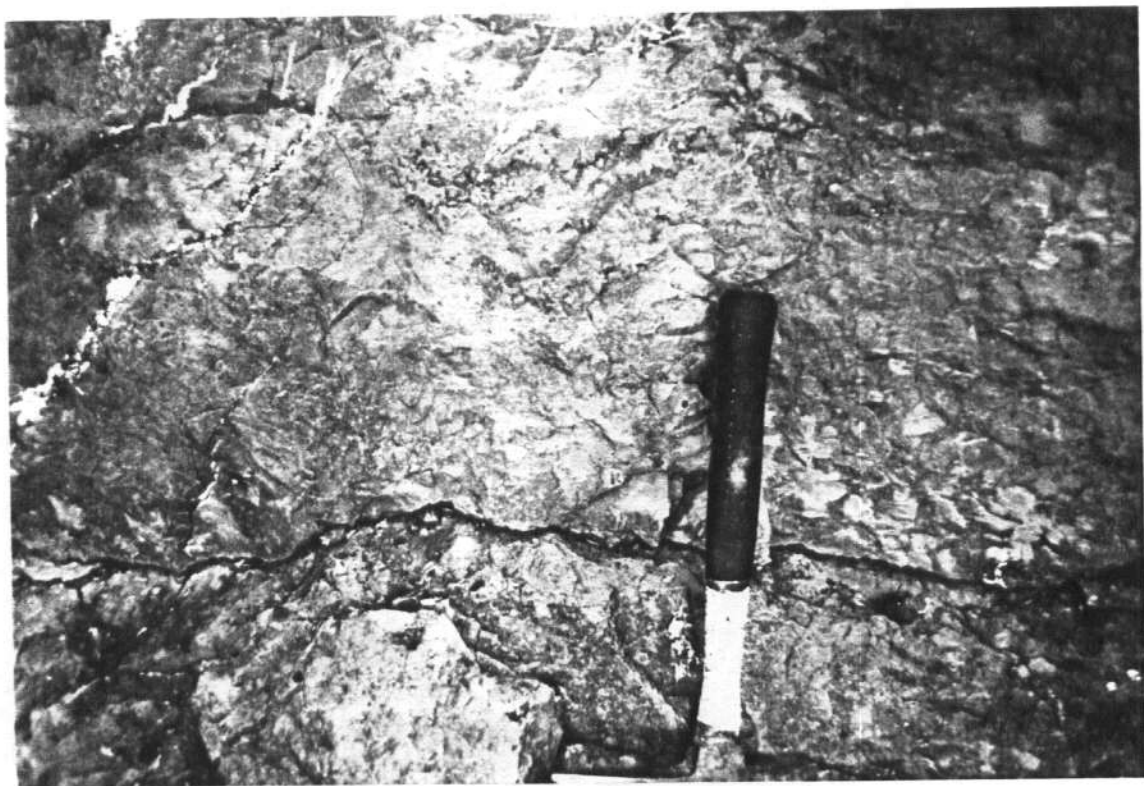


Foto 11. Aspecto de las calizas de la unidad 2.

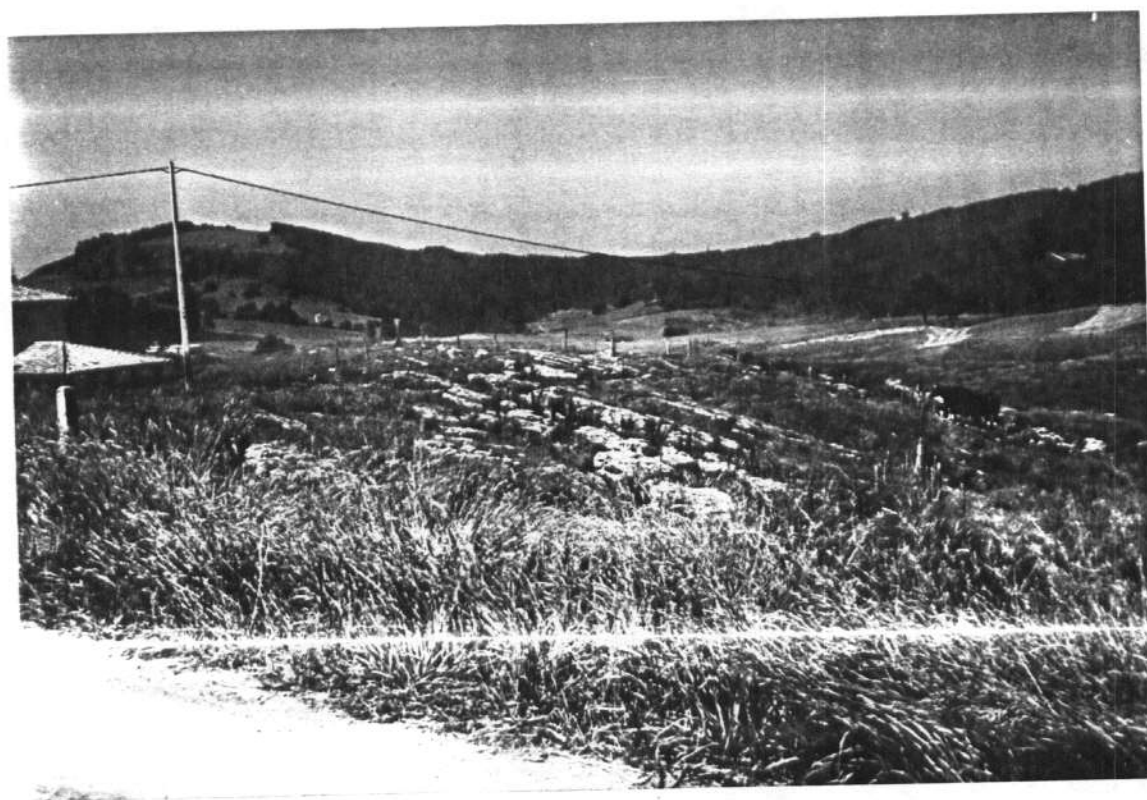


Foto 12. Barras calcáreas del Albiense, unidad 4.

de caliza con arenas y arcillas.

- Depósitos de origen fluvial (7, 8)

Están formados por el nivel de terraza que se observa en las proximidades de Omoño (7) y los depósitos aluviales que forman el valle de Omoño (8), aunque en esta última zona es posible que exista mezcla con depósitos de origen cárstico. Litológicamente está formado por arcillas, limos, arenas y cantos.

4.2. TECTONICA

Este área forma parte de un sector plegado, limitado al norte y al sur por la fallas de Ajo y de Beranga respectivamente. El origen de estas fracturas se ha relacionado con la inyección de masas diapíricas en profundidad, aunque también es posible que formen parte del sistema de cabalgamientos hacia el sur, puesto de manifiesto en el sondeo con fines petrolíferos realizado en las proximidades de Liermo, con una profundidad de 2.462 metros, repite al menos en dos ocasiones la serie Urgoniana.

4.2.1. Descripción de las principales estructuras y fracturas

En general, el área estudiada forma parte de una estructura anticlinal con buzamientos suaves, en cuyo núcleo afloran materiales del Gargasiense-Clansayense.

4.2.1.1. Estructuras

- Anticlinal de Omoño. Se trata de un suave anticlinal de dirección NE-SO, que puede considerarse la prolongación del anticlinal de Liermo hacia el sector occidental. El eje de este anticlinal parece que cambia de dirección hasta colocarse en posición subparalela. Este cambio en la dirección es similar al que sufre el anticlinal de Ajo, situado al norte de esta zona.

4.2.1.2. Fracturas

Por lo que respecta a las fracturas se han detectado fundamentalmente tres sistemas:

- Fracturas de dirección N-10-E. Este sistema parece ser el más importante de los que surcan esta zona. Posiblemente tenga algún componente direccional y corta las estructuras de Güemes y Liendo, delimitando en este sector el afloramiento de las calizas Urganianas.
- Fracturas de dirección NNO-SSE. Este sistema es local y posiblemente se encuentra relacionado con el emplazamiento del anticlinal. Pueden tener una cierta distribución radial con respecto al eje del anticlinal.
- Fracturas de dirección NE-SO. Como en el caso anterior, parecen que son de carácter local, relacionadas con el emplazamiento del anticlinal.

5. ZONA DE MATIENZO

Esta zona comprende el extremo sur-oriental de la Hoja 1:50.000 de Santander (nº 35) y el ángulo nor-oriental de la Hoja 1:50.000 de Villacarriedo (nº 59), ocupa una extensión aproximada de 61 Km², incluyendo las poblaciones de Matienzo y Las Secadas (Fig. 5.1).

Geológicamente forma parte del sector del Puerto de Varas, en el que el Aptiense superior se caracteriza por presentar un gran desarrollo e intercalaciones de material terrígeno. La interrupción intra-Gargasiense, viene marcada por un nivel de arenas amarillas, en cuyo muro se observa un "hard ground", no observándose una discordancia clara, al menos en la zona cartografiada, no obstante esta interrupción si determina un cambio brusco en los ambientes sedimentarios.

Estructuralmente forma el flanco norte de un anticlinal, fallado prácticamente por su eje y cuyo núcleo está formado por detríticos en facies wealdienses.

5.1. LITOESTRATIGRAFIA

En esta zona aflora una serie de materiales cuyas edades se encuentran comprendidas entre el Valanginiense y el Cenomaniense, observándose una cuña de materiales dolomíticos que se abre hacia el NO, en donde alcanza su máximo desarrollo.

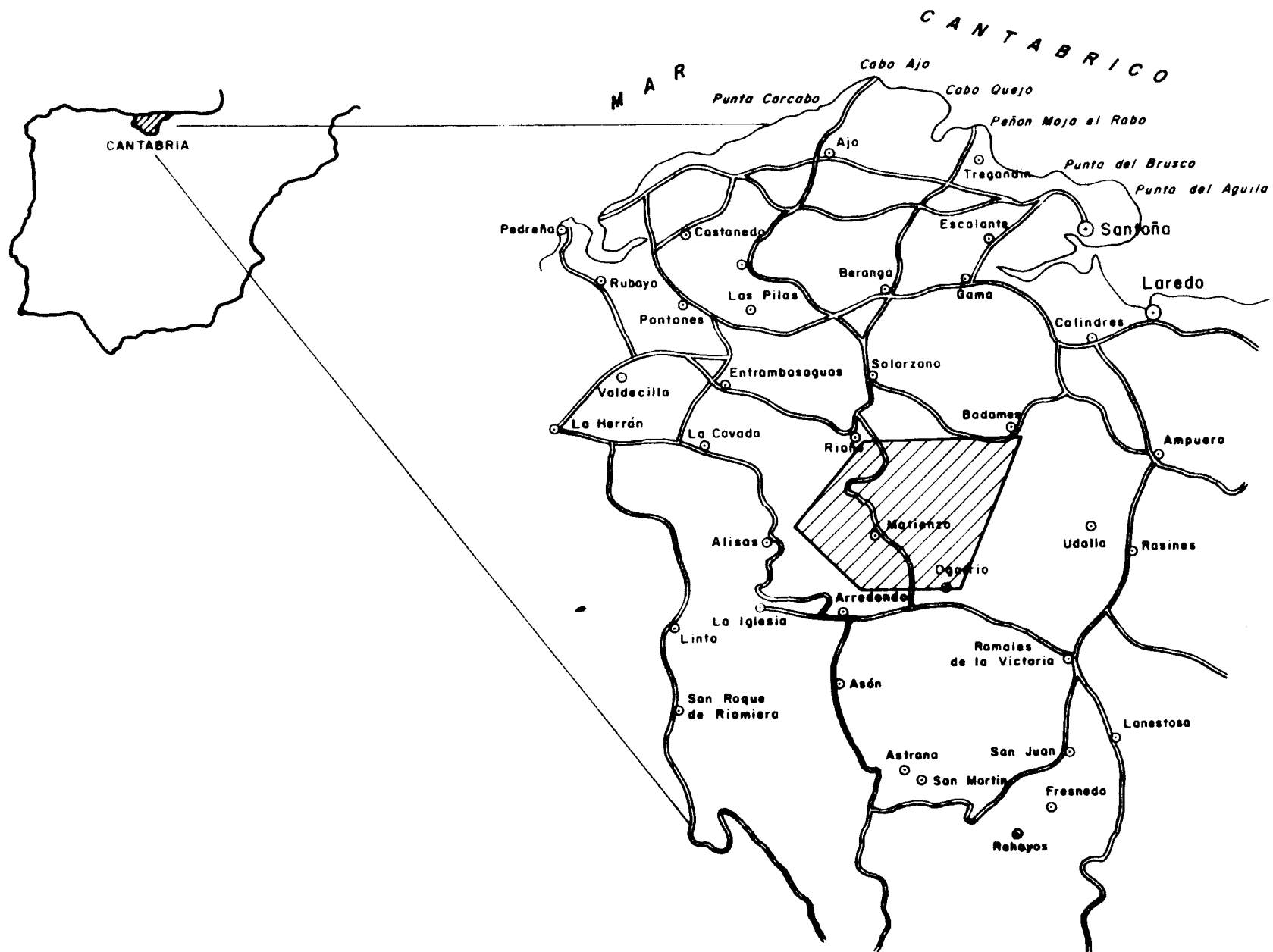


Fig.-5.1 ESQUEMA DE SITUACION DEL AREA ESTUDIADA

5.1.1. Limos, arcillas y areniscas (facies Weald) (1)

Se puede observar al sur de la localidad de Matienzo, formando parte del núcleo del anticlinal, en afloramientos de escasa calidad. Constituye el infrayacente del "Complejo Urganiano", con una potencia visible de unos 100 metros, aunque en sondeos se han determinado más de 500 metros.

Está formado por un conjunto detrítico de areniscas ferruginosas y micáceas de grano medio alternando con limos y arcillas limolíticas de tonos amarillentos y rojizos.

Los tramos de areniscas presentan gran abundancia de laminaciones cruzadas y ripples y en general su origen es fluvial y deltaico.

5.1.2. Arenas, limos y arcillas (2)

Afloran en las proximidades de Matienzo con muy mala calidad. El contacto con la unidad infrayacente, no ha podido ser observado, no obstante se ha cartografiado como discordante, ya que regionalmente así se ha considerado.

Se trata de un conjunto formado por una alternancia de areniscas micáceas finas de tonos marrones y arcillas y limos grises con abundante bioturbación y aspecto hojoso.

Su contenido faunístico es muy escaso con restos de "orbitolinas" y "lamelibranquios". La potencia de este tramo es pequeña, del orden de 50 metros,

aunque se encuentra muy replegado y fracturado.

Su origen está relacionado con un medio deltaico en general, presentando en otros sectores próximos características de prodelta.

5.1.3. Calizas (construcciones de rudistas) (3)

Está formada por calizas (wackestone) grises con construcciones de requiénidos, en general de pequeño tamaño (Requiena y Toucasia), miliólidos y algunos corales dispersos (Foto 13).

Los mejores afloramientos de esta unidad se sitúan en la carretera de Matienzo al Puerto de la Cruz y en el sector occidental de Matienzo (Foto 14), aunque en este sector se encuentran muy trastocados por procesos tectónicos.

En conjunto estas calizas se observan estratificadas en bancos de 1,5 a 2 metros de espesor, formando cuerpos planoparalelos de gran extensión lateral y una potencia global de unos 50 metros.

Su contenido faunístico es alto con abundantes restos de Gasterópodos, Rudistas, Políperos, Orbitolinopsis praesimplex, Neomeris sp, Ataxophragmium sp, Spiroplectammina sp, Ophtalmidium sup (IGME, 1976) que asignan a esta unidad una edad Bedouliense.

Estas calizas representan episodios pasivos dentro del modelo deltaico, con colonización intensa de rudistas en ambiente de baja energía y con



Foto 13. Construcciones de pequeñas rudistas en la unidad 3.



Foto 14. Barra Bedouliense en Matienzo.

alto aporte de nutrientes.

5.1.4. Areniscas, limos y arcillas (4)

Se observa en los alrededores de Matienzo, aunque sus afloramientos son muy irregulares y deficientes, ya que al tratarse de un tramo constituido por areniscas, limos y arcillas de tonos claros, se encuentran muy cubiertos por la vegetación.

Este tramo se encuentra muy plegado y fracturado, por lo que su potencia es difícil de evaluar, no obstante se sitúa alrededor de 50 metros.

Como estructuras internas presentan laminación cruzada con gran cantidad de "ripples" y aunque no se ha podido realizar ninguna serie en estos materiales, su ambiente de depósito se encuentra relacionado posiblemente con procesos deltaicos.

5.1.5. Calizas grises (construcciones de rudistas) (5)

Está formado por un conjunto de carbonatos bioconstruidos formados por rudistas de distintos tamaños, en general de unos 10 cm., aunque existen algunos aun mayores, con matriz micrítica (mudstone y wackestone) y aspecto masivo, alternando con tramos de carbonatos bioclásticos (wackestone y packstone) formados principalmente por detritus de la bioconstrucción, que se acumulan en los flancos del montículo construido, formando depósitos lenticulares entre éstos.

El tránsito con la unidad infrayacente no es visible, no obstante parece que se realiza de una forma neta, observándose en el muro de esta unidad unos niveles de calizas bioclásticas (packstone) con orbitolinas.

Sus mejores afloramientos están situados en el sector central de la zona estudiada, su aspecto es masivo con una potencia de 400 metros.

Su contenido faunístico es muy alto con Orbitolina texana texana, Pseudochoffatella cuvillieri, Sabaudia minuta, Bacinella irregularis, Trocholina cf alpina, T. cf elongata, Marginulina sp, Neocythere mertensi, Cytherella ovata, Ammobaculites subcretacea, Haplophragmoides concavus, Gaudryina cf alisana del Gargasiense (IGME, 1976).

5.1.6. Dolomías (6)

Afloran en el sector central y nor-oriental de la zona estudiada. Se trata de una cuña dolomítica cuyos ápices se sitúan en las proximidades de Matienzo (Foto 15), expandiéndose al NE hacia San Miguel de Aras, con una disposición prácticamente estratiforme.

El aspecto de estas dolomías es prácticamente masivo, homogéneo y de tonos grises (Foto 16). Los contactos con las rocas encajantes son netos y siempre se encuentran incluidas dentro de los tramos calcáreos descritos anteriormente.

Frecuentemente se observan restos calcáreos no dolomitizados, como



Foto 15. Cuña dolomítica en Matienzo.

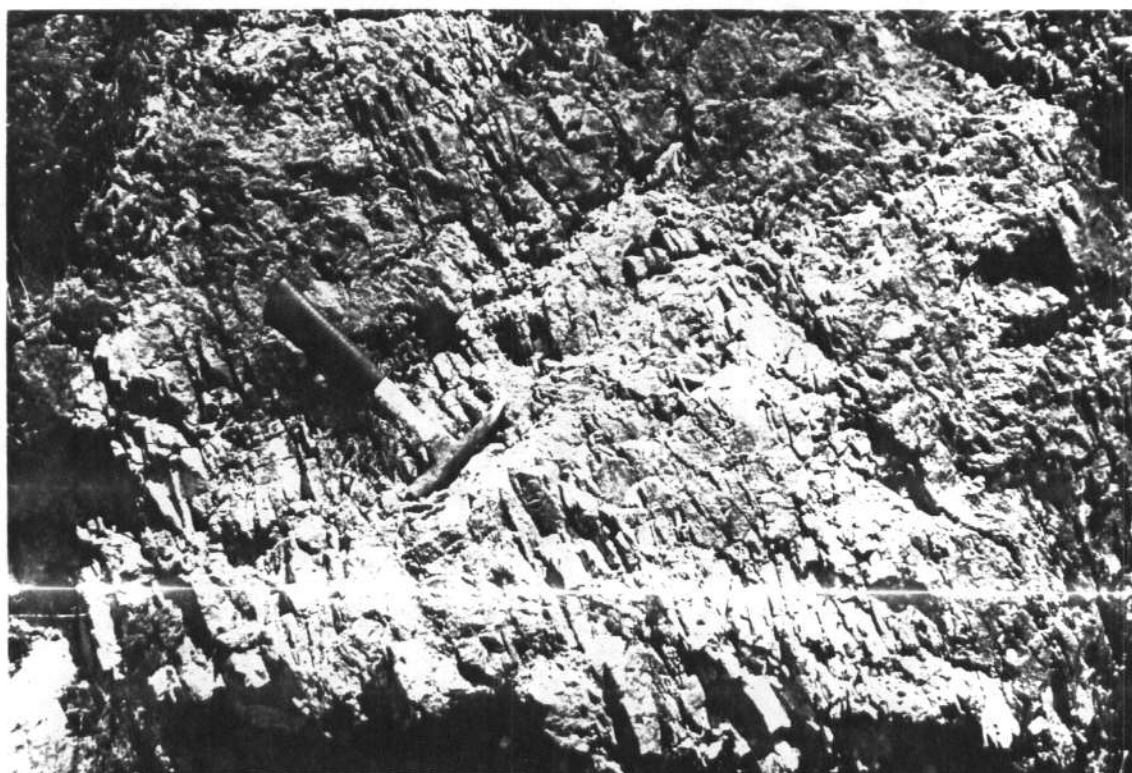


Foto 16. Aspecto de las dolomitas de la unidad 6.

los observados al este de Matienzo, incluidos dentro de las dolomías. Estas inclusiones calcáreas están formadas por calizas micríticas con construcciones de rudistas.

Petrográficamente está formado por mosaicos de cristales anhedrales a euhedrales de tamaño variable. Es frecuente observar en los márgenes de los cristales, pequeñas concentraciones de hierro.

La potencia visible de esta unidad es muy variable, ya que forman una cuña con un máximo de unos 100 metros en la ladera occidental del monte Cueto no habiéndose observado al sur del paralelo de Matienzo.

5.1.7. Calizas tableadas y arenas (construcciones de rudistas y barras) (7)

El contacto con la unidad infrayacente, es muy neto (Foto 17), comenzando por un nivel de arenas amarillas, en general muy cubiertas por vegetación.

Está formado por un conjunto de calizas bioclásticas (wackestone y packstone) de aspecto noduloso y lajoso, con nódulos de sílex y piritosos. Intercalados entre estos niveles se han observado pequeñas construcciones de rudistas, corales y ostreidos. Intercalados entre estos tramos calcáreos, se han observado varios niveles arenosos y de arcillas limolíticas negras distribuidas en bancos de unos dos metros de espesor.



Foto 17. Interrupción intra Gargasiense-Clansayense.



Foto 18. Nivel arenoso de la unidad 7.



Foto 19. Calizas de la unidad 7.



Foto 20. Detalle de la foto anterior.

Este conjunto se organiza en bancos planoparalelos de 1 a 2 m. de espesor, con gran continuidad lateral y una potencia de más de 350 metros.

Las calizas bioclásticas suelen presentar laminación cruzada de bajo ángulo, "ripples" con abundantes "hard ground" y procesos de sinéresis. Así mismo se han observado niveles de 20 a 30 cm. de espesor, formado exclusivamente por Orbitolinas, acumuladas por corrientes, que producen la nodulosidad característica de este tramo.

El contenido faunístico es alto, con gran abundancia de Palorbitolina lenticularis, Orbitolinopsis simplex, Orbitolina texana parva, Orbitolina texana texana, Pseudochoflatella cuvillieri, Paratrocholina lenticularis (IGME, 1976).

Son calizas depositadas en plataforma abierta con alto aporte de nutrientes, lo que permite el desarrollo de una abundante fauna bentónica de filtradores. En función de las oscilaciones de profundidad, el dominio se alterna entre los orbitolinidos (facies relativamente más profundas) y las rudistas y corales (facies más someros).

Los aportes externos a la plataforma corresponden a detríticos de origen continental, aunque depositados en medio marino (en muchas versiones incluyen orbitolinidos). Únicamente las arenas basales del tramo pueden corresponder a facies continentales.

5.1.8. Areniscas silíceas (8)

Adquieren su máximo desarrollo en el sector meridional de la zona estudiada, presentando características litológicas similares a los niveles detríticos intercalados entre las calizas que se han descrito anteriormente.

Litológicamente están formados por areniscas silíceas cementadas con pasadas esporádicas de limolitas margosas.

Estos niveles suelen presentar las bases algo canalizadas y frecuentemente laminación cruzada. Su morfología es lenticular, acuñándose lateralmente hasta casi desaparecer.

Se han identificado al menos dos niveles con potencia suficiente para poder representarse en esta cartografía, variando su espesor en las zonas de máxima acumulación, alrededor de 80 metros.

Los estudios de microfósiles de los niveles margosos han determinado gran variedad de Orbitolinas, Everticyclammina greigi, Ammobaculites subcretacea, Cytherella paralella, Dolocytheridea intermedia, Protocythere aptensis, Neocythere vanveeni, N. mertensi, Cythereis büchlerae (IGME, 1976).

5.1.9. Calizas grises (barras) (9)

Estos niveles constituyen los tramos superiores calcáreos dentro del "Complejo Urgoniano".



Foto 21. Intercalación arenosa de la unidad 8.

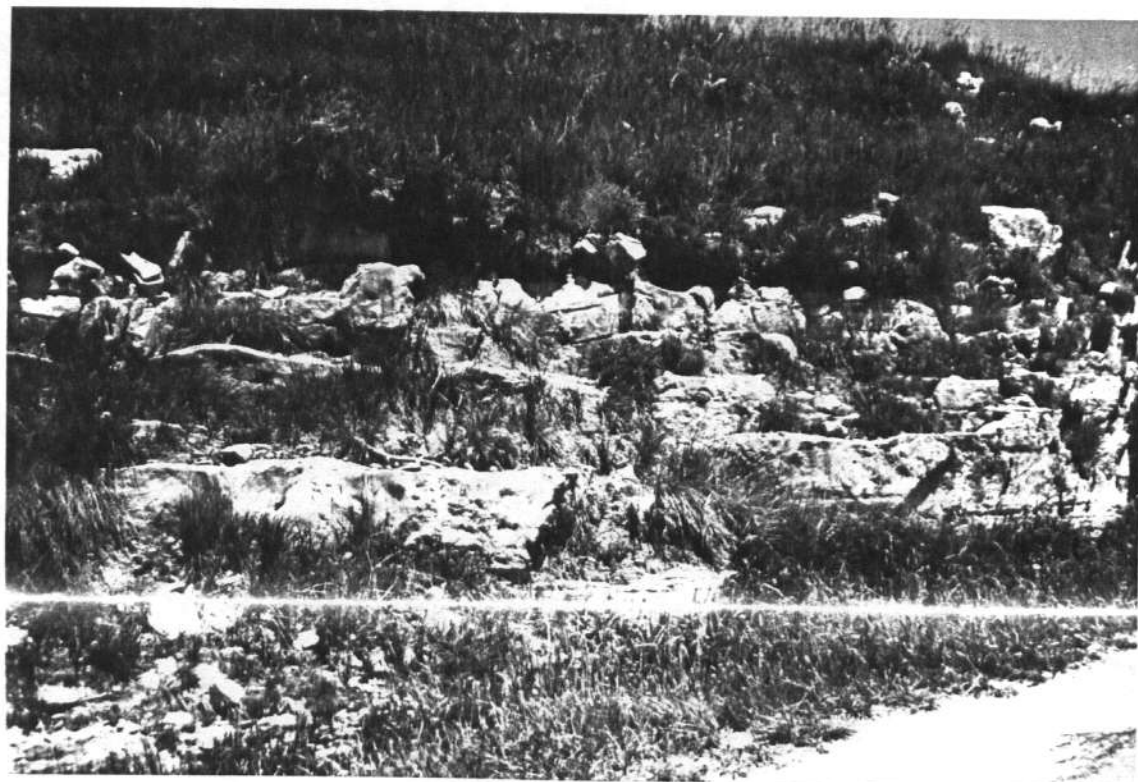


Foto 22. Aspecto de las calizas de la unidad 9.

Litológicamente están formados por una alternancia de calizas grises (grainstone) dispuestas en bancos de unos 50 cm. de espesor, con predominante estratificación cruzada y "ripples" a techo de cada capa, y niveles de calizas pardas (packstone) de aspecto noduloso con abundante bioturbación. Se trata de secuencias de barras de alta energía con desarrollo de "back-barrier" (calizas wackestone).

La extensión lateral de esta unidad es bastante uniforme, observándose un ligero aumento de espesor en el sector meridional de la zona estudiada, en donde puede alcanzar unos 80 m. de potencia mientras que en el sector septentrional, la potencia media oscila alrededor de 50 metros.

Incluidos en este tramo, se observan pequeños niveles de areniscas silíceas amarillas, litológicamente similares a las descritas anteriormente.

5.1.10. Arenas (10)

Afloran sobre los materiales calcáreos de la unidad descrita anteriormente. El contacto se realiza mediante un "hard ground" ferruginoso muy desarrollado.

Litológicamente está formado por areniscas ferruginosas amarillas y rojas y arcillas micáceas negras de aspecto noduloso. Intercaladas entre este conjunto detrítico se han observado pasadas de areniscas calcáreas y calizas detríticas arcillosas.



Foto 23. Calizas de la barra Albiense, unidad 11.



Foto 24. Fractura al oeste de La Secada.

Este tramo presenta frecuentes nódulos ferruginosos, laminación cruzada y "ripples" observándose en los niveles más finos, gran cantidad de huellas producidas por bioturbación.

Debido al carácter incoherente y alterable de esta unidad, suele presentarse muy cubierta en la mayor parte de los lugares. Los mejores puntos de observación se sitúan en el Puerto de la Cruz y en el Puerto de Varas.

Aunque el contenido faunístico es muy escaso, incluye el Albiense y parte del Cenomaniense.

5.1.11. Calizas marrones (barras) (11)

Está formado por un conjunto de calizas (packstone y grainstone) con estratificación cruzada planar y de surco, de aspecto lajoso y noduloso, con abundantes costras ferruginosas y glauconita. Así mismo, entre estas calizas, se han observado pequeñas construcciones de rudistas y corales.

La potencia de esta unidad es pequeña, de unos 20 metros en las proximidades del Puerto de Varas mientras que hacia el sur, en el Puerto de la Cruz, estos niveles calcáreos de menor espesor se encuentran incluidos en el tramo anterior.

Su contenido faunístico es grande, fundamentalmente de Orbitolina texana texana, Neorbitolinopsis conulus, Bacinella irregularis (IGME, 1976).

5.1.12. Cuaternario

Estos depósitos se han agrupado según sus características genéticas en varios grupos:

- Depósitos de origen fluvial (12)

Constituye el relleno de los fondos de los valles que surcan esta zona. Estos depósitos son de origen mixto producidos por procesos de descalcificación de calizas y depósitos de laderas, posteriormente acumulados y modificados aluvialmente por los distintos cauces fluviales que surcan esta región.

- Depósitos de origen cárstico (13)

Estos depósitos son los más abundantes en la zona, relleno de las numerosas dolinas y poljes existentes. Así mismo constituyen, en origen, la mayor parte de los materiales cuaternarios aflorantes, que posteriormente se han visto modificados e integrados en los restantes tipos de depósitos.

- Depósitos de laderas (14)

Son muy abundantes en toda la superficie cartografiada, dadas las fuertes pendientes existentes y la naturaleza incoherente de las rocas aflorantes, no obstante se ha destacado el "cono de deyección" observado en las proximidades de Ogarrio.

5.2. TECTONICA

Este sector se caracteriza por presentar una serie de estructuras anticlinales y sinclinales de dirección NNO-SSE, cortadas por una serie de fracturas de dirección NO-SE de gran importancia tectónica.

Estructuralmente, parece que la zona no ha sufrido grandes desplazamientos, ya que el sondeo de petróleo realizado en Matienzo, con una profundidad de 1.950 m. termina en el Buntsandstein, después de cortar una columna estratigráfica normal, sin repeticiones del "Complejo Urgoniano" como ocurre al norte del sector, por lo que la zona debe de estar ubicada en un dominio autóctono o parautóctono.

El límite meridional del sector se sitúa en la falla de Arredondo-Ramales, prolongación por el este de la falla de Cabuérniga, cuyo juego parece ser el de un cabalgamiento con movimiento en dirección dextro y en cierta medida ha supuesto una barrera meridional a la propagación de los cabalgamientos.

5.2.1. Descripción de las principales estructuras y sistemas de fracturas

Como ya se ha indicado anteriormente, esta zona forma parte del flanco septentrional de un anticlinal de dirección ONO-ESE, que determina suaves buzamientos hacia el sur, cortado por un sistema de fracturas de dirección NO-SE de gran salto, plano verticalizado y cierto carácter inverso.

5.2.1.1. Estructuras

- Anticlinal de Matienzo

Se trata de un anticlinal suave de dirección ONO-ESE, y cuyo eje sufre una curvatura en la parte oriental hasta quedar en dirección NO-SE.

Su núcleo está formado por materiales en "facies Weald" y por depósitos detríticos y calcáreos del Bedouliense.

Está limitado al sur por la falla de Matienzo, mientras que hacia el norte, presenta una serie monoclinal con buzamientos de unos 30°. La vergencia no se puede controlar, ya que falta el flanco sur, pero no parece prioritaria hacia ningún sector.

- Sinclinal de Alisas

Se sitúa entre la falla de Matienzo al norte y la falla de Arredondo-Ramales al sur. En su núcleo afloran materiales calcáreos del Cenomaniense. Su eje es paralelo al de Matienzo, incurvándose en el sector oriental hasta tomar la dirección NO-SE. El buzamiento de sus flancos no sobrepasa normalmente los 20°, y se encuentra afectado por una importante red de fracturas de dirección NO-SE y E-O, que se caracterizan por tener una componente normal y un pequeño salto.

5.2.1.2. Fracturas

Por lo que respecta a los sistemas de fracturas se han detectado fundamentalmente cuatro sistemas:

- Fracturas de dirección NO-SE. Este sistema parece ser el más importante de los que surcan esta región. En la zona estudiada existen dos fallas, denominadas fallas de Matienzo y de La Secada (Foto 24 y 25) que pertenecen a este sistema.

Estas fracturas presentan características comunes en dirección, llegando a poner en contacto el Bedouliense con el Clansayense. El plano de falla parece ser muy vertical y posiblemente de carácter inverso. Estas fracturas son paralelas a las observadas en la zona de La Cavada y además de tener influencia en la sedimentación tienen una gran incidencia en el yacimiento mineral que existe en su entorno.

- Fracturas de dirección E-O (Foto 26). Este sistema de fracturas es de componente normal, con el labio hundido hacia el sur y un salto relativo de unos 50 metros. El plano de falla es curvado, buzando hacia el sur. La mayor abundancia de estas fracturas, se observa entre la falla de La Secada y la falla de Matienzo y producen un escalonamiento de este bloque hacia Matienzo.
- Fracturas de dirección NNO-SSE. Ese sistema de fracturas parece que están relacionadas con las de dirección NO-SE, con componente normal y

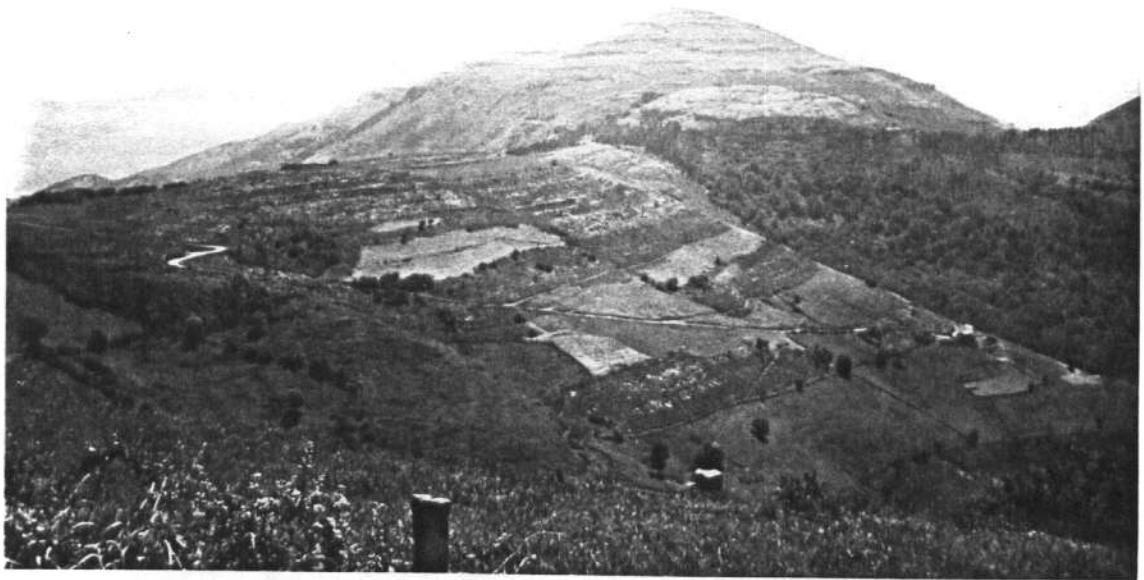


Foto 25. Fractura al este de La Secada.



Foto 26. Fallas normales en el Valle de Matienzo.

de pequeño salto.

- Fracturas de dirección NE-SO. Este sistema parece ser el primero de todos los que afectan a esta región. Son fracturas con posible componente normal y paralelas a las que forman el valle de Badames.

5.3. INDICIOS MINEROS

No existe ningún indicio de Pb-Zn dentro de la zona estudiada. No obstante se ha observado, unas antiguas labores de exploración de mineral de hierro, situadas al norte de La Secada.

6. ZONA DE SOBA

El área estudiada se encuentra ubicada en parte del sector sur-occidental de la Hoja a escala 1:50.000 de Valmaseda (nº 60) y en el sector sur-oriental de la Hoja 1:50.000 de Villacarriedo (nº 59).

Se trata de una banda de dirección E-O, con una extensión aproximada de 47 Km², incluyendo las poblaciones de San Martín, San Pedro, Las Rozas, Veguilla y Regules (Fig. 6.1.).

Geológicamente este sector constituye un margen de la plataforma carbonatada en su tránsito a materiales de cuenca. El margen de plataforma norte, estudiado en esta zona, no presenta gran desarrollo de depósitos de talud, ni importantes acumulaciones arrecifales de borde de plataforma, como se pueden observar en el margen occidental de la cuenca, próximos a La Gandara, por lo tanto este borde parece poco activo, y en la evolución geológica los depósitos de cuenca se encuentran progradantes a los depósitos de plataforma.

Hay que destacar que la cuenca se forma durante el Gargasiense-Clansayense y más concretamente, la transición se observa en depósitos sedimentados posteriormente a la interrupción intra-Gargasiense.

Incluidos en los sedimentos de cuenca, se observan niveles arenosos que a su vez sobrepasan los límites de la cuenca y se intercalan entre los materiales calcáreos de plataforma. Estos niveles se han interpretado como sistemas tractivos producidos por progradaciones de sistemas deltaicos.

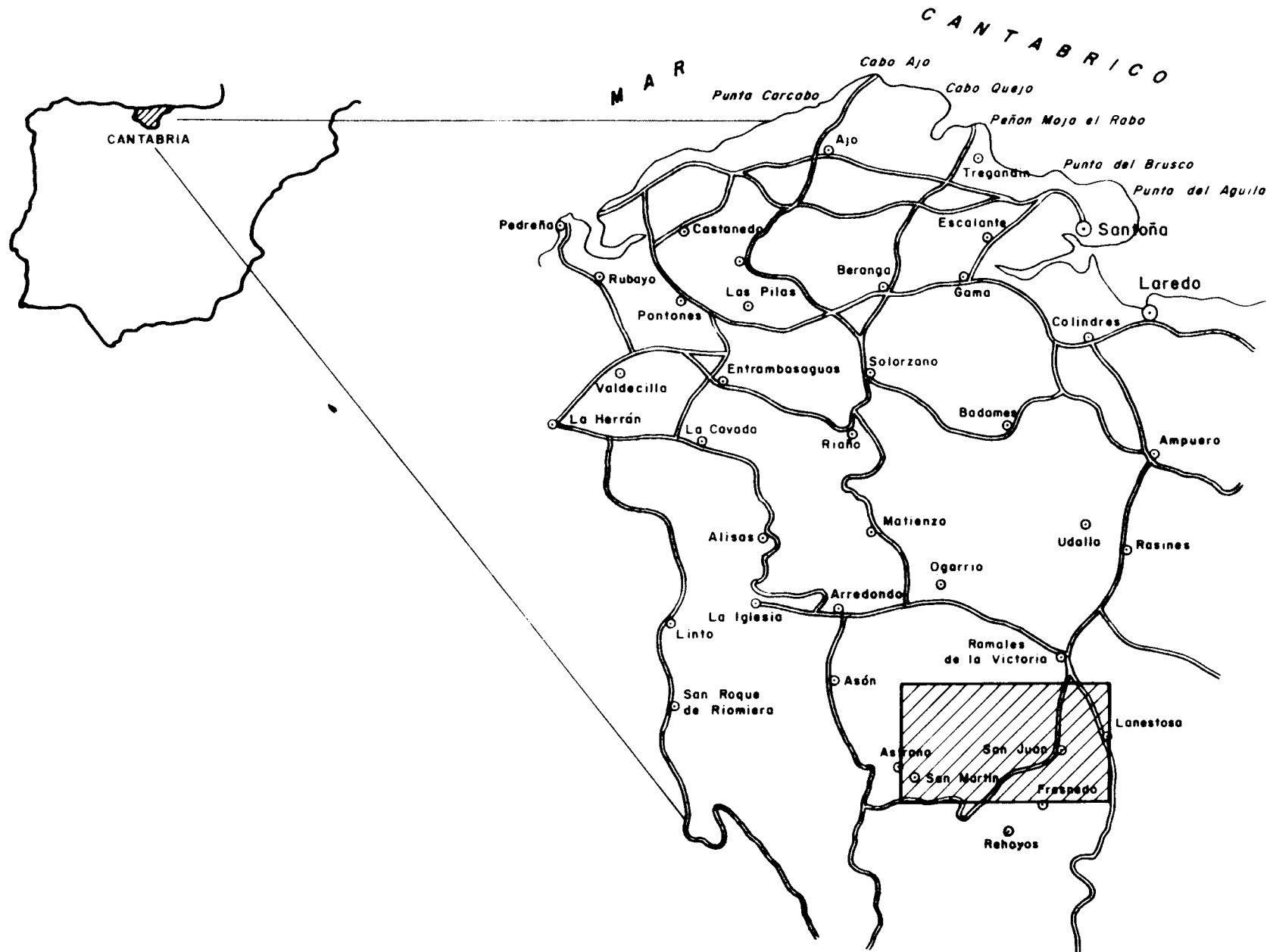


Fig.-6.1 ESQUEMA DE SITUACION DEL AREA ESTUDIADA

6.1. LITOESTRATIGRAFIA

6.1.1. **Areniscas, limolitas y arcillas (facies Weald) (1)**

Aflora en el extremo nororiental de la zona cartografiada, observándose con mejor calidad en la carretera del Valle de Soba.

Se trata de una alternancia de areniscas amarillentas de grano medio a grueso, mal clasificadas y arcillas limolíticas de tonos pardos y rojizos.

La potencia de esta unidad, supera los 1.000 metros en las proximidades de Ramales.

6.1.2. **Areniscas y arcillas limolíticas (2)**

Está formado por areniscas amarillentas y rojizas, alternando con arcillas limolíticas grisáceas, con abundantes cantos blandos en el muro de esta serie.

El único afloramiento observado de esta unidad, se encuentra situado en el vértice nororiental de la zona cartografiada.

El contenido faunístico es muy escaso, no obstante se cita la presencia de Palorbitolina lenticularis, Chofatella decipiens y Haplophragmiun (IGME, 1978) que datan el Bedouliense.

Los niveles arenosos presentan la base canalizada.

6.1.3. Calizas grises (barras) (3)

Constituyen la base del conjunto calcáreo del Urganiano (Foto 27). El contacto con las series detríticas inferiores, es difícil de observar, ya que los primeros metros de esta unidad, se encuentran normalmente cubiertos por derrubios, no obstante, regionalmente este contacto se considera transicional.

Se trata de un conjunto de calizas grises y calcarenitas (packstone-grainstone), con laminación cruzada y ripples, intercalados en estos niveles se han observado calizas nodulosas y lajosas de color negro (Foto 28). Presentan estratificación cruzada bidireccional y a techo una interrupción con un "hard ground" ferruginoso.

El espesor de este conjunto es de unos 50 metros y presenta un alto contenido en microfauna, entre ella: Palorbitolina lenticularis, orbitolinopsis praesimplex y Orbitolinopsis simplex (IGME, 1978), que indican una edad Gargasiense-Clansayense.

Los mejores afloramientos de esta unidad, se sitúan en la carretera del Valle de Soba.

6.1.4. Calizas (construcciones de rudistas) (4)

El contacto con la unidad inferior es transicional, y sus afloramientos se distribuyen por el frente calcáreo que vierten al río Ason.



Foto 27. Aspecto de las barras de la unidad 3.



Foto 28. Detalle de la foto anterior.

Está formado por calizas grises (mudstone, wackestone) con construcciones de rudistas (Foto 29) con un tamaño medio de 10 cm. de sección. Intercalados entre estos niveles, se observan calizas bioclásticas (wackestone y packstone) formada por detritus de la bioconstrucción con trozos de rudistas, lamelibranquios y corales que forman el talud arrecifal.

El contenido faunístico observado en esta unidad es muy alto con abundantes rudistas y algún coral, entre los microfósiles: Orbitolina texana texana, Everticyclammina greigi, Bacinella irregularis, Pseudochofatella cuvillieri, Sabaudia minuta, Permocalcolus inopinatus, Munieria baconica, Spiroplectammina sp, Marinella sp, Eoguttulina sp, Acicularia sp, (según IGME 1978). La potencia de esta unidad es del orden de 70 metros.

Se trata de construcciones formadas por rudistas como organismo dominantes, acompañados de corales y lamelibranquios, levantados en el borde de una plataforma somera. Los mounds tienen una forma lenticular muy acusada y presan hacia el sur a facies de talud arrecifal con brechas calcáreas formadas por restos de la construcción.

6.1.5. Calizas tableadas y niveles de arenas (construcciones y barras) (5)

Constituyen las cotas máximas de los relieves calcáreos que forman esta región.

Se trata de un conjunto formado por calizas grises (wackestone, packstone) en bancos de 0,5 a 1 metro de espesor con gran extensión lateral.



Foto 29. Construcciones de rudistas de la unidad 4.

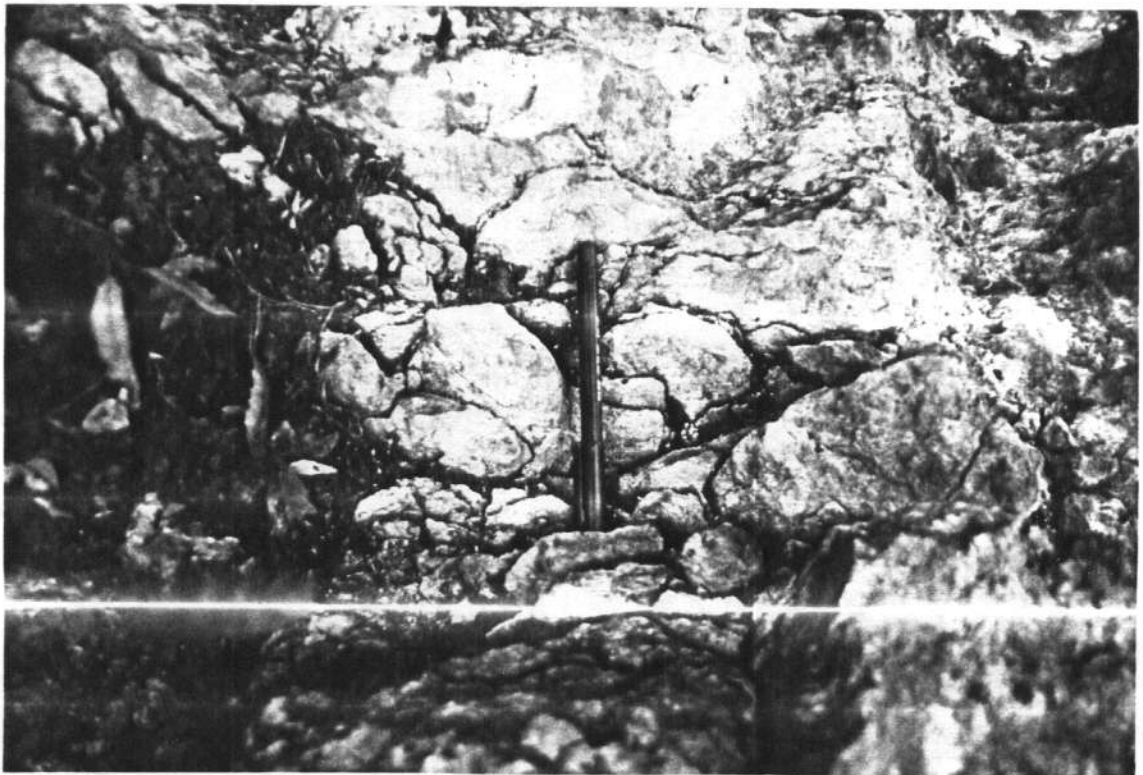


Foto 30. Interrupción intra Gargasiense-Clansayense.

El tránsito con la unidad anterior, se realiza en el sector oriental a través de un "hard ground" (Foto 30) de poca entidad, mientras que en el sector occidental de la zona estudiada se realiza mediante una ligera discordancia con los depósitos calcáreos infrayacentes (Foto 31).

Incluidos en estas calizas, se observan construcciones de rudistas y corales de diversos tamaños. Estas construcciones son más abundantes en los retazos calcáreos que afloran entre los depósitos de cuenca, mientras que en las zonas de borde de cuenca el aspecto de estos niveles calcáreos es predominantemente lajoso y noduloso con abundantes laminaciones cruzadas y "ripples".

Intercalados entre las calizas se observan pasadas de areniscas y arenas silíceas muy cementadas en niveles de unos 3 a 5 metros de espesor.

Su contenido faunístico es muy amplio con Orbitolina texana texana, Neorbitolinopsis conulus, Paratrocholina lenticularis, Everticyclammina greigi, Bacinella irregularis (IGME, 1978).

La potencia total de esta unidad es muy variable oscilando de cientos de metros a decenas de metros en las zonas de tránsito a las facies lutíticas de cuenca.



Foto 31. Discordancia intra Gargasiense-Clansayense.



Foto 32. Aspecto de las calizas de la unidad 5.



Foto 33. Paso de los depósitos de plataforma a cuenca.

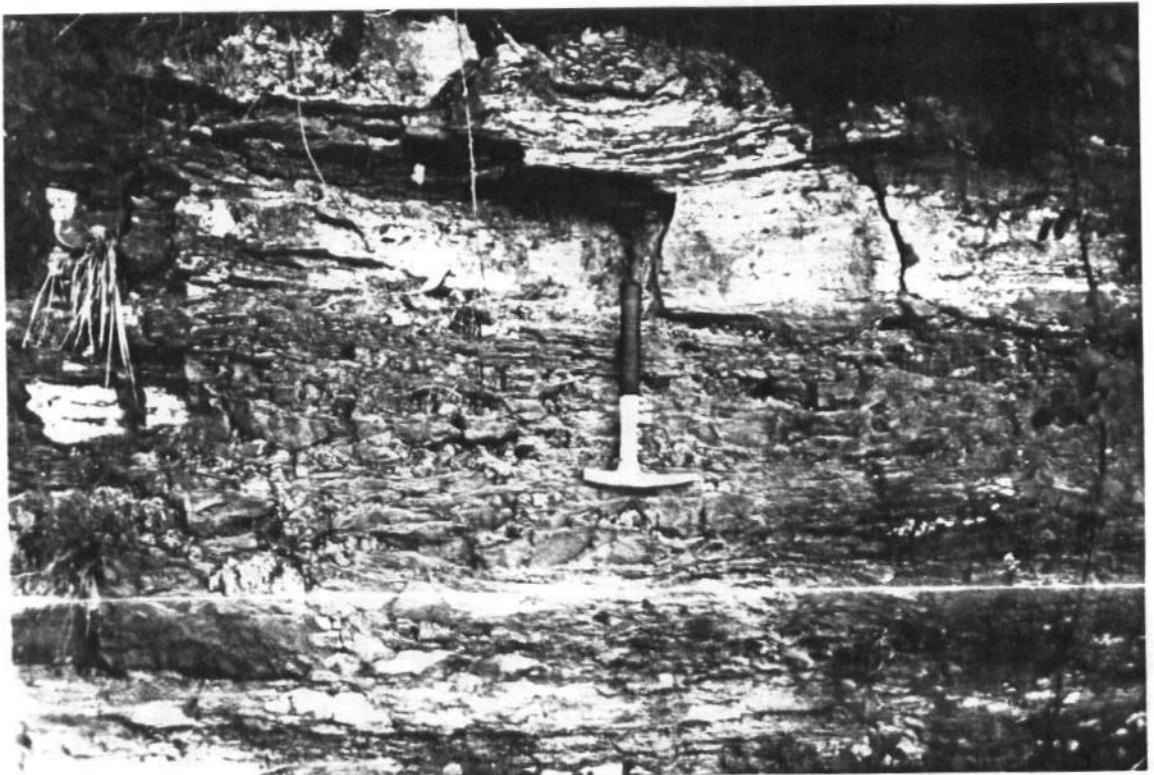


Foto 34. Depósitos de cuenca de la unidad 6.

6.1.6. Arcillas, lutitas y margas negras (depósitos de cuenca) (6)

Se disponen transgresivamente sobre los depósitos calcáreos anteriores y se considera un cambio lateral de facies de estas calizas (Foto 33).

Se trata de un conjunto de lutitas, arcillas y margas negras, de aspecto astilloso alternando con niveles de calcarenitas marrones y areniscas silíceas (Foto 34).

El tránsito con la unidad calcárea se realiza de una forma brusca, no observándose en este límite septentrional de la cuenca, grandes construcciones de arrecifes calcáreos. En esta zona de tránsito se pueden observar niveles de biocalcarenitas con restos de rudistas y corales (Foto 35, 36), zonas con niveles de brechas calcáreas y gran abundancia de "slumps".

En el sector de San Pedro, se puede observar a techo de estos niveles fundamentalmente detríticos, un nivel de unos 20 metros de espesor de calizas grises, con facies similares a las descritas en el capítulo anterior y que se interpretan como momentos de progradación de los depósitos calcáreos de la plataforma sobre los materiales detríticos de cuenca (Foto 37).

En todo este conjunto existen intercalaciones de niveles detríticos con carácter turbidítico y carbonatados en una sedimentación cíclica que se han interpretado como variaciones relativas del nivel de mar, con presencia de superficies de erosión internas.

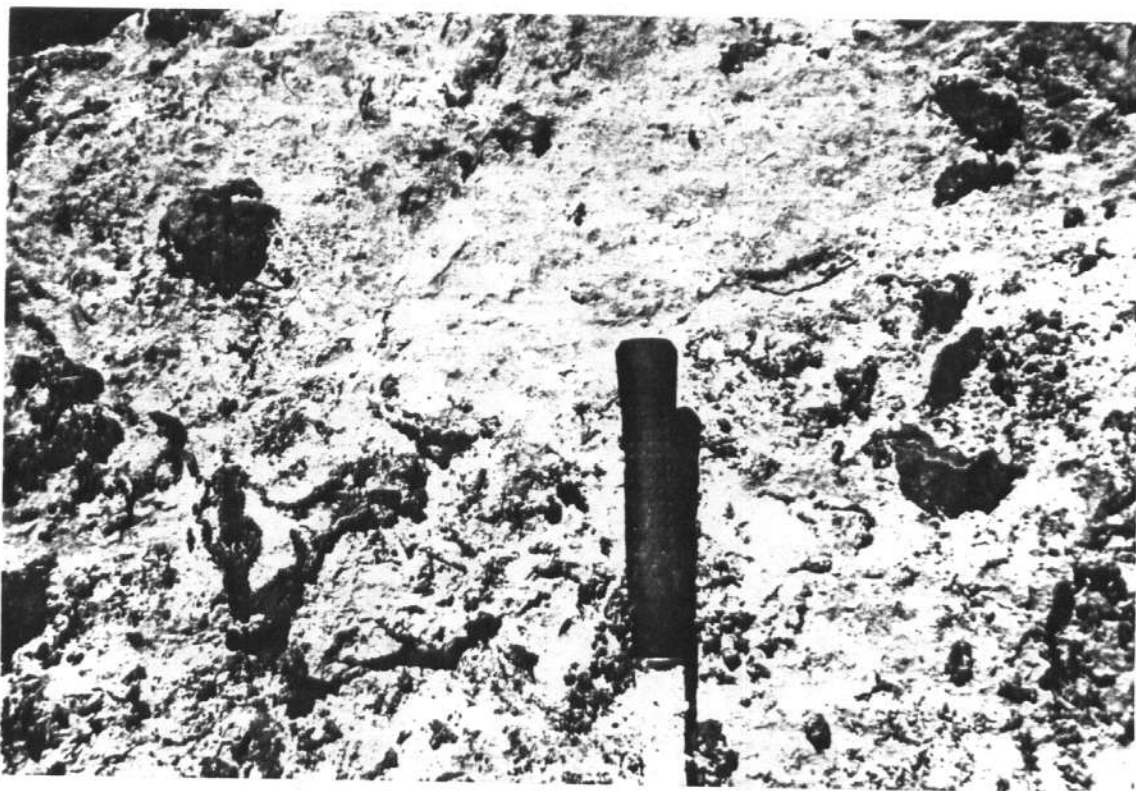


Foto 35. Aspecto de los niveles de tránsito de la unidad 6.

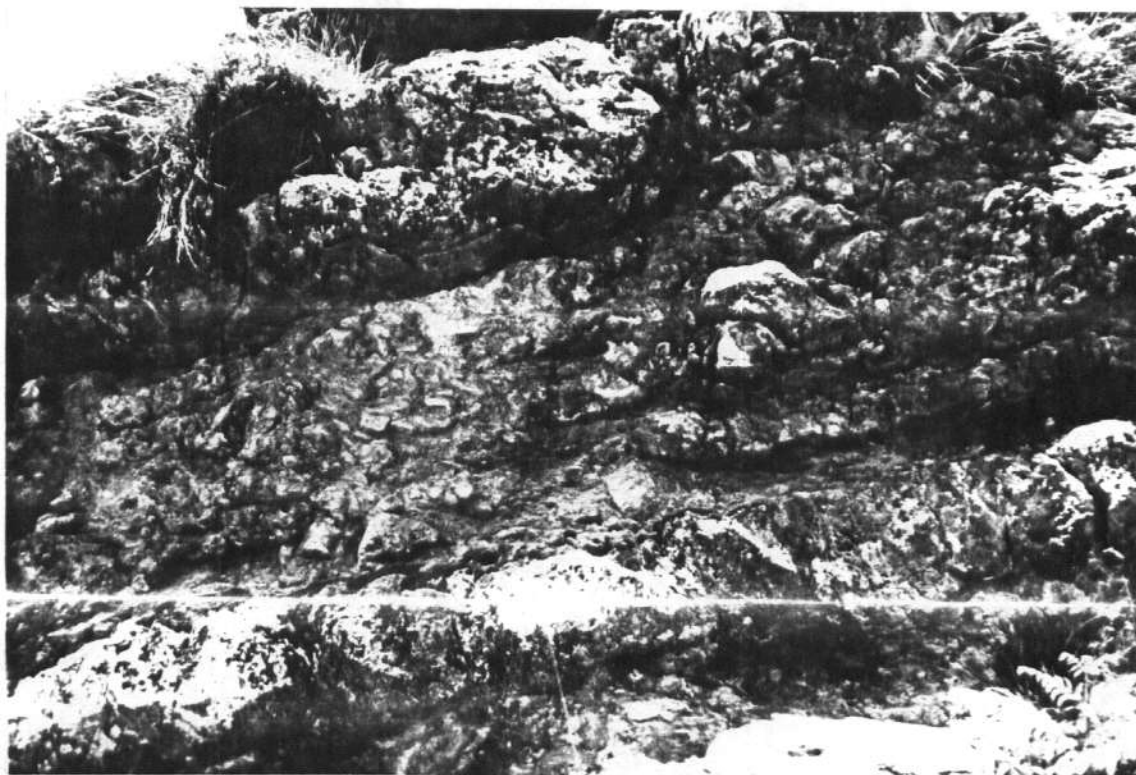


Foto 36. Brechas calcáreas de los niveles de tránsito de la unidad 6.

En estos niveles es frecuente encontrar "slumps" (Foto 38 y 29), ripples de olas y capas de tormentas.

El contenido faunístico es muy amplio con secciones de Tritaxia pyramidata, Sabaudia minuta, Hedbergella cf washitensis, Everticyclammina greigi, Gavelinella inermia, Tristix excavata, Patellina subcretacea, Eogutulina anglica, Epistomina spinulifera, Marsonella oxycona, que datan al Albiense inferior.

La potencia de esta unidad es mayor de 350 metros.

6.1.7. Arcillas, margas, calizas y areniscas (7)

Este nivel aflora en el sector nororiental de la zona estudiada y constituye el primer nivel arenoso, intercalado entre los depósitos arcillosos y lutíticos de cuenca.

Está formado por un conjunto de arcillas y margas grises con intercalaciones de calcarenitas marrones y niveles de areniscas amarillas, más abundantes en el muro de esta unidad.

Los niveles de margas y calcarenitas, suelen presentar ripples de oscilación, slumps y capas de tormentas, mientras que los niveles arenosos suelen presentar la base erosiva, con laminaciones cruzadas, slumos y estratificación tipo "swaley" en capas de tormenta y niveles de brechas de cantos de arenisca en las bases canalizadas.

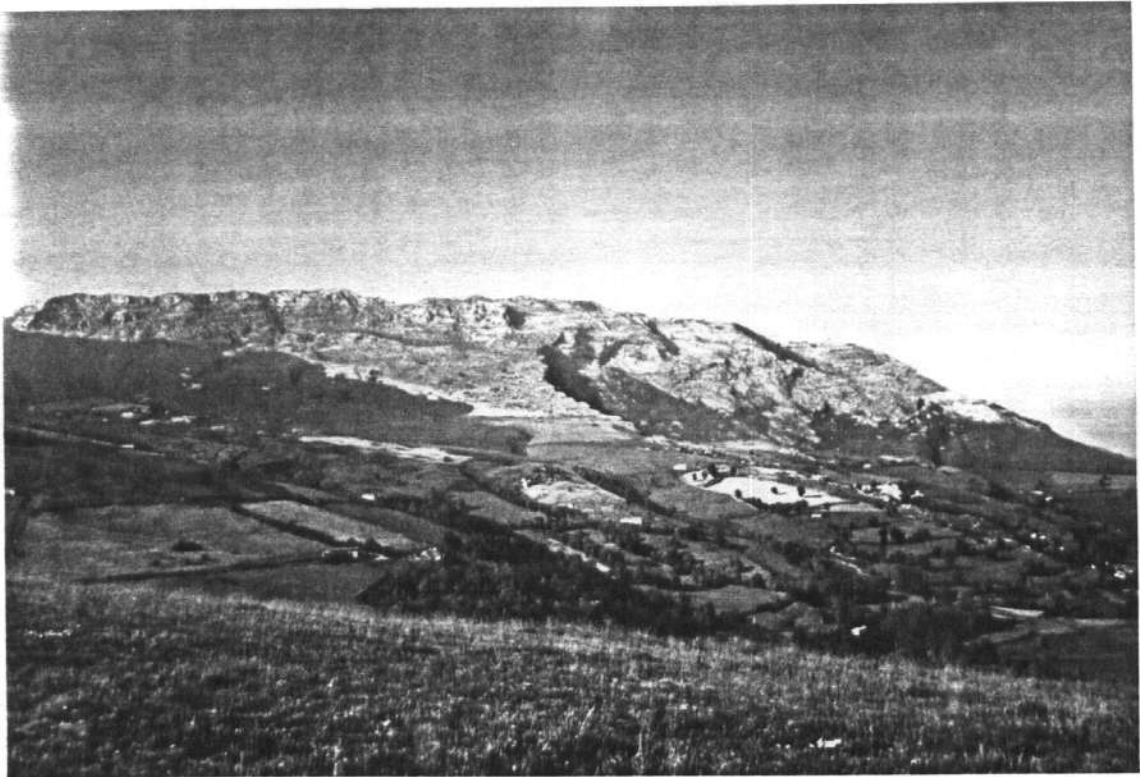


Foto 37. Intercalación calcarea entre los sedimentos de cuenca.

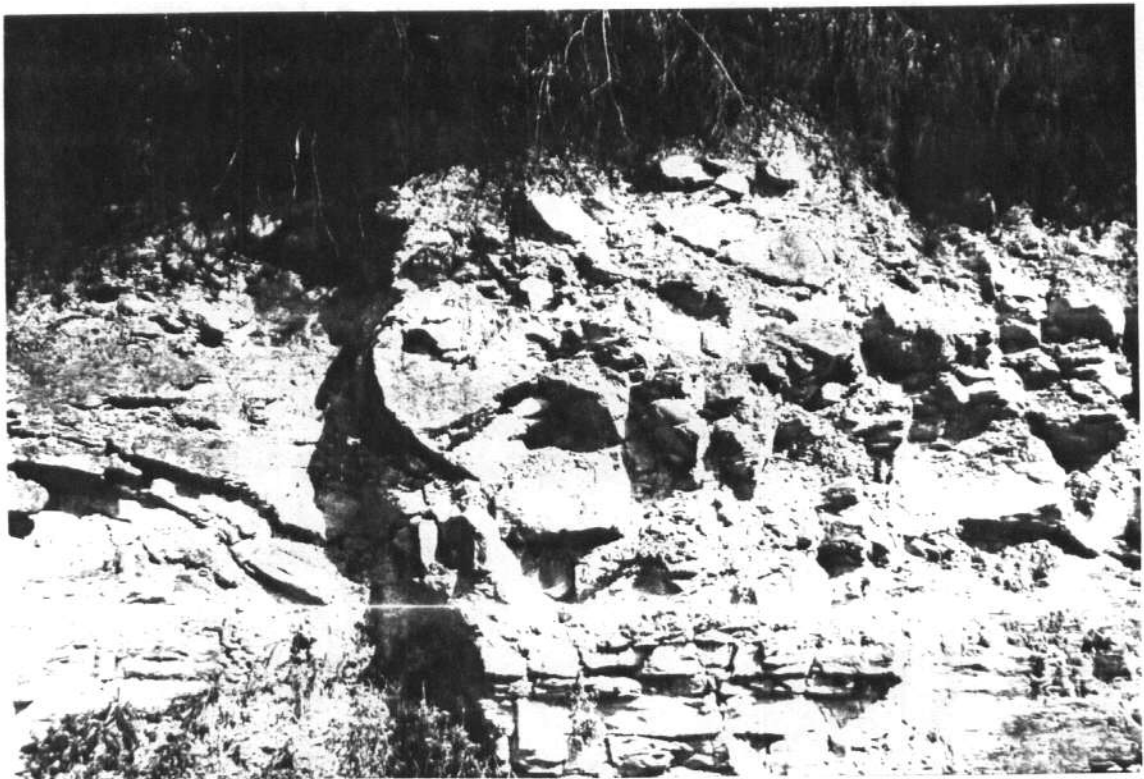


Foto 38. Slumps de la unidad 6.

El contenido faunístico es muy amplio; entre los niveles calcareníticos se han determinado Tritaxia pyramidata, Sabaudia minuta, Everticyclammina greigi, Eoguttulina sp, Ophtalmidium sp, Spiroplectaminoides sp, Glomospira sp, Ataxophragmiidae (IGME, 1978) que datan el Gargasiense-Clansayense.

La potencia de esta unidad, en la zona de máximo desarrollo es del orden de unos 300 metros, acunándose hacia el sector de San Pedro, en donde desaparece intercalándose entre depósitos calcáreos de plataforma.

6.1.8. Limolitas, arcillas, margas y calizas (8)

Se trata de un pequeño nivel de sedimentos de cuenca formados por limolitas, arcillas, margas y calizas, intercaladas entre los niveles areniscosos descritos anteriormente.

Las facies que presenta este nivel corresponden a las descritas en el nivel 6 de esta zona.

La potencia máxima de este tramo es del orden de 50 metros en la zona de mayor desarrollo, acunándose lateralmente hacia la zona de Lanestosa por el este y hacia Incedo por el oeste.



Foto 39. Unidad 6.

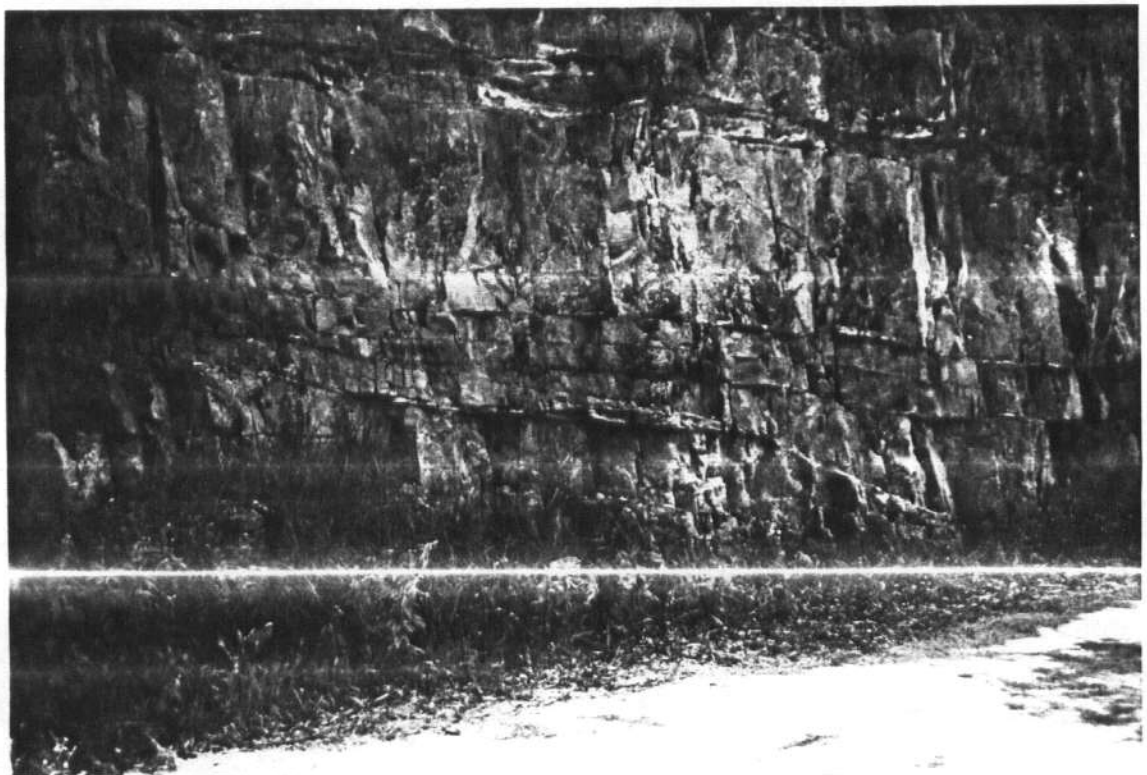


Foto 40. Nivel arenoso de la unidad 9.

6.1.9. Areniscas, lutitas (depósitos de cuenca) (9)

Este nivel constituye una nueva intercalación arenosa entre los depósitos lutíticos de cuenca.

Se trata de un conjunto de areniscas silíceas muy compactadas, de tonos amarillos. Estos niveles presentan las bases canalizadas, granoclasificación y "ripples de corrientes" en el techo de cada estrato (Foto 40).

La potencia de este conjunto es muy variable, alcanzando su máximo desarrollo en las proximidades de San Martín con 100 metros de espesor, acuñándose hacia el este, volviendo a alcanzar otro máximo de potencia en Merada, al este de la zona estudiada.

GARCIA MONDEJAR y F. MENDIOLA (1989), han estudiado este nivel, denominándole secuencia de Carrinal, interpretándole como secuencias turbidíticas, asociadas a bajadas en el nivel del mar e indicando que estos niveles arenosos son sistemas transgresivos, que se intercalan entre los depósitos calcáreos de la plataforma, relacionándoles así mismo, con niveles de megabrechas calcáreas intercaladas entre las facies de cuenca.

6.1.10. Cuaternario

Estos depósitos se han agrupado según sus características genéticas en varios grupos:

- Depósitos de laderas (10)

Son muy frecuentes en el borde septentrional de la zona estudiada, en relación con las fuertes resaltes que determinan los crestones de calizas Urgonianas. Están formados fundamentalmente por bloques y cantos de caliza, empastados en una matriz arenosa y arcillosa.

- Depósitos de origen fluvial (11 y 12)

Constituyen el relleno del valle de los ríos Gandara y Calera. Está formado por gravas heterométricas y algún bloque calcáreo con matriz arenos-arcillosa.

6.2. TECTONICA

Esta zona se encuentra situada al sur del gran accidente tectónico denominado falla de Arredondo-Ramales, prolongación hacia el este de la "Franja Cabalgante del Escudo de Cabuerniga". Dicho accidente tectónico, al oeste de esta zona, es un anticlinal volcado, vergente al sur, fallado, tratándose de un elemento activo durante la sedimentación del Mesozoico y Terciario.

Se trata de una serie monoclinal con buzamiento suave, no mayor de 20 grados hacia el sur que forma parte del flanco meridional del anticlinal de Ancillo, en cuyo núcleo afloran materiales en facies Weald y en el que se ha perforado el sondeo Ancillo 1 (AUXINI), con fines petrolíferos, llegando a una profundidad de 1.530 metros, atravesando materiales del Cretácico inferior, Jurásico, Triásico y Paleozoico.

El eje de este anticlinal tiene dirección ESE-ONO, presentando alabeamientos del plano axial. Esta estructura se encuentra flanqueada al sur por una falla de pequeño salto de dirección paralela a la de Arredondo-Ramales.

El límite oriental de esta zona, viene definido por una fractura de dirección NNO-SSE que discurre a lo largo del río Calera, facilitando en fracturas paralelas a ella el emplazamiento de las mineralizaciones de Lanestosa, ya en la provincia de Vizcaya.

6.2.1. Descripción de los principales sistemas de fracturas

Como ya se ha indicado, esta zona forma una serie monoclinal con buzamiento al sur, en la que no se han observado estructuras mayores de plegamiento. Solo al norte de esta región, próximo a la zona estudiada, existe el anticlinal de Ancillo con dirección paralela a la fractura de Arredondo-Ramales.

6.2.1.1. Fracturas

En esta zona, no se han detectado fracturas importantes que determinen un gran salto estratigráfico o que se encuentren relacionadas con las fracturas mineralizantes que afectan a sectores próximos a éste, no obstante se han determinado tres sistemas de fracturas.

- Fracturas de dirección ESE-ONO. Este sistema es paralelo al definido por la fractura de Arredondo-Ramales. Constituye prácticamente el límite septentrional de la zona estudiada, poniendo en contacto materiales en "facies weald" con calizas del Gargasiense.
- Fracturas de dirección NO-SE. Son de escasa importancia, con un trazado rectilíneo y un salto de escasos metros.
- Fracturas de dirección NNE-SSO. Como las anteriores son de escasa importancia originando encajamientos del río Gándara y pequeños desplazamientos entre capas.

7. TELEDETECCION

Como elemento complementario se ha realizado un omero análisis por teledetección de las zonas de estudio. Se ha utilizado la imagen 202-030 del Thematic mappas (TM) de LANDSAT, con las bandas siguientes:

Banda	Longitud de onda	Espectro
1	0,45 - 0,52	Azul
2	0,52 - 0,60	Verde
3	0,63 - 0,69	Rojo
4	0,76 - 0,90	Infrarrojo visible
5	1,55 - 1,75	Infrarrojo visible
6	10,40 - 12,50	Infrarrojo térmico
7	2,08 - 2,35	Infrarrojo lejano

Se han realizado básicamente las siguientes combinaciones con la intención de discriminar las diferentes litologías y marcar los principales lineamientos:

- Bandas 1-2-3 (Azul-Verde-Rojo) utilizada como base de referencia geográfica.
- Combinaciones de bandas con los 5 y 7 como base para distinguir tipos de rocas y suelos.

- Principales componentes de las bandas 3-4-5-7 para separar tipos de sduelos y minimizar la influencia de la vegetación.
- Sombreado lambertiano sobre las bandas 5 y 7 para distinguir discontinuidades de importancia (fracturas y lineamientos).

El uso de estas técnicas ha permitido definir lineamientos no detectados por la cartografía convencional ni por la fotografía aérea. La descripción de estos sistemas se realiza en cada capítulo, dentro del apartado de tectónica.

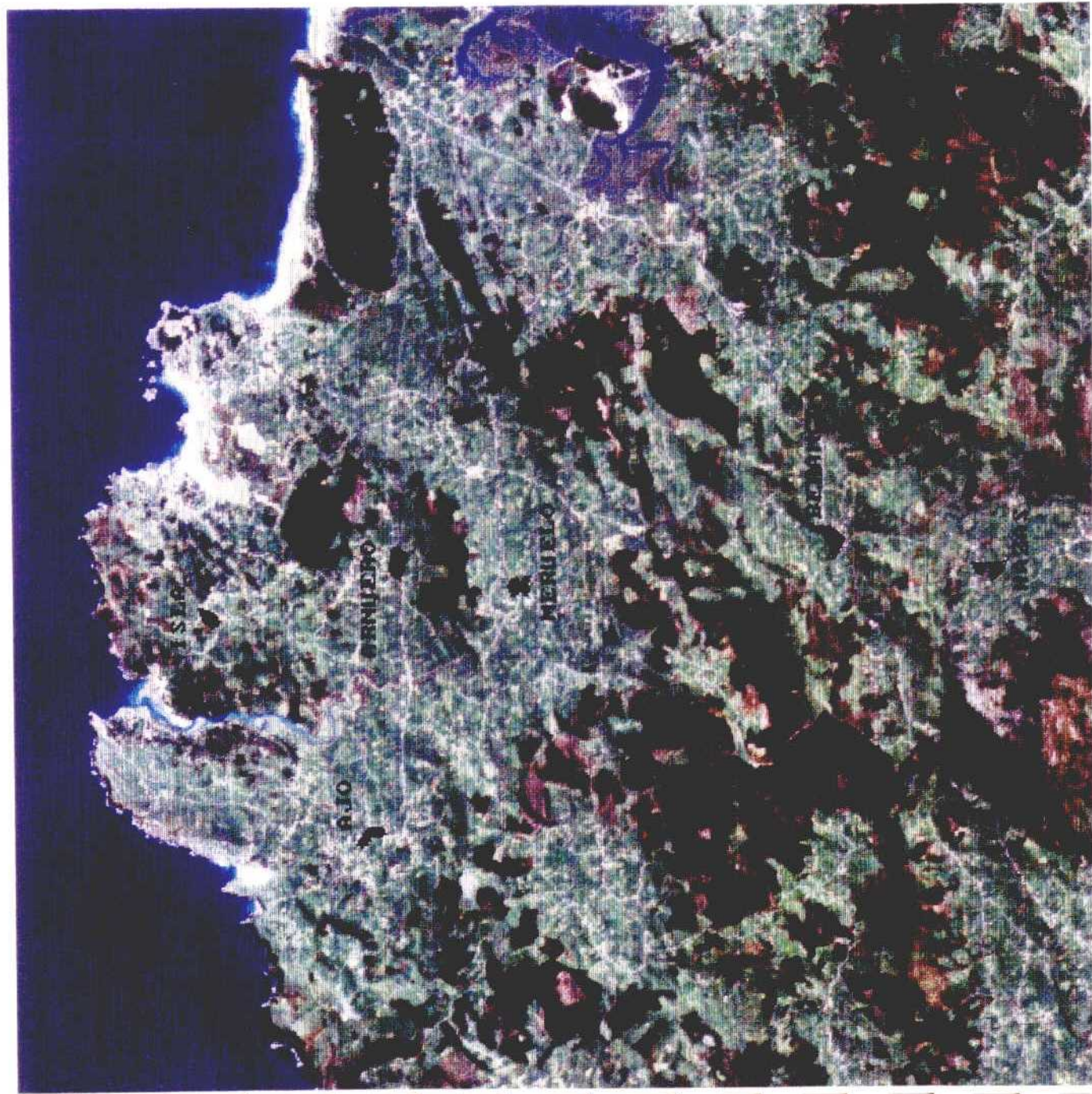


Imagen de la zona de Cabo de Ajo (15 x 15 Km.). Obtenida a partir de las bandas del espectro visible de una imagen LANDSAT-5.

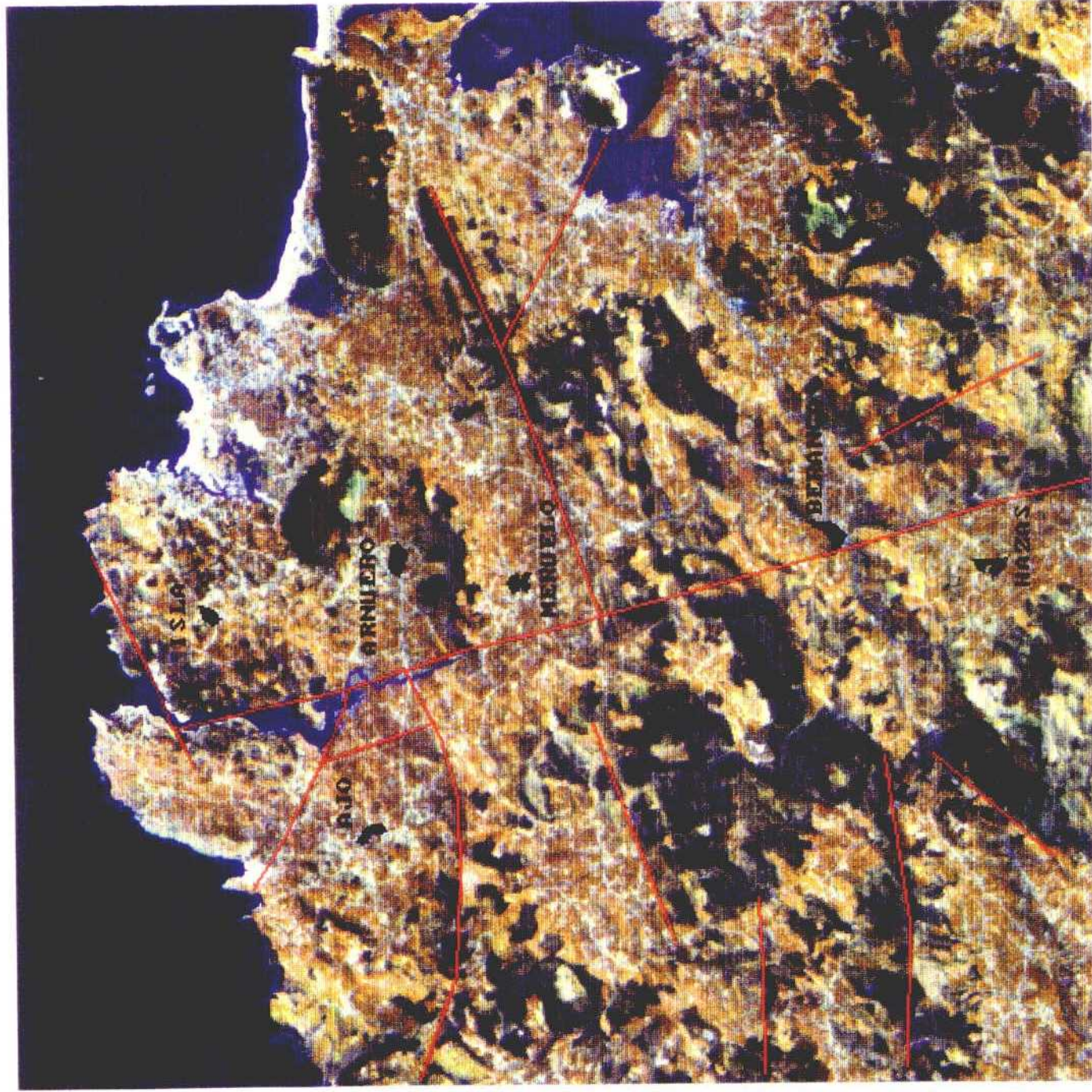


Imagen en falso color de la zona de Cabo de Ajo. Obtenida por combinación de las bandas 5 y 7 de una imagen LANDSAT-5 con la banda 1 de los principales componentes de las bandas 3, 5 y 7. Destaca una gran lineación N-S en cuyo extremo norte se encuentra la mina de Santiago. La densa cobertura vegetal dificulta la observación de litologías.

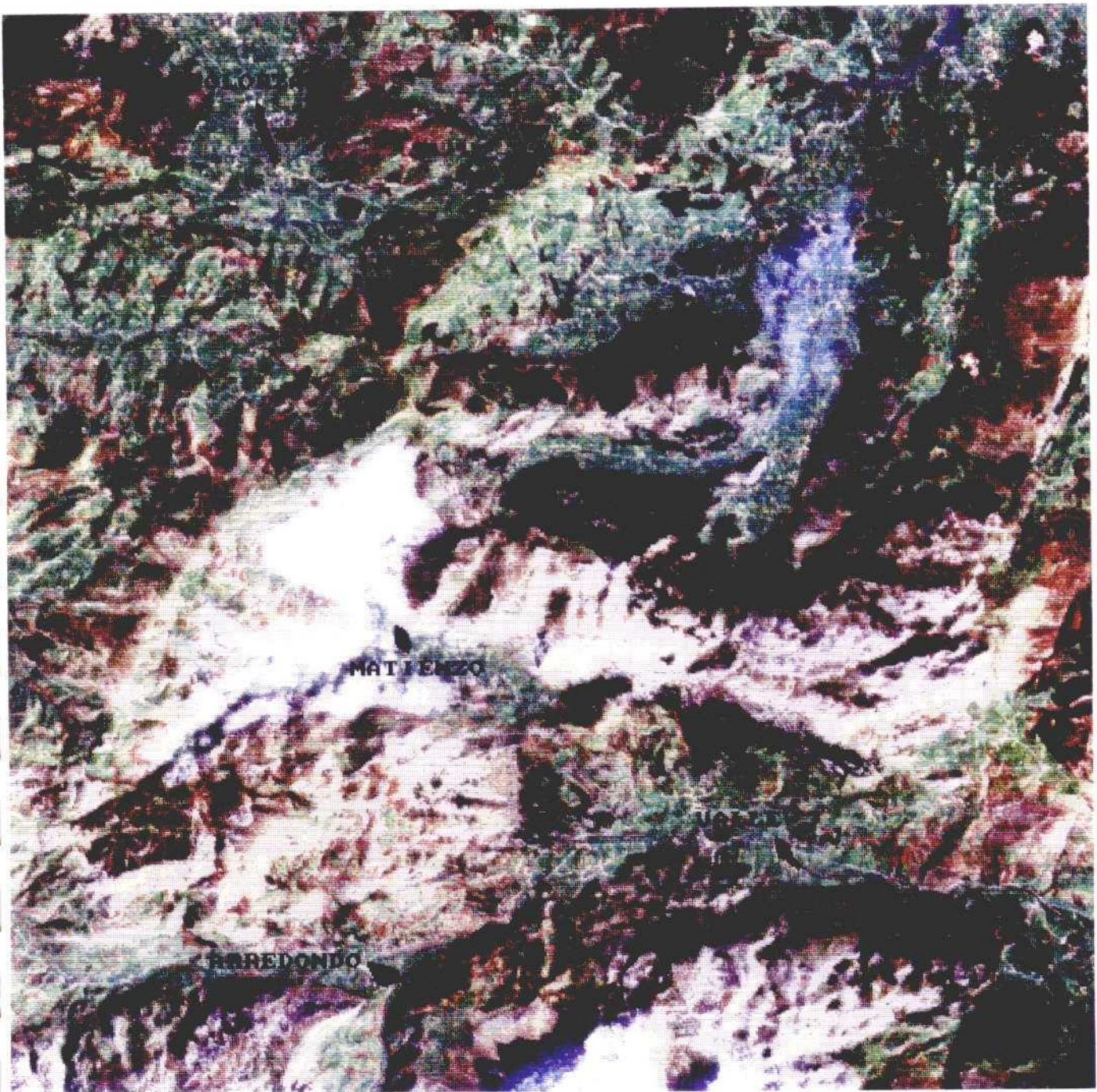


Imagen de la zona de Matienzo (15 x 15 Km.). Obtenida a partir de las bandas del espectro visible de una imagen LANDSAT-5.

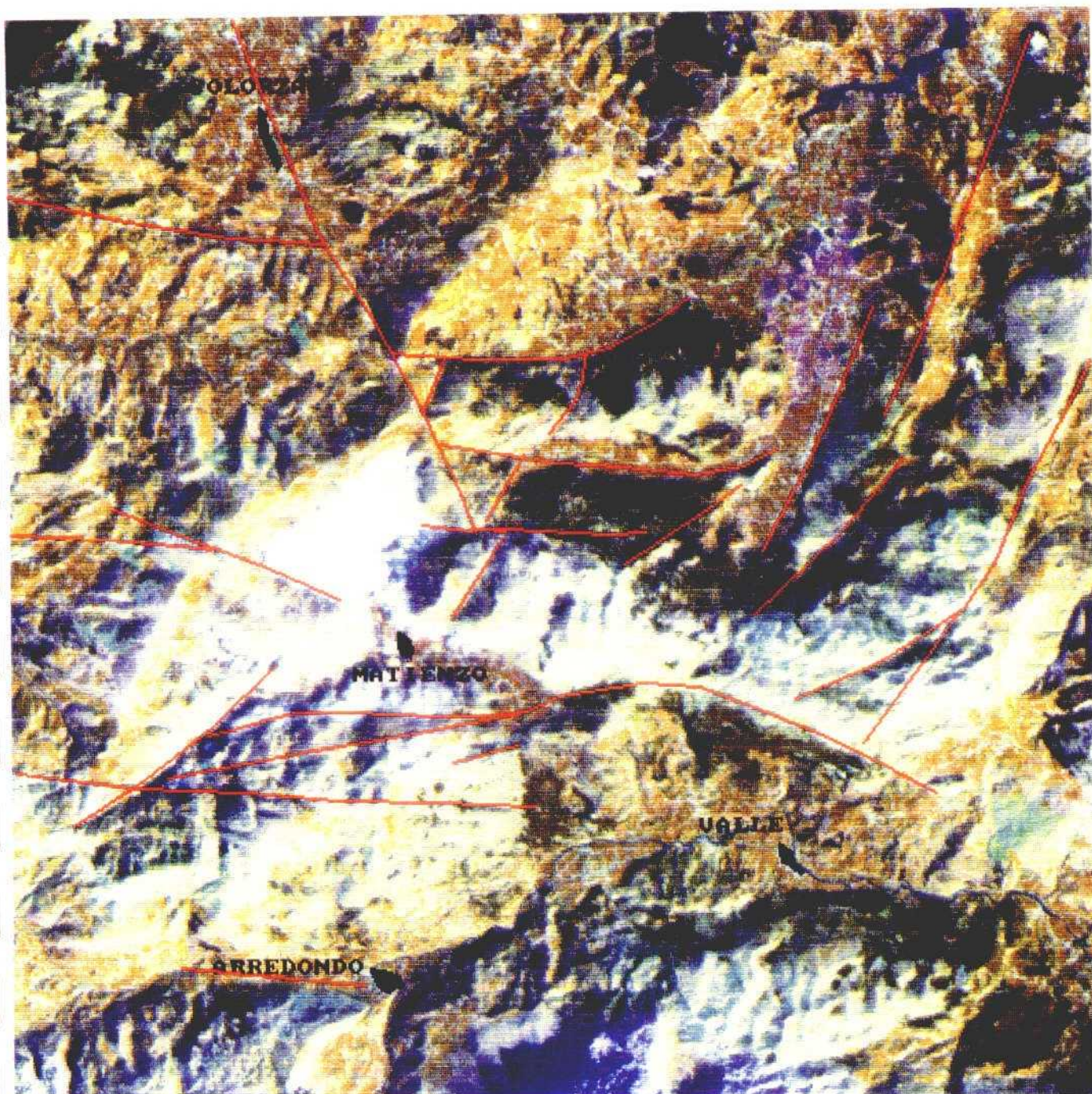


Imagen en falso color de la zona de Matienzo. Obtenida por combinación de las bandas 5 y 7 de una imagen LANDSAT-5 con la banda 1 de los principales componentes de las bandas 3, 5 y 7. Las calizas y dolomías gargacienses aparecen en tonos blancos y verdosos, y los del bedouliense (en Matienzo) en marrones. El poljé de Matienzo está cubierto por niebla.

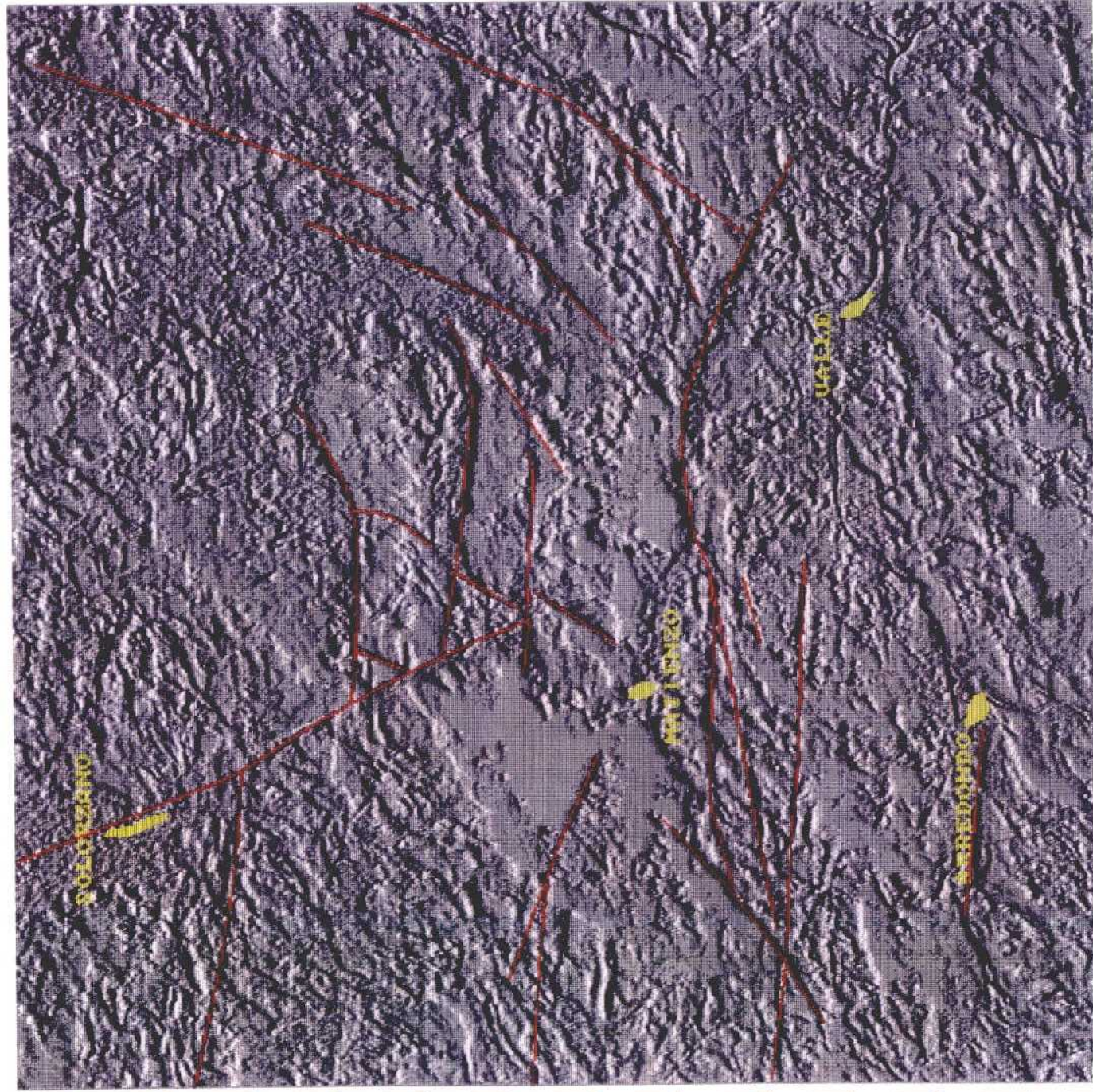


Imagen de la zona de Matienzo. Sombreado lambertiano (falso relieve) que permite poner en evidencia los lineamientos. La imagen está obtenida con iluminación desde el N con un ángulo de 30° sobre el horizonte. Este sistema es el que se ha empleado para obtener los lineamientos en todas las imágenes.



Imagen de la zona de Ramales (15 x 15 Km.). Obtenida a partir de las bandas del espectro visible de una imagen LANDSAT-5.

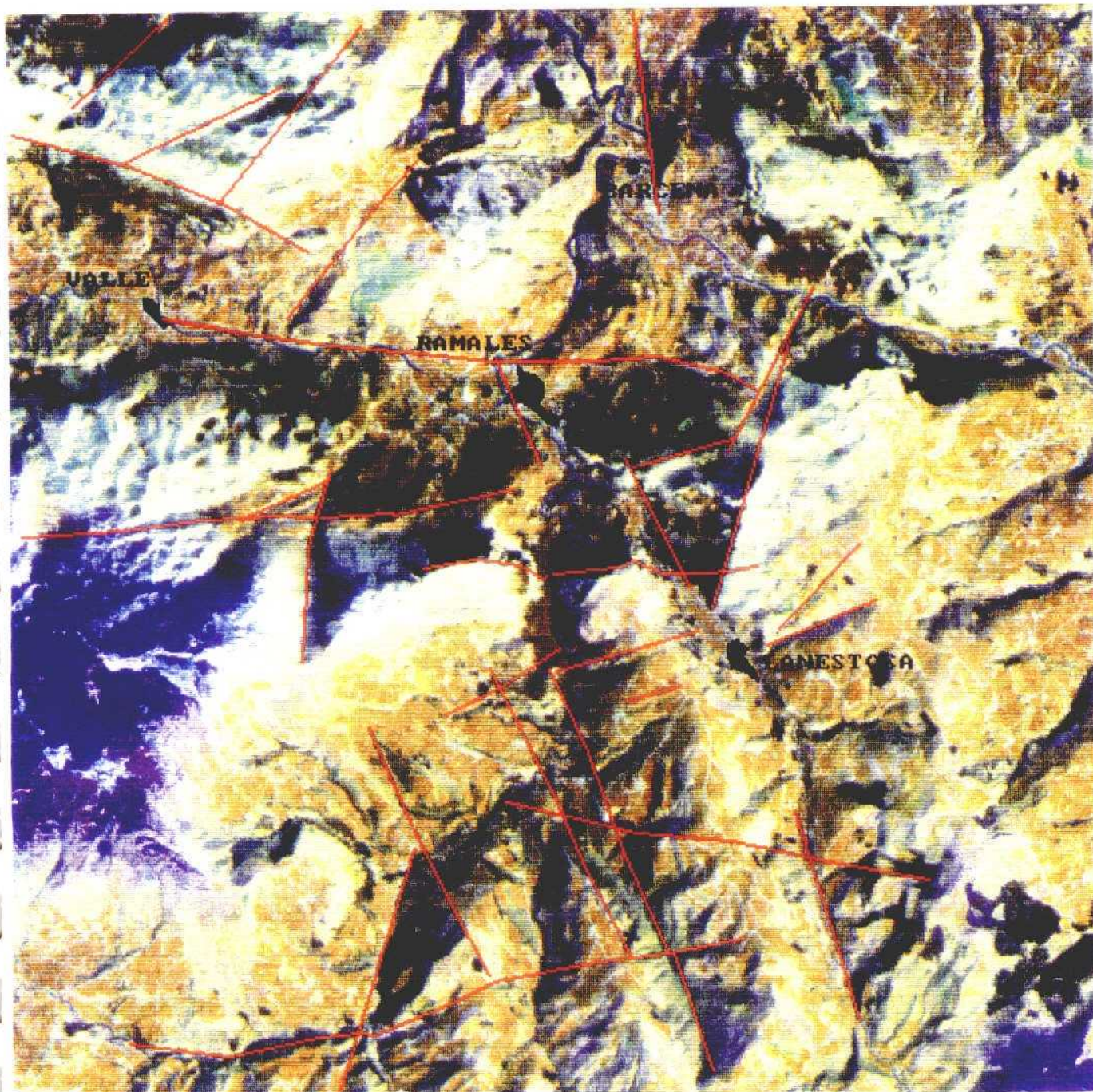


Imagen en falso color de la zona de Ramales. Obtenida por combinación de las bandas 5 y 7 de una imagen LANDSAT-5 con la banda 1 de los principales componentes de las bandas 3, 5 y 7. Se detectan numerosas fracturas NNW-SSE, que con las que aparecen ligadas a la mineralización en la zona de Lanestosa.

8. MINERALIZACION

Dentro de las zonas de estudio solo existe un indicio de mineral de Pb-Zn situado en la zona de Ajo. Así mismo y en la zona de Matienzo se ha identificado labores en una zona cárstica con enriquecimiento de mineral de hierro.

La mineralización principal está formada por esfalerita, galena, pirita, marcasita, encontrándose además como minerales de alteración smithsonita, cerusita y goethita.

La mineralización se encuentra en relación directa con fracturas de trazado rectilíneo que cortan netamente la estratificación de las calizas Urganianas, situándose el mineral con espesores variables, flanqueado por dolomías.

La antigua mina de Santiago presenta intensas alteraciones (smithsonita, cerusita) de las mineralizaciones iniciales. Estas se establecen sobre una roca básica dolomítica con cristales equigranulares finos, ocasionalmente revestidos por óxidos o hidróxidos de hierro. La blenda y la galena, aparecen en granos gruesos entre la dolomía blanca.

Es frecuente la presencia de piritas e hidróxidos que tapizan los granos. Ocasionalmente se superpone a estos procesos otro dolomítico póstumo y poco desarrollado.

Con estos criterios se puede concluir que esta mineralización corresponde a procesos epigenéticos, en los que la entrada de las salmueras se produce después de la sedimentación de los carbonatos, e incluso posteriormente a que estos hayan sufrido las primeras fases de la diagénesis.

La entrada de estas aguas con alta temperatura, puede haber producido un ensanchamiento en las porosidades preexistentes por disolución.

9. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

En el área estudiada la mineralización de Pb-Zn existente se encuentra dentro de los sedimentos carbonatados del Garganiense-Clansayense.

- En la zona de Cabo de Ajo, la mineralización se encuentra encajada en fracturas de dirección NNE-SSO, reduciéndose estrictamente a la zona de fractura, al no existir una porosidad previa que facilite el ensanchamiento según la estratificación.

La litología del "Complejo Urganiano" en este sector es eminentemente calcárea, no habiéndose observado ningún cuerpo dolomítico que tenga relación con el ambiente sedimentario, presentando en todos los casos facies en la que la porosidad primaria es escasa. Es importante destacar que la discordancia intra-Gargasiense es excepcionalmente visible en el corte de Cabo de Ajo.

Tectónicamente, la zona se encuentra enclavada en un sector que presenta una complejidad tectónica excepcional, con la acumulación de al menos tres escamas detectadas por sondeos de gran profundidad.

Todos estos condicionantes determinan que esta zona no presente un interés preferente con vistas a la prospección de mineralizaciones.

- En la zona de Omoño no se ha encontrado ningún indicio de mineralización que afecta a la región.

Los materiales aflorantes pertenecen todos ellos al Gargasiense-Clansayense superior y al Albiense, no habiendo sido posible observar los materiales que componen los tramos basales del ciclo, en los que regionalmente encajan las mineralizaciones.

Las fracturas presentan un componente radial importante, aunque no se ha detectado que posean un carácter sinsedimentario, al menos en los materiales que afloran.

Tectónicamente se encuentra en una región en la que se han detectado un apilamiento de al menos dos escamas, con repetición de la serie calcárea del "Complejo Urganiano".

Para confirmar sus posibilidad mineras, sería necesario recurrir a varios sondeos mecánicos que permitan determinar las características de los materiales del Gargasiense, no aflorantes.

- En el sector de Matienzo no se ha observado ninguna mineralización de Pb-Zn no obstante se ha detectado labores de investigación para mineral de hierro, acumulados en zonas cársticas.

El Aptiense de la zona presenta un gran desarrollo en cuanto a potencia con intercalaciones detríticas en el Gargasiense-Clansayense superior.

En la base del ciclo Gargasiense-Clansayense se ha observado una cuña dolomítica, cuyos ápices se sitúan próximos a la localidad de Matienzo,

adquiriendo su máximo espesor hacia el NE. Esta cuña puede estar relacionada con movimientos sinsedimentarios de la falla de Matienzo, prolongación hacia el este de la Franja Cabalgante del Escudo de Cabuérniga.

A su vez la zona se encuentra surcada por fracturas de dirección NE y OSO, paralelas e incluso alguna de ellas prolongación de las fracturas que encauzan la mineralización en el sector de la Cavada, ya estudiada en proyectos anteriores.

Por lo tanto se presentan características favorables en cuanto a la presencia de una roca dolomítica porosa previa y una red de fracturas con dirección y características similares a las que han producido la mineralización en la zona de la Cavada.

Estos condicionantes determinan que se considere a esta zona como favorable para una futura prospección sistemática en base a criterios geoquímicos.

- La zona de Soba constituye un margen de la plataforma carbonatada en su tránsito a depósitos de cuenca. La amplitud de estas facies de tránsito no es muy grande por lo que se supone que el margen no es muy activo.

Se encuentra situada al sur de la falla de Arredondo-Ramales posiblemente activa durante el Aptiense-Albiense.

No se ha encontrado ningún indicio de mineral encajado en las zonas calcáreas, como ocurre en los yacimientos próximos de Lanestosa, ya en la provincia de Vizcaya. Por teledetección tampoco se han observado ningún lineamiento similar, a los antes mencionados.

En este sector sería posible encontrar zonas mineralizadas en ambientes euxínicos ya dentro de los depósitos de cuenca, aunque teniendo en cuenta, que la cuenca se encuentra rellena por materiales autóctonos y por depósitos de origen turbidítico.

10. **BIBLIOGRAFIA**

Se ha reunido y estudiado todo el material bibliográfico del que se ha tenido conocimiento y acceso, tanto de temas monográficos como de trabajos geológicos y geológico-mineros que tratan sobre las áreas propuestas por el proyecto.

A.- Geológicos

- **AGUILAR, M.J. (1.971).**- Consideraciones generales sobre la sedimentación y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. Estudios Geológicos. vol. 27. p. 325-334.
- **AGUILAR, M.J. (1.975).**- Sedimentología y paleogeografía del Albense de la Cuenca Cantábrica. Estudios Geológicos, vol. XXXI, pp. 1-123.
- **BADILLO, T. (1.982).**- Estudio geológico del sector de Ramales de la Victoria (prov. de Santander). Kobie, núm. 12 pp. 139-171.
- **BRINKMANN, R.; y LÖGTERS, H. (1.968).**- Diapirs in Western Pyrenees and Foreland, Spain (in Diapirism and Diapirs, Ed. by BRAUNSTEIN, J., y O'BRIEN, G.D.). Am. Ass. Petrol. Geol. Bull., pp. 275-292.
- **CAMARA RUPELO, P.** La terminación estructural occidental de la cuenca vasco-cantábrica. Asociación de Geólogos y Geofísicos Españoles del Petróleo (A.G.G.E.P.). Libro Homenaje a Rafael Soler 1989.

- **CIRY, R.; RAT, P.; MANEIN, J.; FEUILLE, Ph.; AMIOT, P.; COLCHEN, M., y DELANCE, J.H. (1.967).**- Reunión Extraordinaire de la Société Geologique de France, des Pyrenées aux Asturies, C.R. Somm. Soc. Géol. France, núm. 9. pp. 389-444.

- **CUETO y RUIZ DIAZ, E. (1.928).**- Orografía y geología tectónica del País Cantabro-Astúrico. Bol. Inst. Geol. Min. España, t 47, núm. 2, pp. 9-109.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.975).**- Aspectos paleogeográficos del Complejo Urganiano de la Cuenca Cantábrica en la provincia de Santander. Primer coloquio de estratigrafía y paleogeografía del Cretácico de España, Enadimsa, Madrid, pp. 73-84.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.977).**- Sedimentos deltaicos aptienses en la zona de Castro-Valnera-Rio Miera (SE provincia de Santander). VIII Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. 4-10 Julio 1.977.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.979 a).**- El Complejo Urganiano del sur de Santander. Tesis doctoral, Universal de Bilbao, Ann. Arbor, Michigan, University Microfilms International, 673 pp., 203 figs.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.979 b).**- Successions paléogéographiques du Complexe Urganien dans le SW de la Région Basco-Cantabrique (nord de l'Espagne). Géobios. Mém. sp., nº 3, pp. 71-78.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1.982).**- Tectónica sinsedimentaria en el Aptiense y Albiense de la región Vascocantábrica occidental. Cuadernos Geología Ibérica, Vol. 8, pp. 23-26.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. (1985).**- Aptian and Albian reefs (Urgonian) in the Asón-Soba area. International Association of Sedimentologist, Excursion Guide Book no. 9. 6th European Regional Meeting, 329-352.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y FERNANDEZ MENDIOLA, P.A. (1989).**- Evolución plataforma, cuenca en el Albiense de Lunada y Soba (Burgos y Cantabria). Sucuenciasm, asociaciones de sistemas sedimentarios y cambios del nivel del mar. XII Congreso Español de sedimentología. Guía de Excursiones Geológicas.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PASCAL, A. (1.978).**- Précisions stratigraphiques et sédimentologiques sur les terminaisons calcaires sudoccidentales dy systemes urgonieu bascocantabrique (Espagne du Nord). Bull. Soc. Geol. de France, 20. 179-183.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.975).**- Contemporaneous tectonics in the Early Cretaceous of central Santander province, North Spain. IX Inter. Congr. on Sedimentology. Nice. Tectonic and Sedimentation, t. IV, pp. 131-137.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.977).**- Ciclos sedimentarios mayores del Jurásico superior-Cretácico inferior de Santander VIII

Congreso Nacional de Sedimentología. Oviedo-León. 4-10 Julio 1.977.

- **GARCIA-MONDEJAR, J. y PUJALTE, V. (1.981).**- El Jurásico superior y Cretácico inferior de la Región Vasco.Cantábrica (parte occidental). Libro-guía de Jornadas de Campo, 9-12 septiembre 1.982. Grupo Español del Mesozoico. P.I.G.C. Mid Cretaceous Events. Dpto. Geología, Bilbao, 133 pp., 95 figs.
- **HIMES, F.M. (1.985).**- Sedimentation and tectonics in north-west Santander. 6th EUROPEAN REGIONAL MEETING, Lérida pp, 371-391.
- **IGME (1.973).**- Mapa Metalogénico de España, E-1:200.000, Hoja de Reinosa (nº 11). Primera edición.
- **IGME (1.975).**- Mapa Metalogénico de España, E-1:200.000, Hoja de Santander (nº 4). Primera edición.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Santander (nº 35). Segunda serie.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Los Corrales de Buelna (nº 58). Segunda serie.
- **IGME (1.976).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Villacarriedo (nº 59). Segunda serie.

- **IGME (1.978).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Castro Urdiales (nº 36). Segunda serie.

- **IGME (1.978).**- Mapa Geológico de España, E-1:50.000, Hoja de Valmaseda (nº 60). Segunda serie.

- **MANGIN, J. Ph., y RAT, P. (1.962).**- L'évolution posthercynienne entre Asturies et Aragon (Espagne). Livre à la Mémoire du Prof. P. Fallot, t. 1, Mém. h. sér. Soc. Geol. Fr., pp. 333-349.

- **PASCAL, A (1.980).**- Importance du facteur tectonique dans la répartition et la morphologie des dispositifs sédimentaires urgoniens basco-cantabriques (Espagne). VIIIe. Réun. Ann. Sc. Terre.

- **PASCAL, A.; RAT, P., y SALOMON, J. (1.976).**- Sédimentation, stratigraphie et dynamique dans le complexe continental et marin basco-cantabrique (Jurassique terminal-Albien). 4^a. Réun. ann. Sc. Terre, Paris.

- **RAMIREZ DEL POZO, J. (1.971).**- Bioestratigrafía y microfacies del Jurásico y Cretácico del Norte de España. (Región Cantábrica). "Mem. IGME", 78 (3 vol.). Madrid.

- **RAT, P. (1.954).**- Observations sur les facies saumâtres et marins de la base du Wealdien dans l'Est de la province de Santander (Espagne). C.R. Seand. Acad. Scienc., t. 239, pp. 1.820-1.821.

- **RAT, P. (1.956).**- Esquisse d'une histoire de la sedimentation dans les regions du litoral basco-cantabrique au Crétacé. Actes du 2éme. Congres. Internat. d'études Pyreneenes, t. 2, pp. 147-157.

- **RAT, P. (1.959).**- L'extension vers L'ouest du Crétace Supérieur á Faciès Basque. Colloque sur le Crétacé Sup. en France. (84 Congr. Soc. Sav. París). Dijon, pp. 523-533.

- **RAT, P. (1.959).**- Les milieux Urgoniens Cantabriques. Bull. Soc. Géol. France (7è. serie), t. 1, pp. 378-384.

- **RAT, P. (1.959).**- Les pays Crétacés Basque.Cantabrique (Espagne). Publ. Univ. Dijon, núm. 18, pp. 1-525.

- **RAT, P. (1.961).**- La edad y naturaleza de las capas de base del Wealdense en la provincia de Santander y sus alrededores (España). Not. y Com. Inst. Geol. Min. de España, núm. 61, pp. 181-184.

- **RAT, P. (1.962).**- Contribution à l'étude stratigraphique du Purbeckien-Wealdien de la region de Santander (Espagne). Bull. Soc. Géol. France, t. 7, número 4, pp. 2-12.

- **RAT, P. (1.963).**- Problemes du Crétacé inferieur dans les Pyrenées et le nord de l'Espagne. Sonderd. Geol. Rudschau, núm. 53. pp. 205-220.

- **RAT, P. (1.969).**- Donnes nouvelles sur la Stratigraphie et les variations sedimentaires de la serie Purbeckiense-Wealdienne au Sur de Santander (Espagne). C. R. Somm. Soc. Géol. France, núm. 6, pp. 216-217.
- **RAT, P., y PASCAL, A. (1.979).**- De l'étage aux systèmes biosédimentaires urganiens. Géobios. Mém. spec., nº 3, pp. 385-399.

B.- Geológicos-Mineros

- **BRAVO F.J. (1.987).**- "Investigación de aureolas geoquímicas en yacimientos Zn-Pb, en medios carbonatados de la provincia de Santander". Tesis doctoral. Universidad de Oviedo.
- **BRAVO, J.L. (1989).**- Las relaciones Pb-Zn en las rocas carbonatadas del Cretácico inferior del Noroeste de Cantabria. Geogaceta nº 6.
- **BRAVO, J.L. (1990).**- Estudio de los contenidos de estroncio en las rocas carbonatadas del Cretácico inferior del Noroeste de Cantabria. Geogaceta nº 7.
- **BRAVO, J.L. (1990).**- Estudio de determinados elementos traza en rocas carbonatadas del Aptiense, en el área de Novales (Cantabria). Geogaceta nº 7.
- **BARBANSON, L.; SAULAS, D. TOURAY, J.C. y VADALA, P. (1.983).**- Distribution à différentes échelles et chronologie relative de carbonates de

l'Aptien de la province de Santander: relation entre auréole ferrifere et mineralisations Zn-Pb du type Reocin. Chron. Rech. Min. nº 473, 9 fig., 1 tabl., 39-48 pp.

- **BERNARD, A.J. (1.973).**- Metallogenic processes of intra-karstic sedimentation. Ig: G. C. Amstutz and A.J. Bernard (editors), Ore in Sediments. Springer, Berlín, 43-57 pp.
- **BERNARD, A.J. (1.978).**- Le role métallogénique de la karstification. Assoc. des Géol. du Sud-Ouest, Colloque de Tarbes, 135-162 pp.
- **BUSTILLO, M. (1.984a).**- Estudio textural de las mineralizaciones Pb-Zn del Cretácico de la provincia de Cantabria. I Congreso Español de Geología, 2, 435-446.
- **BUSTILLO, M. (1.984b).**- Estudio de los procesos de dedolomitización en las dolomías asociadas a las mineralizaciones Pb-Zn de Reocín (Cantabria). I Congreso Español de Geología 1, 149-157.
- **BUSTILLO, M. (1.984c).**- Estudio Petrológico y Geoquímico de las Mineralizaciones Zn-Pb del Cretácico Inferior (Aptiense) de Cantabria (Zona Oeste). Tesis doctoral (inédita). 403 págs.
- **BUSTILLO, M. (1.985).**- Procesos de dolomitización en los materiales calcáreos aflorantes en el anticlinal de Caborredondo (Cantabria). Revista de Materiales y Procesos Geológicos, 3.

- **BUSTILLO, M. (1.985).**- Contribución al conocimiento de las mineralizaciones de Pb-Zn del tipo Reocin en el sector oeste de Cantabria. Estudios geol. nº 41, pp 127-138.
- **BUSTILLO, M.; FORT R.; (1.986).**- Evolución geoquímica del estroncio en los procesos de dolomitización: Aplicación a las dolomías del Cretácico Inferior de la zona oeste de Cantabria". Bol. Geol. y Min. T. XCVII-V, pp. 122-131.
- **BUSTILLO, M. y ORDOÑEZ, S. (1.980).**- Posible origen diagenético de los sulfuros sedimentarios en facies carbonáticas (Provincia Metalogénica de Cantabria). Revista del Instituto de Investigaciones Geológicas, Universidad de Barcelona, 34, 339-249.
- **BUSTILLO, M. y ORDOÑEZ, S. (1.982).**- Aplicación de un modelo fisicoquímico a la génesis de yacimientos supergénicos en mineralizaciones de Zn-(Pb) en rocas carbonatadas. V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina, Actas, 2, 545-555.
- **BUSTILLO, M. y ORDOÑEZ, S. (1.985).**- Los yacimientos de Pb-Zn del tipo Reocin en el sector oeste de Cantabria : Estudio comparativo y aspectos genéticos. Boletín Gral. y Min. T. XCVI-VI (262-631).
- **HERRERO, J.M., y VELASCO, F. (1.985).**- "Rasgos geológicos y metalogenéticos del extremo oeste de la cadena pirenaica". En "Yacimientos de Zn, Fe y Mg asociados a rocas carbonatadas en la región

vasco-cantábrica". II Reunión AEGYM. Reocin, Gallarta, Eugui, octubre 1.985, 13-33.

- **HERRERO, J.M.; VELASCO, F.; FAMO, M. (1.987).**- "Dolomitización, silicificación y concentración de sulfuros de Zn, Pb y Fe en calcarenitas urgonianas. (Mina de Legorreta, Guipúzcoa)". Bol. Geol. y Min. t. XCVIII-IV pp. 70-80.
- **HERRERO, J.M; VELASCO, F. y FORTUNE, J.P. (1.982).**- Estudio preliminar sobre las mineralizaciones de hierro y de plomo-cinc-flúor en ambiente carbonatado del oeste de Vizcaya. Bol. Soc. Esp. Mineralogía, 5 183-190.
- **MANERA BASSA A. (1.987).**- "El yacimiento Pirítico-Polimetálico, Mina Troya". Bul. Geol. y Min., T. XCVIII-II, pp. 35-47.
- **MAZARRASA, J.M. (1.930).**- Estudio de criaderos minerales de la provincia de Santander (criaderos de cinc). Bol. Ofic. Min. y Metalurgia. núm 11, pp. 529-600.
- **MONSEUR, G. (1.959).**- Observations sur des gisements metalliferes de la region de Torrelavega (Santander). Bull. Soc. Geol. Belgique, t, 83, núm. 6, pp. 209-223.
- **MONSEUR, G. (1.961).**- Etude metalogénique du secteur central du gisement de cinc de Reocin (Province de Santander, Espagne). Ann. Soc.

Géol. Belgique, t. 85. núm. 1 pp. 3-70.

- **MONSEUR, G. (1.966).**- Contribution a l'étude sedimentologique et génétique du gisement plombo-zincifère de Reocin (Espagne). Ac. Roy. Soc. outre-mer. t, 16, vol. 5, pp 1-27.
- **MONSEUR, G. (1.967).**- Synthesis des connaissances actuelles sur le gisement stratiforme de Reocin (Province de Santander, Espagne). Economic Geology Monograph. núm. 3, pp. 278-293.
- **MONSEUR, G. (1.980).**- Importance des métallotectes dans quelques gisements metalliferes espagnols. Livre Jubilaire en hommage a L. Calembert, Liégé, 183-207 pp.
- **ORDOÑEZ, S. y BUSTILLO, M. (1.981).**- The Sr^{2+}/Ca^{2+} ratio in the interpretation of carbonate rocks associated with Zn-Pb ores.
- **RIOS, J.M. (1.948).**- Estudio geológico de los criaderos de Fe en Vizcaya-Santander. Div. Gen. Min. y Com., Temas Profesionales, nº 9, 48 p.
- **RIOS, J.M. (1.974).**- Diapirismo. Bol. Inst. Geol. Min. de España, t. 60, 155-232 pp.
- **SANCHEZ, J.B., (1.970).**- Conclusiones a un estudio sobre Reocin. La terminación oriental de los Picos de Europa. VI Congreso Internacional de Minería, pp. 913-920.

- **VADALA, P. (1.981).**- La gite de ZnS-PbS a gangue ankeritique de Reocin (Santander, Espagne). Tectonique diapirique, phenomenes karstiques et mineralisations. Université d'Orleans, 288 págs.
- **VADALA, P., TOURAY, J.C., GARCIA IGLESIAS, RUIZ, F. (1.981).**- Nouvelles donne sur le gisement de Reocin (Santander, Espagne). Cronique de la recherche miniere nº 462.

C.- Sedimentológicos

- **ACHUER, C.W., (1.984).**- Red, lagoon and off-reef facies james atoll reef (lower cretaceons), fairway field, Texas.
- **ADAMS, J. E., RHODES, M.L. (1.960).**- "Dolomitization by seepage refluxion. Am. Assoc. Petroleum Geologits, Bull., V. 44, p 1912-1921.
- **ALDERMAN, A.R., SKINNER, H. C. (1.957).**- Dolomite sedimentation in the southeast of South Australia. Am. Jour. Science, V. 255 p. 561-567.
- **ATWOOD, D. K., and BUBB, J, N. (1.970).**- Distribution of dolomite in a tidal flat environment, Sugar loaf Key, Florida: Jour. Sed. Petrology, V, 43, p. 965-984.
- **BADIOZAMANI, K (1.973).**- The Dorag dolomitización model-application to the Middle Ordovician of Wiscosin. Jour. Sed. Petrology, V. 43, p. 965-984.

- **BAY, A.R., BEBOUT, D. G., (1.984).**- Cyclic, shoaling-carbonate banks in the lower glen rose formation (cretaceous), south Texas.

- **BEALES, F.W., JENNA, L.M., (1.980).**- Criteria for the recognition of diverse dolomite types with an emphasis on studies on host rocks for Mississippi valley-type ore deposits. SEPM, Special Publicarion nº 28, pp 197-213.

- **CARBONE, F., SIRNA; G. (1.981).**- Upper cretaceous reef models from rocca di cave and adjacent areas in latium, central Italy. SEPM, Special Publication nº 30, pp 427-445.

- **CARPENTER, A.B., (1.980).**- The chemistry of dolomite formation I: the stability of dolomite. SEPM, Special Publication nº 28 pp, 111-121.

- **CURTIS, R., EVANS, G., KINSMAN, D. SHEARMAN, D. (1.963).**- Association of dolomite and anhydrite in the recent sediments of the Persian Gulf. Nature, V. 197, p. 679-680.

- **CHOQUETTE, P.W., STEINEN, R.P. (1.980).**- Mississippian non-supratidal dolomite, STE. Genevieve limestone, Illinois basin : evidence for mixed-water dolomitizacion. SEPM, Special Publication nº 28 163-195.

- **DUNHAM, J.B., OLSON, E.R. (1.980).**- Shallow subsurface dolomitización of subtidally deposited carbonate sediments in the Hanson Creek Formation (Ordovician-Silurian) of Central Nevada. SEPM, Special Publication nº 28 p. 139-161.

- **ENOS, P., (1.974).**- Reefs, Platforms, and Basins of Middle Cretaceous in Northeast Mexico. American Association of Petroleum Geol. Bull. V. 58, nº 5.
- **FISHER, W.L., RODDA, P.V. (1.969).**- Edwards Formation (lower Cretaceous) Texas : Dolomitization in a Carbonate Platform System. American Association of Petroleum Geol. Bull., V. 53, nº 1.
- **FOLK, R. L., LAND, L. S. (1.975).**- Mg/Ca ratio and salinity: Two controls over crystallization of dolomite. Am. Assoc, Petroleum Geologists Bull., V. 59, p. 60-68.
- **FRIEDMAN, G.M. (1.980).**- Dolomite is an evaporite mineral : evidence from the rock record and from sea marginal ponds of the red sea. SEPM special Publication nº 28 p. 69-80.
- **FRIEDMAN, G.M., SANDERS, J.E, (1.967).**- Origin and occurrence of dolostones; In G.V. Chilingar, H. J. Bissell, and R. W. Fairbridge (eds), carbonate rocks, Part A: Origin, occurrence, and classification: Elsevier Amsterdam, The Netherlands, p. 267-348.
- **FROST, S.M., BLIEFNICK, D.M., HARRIS, P.M. (1.984).**- Deposition and porosity evolution of a lower Cretaceous rudist buildup, Shuaiba of Eastern Arabian Peninsula.

- **GAINES, A.M. (1.980).**- Dolomitization kinetics : recent experimental studies. SEPM, Special Publication, nº 20 pp, 81-89.

- **GEBELEIN, C.D., STEINEN, R.P., GARRETT, P. HOFFMAN, E.J., QUEEN, J.M., PLUMMER, L.N. (1.980).**- Subsurface dolomitization beneath the tidal flats of central west Andros Island, Bahamas. SEPM, Special Publication, nº 28, pp 31-49.

- **HANSHAW, B.B., BACK, W., DEIKE, R.G. (1.971).**- A geochemical hypothesis for dolomitization by ground water. Econ. Geology, V. 66, p. 710-724.

- **HSÜ, K.J., SIEGENTHALER, C. (1.969).**- Preliminary experiments and hydrodynamic movement induced by evaporation and their bearing on the dolomite problem. Sedimentology, V. 12 p. 11-25.

- **ILLING, L. V., WELLS, A. J., TAYLOR, J.C. (1.965).**- Penecontemporary dolomite in the Persian Gulf. In L.C. Pray - Murray (eds.), Dolomitization and limestone diagenesis. Soc. Econ. Pale. and Minera. Spec. Pub. 13, p. 89-111.

- **KAUFFMAN, E. G. (1.969).**- Form, function and evolution In Moore, R.C. Ed. "Bivalvia", Mollusca 6, Part. N., V. 1, p. N. 129-205.

- **KAUFFMAN, E.G., SOML, N. F. (1.974).**- Structure and evolution of Antillean Cretaceous Rudist frameworks. Verhandl Naturf. Ges. Basel, V.

84, n° 1, p. 399-467.

- **KOHOUT, F.A. (1.967).**- Groundwater flow and the geothermal regime of the Floridian plateau. Gulf. Coast Assoc. Geol. Societies trans., V. 17, p. 339-354.
- **LAND, L. S. (1.973).**- Holocene meteoric dolomitization of Pleistocene limestones, north Jamaica. Sedimentology, V, 20, p. 411-424.
- **LAND, L.S. (1.980).**- The isotopic and trace element geochemistry of dolomite : the state of the art. SEPM, n° 28 pp, 87-110.
- **LUMSDEN, D.N., CHIMAHUSKY, J.S. (1.980).**- Relationship between dolomite nonstoichiometry and carbonate facies parameters. SEPM Special Publication n° 28 pp, 123-137.
- **MANHEIM, F.T. (1.967).**- Evidence for submarine discharge of water on the Atlantic continental slope of the southern United States, and suggestions for further search. New York Acad. Sci. Trans. ser 2, V. 29. pp. 839-853.
- **MASSE, J.P., PHILIP, J., (1.981).**- Cretaceous coral-rudist buildups of France. SEPM special publication n° 30 pp, 399-426.
- **MATTES, B.W., MOUNTJOY, E.W., (1.980).**- Burial dolomitization of the upper Devonian miette buildup, Jasper National Park, Alberta. SEPM

Special Publication, n° 28 pp, 259-297.

- **McKENZIE, J.A., HSU, K.J., SCHNEIDER, J.F., (1.980).**- Movement of subsurface waters under the sabkha, Abu Dhabi, UAE, and its relation to evaporative dolomite genesis. SEPM, Special Publication, n° 28 p. 11-30.
- **MUIR, M., LOCK, D. (1.980).**- The coorong model for penecontemporaneous dolomite formation, in the middle proterozoic McArthur Groups northern territory Australia. SEPM, n° 28 pp, 51-67.
- **NICHOLS, K.M., SILBERLING, N.J. (1.980).**- Eogenetic dolomitization in the pre-tertiary of the Cret basin. SEPM, Special Publication, n° 28 pp. 237-246.
- **PHILIP, J. (1.972).**- Paleoeologie des formations a rudistes du cretace superieur l'exemple du sud-est de la France. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoeology. Elsevier Publishing Company Amsterdam.
- **POLSAK, A. (1.981).**- Upper cretaceous biolithitic complexes in a subduction zone : examples from the inner Dinarides, Yugoslavia. SEPM, Special Publication n° 30 pp, 447-472.
- **SCOTT, R.W. (1.979).**- Depositional model of early Cretaceous Coral-Algal-Rudist Reefs, Arizona. the American Association of Petroleum Geol. Bull. V. 63, n° 7.

- **SCHLLE, P.A., BEBOUT, D.G., MOORE, C.H., (1.983).**- Carbonate deposition environments. AAPG Memoir 33.

- **SEARS, S.O., LUCIA, F.J. (1.980).**- Dolomitization of northern Michigan Niagara reefs by brine refluxion and fresh watersea water mixing. SEPM, Special Publication n° 28 pp, 215-235.

- **SHINN, E.A., GINSBURG, R.N. (1.964).**- Formation of recent dolomite in Florida and the Bahamas. Am. Assoc. Petroleum Geologists, V. 48, p. 547.

- **SHINN, E.A., GINSBURG, R.M., LLOYD, R.M. (1.965).**- Recent supratidal dolomite from Andros Island, Bahamas. In L.C. Pray and R.C. Murray (Eds). Dolomitization and limestone diagenesis. Soc. Econ. Pale. and. Mine., Spec. Pub. 13, p. 112-123.

- **SOCIETY OF ECONOMIC PALEINTOLOGISTS AND MINERALOGISTIS. (1.980).**- Concepts and models of Dolomitization. Ed. by Zenger D et al S. Publication n° 28, A.A. P.G.

- **VON DER BORCK, C.C., RUBIN, M., AND SKINNER, B.J. (1.964).**-Modern dolomite from South Australia, Am. Jour. Sci, v, 262, p. 1116-1118.

- **WILSON, J. L. (1.975).**- Carbonate facies in geologic history: Springer-Verlag, New York, 471 p.

D.- Prospección minera

- **AMSTUTZ, G.C. (1.959).**- Syngene und Epigene in Petrographie und Lagerstättenkunde. Schweiz. Min, Petrology Mitt. v. 39, p.1-84.
- **BEALES, F.W., HARDY, J.L. (1.981).**- Criteria for the recognition of diverse dolomite types with an emphasis on studies on host rocks for Mississippi-Valley. Type ore deposits. SEPM Special Publication, nº 28 pp, 197-213.
- **BERNARD, A.J. (1.973).**- Metallogenic processes of intra-karstic sedimentation. In G.C. Amstutz and A.J. Bernard, Eds., ores in sediments, Sringer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, p.43.53.
- **BILLINGS, G.K. (1.969).**- Relation of Zinc-rich formation waters, northern Alberta, to the Pine Point ore deposits. Econ. Geol. V. 64, p. 385-391.
- **BOAST, A.M. (1.981).**- Textural and stable isotope evidence for the genesis of the Tynagh/base metal deposit Ireland. Econ. Geol. V. 76, p. 27-55.
- **BROWN, J. S. (1.970).**- Mississippi Valley type lead-zinc ores. Min. Dep. V.5., p. 103-119.
- **CALLAHAN, W.H. (1.964).**- Paleophysiographie Premises for Prospecting for Strata Bound Base Metal Deposits in Carbonate Rocks. Cento Sym. Min. Geol. Ba. Metals, Ankara, Turkey p. 191-248.

- **CALLMAN, W.H. (1.977).**- Some thoughts regarding premises and procedure for prospecting for base metal ores in carbonate rocks in the North American Cordillera. *Journal Economic Geology*, vol 7 pp, 71-81.
- **CAMPBELL, F.A. et al (1.978).**- Isotopic composition of sulfur in the Sullivan orebody, British Columbia. *Econ. Geol.*, V. 73, p. 246-268.
- **CAMPENTER, A.B. (1.974).**- Preliminary report on the origin and chemical evolution of lead - zinc-rich oil field brines in central Mississippi. *Econ. Geol.* V. 69 p. 1191-1206.
- **COLLINS, J.A., SMITH, L. (1.973).**- Lithostratigraphic controls of some Ordovician sphalerite. In Amstutz and Bernard Edic. *Ores in sediments.* Springer-Verlag, N.Y., Heidelberg, Berlin, p. 79-92.
- **ETHIER, V.G, et al (1.976).**- Geological setting of the Sullivan orebody and estimates of temperatures and pressure of metamorphism: *Econ. Geol.*, v. 71, p. 1570-1588.
- **FUCHS, Y. (1.984).**- Migration of Fluids During Diagenesis : An Ore-Forming Process in Carbonate Rocks. *Synsinesis and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits.* Ed. by Wansch. Kuhn et al. Edit. Springer-Verlay.
- **HAGNI, R.D. (1.984).**- The Influence of Original Mos Rock. Character Upon Alteration and Mineralization in the Tri-State District of Missouri, Kansas,

and Oklahoma, USA. Ore Genesis the State of the Art. Ed. by Amstutz, et al. Special Publication n^o 2 of the Society for Geology Applied to Mineral Deposits. Edit. Springer-Verlag.

- **HOAGLAND, A.D. (1,976).**- Appalachian lead-zinc deposits. In: K.H. Wolfe, Ed., Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits, Amsterdam, v. 6, p. 495-534.

- **HSÜ, K.J. (1.984).**- A Nonsteady State Model for Dolomite, Evaporite, and Ore Genesis. Syngensis and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wansch Kuhn et al. Edit. Spinger-Verlag.

- **KYLE, J.R. (1.982).**- Geology of the Pine Point lead zinc distric, In: K.H. Wolfe, Ed., Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier, Amsterdam, v. 9 (in press).

- **LAMBERT, I.B. (1.976).**- The McArthur zinc-lead-silver deposit: features, metallogenesis and comparisons with some other stratiform ores. In: K.H. Wolfe, Ed., Handbook os Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier, Amsterdam, v. 6, p. 535-585.

- **LAMBERT, I.B. (1.982).**- Constraints on the genesis of major Australian lead-zinc-silver deposits: from Ramdohr to present. In: G.C. Amstutz, A. El Goresy, G. Frenzel, C. Kluth, G. Moh, A. Wauschkuhn, and R.A. Zimmermann, Eds,m Ore Genesis: The State of the Art. Springer-Verlag, New York, Heidelberg, Berlin, p. 625-636.

- **MAYNARD, J.B. (1.983).**- Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits. Edt. Springer-Verlag.

- **ROEDDER, E. (1.976).**- Fluid-inclusion evidence on the genesis of ores in sedimentary and volcanic rocks. In K. H. Wolfe, Ed. Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits. Elsevier, Amsterdam, V. 2, p. 67-134.

- **SANGSTER, D.F. (1.976).**- Carbonate-Hosted lead-Zinc Deposits. Handbook of Strata-Bound and Stratiform Ore Deposits nº 6. Ed. by WOLF, K.M. Edit. Elsevier Scientific Publishing Company.

- **SCHOLL, E. (1.984).**- Geochemical Indicator Parameters of Lead-Zinc Ore Deposits in Carbonate Rocks. Syngenesi and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wauschkuhn et al. Edit. Springer-Verlag.

- **SONG, X. (1.984).**- Geochemistry of Minor Elements in Host Rocks of the Fankon Pb-Zn Deposit, South China. Syngenesi and Epigenesis in the Formation of Mineral Deposits. Ed. by Wauschkuhn et al. Edit. Springer-Verlag.

- **WILLIAMS, N. (1.978).**- Studies of the base metal sulfide deposits at McArthur River, Northern territory, Australia. I the Cooley and Ridge deposits. Econ. Geol., V. 73, p. 1005-1035.

- **WRIGHT, V.P. (1.982).**- The recognition and interpretation of paleokarsts : two examples from the lower Carboniferous of south wales. Journal of sedimentary Petrology. Vol. 52, nº 1.